



Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Kábelvégelezáró meghibásodás komplex vizsgálata

Orlay Imre - Németh Bálint - Tamus Ádám
ELMŰ-ÉMÁSZ Zrt. BME VET BME VET

2008. április 23.



BME Villamos Energetika Tanszék
Nagyfeszültségű Technika és Berendezések Csoport

ÉMÁSZ

Az előadás fő témái

- Események összefoglalása
- Kábelminta boncolása a BME-n
- Helyszíni mérés és szakértői vizsgálat
- Komplex diagnosztikai vizsgálatok:
 - Röntgen
 - Mechanikai
 - Térszámítás
- Összefoglalás



- Az ELMŰ-ÉMÁSZ részéről 2007. tavaszán érkezett megkeresés: a miskolci Bosch gyár területén 2 éven belül ugyanazon kapcsolószekrény ugyanazon fázisában a 35kV-os kábelfej többször felrobbant.
- **Cél: a kábelfej robbanás okainak feltárása, kivizsgálása.**



Események összefoglalása I.

Részletes hálózati állapot becslés (reggeli jelentések, zavarírók, védelmi jelzések stb.)

- **2004. március 28-án** 15.16-kor a Felsőzsolca Ovit – Sajóecseg 35 kV-os távvezetékéről leágazó ún. **indító szakaszolóra** csatlakozó Bosch I. kábel **középső fázisú kábel végelzárója ütött át**. Szerelési probléma állt fenn, a zsugorcső szerelése nem volt megfelelő, valószínűleg beázás okozta a meghibásodást. A hiba fellépését követően valamennyi kábelfejet átszerelték.
- **2004. május 10-én** 01.30-kor a Bosch I. kapcsolóállomásban a Sajóecseg **kábel végelzárója egy fázisban** meghibásodott.
- **2005. január 21-én** 14.18-kor a Bosch II. állomáson **két fázisú meghibásodás** következett be. Az egyik tokban, a (Bosch II. – Sajóbábony kábelnek a Bosch II. állomásban található) kábelfejen robbanás lépett fel. (I. SZÁMÚ KÁBELMINTA, amely az ELMŰ-ÉMÁSZ-nál elvégzett boncolás után került hozzánk).

Ezt követően 14.38 és 14.55 között **kapcsolási hiba** történt a Bosch-nál. Az átkapcsolás során a Bosch I. – Bosch II. kuplungvezetéknek a Bosch II. állomásban található **kábelfeje felrobbant**. (II. SZÁMÚ KÁBELMINTA, amely az ELMŰ-ÉMÁSZ-nál elvégzett boncolás után a BME-re került.)



Események összefoglalása II.

- **2007. március 29-én** 22.45-kor Bosch II. – Sajóbábony kábelnek a Bosch II. állomásban található tokozott szekrény szélső fázisában újabb **kábelfej robbanás** történt. A felrobbant végelzárót a BME rendelkezésére bocsátották (III. SZÁMÚ KÁBELMINTA). A megsérült végelzáró boncolását 2007. május 22-én elvégeztük.
- A helyszíni szakértői bejáráskor kiderült, hogy a két tokozott szekrény megegyező belső felépítésű, mégis vannak eltérő a robbanást előidézhető különbségek (kábelfej rögzítő pánt, gumi átvezetés, alumínium burkolat stb.)
- A szakértői **vizsgálat kizárta**, hogy a Bosch szabadtéri és belsőtéri kábelvégelzárók átütései előtt, vagy azokkal egyidőben **kapcsolási túlfeszültséget** okozni képes hálózati kapcsolat, illetve túlfeszültséget keltő **légköri esemény** következett volna be.

Kábelminta boncolása a BME-n

XLPE szigetelésű kábelhez Raychem: POLT-42D/1XI, POLT-42F/1XO végelzáró rétegről rétegre történő lefejtés eredménye:

- A zsugorcső zsugorítási művelete megfelelően történt.
- A sarun sérülés nem található, méretek, kialakítás (technológiai előírások, műveletek) megfelelő, az árnyékolás visszahajlítása a burkolatra megfelelő volt, piros szalag és a zöld massa megfelelő alkalmazása.
- **A szerelési előírásoknak megfelelően történt a kábelvégelzáró újraserelése. A robbanás okára utaló nyomokat esetleg hibás szerelést a jelenlevők nem állapítottak meg.**
- A boncolás nem adott magyarázatot a hasonló eredetű meghibásodok okának feltárására. A boncolás csak a kábelfejre terjedt ki.





Helyszíni mérés és szakértői vizsgálat

- 2007.06.10-én a teljes leállás volt, mely lehetőséget biztosított a helyszíni mérésre. Az ELMŰ-ÉMÁSZ Zrt. a DIAGNOSTICS Kft-t kérte fel a Bosch I. - Sajóecseg, a Bosch II. - Sajóbábony, Bosch I. – Bosch II. kábelszakaszok helyszíni OWTS vizsgálatára.
- A méréssel kapcsolatosan továbbá a jegyzőkönyvek alapján összességében megállapíthatjuk, hogy **egyértelmű meghibásodás nyomait nem mutatta ki a DIAGNOSTICS Kft.**
- **Feltárt azonban gyenge pontokat** a Bosch I. - Sajóecseg FÖVIT L1-es fázisában egy kábelösszekötőn (részkisülések) továbbá a Bosch II. – Sajóbábony Drótgár mindhárom fázisban az 1150 m-re található kábelösszekötőn.



Megállapítások, feltételezések

- A meghibásodás **minden esetben ugyanazon a fázison** következett be.
- Az átütés a kábelnek azon a részen következett be, ahol **sem az árnyékoló, sem a félvezető réteg már nincs rajta** a kábelen.
- A hibahely minden esetben **ugyanabba az irányba szinte cm-re megegyező távolságra** a kábel végétől következett be.
- A hibahely irányában kb. egy kábel átmérőjű távolságra egy **földelt fémlemez** éles sarka található.
- Feltételezhető, hogy a kábelér és a földelt fémlemez éles sarka között a megnövekedett térerősség hatására a kábelszigetelésben részleges kisülések indultak el.



Laboratóriumi összehasonlító vizsgálatok

Tamus Ádám



BME Villamos Energetika Tanszék
Nagyfeszültségű Technika és Berendezések Csoport



A két próbatest

- Az „A” jelű a NA2XS(F)2Y 1x150 mm² Tele-Fonika gyártmány a meghibásodott típus
- A „B” jelű NA2XS(F)2Y 1x150 mm² Pirelli gyártmány a problémamentes típus
- Mindkét kábelre végelzárót szereltettünk
- A „B” próbatestet tekintettük referenciának



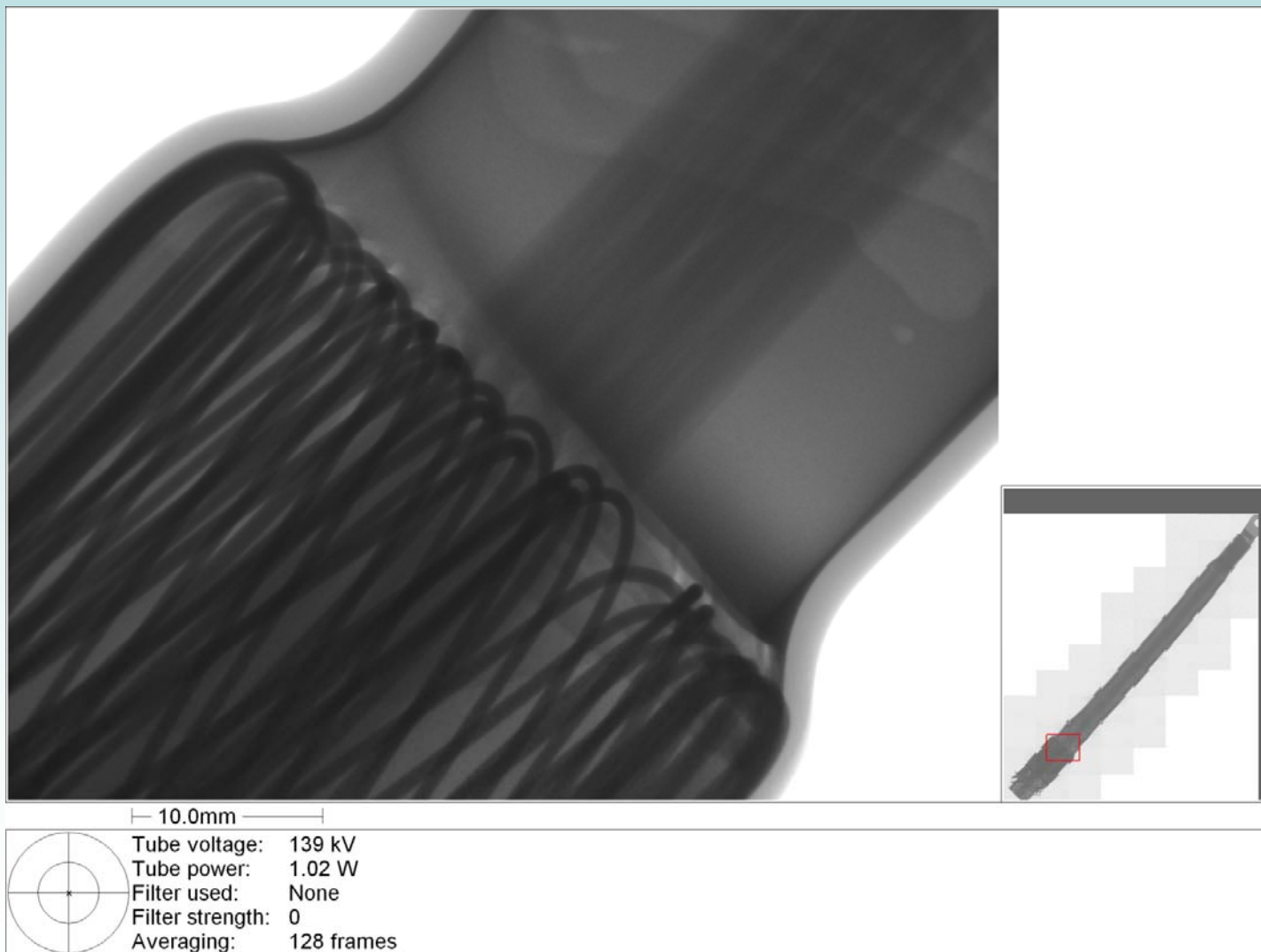
Röntgen vizsgálatok



BME Villamos Energetika Tanszék
Nagyfeszültségű Technika és Berendezések Csoport

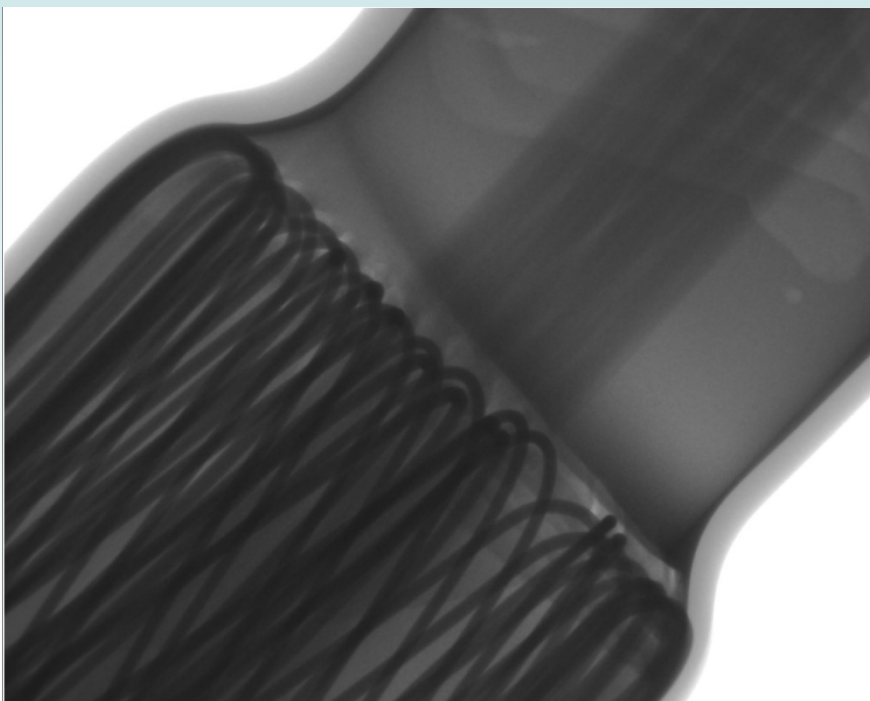


Röntgen felvétel

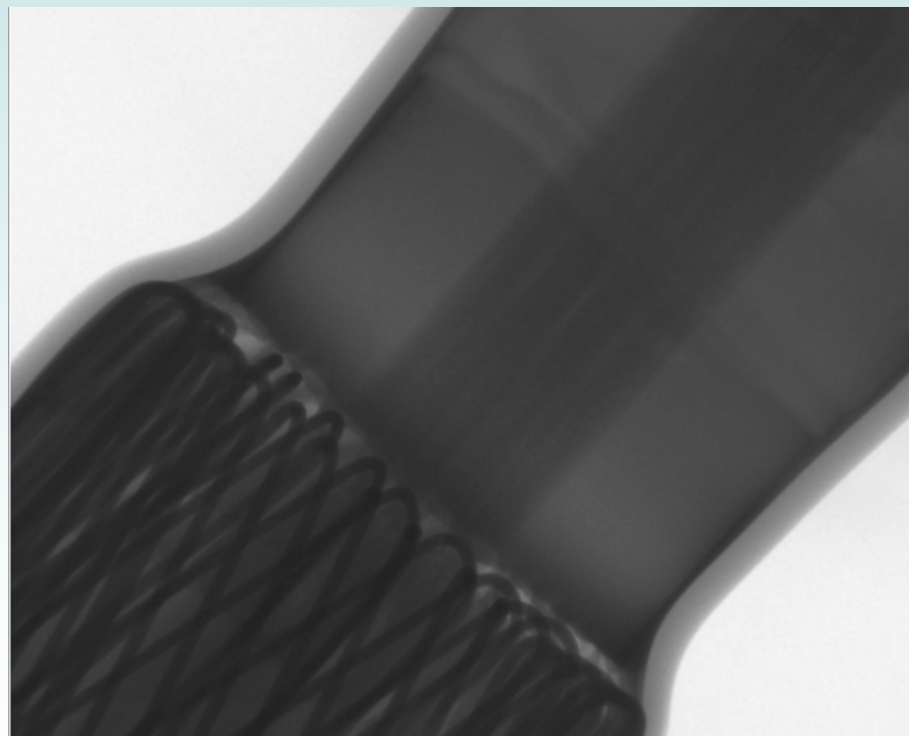


Összehasonlítás I.

„A” kábel

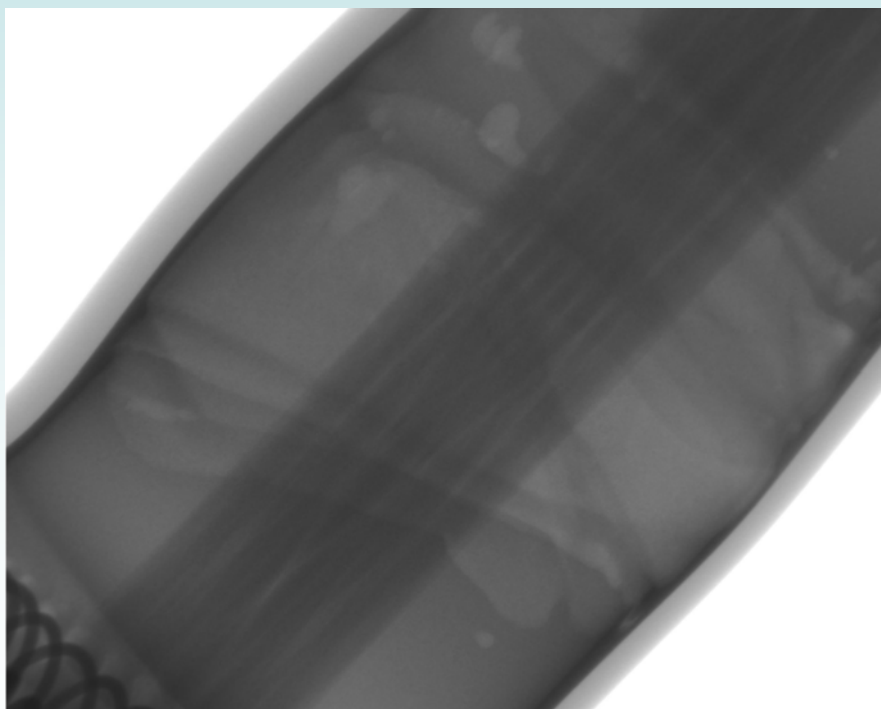


„B” kábel

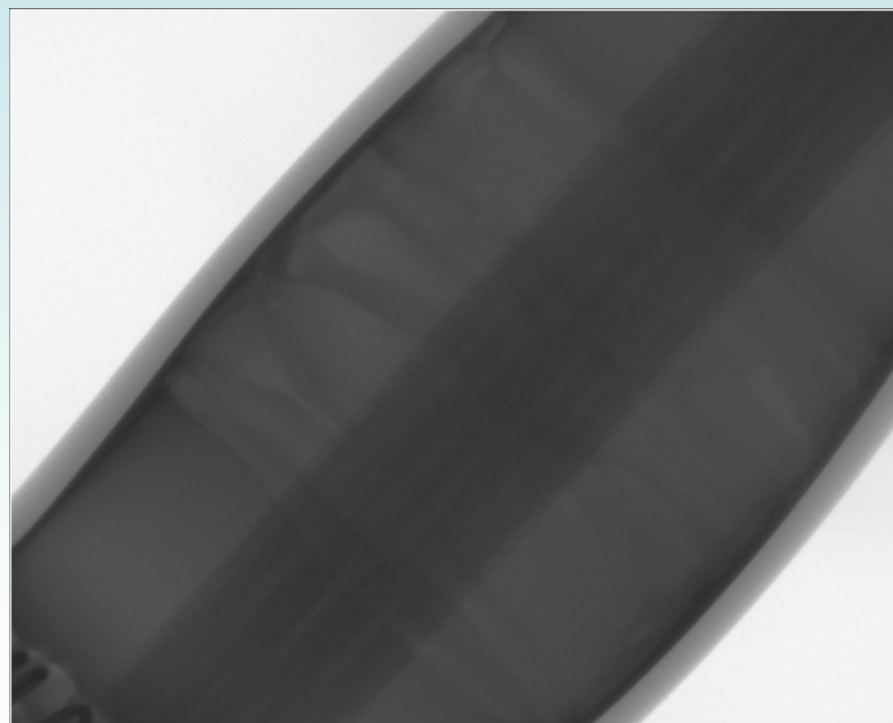


Összehasonlítás II.

„A” kábel

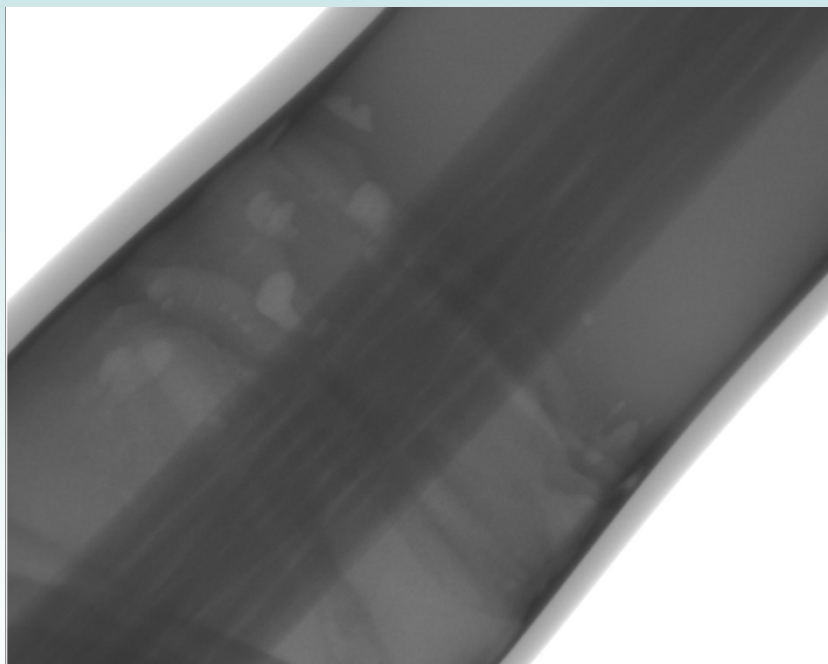


„B” kábel

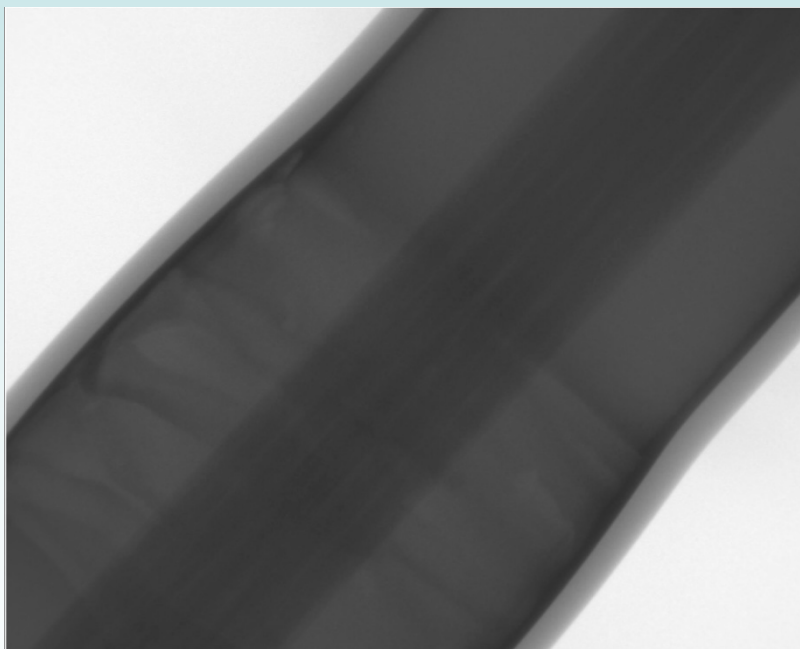


Összehasonlítás III.

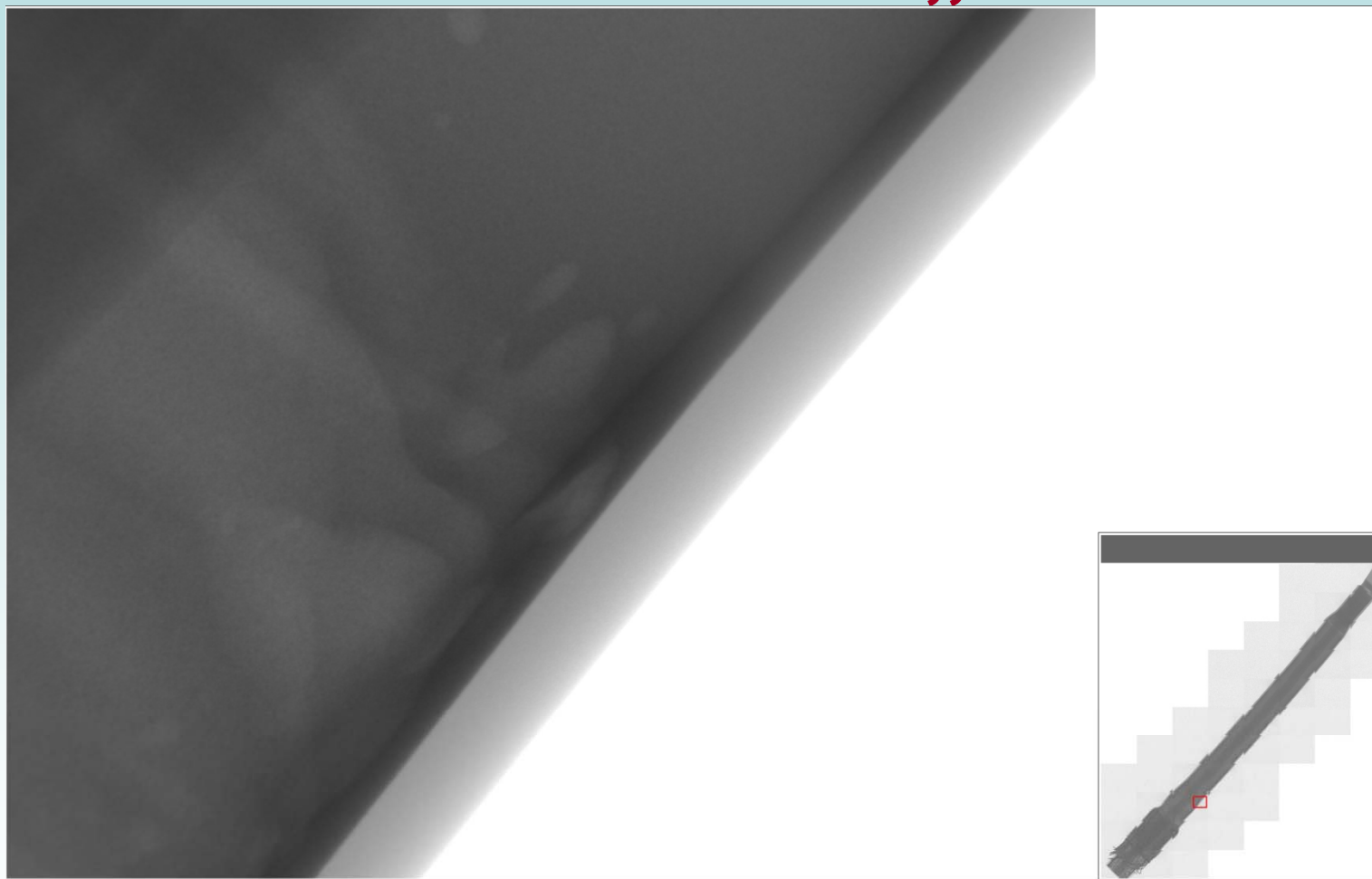
„A” kábel



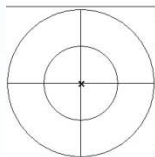
„B” kábel



Érdekes részletek az „A” mintán I.



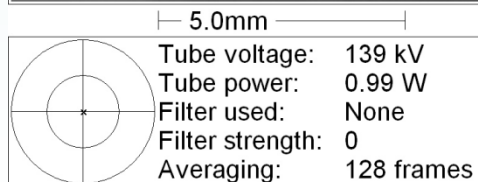
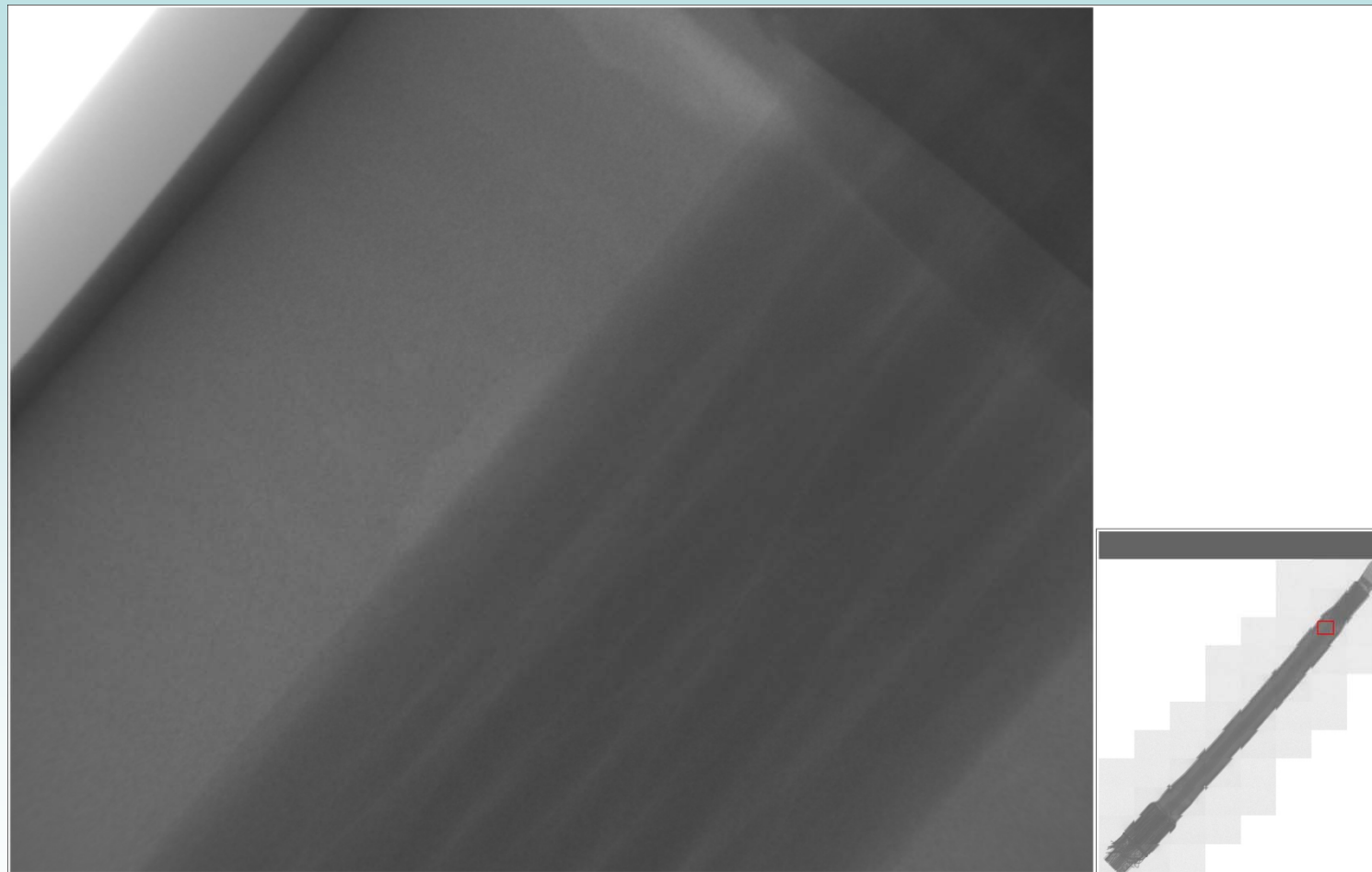
— 2.5mm —



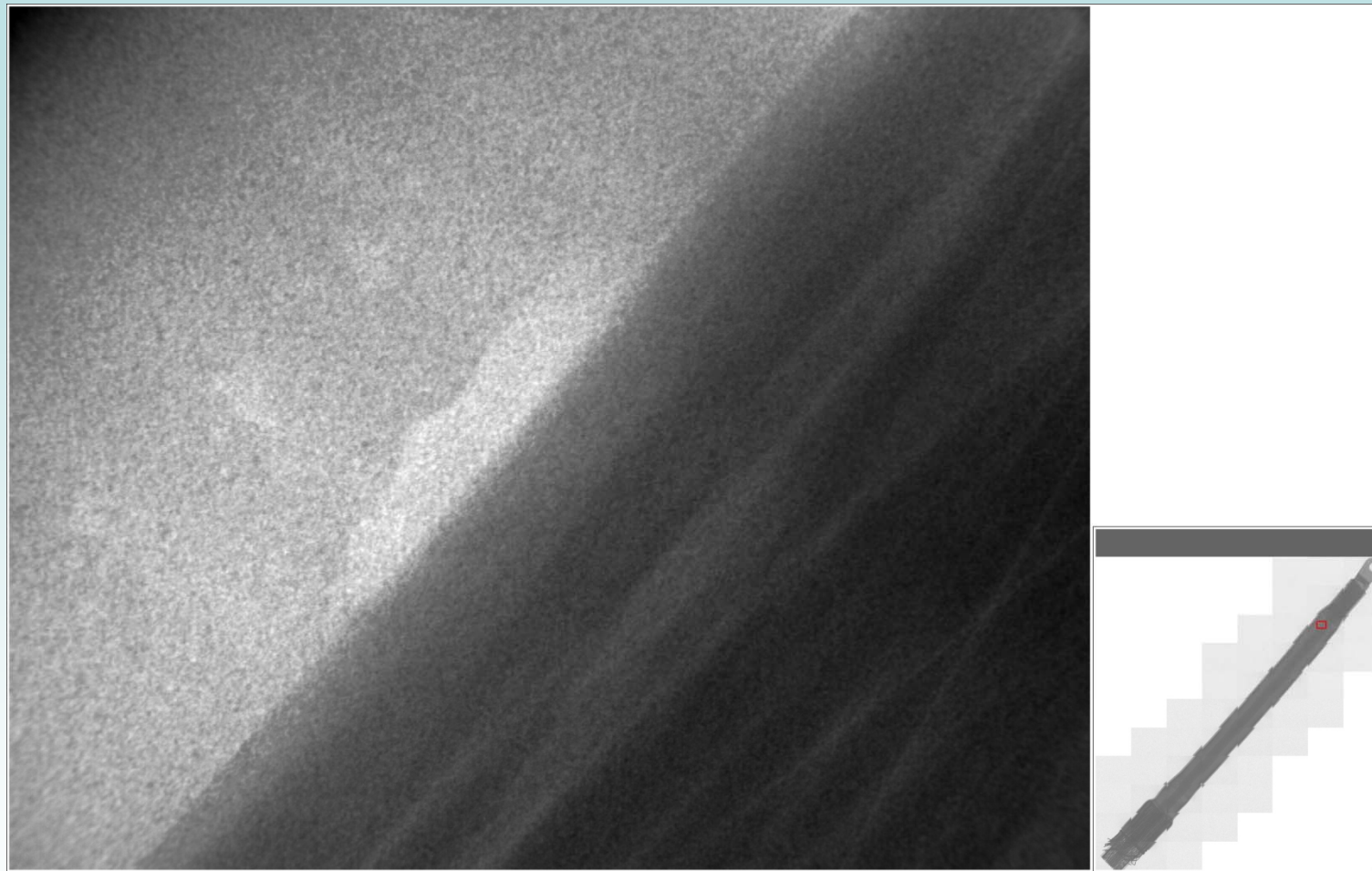
Tube voltage: 139 kV
Tube power: 1.02 W
Filter used: None
Filter strength: 0
Averaging: 128 frames



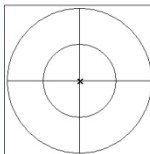
Érdekes részletek az „A” mintán II.



Kicsit közelebbről...



— 2.5mm —



Tube voltage: 139 kV
Tube power: 0.98 W
Filter used: None
Filter strength: 0
Averaging: 128 frames



Mechanikai vizsgálatok



BME Villamos Energetika Tanszék
Nagyfeszültségű Technika és Berendezések Csoport

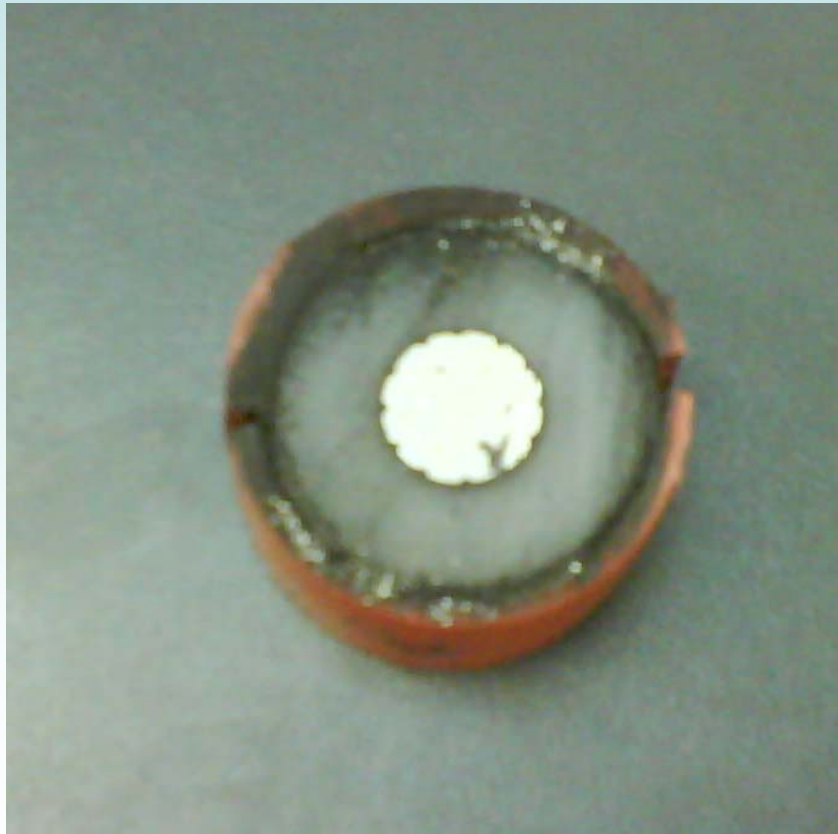


A vizsgálatról

- A vizsgálat célja, a végelzáró és a kábel tapadásának meghatározása
- Szabványos előírás nincs
- Összehasonlító vizsgálatok
- Sajátos „feltépő” vizsgálat



A próbatest

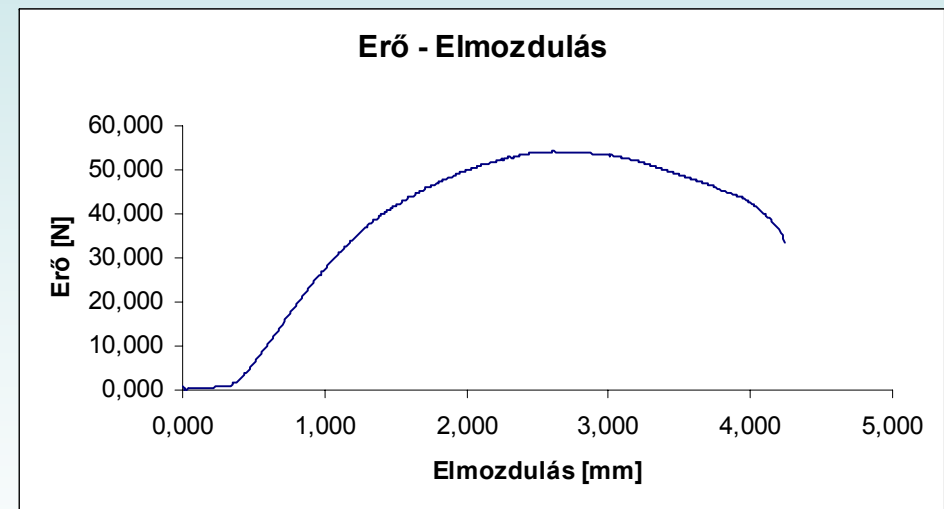
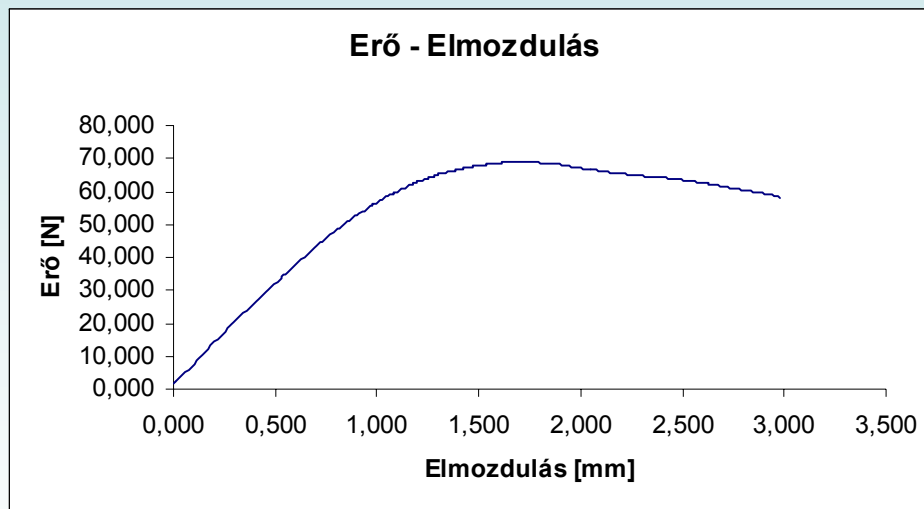


A mérési elrendezés



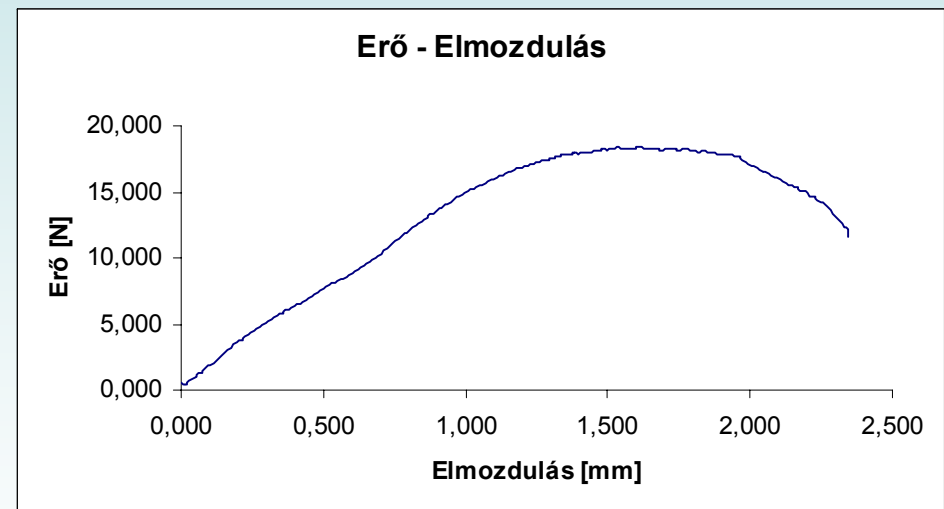
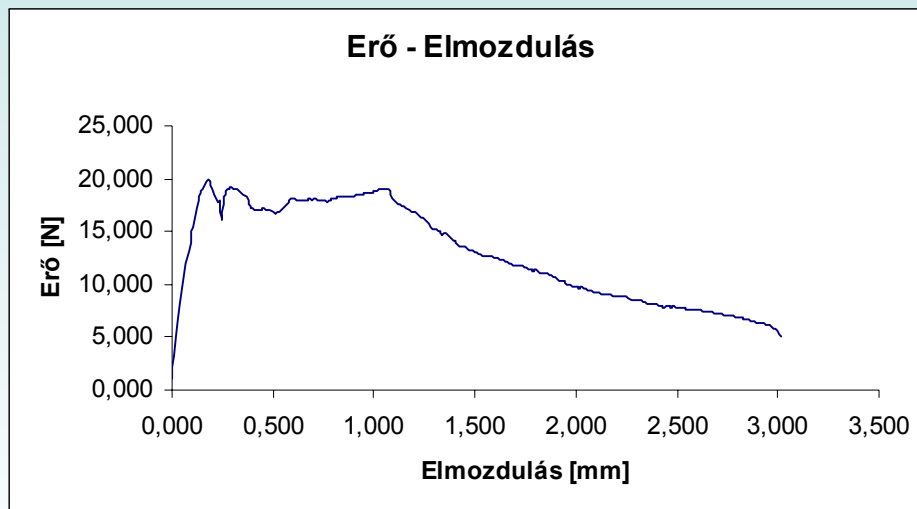
Eredmények

- „A” próbatest



Eredmények II.

- „B” próbatest



Térszámítás



BME Villamos Energetika Tanszék
Nagyfeszültségű Technika és Berendezések Csoport

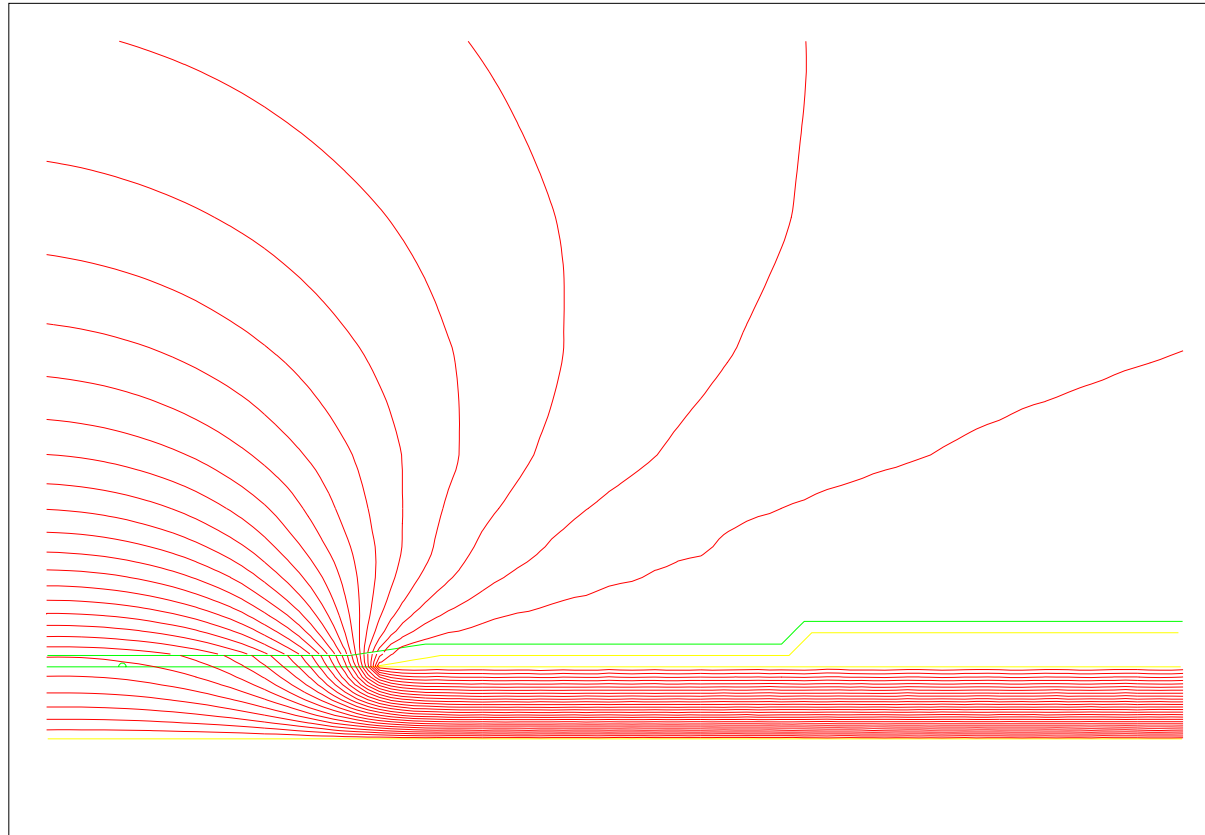


A modellezés lépései

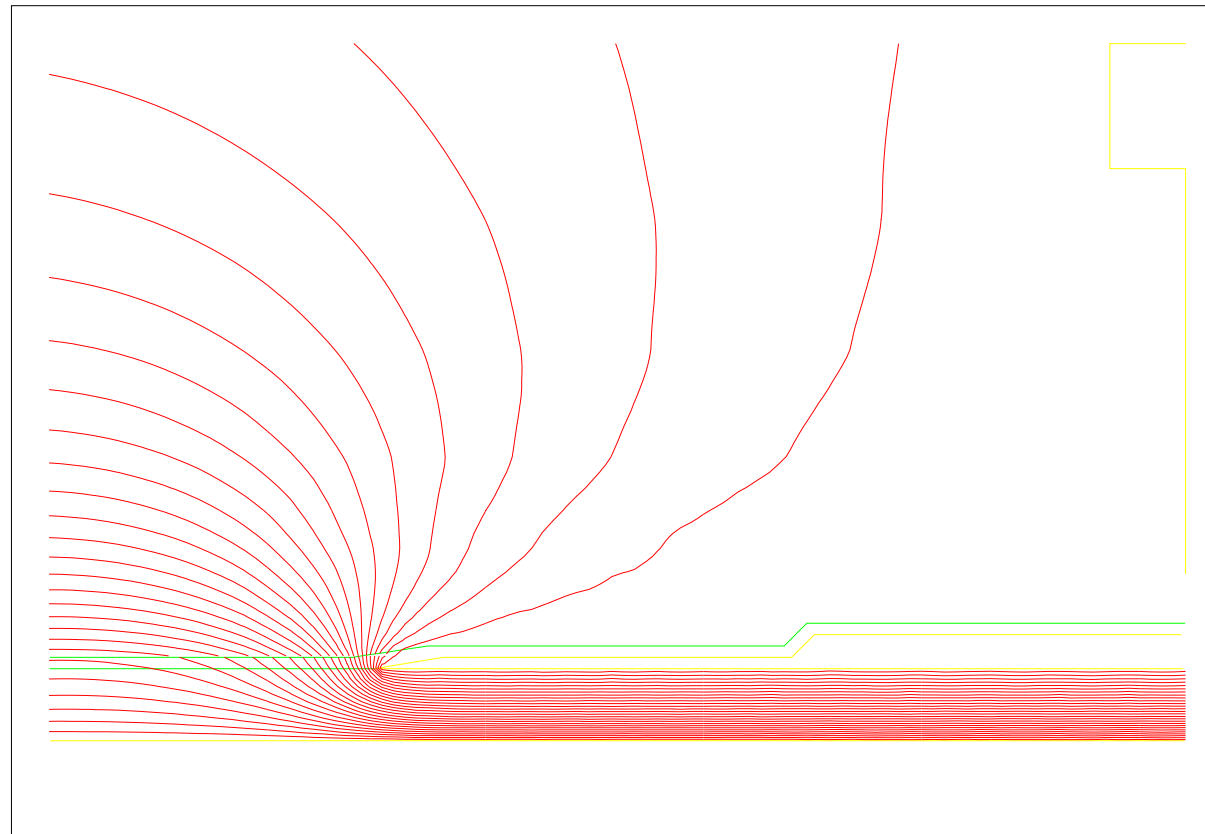
- A végelzáró modellezése
 - Hengerszimmetrikus modell (2D)
 - 28 kV érpotenciál
- Számítások
 - Magában álló végelzáró
 - Végelzáró közeli fémdobozzal
 - Légzárvány a végelzáróban
 - Légzárvány a végelzáróban közeli fémdobozzal



Potenciál eloszlás a végelzáron

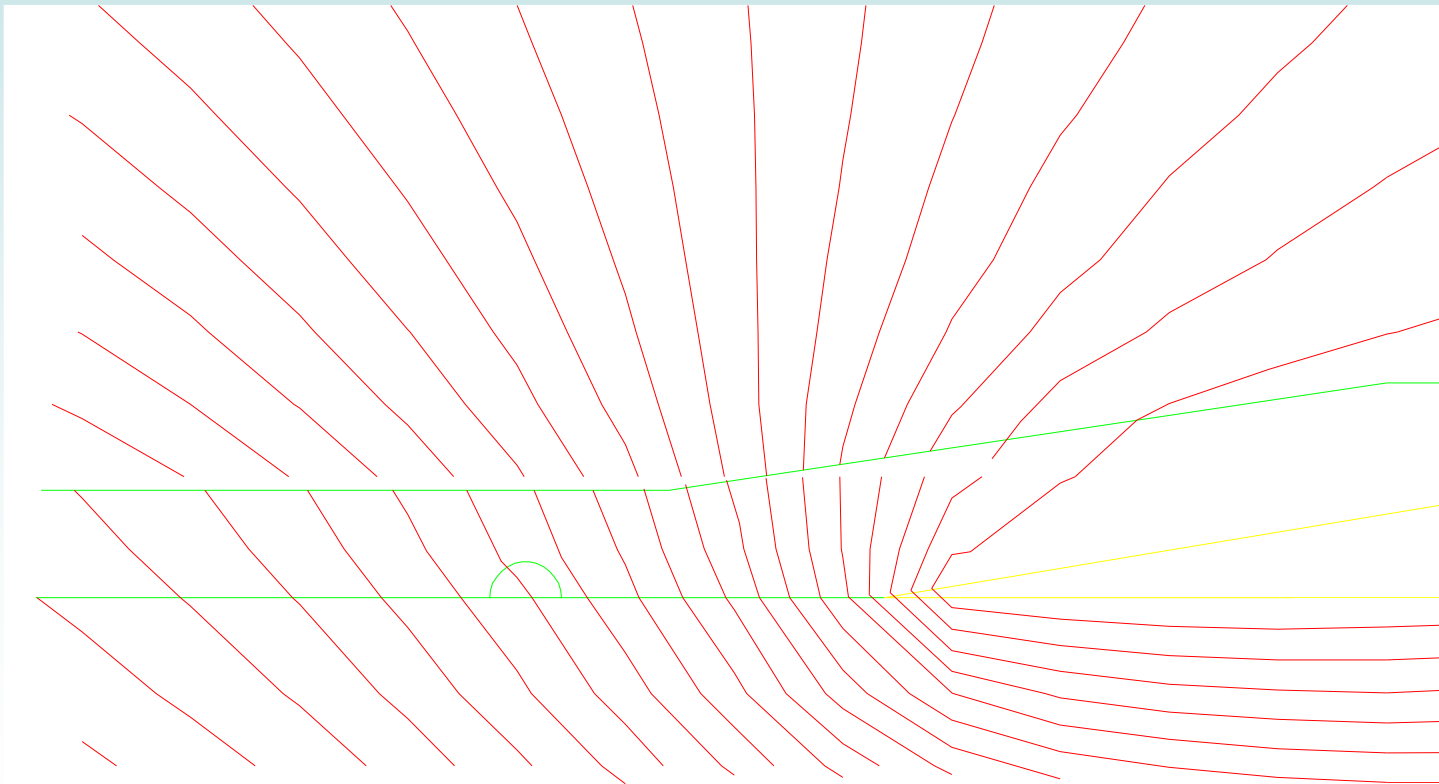


Közeli fém doboz hatása



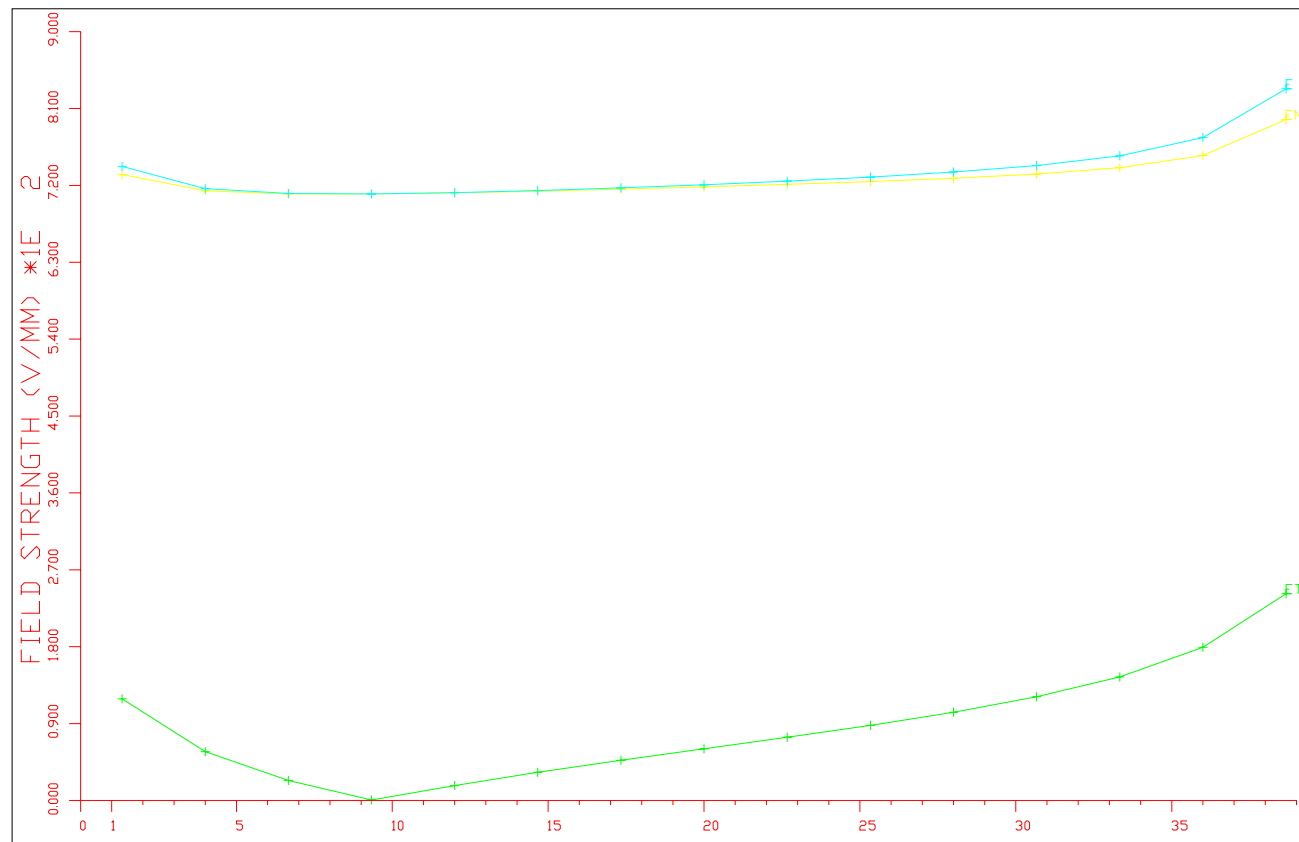
Légzárvány a végelzáróban

- 0,5 mm átmérőjű félgömb a térkitöltő anyagban



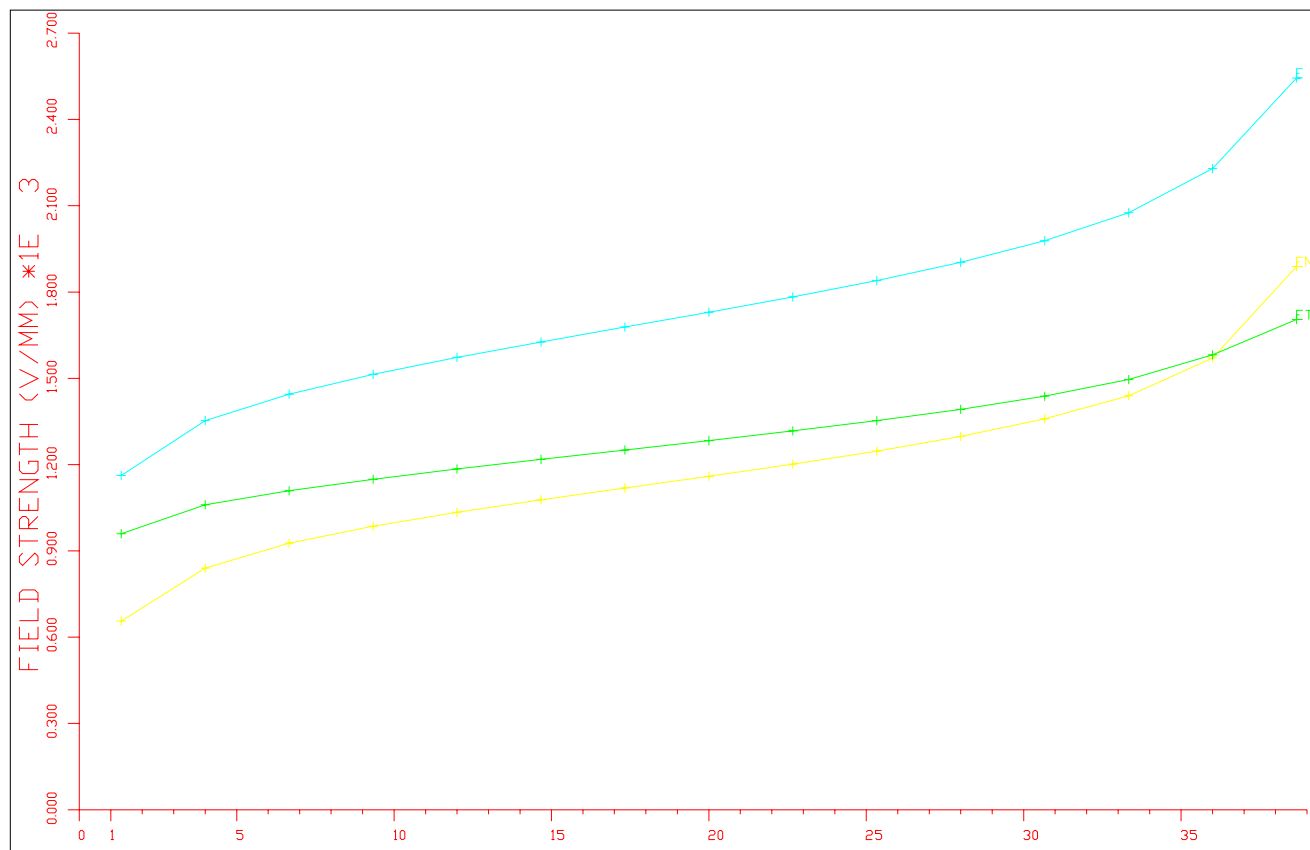
Térerősség eloszlás I.

- Légzárvány 30 mm-re, fém doboz nélkül



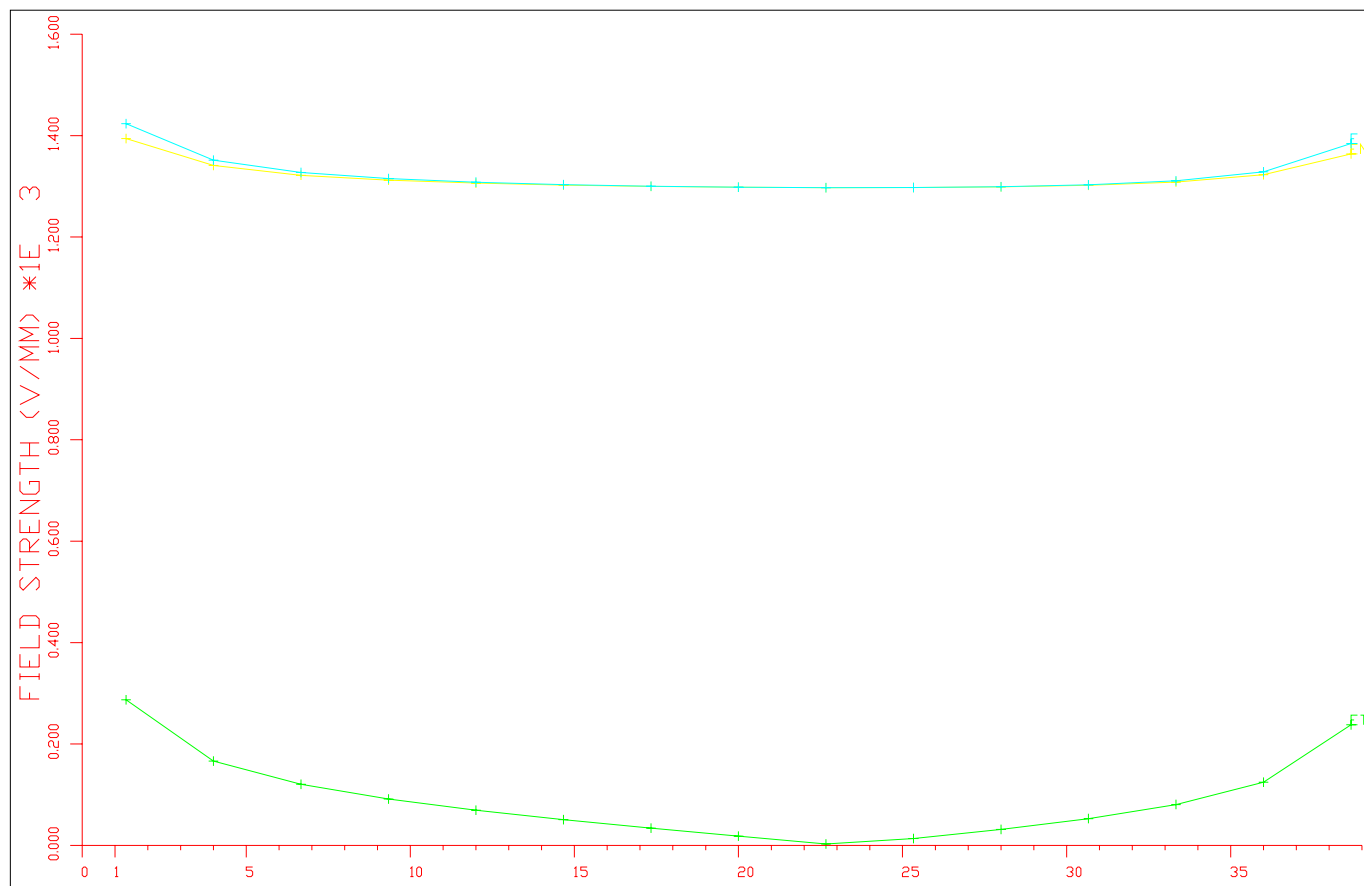
Térerősség eloszlás II.

- Légzárvány 5 mm-re, fém doboz nélkül



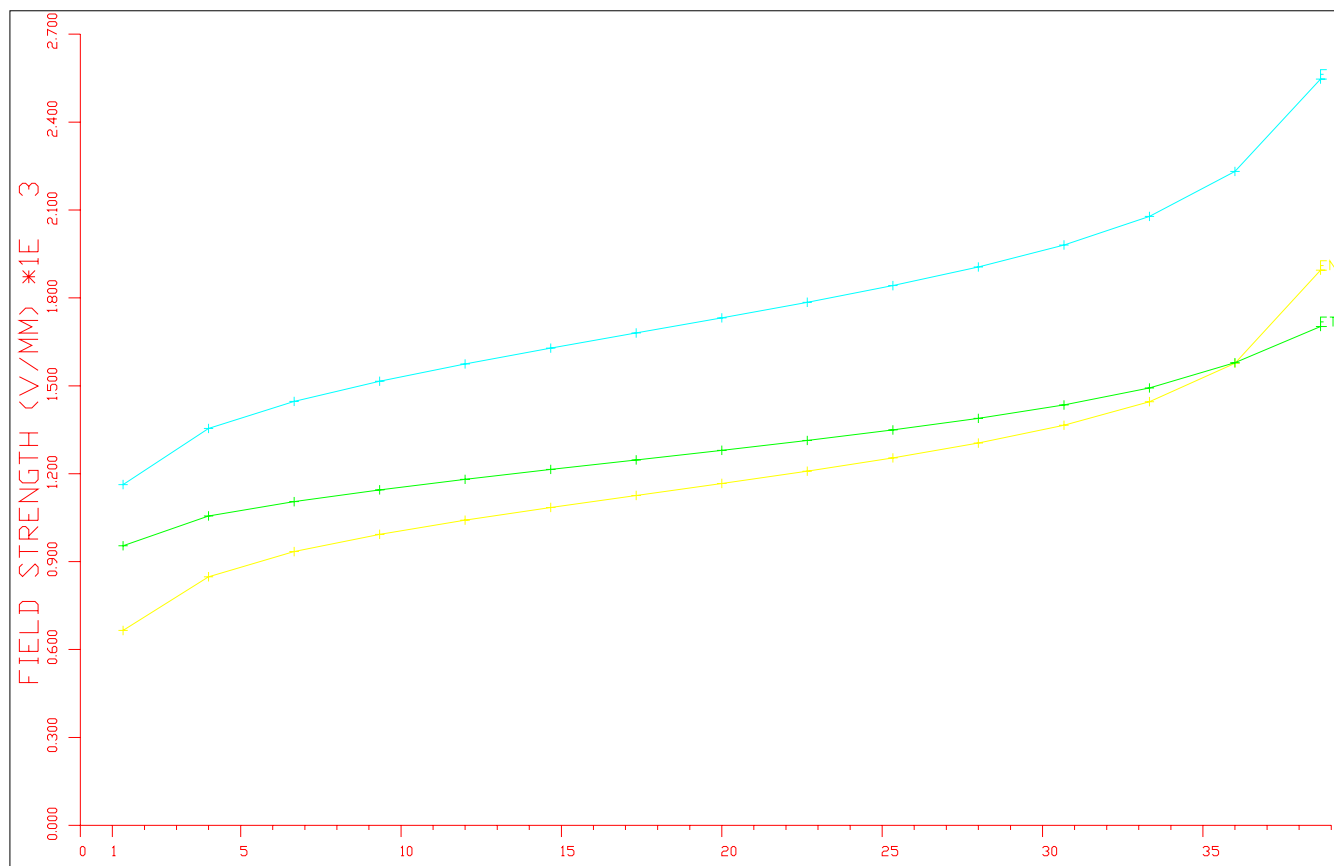
Térerősség eloszlás III.

- Légzárvány 30 mm-re, fém doboz



Térerősség eloszlás IV.

- Légzárvány 5 mm-re, fém doboz

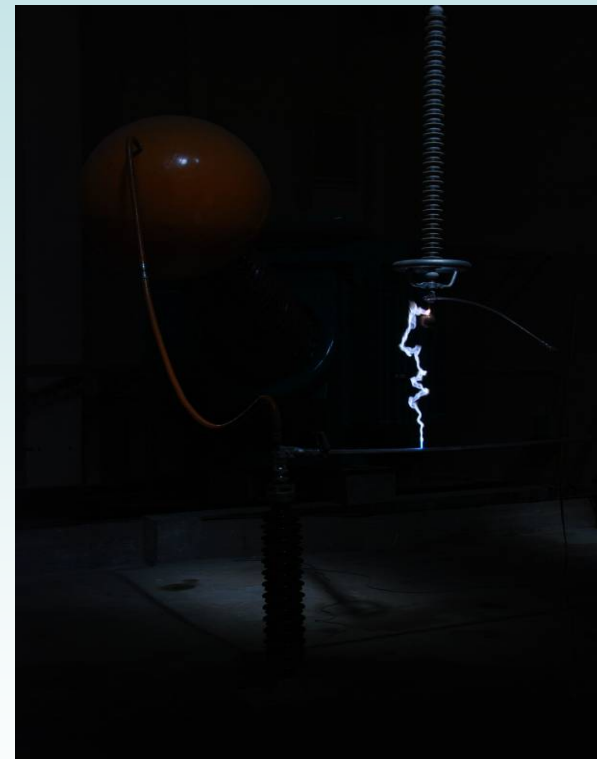


Összefoglalás

- A szerkezeti röntgen vizsgálatok kimutatták, hogy a lengyel kábelre szerelt Raychem végelzárában a **térkitöltő szalagnál inhomogén pontok vannak**. Továbbá az ér közvetlen közelében is található inhomogén pont (esetleg légzárvány), mely feltételezhetően nem a szereléskor került a kábelbe.
- A mechanikai (feltépő) vizsgálatok kimutatták, hogy a **fekete térkitöltő szalag nem egyformán tapad a kétféle gyártótól származó kábelmintára**.
- A modellezés, térszámítás alapján megállapíthatjuk, hogy az **inhomogén pontok a térerősség hatására láncreakciót indítanak el**, mely a villamos térerősség tangenciális komponensének hatására a végzáró szerelvény irányába halad. Továbbá a T-fázisú 35 kV-os végelzáró palástfelületétől 6 cm-re helyezkedik el a szekunder kábelek takarására szolgáló fémlemezborítás derékszögű, hegyes sarka, és a végelzáró-átütések e sarokkal szemben történtek.

Ily módon a komplex diagnosztikai vizsgálatokkal sikerült a robbanás okainak feltárása: **a meghibásodásokat több körülmény együttes hatása okozta.**

Köszönjük a figyelmet!



Elérhetőségek:

Budapest, 1111, Egry J. u. 18.

tel.: 1-463-2784, fax.: 1-463-3231

e-mail: nemeth.balint@vet.bme.hu ; tamus.adam@vet.bme.hu



BME Villamos Energetika Tanszék
Nagyfeszültségű Technika és Berendezések Csoport

