Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Nagyfeszültségű Laboratórium

FAM eszközök vizsgálatára vonatkozó szabványok felülvizsgálata

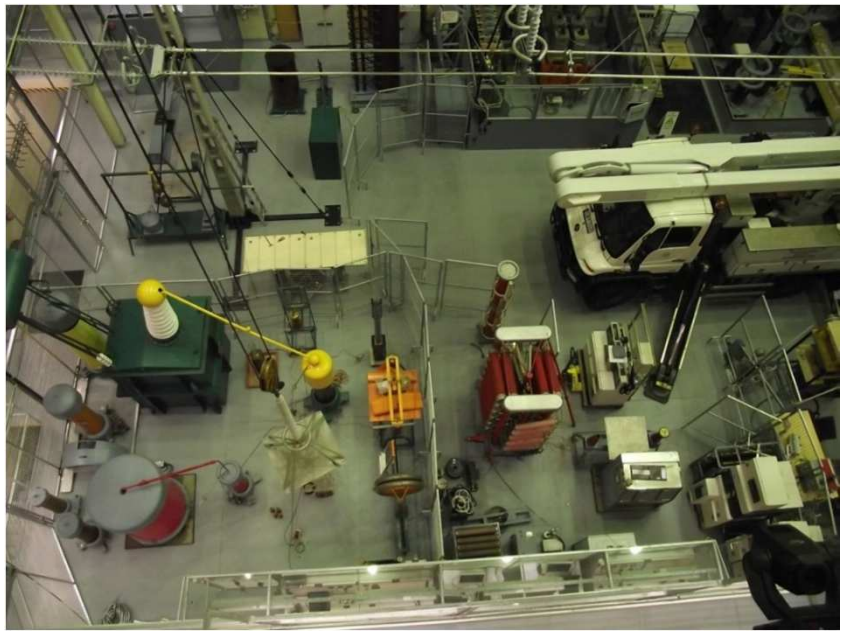
HIGHVOLTAGE LABORATORY

Cselkó Richárd
Dr. Berta István, Dr. Kiss István, Dr. Németh Bálint, Göcsei Gábor

Villamos Energetika Tanszék
Nagyfeszültségű Technika és Berendezések Csoport
cselko.richard@vet.bme.hu

Motiváció

- Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Nagyfeszültségű Laboratórium → akkreditált vizsgáló státusz
  - 2014-ben:
    - 17 szigetelő gémes kosaras gépjármű
    - 153 szigetelő rúd
    - 26 vezetőképes öltözet
- Számos kérdés merült fel a mérési eljárásokkal kapcsolatban
- Cél: a mérések megbízhatóbbá és összehasonlíthatóbbá tétele



Szigetelő rudak vizsgálata

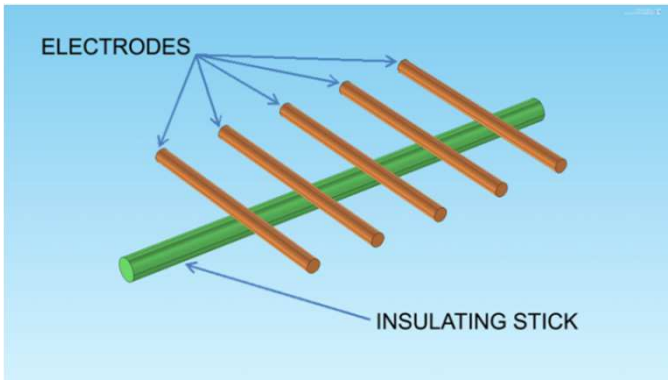
- MSZ EN 60832-1:2011
  Feszültség alatti munkavégzés. Szigetelő rudak és csatlakoztatható szerelvényeik

- 100 kV-os próbafeszültség 30 cm elektródatávolsággal a rúd szigetelő felületén

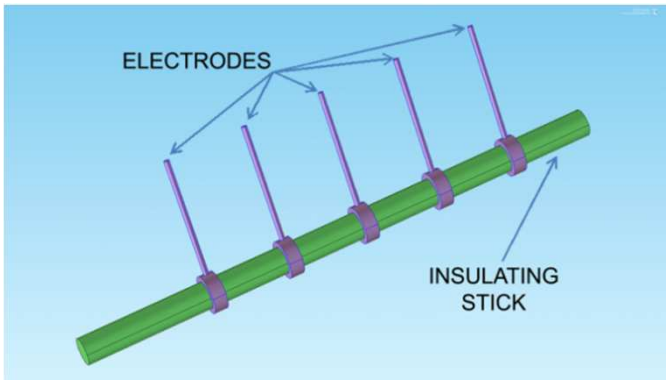
- Az **elektródák alakja** nincs pontosan meghatározva, a megrendelő és a labor megegyezése szerint változhat

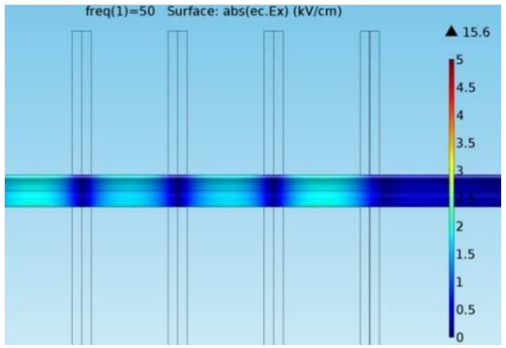
Szigetelő rudak vizsgálata - számítás

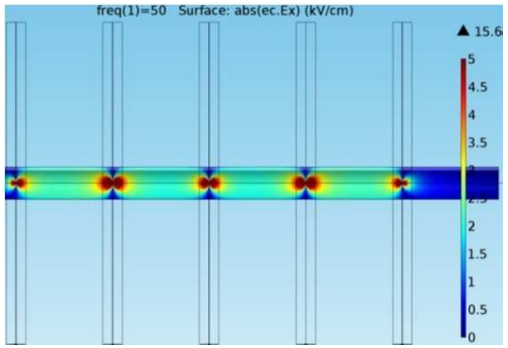
Villamos tér abban az esetben, ha az elektródok csak érintik a rudat

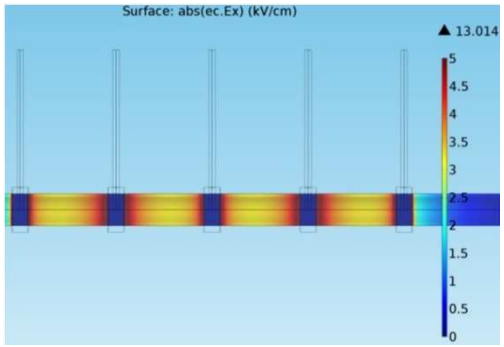


Villamos tér abban az esetben, ha az elektródák átfogják a rudat







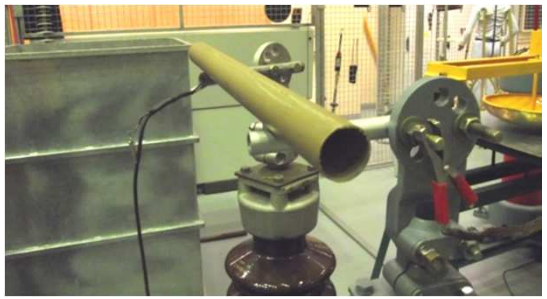


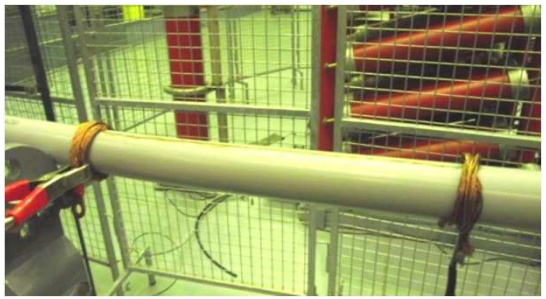
MŰEGYETEM 1782

HIGHVOLTAGE LABORATORY

Szigetelő rudak vizsgálata - mérések

- A számításokat szigetelő csöveken végzett kísérletek követték
  - 1. lépés: teszt az új feltételekkel, mindkét esetben meg kell felelnie
  - 2. lépés: a minta felületét egy mély, hosszirányú karcolással megsértjük
  - 3. lépés: tesztelés a mintát érintő elektródákkal, úgy hogy a karcolás az átellenes oldalon fut
  - 4. lépés: tesztelés átfogó elektródákkal





- **Eredmény:átfogó elektródás elrendezésben voltak olyan esetek, amikor átívelés történt, érintő elektródás elrendezés esetén nem történt átívelés**

Szigetelő rudak vizsgálata - mérések

- Konklúzió
  - Különböző laboratóriumokban, különböző eredmények születhetnek
  - Komoly felületi sérülések maradhatnak észrevétlenek, az érintő elektródás módszerrel
  - A szabvány mérési eljárásnak pontosan meg kell határoznia az elektróda helyzetét (át kell fognia a szigetelő rudat)
    - További vizsgálatok szükségesek az elektród pontos alakjára

Szigetelő gémes kosaras autó

- A tesztet definiáló szabványok:
  - IEC 61057:2000 Szigetelt karú emelőgépek 1 kV-nál nagyobb váltakozó áramú feszültség alatti munkavégzéshez
  - IEC/TS 61813:2000 „Live working - Care, maintenance and in-service testing of aerial devices with insulating booms”
- Szigetelési ellenállás mérés
- Szivárgó áram mérés váltakozó feszültségen
- A gém melegedésének vizsgálata

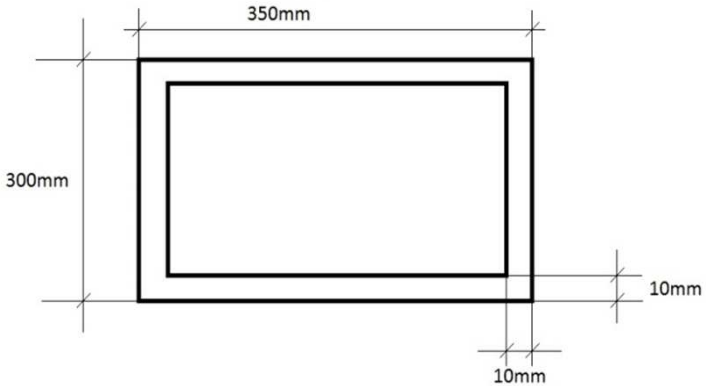
Szigetelő gémes kosaras autó Szigetelési ellenállás

- 10 MΩ-os határ a felső és az alsó karon lévő szigetelő betétre
  - Inkoherens a további tesztekkel és a gyakorlati eredményekkel
    - A határnak 1GΩ-nál kellene lennie a felső karnál és 100MΩ-nál az alsó karnál
  - Inkoherens a szivárgó áram méréssel
    - A szivárgó áram rezisztív komponense önmagában nagyobb mint a megengedhető határ

	Felső kar	Alsó kar
Próbafeszültség [kV]	40	35
Szivárgó áram felső határa [μA]	40	3000
Szivárgó áram rezisztív komponense minimális (10 MΩ) szigetelési ellenállásnál [μA]	4000	3500

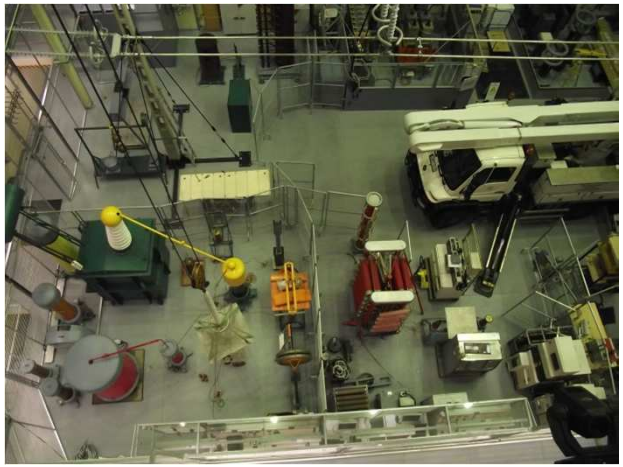
Szigetelő gémes kosaras autó Szigetelési ellenállás

- Inkoherencia a fizikai paraméterekkel
  - Méretek a gyakorlati értékekkel végzett közelítő számításokhoz
    - Szigetelő betét tipikus keresztmetszete
    - Tipikus hossz:
      - Alsó kar betét: 0.61m
      - Felső kar betét: 3.7m
  - Mennyi a térfogati ellenállás ha a szigetelési ellenállás a minimális 10MΩ?



	Felső kar	Alsó kar
Térfogati ellenállás, abban az esetben ha a szigetelési ellenállás minimális [Ωm]	30 541	206 557

Szigetelő gémes kosaras autó Szivárgó áram mérés



- A mostani és korábbi tapasztalatok szerint a szórt kapacitások fontos szerepet játszanak a mérés során
  - Nagyban függ a laboratórium elrendezésétől
  - Nagyban függ a szigetelő gémes kosaras autó mérés alatti elhelyezkedésétől (beltéri mérés során a megengedhető a szabványtól eltérő elhelyezkedés használata)
- Különböző laboratóriumok mérési eredményei (vagy ugyanazon laboratórium későbbi eredményei) nem összehasonlíthatóak
- A szigetelő anyag romlása észrevétlen maradhat

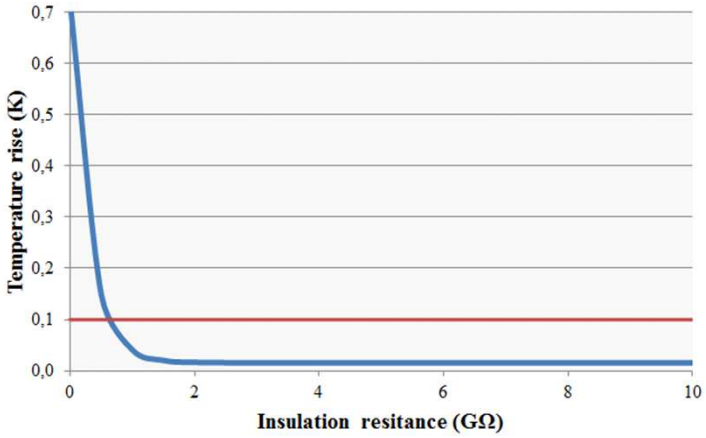
Szigetelő gémes kosaras autó Szivárgó áram mérés

- Javaslat: rezisztív és kapacitív összetevők különálló vizsgálata
  - A rezisztív összetevők így összehasonlíthatóvá válnak
- Külön határáram a rezisztív és kapacitív komponensre vonatkozóan
  - A határáram nagyságát a megengedhető testáram alapján kell meghatározni
    - Ezt legrosszabb esetben csak a szigetelő betét impedanciája, a geometria és a szigetelő anyaga korlátozza

Szigetelő gémes kosaras autó
A gém melegedésének vizsgálata

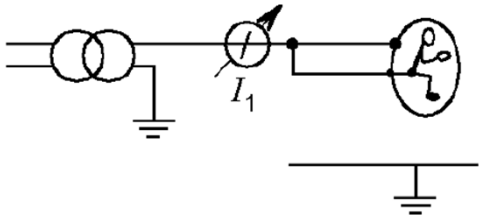
- A szabvány előírja hogy a szivárgó áram mérése közben a gém melegedését is figyelni kell.
  - Közelítő számítások
    - A szivárgó áram értéke maximális
    - Csak rezisztív áramkomponens folyik
    - Nincs hődisszipáció a környezet felé
  - Még ezekkel a közelítésekkel sem lehet a hőmérséklet-növekedést átlagos hőkamerával érzékelni (0.1K felbontás)

$$\Delta T = \frac{I_w^2 * R * t}{c * m}$$

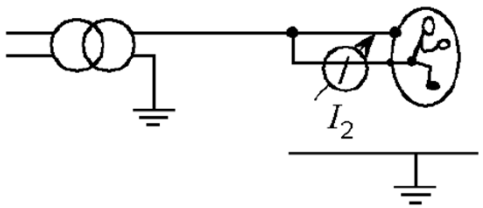


Vezetőképes öltözet: hatékonyság mérése

- MSZ EN 60895 szabvány szerint
  - Két árammérés:
    - I1 feszültségelektród és a vezetőképes övvel összekötött vezetőképes öltözet között folyik

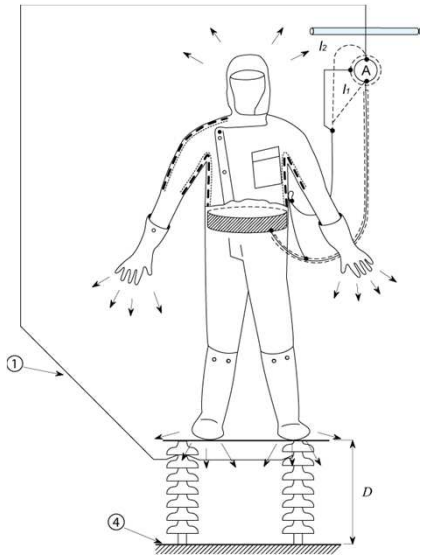


    - I2 a feszültségforrás és a vezetőképes öv között folyik



    - Megfelelési kritérium

$$\frac{I_1}{I_1+I_2} > 99\%$$



Vezetőképes öltözet: hatékonyság mérése

- Hatékonyság archálóval:

I1 [uA]	I2 [uA]	V [%]
1412	13	99.08

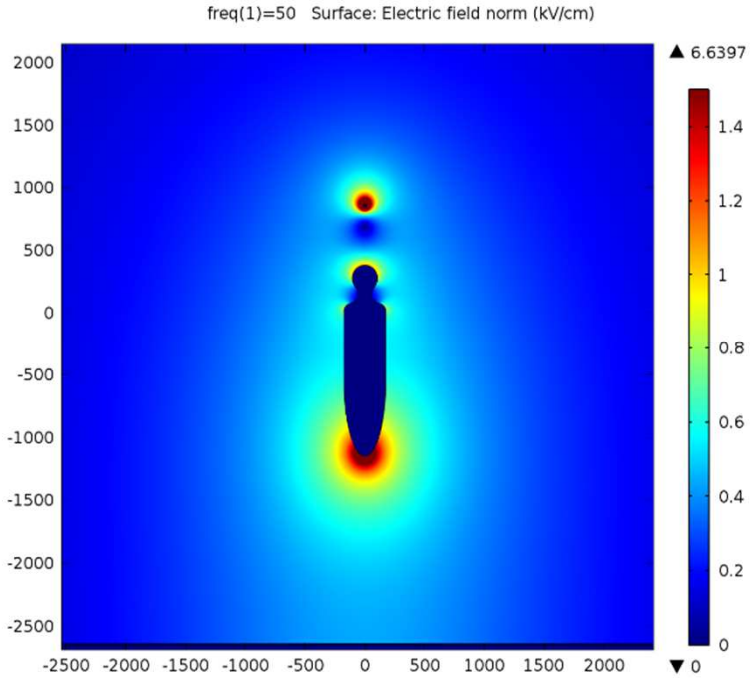
- Hatékonyság archáló nélkül

I1 [uA]	I2 [uA]	V [%]
1445	14	99.04

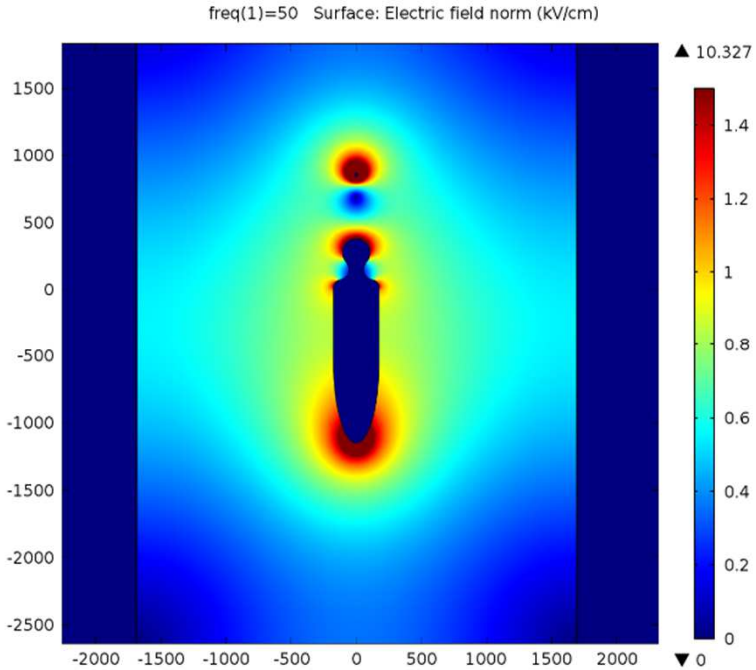
- **Nincs számottevő különbség**
- **Az archáló nélküli ruházat is megfelel a teszten**

- A mérési elrendezés környezetére vonatkozóan egyáltalán nincsenek előírások, ugyanakkor **a környezet nagymértékben befolyásolja a villamos tér eloszlását a mérés során!**

Vezetőképes öltözet: hatékonyság mérése



Nincsenek földelt részek a bábu közelében



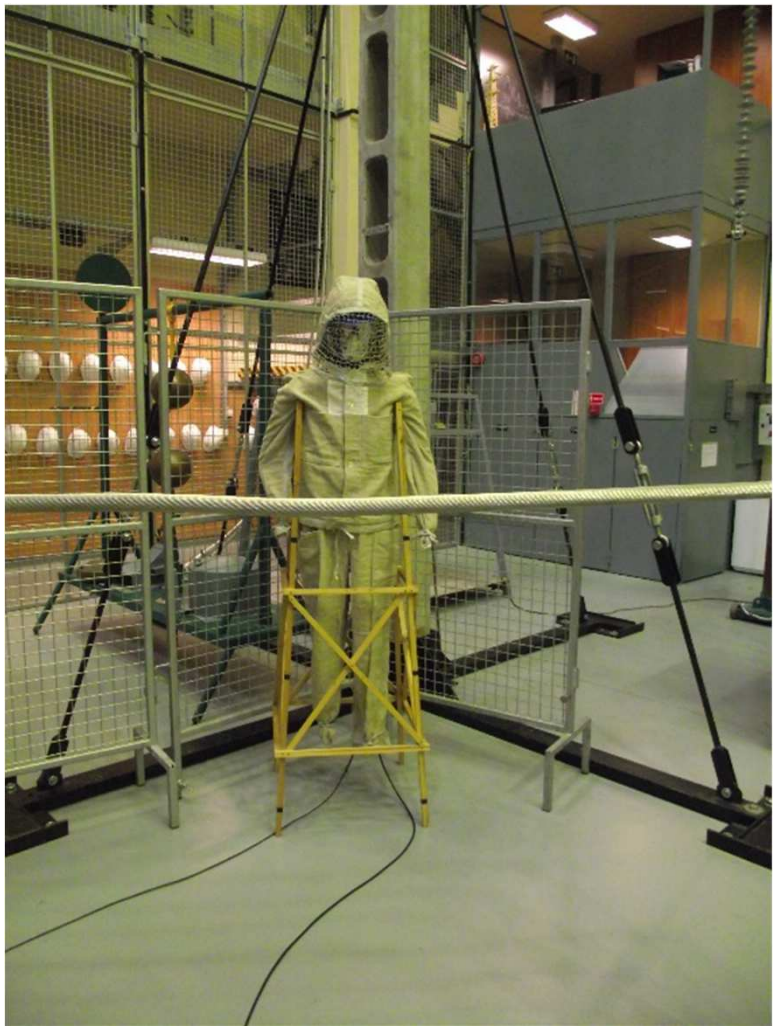
Földelt részek a közelben, de távolabb mint a szabványban rögzített „D” elektród-távolság

- A villamos térerősség eloszlása teljesen különböző a két vizsgált esetben
- **A mérés nem megismételhető, mert a környezet nagyban befolyásolja a villamos tér eloszlását**

Vezetőképes öltözet: javasolt mérési elrendezés

- A próbabábu le van **földelve**
- A feszültség alatt álló vezető a próbabábutól az aktuális, vonatkozó szabványok által meghatározott **legkisebb megközelítési távolságban elhelyezve**
- A feszültség alatt álló vezetőt **fejmagasságba** kell elhelyezni
- Szivárgó áram a **földágban mérve**

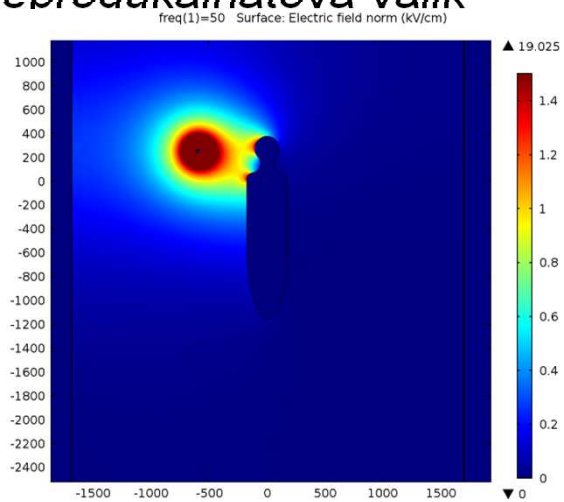
- (IEC által jelenleg elbírálás alatt)

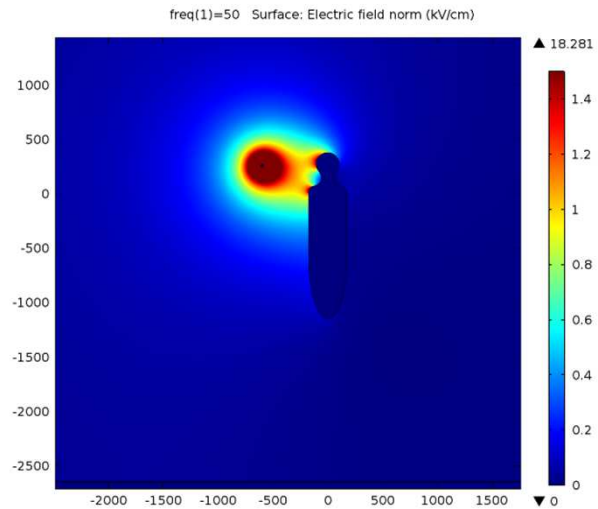


Vezetőképes öltözet: konklúziók

- A környezet nem befolyásolja jelentősen ezt az összeállítást

→A mérés reprodukálhatóvá válik





- **Nagyobb különbség** a különböző típusú ruházatok között

I test [uA]	I ruha [uA]	V [%]
6,6	350	98,12

I test [uA]	I cruha [uA]	V [%]
0,5	360	99,86

- A mikroamper-mérők könnyen és **biztonságosan leolvashatók** (földág)

MŰEGYETEM 1782

HIGHVOLTAGE LABORATORY

Köszönöm a figyelmet!

BME-NFL
Magyarország, Budapest
1111, Egry József u. 18.
Tel.: +36 1 463 3236
Fax: +36 1 463 3231
E-mail: cselko.richard@vet.bme.hu

MŰEGYETEM 1782

HIGHVOLTAGE LABORATORY