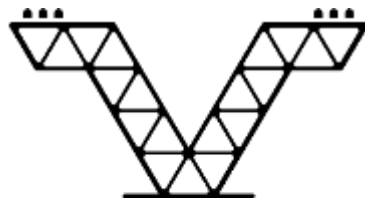




**Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem  
Nagyfeszültségű Laboratórium**

---

**A feszültség alatti munkavégzés (FAM)**



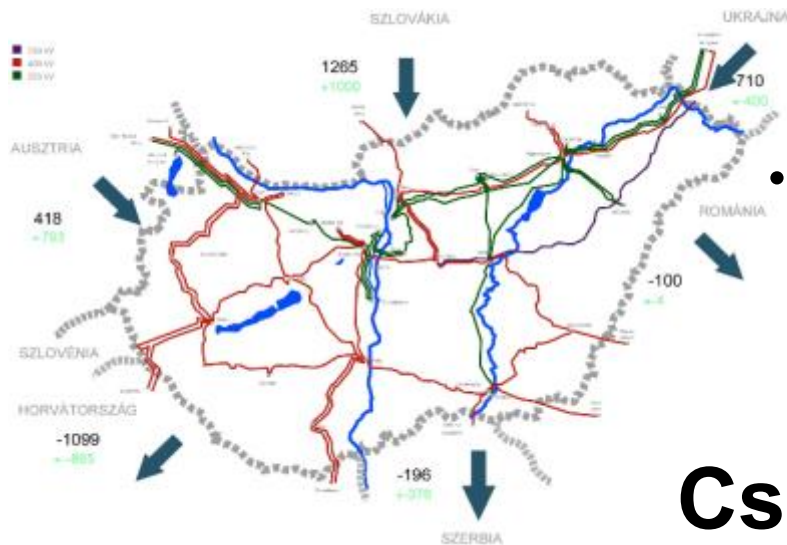
**HIGHVOLTAGE  
LABORATORY**

**Németh Bálint**

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem  
Villamos Energetika Tanszék  
Nagyfeszültségű Laboratórium

# A téma fontossága

Érintett távvezeték kikapcsolása:



- a rendszer hurkoltsága csökken
- nő az üzemzavar kockázata (n-k-1 elv)



## Csökken a VER stabilitása

A villamosenergia-piac növekedése miatt egyre kevésbé engedhető meg egy távvezeték kikapcsolása!

# Feszültség alatti munkavégzés (FAM)

- 72/2003. (X. 29.) GKM rendelet a feszültség alatti munkavégzés biztonsági szabályzatának kiadásáról
- 60/2005. (VII.18.) GKM rendelet a feszültség alatti munkavégzés biztonsági szabályzatának kiadásáról szóló 72/2003. (X. 29.) GKM rendelet módosításáról

# 72/2003. (X.29.) GKM rendelet

- Hatályba lépteti a FAM Biztonsági Szabályzatot (a továbbiakban Szabályzatot, rövidítéssel a FAM BSZ-t).
- Definiálja a FAM Bizottság
  - feladatait:
    - a Szabályzat alkalmazását elősegítő műszaki ajánlások előkészítése és kiadása,
    - a feszültség alatti munkavégzési (a továbbiakban: FAM) tevékenységhez használt eszközök vizsgálatát végző vizsgálólaboratóriumok minősítése és a Gazdasági és Közlekedési Minisztérium, illetve a mindenkori illetékes szerv hivatalos lapjában való évenkénti közzététele,
    - szakmai vélemény nyilvánítása a FAM tevékenységgel kapcsolatban hozzá érkezett kérdésekben;
  - tagjait,
  - működését.

# A Feszültség Alatti Munkavégzés Biztonsági Szabályzata – tárgy és hatály

## A Szabályzat

### • **tárgya**

- olyan tevékenység szabályozása, melynek során a munkát végző személy a villamos hálózat vagy berendezés feszültség alatt álló szerkezeti részein munkát végez, miközben *a feszültség alatt álló berendezésnek feszültség alatt álló részeit testével közvetlenül, vagy szigetelt vagy szigeteletlen munkaeszközével, egyéni védőeszközével közvetve vagy munkadarabbal közvetve a munkamódszerektől függően megérinti, átütési (átívelési) távolságon belül megközelíti* létesítési, üzembe helyezési, üzemeltetési, üzemzavar-elhárítási és -megelőzési, javítási és karbantartási feladatok végrehajtása céljából (a továbbiakban: FAM tevékenység);

### • **hatálya**

- kiterjed a FAM tevékenységet végző gazdálkodó szervezetekre [Ptk. 685. §., c) pont], a FAM tevékenység szakképzésére feljogosított szervezetekre;
- nem terjed ki a Szabályzat hatálya olyan egyszerű feszültség alatti műveletekre, melyekről más szakmai biztonsági szabályzatok és előírások rendelkeznek;
- a FAM technológiákat alkalmazók szempontjából a jelen keretszabályozás csak a Szabályzat 2.8 és 2.9 pontjaiban meghatározott dokumentációkkal, igazolvánnyal és engedéllyel együtt alkalmazható.

# SWOT:

	<b>Segítik</b> a célok elérését	<b>Gátolják</b> a célok elérését
<b>Belső tényezők</b>	<p><b>Erősségek</b> (Strengths)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biztonságos, bevizsgált eljárás</li> <li>• Csökkenthető a baleseti kockázat és a balesetek száma</li> <li>• A hibák azonnal kijavíthatók, továbbterjedésük megakadályozható</li> <li>• Nincs fogyasztói zavartatás, a hálózati elemek rendelkezésre állása nő</li> <li>• Alkalmazható vegyesen a hagyományos technológiával</li> <li>• Kevesebb zöldkár (technológiától függő)</li> </ul>	<p><b>Gyengeségek</b> (Weaknesses)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Feladattól és technológiától függően akár magas beruházási, szolgáltatás igénybevételi költség</li> <li>• Az átlagosnál magasabb fenntartási költségek</li> <li>• Megnövekedett adminisztratív feladatok</li> <li>• A bevezetés gazdaságosságának összetett elemzési igénye</li> </ul>
<b>Külső tényezők</b>	<p><b>Lehetőségek</b> (Opportunities)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Szigorodó energiahivatali szabályozások a fogyasztói zavartatásra vonatkozóan</li> <li>• Országosan egységes oktatási rendszer, mely a folyamatos magas színvonalat garantálja</li> <li>• Egy modern, konzisztens technológia mellett nagyban egyszerűsíthető a FAM adminisztráció</li> </ul>	<p><b>Veszélyek</b> (Threats)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• A FAM tevékenységet kiszolgáló hazai vállalkozói szféra bizonytalansága</li> <li>• Változó politikai környezet pl. ágazati különadók miatti beruházáscsökkenés</li> <li>• Kellő megfontolás nélküli döntés egyes technológiák vásárlására</li> </ul>



# KiF/KöF vezetékek

- Miért nem szabad megközelíteni?



# Védőtávolságok

*Legkisebb szigetelési távolság*

*Legkisebb biztonsági távolság*

MSZ EN 50110

MSZ EN 61472

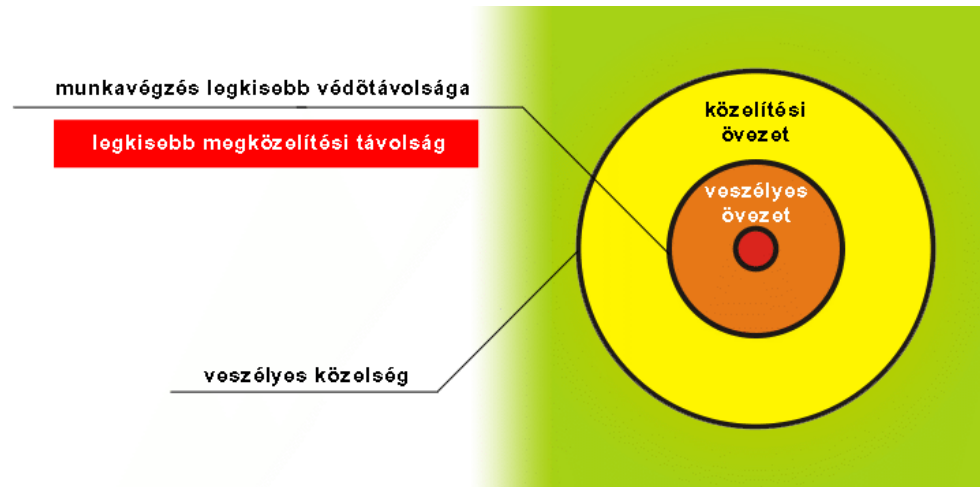
IEC 60060

*A feszültség alatti rész közelítési övezetének határa*

MSZ ENV 50196

MSZ 1585

*A feszültség alatti rész veszélyes övezetének határa*

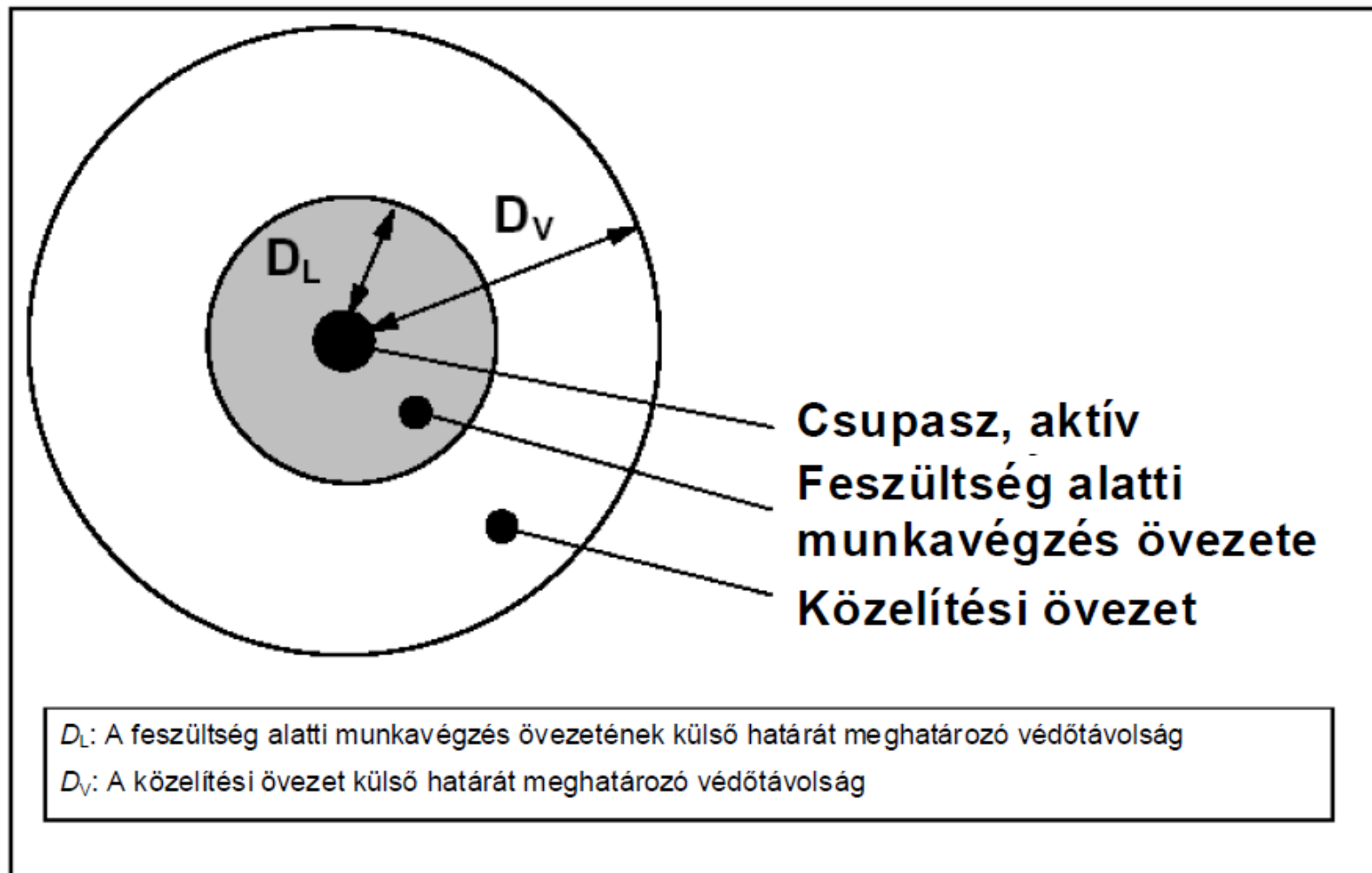






# MSZ 1585 módosítás

- Régi elnevezések:
  - Veszélyes övezet
  - Közelítési övezet
  - Besorolás: prEN50179, ENV50196
- Új elnevezések:
  - Feszültség alatti munkavégzés övezete
  - Közelítési övezet
  - Besorolás: „irányelvek”, nemzeti előírás

# Védőtávolságok



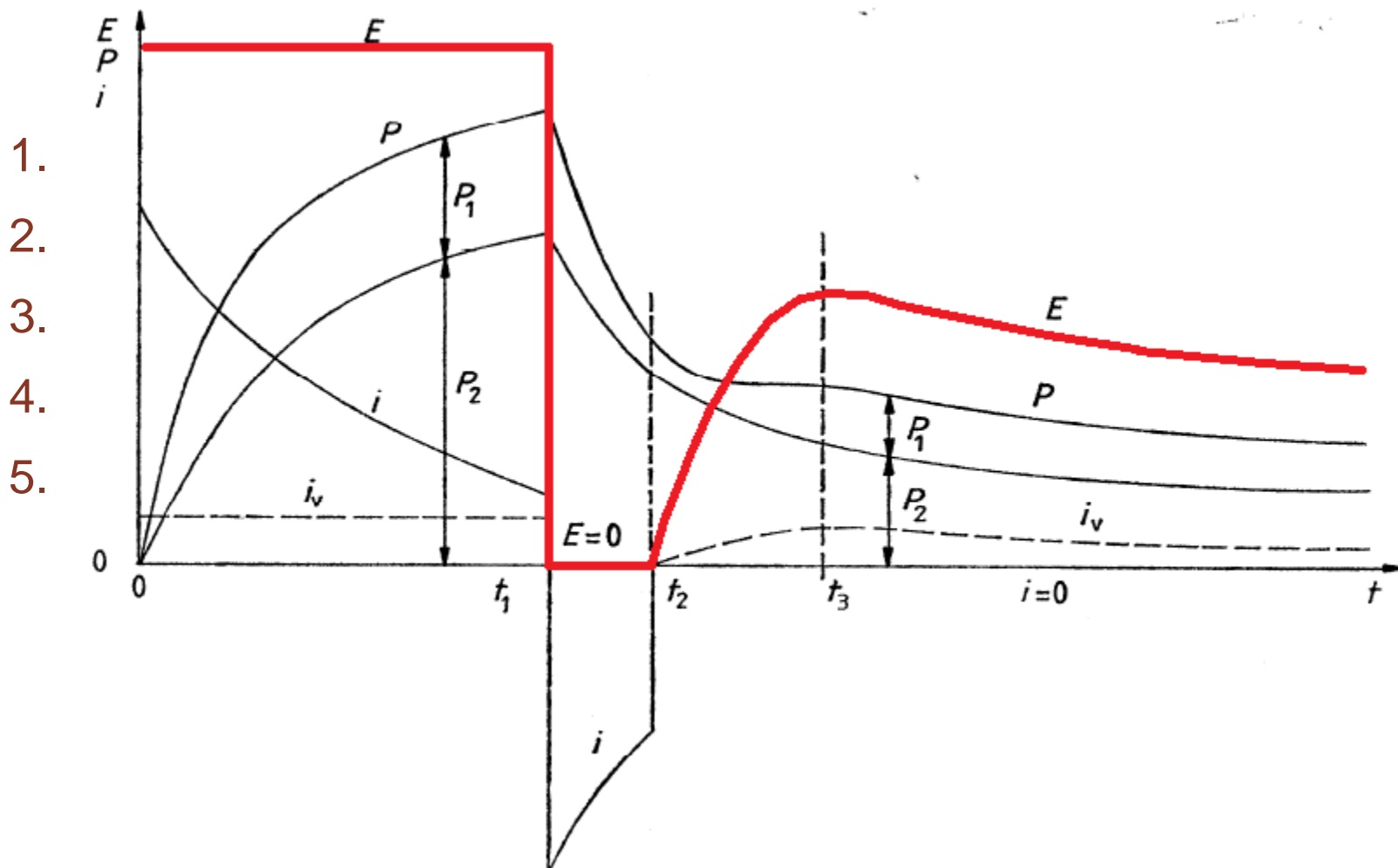
# Betartandó védőtávolságok

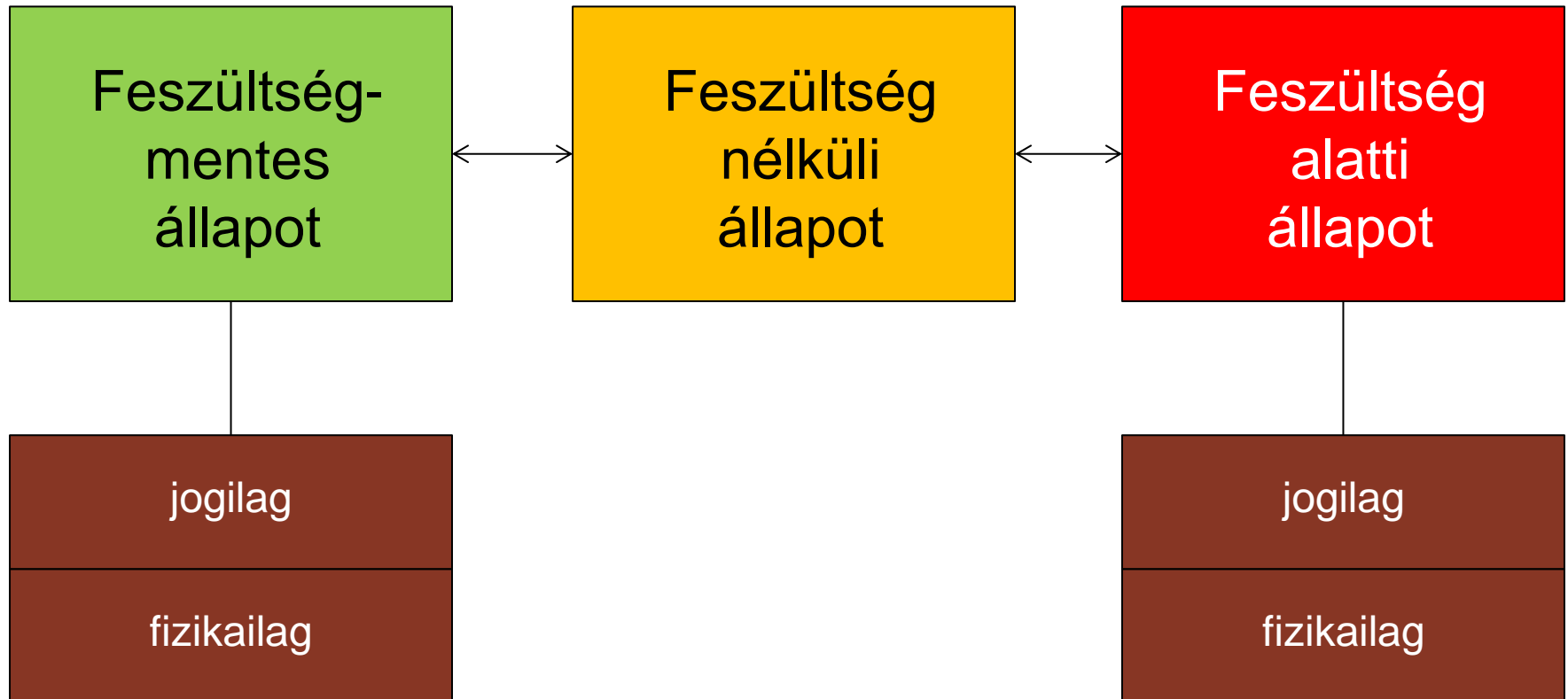
<b>BETARTANDÓ TÁVOLSÁGOK TÁBLÁZATA</b>  		Szerelő szigetetlen testrészei		Szigetelt kosár, gém, segédkar		Vezető gémrész	
		1Kv ≤ 22Kv	22Kv ≤ 35Kv	1Kv ≤ 22Kv	22Kv ≤ 35Kv	1Kv ≤ 22Kv	22Kv ≤ 35Kv
Csupasz feszültség alatti rész		30 cm	45 cm	30 cm	45 cm	120 cm	120 cm
Burkolt feszültség alatti rész		15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	30 cm	45 cm
Csupasz második érintési pont	KÖF vezető	30 cm	45 cm	30 cm	45 cm	120 cm	120 cm
	KIF vezető					90 cm	90 cm
	Földpotenciálú rész					90 cm	90 cm
Burkolt második érintési pont	KÖF vezető	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	30 cm	45 cm
	KIF vezető						
	Földpotenciálú rész						

# Meghatározások 4.

- FAM tevékenységhez használt eszközök
  - A FAM tevékenységhez használt munkaeszközök és egyéni védőeszközök összessége (a továbbiakban: FAM eszközök)
- Névleges feszültség szintek
  - *Kisfeszültség (a továbbiakban: KiF)*: A névleges érték, váltakozó áram esetében nem haladja meg az 1000 V-ot vagy egyenáram esetében az 1500 V-ot.
  - *Nagyfeszültség (a továbbiakban: NaF)*: A névleges érték, váltakozó áram esetében meghaladja az 1000 V-ot vagy egyenáram esetében az 1500 V-ot.
    - Ezen belül *középfeszültség (a továbbiakban: KöF)*, ahol a feszültség névleges értéke váltakozó áram esetén nagyobb, mint 1 kV, de a 35 kV-ot nem haladja meg.

# Feszültségmentesítés





# Meghatározások 1.

- **Munkaállás:** A munkaállás a beavatkozó szerelőnek az a helye, ahonnan a feszültség alatt álló részeken a beavatkozást végzi.
  - **Földpotenciálú munkaállás:** a beavatkozó szerelő földön, munkagödörben, kábelcsatornában, közműalagútban, oszlopon vagy az oszlophoz csatlakozó bármely szerelvényen állva végzi a munkát.
  - **Potenciálon lévő munkaállás:** a beavatkozó szerelő annak a vezetőnek a potenciáljára kerül, amelyen a munkát végzi.
  - **Határozatlan potenciálú munkaállás:** a beavatkozó szerelő mind a földtől, mind a feszültség alatt álló részekről teljes értékű szigeteléssel elszigetelve végzi a munkát.

# Meghatározások 2.

## • **FAM tevékenység munkamódszerei**

- **Távolból végzett munka:** a feszültség alatti munkavégzésnek az a módja, amikor a dolgozó a feszültség alatt lévő résztől *meghatározott távolságból* (a legkisebb szigetelési távolságon kívül) *szigetelő rudak segítségével* végzi a munkáját.
- **Érintéssel végzett munka:** a feszültség alatti munkavégzésnek az a módja, amikor a dolgozót a környezetében lévő, tőle eltérő potenciálú részekkel szemben elektrotechnikai gumikesztyű, szükség esetén karvédő és egyéb szigetelő eszközök védik, miközben a munkája során (a legkisebb szigetelési távolságon belül) *közvetlenül mechanikai érintkezésbe kerül a feszültség alatt lévő részekkel.*
- **Potenciálon végzett munka:** a feszültség alatti munkavégzésnek az a módja, amikor a dolgozó *közvetlen villamos kontaktusban van azzal a feszültség alatt lévő résszel*, amelyen dolgozik, és így a dolgozó teste a feszültség alatt lévő rész potenciáljára kerül, emellett *a tőle eltérő potenciálú környezettől megfelelő módon el van szigetelve.*

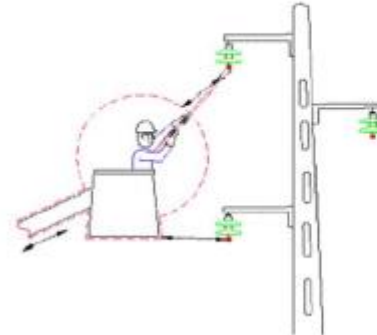


# Meghatározások 3.

- **Berendezésfelelős (a továbbiakban: üzemviteli vezető):** a villamos berendezés *üzemeltetésével megbízott és azért közvetlen felelősséggel tartozó személy.* Ezen felelősségi kör egyes részei szükség esetén más személyekre átruházhatók.
- **Munkavezető:** a munkavégzés *tényleges irányítását végző, FAM feljogosítási igazolvánnyal rendelkező* személy.
- **Beavatkozó szerelő:** FAM feljogosítási igazolvánnyal rendelkező személy, aki a feszültség alatt álló berendezésrészeken vagy ezek közelében biztonsági okokból *csak a munkavezető irányítása mellett végezhet munkát.*
- **Kiszolgáló személy:** betanított és kioktatott személy, aki *a földön vagy földelt szerkezeteken a feszültségtől távol dolgozik* és a beavatkozó szerelők munkáját segíti.

# A FAM munkamódszerei

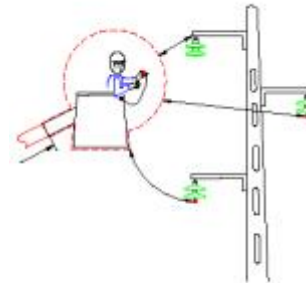
- Távolból végzett munka:



- Érintéssel végzett munka:



- Potenciálón végzett munka:



# Meghatározások – Dokumentációk 1.

- A dokumentumokat a FAM tevékenységet végző szervezet telephelyén, hozzáférhetően kell tárolni. A FAM tevékenység engedély a FAM munkavégzés helyszínén kell rendelkezésre álljon.
- **Munkavégrehajtási Feltételek (a továbbiakban: MVF):**
  - Egy-egy feszültség szinten (KiF, KöF vagy NaF) a FAM tevékenység előkészítését, lebonyolítását, műszaki és környezeti feltételeit részletesen szabályozó dokumentáció.
  - Tartalma:
    - a feszültség szintet meghatározó betűcsoport,
    - a tartalomra utaló cím és szám,
    - a dokumentáció jóváhagyásának kelte,
    - a tennivalók a munkák előkészítése és lebonyolítása során.

# Meghatározások – Dokumentációk 2.

- **Átvételi és periodikus vizsgálatok gyűjteménye**  
**(a továbbiakban: ÁPVGy)**

- A FAM eszközök első használatbavételét megelőző, illetve a használat során időszakonként szükséges vizsgálat módszereinek leírását tartalmazza.

- Tartalma:

- a feszültség szintet meghatározó betűcsoport,
- a tartalomra utaló cím és szám,
- a dokumentáció jóváhagyásának kelte.

- **Műszaki Lap (a továbbiakban: ML)**

- A technológiákhoz használt FAM eszközök főbb műszaki adatait, vizsgálatának, ellenőrzésének, tárolásának, szállításának, karbantartásának feltételeit tartalmazó dokumentáció.

- Tartalma:

- a FAM eszköz megnevezése, jelzőszáma, fényképe vagy rajz (szükség szerint több nézetből), jellemző adatai,
- az eszköz ellenőrzési, tárolási, szállítási és karbantartási feltételei (előírásai),
- az eszközzel elvégezhető műveletek,
- a dokumentáció jóváhagyásának kelte,
- egyéni védőeszköz esetén annak tájékoztatója és abba beépítve vagy külön megjelenítve az EK megfelelőségi nyilatkozat, illetve az EK típusstanúsítvány másolata.

# Meghatározások – Dokumentációk 3.

- **FAM Minősítő Lap (a továbbiakban: FAM MinL)**

- A FAM eszközök vizsgálatának eredményét tartalmazó dokumentum.
- Tartalma:
  - a FAM eszköz megnevezése, gyártója, gyártási éve, gyári száma,
  - a vonatkozó Műszaki Lap száma,
  - az átvételi vizsgálat kelte, helye, végzője, eredménye,
  - az időszakos felülvizsgálat oka, ideje és helye, végzője, eredménye és naplószáma, javításra vonatkozó adatok,
  - egyéni védőeszköz esetén a külön jogszabály szerinti EK megfelelőségi nyilatkozat.

- **Műveleti Mód (a továbbiakban: MM)**

- Adott FAM eszközök használatát, kezelését meghatározó előírás-gyűjtemény.
- Tartalma:
  - a FAM eszköz megnevezése, jelzőszáma, fényképe vagy rajza (szükség szerint több nézetből),
  - az eszközzel végezhető műveletek, műveleti folyamatok részletes leírása,
  - az eszköz alkalmazásához szükséges létszám,
  - a dokumentáció jóváhagyásának kelte.

# Meghatározások – Dokumentációk 4.

- **Típustechnológia (a továbbiakban: TT)**
  - Adott berendezésen feszültség alatt végezhető munka részletes, minden mozzanatra kiterjedő leírását tartalmazó dokumentáció.
  - Tartalma:
    - a berendezés feszültség szintjét és jellegét meghatározó betűcsoport,
    - a berendezés típusa,
    - az elvégzendő feladat meghatározása,
    - az alkalmazandó eszközök felsorolása,
    - a munka végrehajtásának részletes leírása,
    - a dokumentáció jóváhagyásának kelte.

# Meghatározások – Dokumentációk 5.

## • **FAM feljogosítási igazolvány**

- FAM tevékenység szakképzésében részt vett és eredményes vizsgát tett személy részére a munkáltató által kiállított, FAM tevékenység végzésére feljogosító igazolvány.
- Tartalma:
  - az igazolvány száma, kiállítója,
  - a feljogosított neve,
  - a vizsgatétel időpontja,
  - a feljogosítás feszültség szintje és foka,
  - a végrehajtható munkák jellege,
  - az igazolvány érvényességi határnapja,
  - az igazolvány kiállításának kelte,
  - meghosszabbítási rovatok.

# Meghatározások – Dokumentációk 6.

## • **FAM tevékenység engedély**

- Meghatározott berendezés felelős üzemeltetője által kiadott, a FAM tevékenység végzésére vonatkozó írásbeli meghatalmazás.
- Tartalma:
  - a meghatározott munkavezető neve és feljogosítási fokozata,
  - a berendezés pontos meghatározása,
  - a FAM tevékenység pontos meghatározása,
  - alkalmazandó technológiák,
  - KÜÁ meghatározása,
  - az üzemeltető és a munkahely közötti távközlési kapcsolat,
  - a munkacsoport tagjainak neve és feljogosítási fokozata,
  - az engedély érvényességi időtartama,
  - az engedély kiadásának időpontja.



# Extrém körülmények



Photo credits – Compass Rose Power

# A különleges üzemi állapot (KÜÁ)

**Egy közepesűzűtségű berendezés akkor van KÜÁ-ban, ha**

- a rendszer csillagpontja ohmos ellenálláson keresztül földelt (a kompenzált hálózatokat a KÜÁ időtartamára ohmos ellenálláson keresztül földeltté kell átalakítani)
- a berendezés szelektív védelmeinek késleltetése önidőre van állítva
- a berendezés mindenfajta önműködő visszahapcsolása bénítva van.

# Középfeszültségű (KöF) feljogosítás (fokozatok és ellátható feladatkörök)

- **KöF-1 feljogosítású beavatkozó szerelő** (a továbbiakban: KöF-1 szerelő) által ellátható feladat: FAM tevékenység végzése közepfeszültségű berendezésen, munkavezetőként megbízott KöF-2 vagy KöF-3 szerelő irányítása és felügyelete alatt.
- **KöF-2 feljogosítású beavatkozó szerelő** (a továbbiakban: KöF-2 szerelő) által ellátható feladatok:
  - A KöF-1 szerelő feladatköre.
  - Megbízható munkavezetőként: ha a munkavégzéshez – rajta kívül – egy vagy két KöF feljogosítású beavatkozó szerelő és egy KöF kiszolgáló személy is szükséges.
- **KöF-3 feljogosítású beavatkozó szerelő** (a továbbiakban: KöF-3 szerelő) által ellátható feladatok:
  - A KöF-2 szerelő teljes feladatköre.
  - Megbízható munkavezetőként: ha a munkavégzéshez – rajta kívül – kettőnél több KöF feljogosítású beavatkozó szerelő és egy vagy több KöF kiszolgáló személy is szükséges.
- **KöF kiszolgáló személy** elláthat közepfeszültségű berendezésen végzett FAM tevékenység esetén kisegítő és előkészítő jellegű feladatokat, kizárólag a feszültség alatt álló részekről távol, így különösen anyagmozgatás, szerszámfeladás, kötelek kezelésénél való segédkezés, földmunkák végzése, kábelek, sodronyok előkészítése, megbízás esetén a helyszín biztosítása.

# FAM eszközök vizsgálata 1.

- Az **átvételi vizsgálatot** és az **időszakos felülvizsgálatot** a FAM Bizottság által megfelelőnek *minősített vizsgálólaboratórium* végzi és azt a *FAM MinL*-on dokumentálja.
- A vizsgálatok elvégeztetéséről a *FAM tevékenységet végző gondoskodik.*
- **Átvételi vizsgálat**
  - A FAM eszközöket az első használatbavétel előtt és javítást követően az ÁPVGY szerint átvételi vizsgálatnak kell alávetni.

# FAM eszközök vizsgálata 2.

## • Időszakos felülvizsgálatok

- A *biztonságos műszaki állapot megőrzése* érdekében a FAM tevékenység munkaeszközeit időszakos felülvizsgálatnak kell alávetni a FAM Műszaki Lapokban, egyéni védőeszköz esetében a védőeszköz tartozékát képező tájékoztatóban meghatározott gyakorisággal.
- Az időszakos felülvizsgálatot *munkaeszköz esetében az ÁPVGY, egyéni védőeszköz esetében annak tájékoztatójában meghatározott követelmények*, illetőleg a vonatkozó szabványok alapján kell elvégezni.
- Az egyéni védőeszköz időszakos felülvizsgálatát a külön jogszabályban meghatározottak szerint a FAM tevékenységet végző kérelmére a *gyártó vagy bejelentett szerv végezheti*.
- Az időszakos felülvizsgálaton nem megfelelőnek bizonyult FAM eszközöket *javításra kell küldeni, vagy selejtezni kell*.
- A *javított eszközt* átvételi vizsgálatnak vagy időszakos felülvizsgálatnak kell alávetni. A javítás jellegétől függően kell a vizsgálatot végzőnek eldöntenie a vizsgálat fajtáját. Csak a vizsgálaton megfelelőnek bizonyult eszközt szabad az alkalmazónak használatba vennie.

# Alállomás-tisztítás



# Alállomás-tisztítás





# Középfeszültségű transzformátor takarítása

(Courtesy E.ON)





# KöF FAM eszközök vizsgálata

- Szigetelő kesztyű
- Szigetelő rúd
- Szigetelő lepel
- Merev szigetelőburkolat
- Szigetelő létra
- Szigetelőkarú emelőkosaras gép, szigetelő kosár betét
- Egyéb eszközök

# Szigetelő kesztyű

- **Vonatkozó szabvány: MSZ EN 60903**

Névleges feszültség ( $U_n$ )	Frekvencia (f)	Időtartam (t)
kesztyűosztály függvénye; 2,5-50 kV AC, 4-90 kV DC	50 Hz	3 min: típusvizsgálat/mintavétel es vizsgálat/szivárgó áram mérés; 1 min: darabvizsgálat

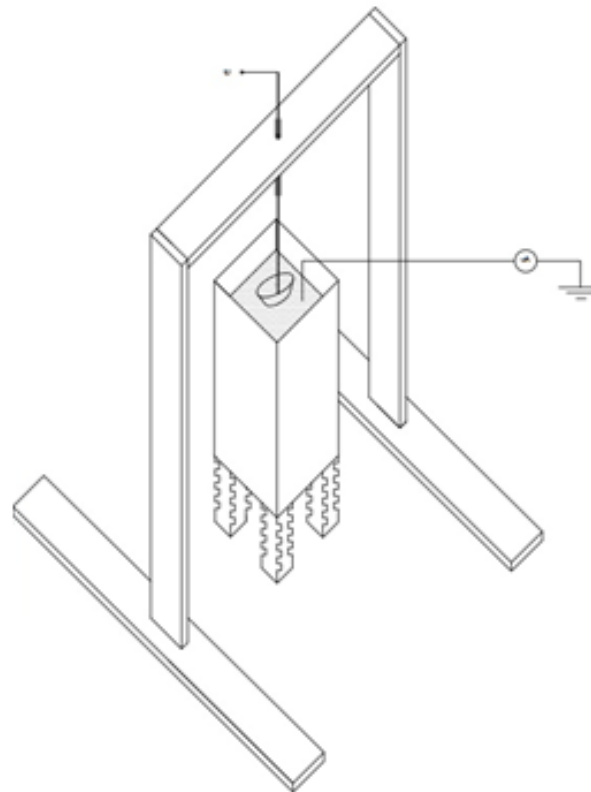
# Szigetelő kesztyű

## A mérés menete:

- A szigetelő kesztyűt meg kell tölteni vízzel (amennyiben a víz kárt tehet benne, abban az esetben 4 mm átmérőjű nikkelacél golyókat kell használni)
- A szigetelő kesztyűt a mérési elrendezésben vázolt módon a megadott mélységig kell vízzel teli medencébe meríteni

# Szigetelő kesztyű

- Mérési elrendezés



# Szigetelő kesztyű

- **Feszültségpróba (AC és DC):** A szigetelő kesztyű típusa alapján meghatározott próbafeszültséget a kesztyűre kapcsolva mérni kell a szivárgó áramot. Típusvizsgálatoknál és mintavételes vizsgálatoknál 3 perc, darabvizsgálatoknál 1 percig kell a próbafeszültséget az adott értéken tartani
- **Feszültségállósági próba (AC és DC):** A szigetelő kesztyű típusa alapján meghatározott próbafeszültséget kell a kesztyűre kapcsolni. Amennyiben átütés következik be, akkor a közvetlenül az átütés előtti feszültséget kell átütési feszültségnek tekinteni

# Szigetelő kesztyű

- A kesztyű nyitott része és a vízfelszín közötti távolság

Kesztyűosztály	A vizsgálatokra vonatkozó D távolságok [mm]			
	Váltakozó feszültség		Egyenfeszültség	
	Feszültségpróba	Feszültségállósági próba	Feszültségpróba	Feszültségállósági próba
00	40	40	40	50
0	40	40	40	50
1	40	65	50	100
2	65	75	75	130
3	90	100	100	150
4	130	165	150	180

# Szigetelő kesztyű

- A szivárgási áramot a földágba közvetlenül kapcsolt ampermérővel kell mérni
  - Egy szigetelő kesztyű mérése esetén a mérési elrendezésben a medence vizét földelni kell, a nagyszültségű elektródot pedig a kesztyűbe töltött vízhez kell csatlakoztatni
  - Több szigetelő kesztyű együttes vizsgálatakor a medence vizét a nagyszültségű elektróddal kell összekapcsolni, a kesztyűkben lévő vizet pedig földelni kell. Ilyen esetben az egyes kesztyűk szivárgási áramait külön-külön kell mérni

# Szigetelő kesztyű

Kesztyű- osztály	Váltakozó áramú próbák					Feszültség- állósági próba [kV, effektív]	Egyenáramú próbák	
	Próba- feszültség [kV, effektív]	A legnagyobb szivárgóáram [mA, effektív]					Próba- feszültség [kV, effektív]	Feszültség- állósági próba [kV, effektív]
		A kesztyű hossza [mm]						
		280	360	410	≥460			
00	2,5	12	14	n/a	n/a	5	4	8
0	5	12	14	16	18	10	10	20
1	10	n/a	16	18	20	20	20	40
2	20	n/a	18	20	22	30	30	60
3	30	n/a	20	22	24	40	40	70
4	40	n/a	n/a	24	26	50	60	90



# Szigetelő rúd

- Csípőfogós rúd
- Egyetemes rúd
- Horgos rúd
- Kihorgonyzó rúd
- Kötéskészítő rúd
- Műanyagfogós rúd
- Ollós rúd
- Racsni rúd
- Satus rúd
- Satus vonórúd
- Sodronyvágó ollós rúd
- Sodronyvágó ollós rúd racsnis
- Vezeték eltávolító rúd
- Vezeték tartó rúd
- Vezető függesztő rúd

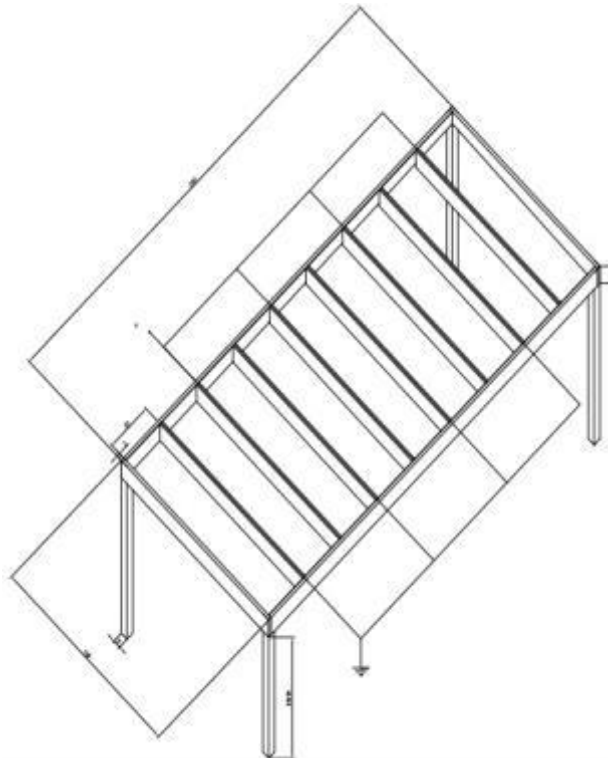
# Szigetelő rúd

- **Vonatkozó szabvány: MSZ EN 60832**

Névleges feszültség ( $U_n$ )	Frekvencia (f)	Időtartam (t)
100 kV	50 Hz	1 min

# Szigetelő rúd

- Mérési elrendezés



# Szigetelő rúd

## A mérés menete:

- A szigetelő rúdra két elektródot kell elhelyezni, egymástól 30 cm távolságra
- A két elektród közti szivárgási áramot a földágra sorosan kötött árammérővel kell mérni
- A hőmérsékletet a mérés során hőkamerával folyamatosan ellenőrizni kell
- Az egyik elektródot földelni kell, a másikra 100 kV nagyságú, 50 Hz frekvenciájú feszültséget kell kapcsolni 1 perc időtartamra
- A mérést a rúd teljes hosszában el kell végezni

# Szigetelő rúd

## Értékelés:

**A szigetelő rúd megfelelő, ha nem történt átütés, átívelés, helyi kisülés, szikrázás, vagy jelentős melegedés és a szivárgó áram értéke nem növekedett**

# Szigetelő rúd vizsgálata



# Szigetelő rudak használatának feltételei

- A szigetelő rudak a felületi szivárgó áramokra méretezve és rendszeresen ellenőrizve vannak.
- Használatukkal biztosítható, hogy a beavatkozó szerelők megfelelő szigetelési szinttel legyenek elválasztva a feszültség alatti részekről.

# Szigetelő lepel

- **Vonatkozó szabvány: MSZ EN 61479**

Névleges feszültség ( $U_n$ )	Frekvencia (f)	Időtartam (t)
20-40 kV	50 Hz	20 kV: 1 min; 40 kV: 1-3 min; periodikus vizsgálat: 1 min



# Szigetelő lepel

## A mérés menete:

- A lepel két oldalára két méretezett lemez elektródát kell helyezni
- A mérés során a hőmérsékletet hőkamerával folyamatosan ellenőrizni kell
- A szivárgó áram értékét a földágban folyamatosan mérni kell
- Az elektródokra próbafeszültséget kell kapcsolni az alábbi táblázatban előírtak alapján:

Szigetelő lepel típusa	Próbafeszültség ( $U_p$ )	Időtartam (t)
3,5 mm-es szigetelő lepel	20 kV	1 min
kombinált módszerhez használatos szigetelő lepel	40 kV	1-3 min

# Szigetelő lepel

## Értékelés:

**A vizsgálat sikeres, ha annak során nem történik átütés, átívelés, átszikkasztás, vagy számottevő melegedés. A mérés során a szivárgó áram nem növekedhet**

# Szigetelő létra

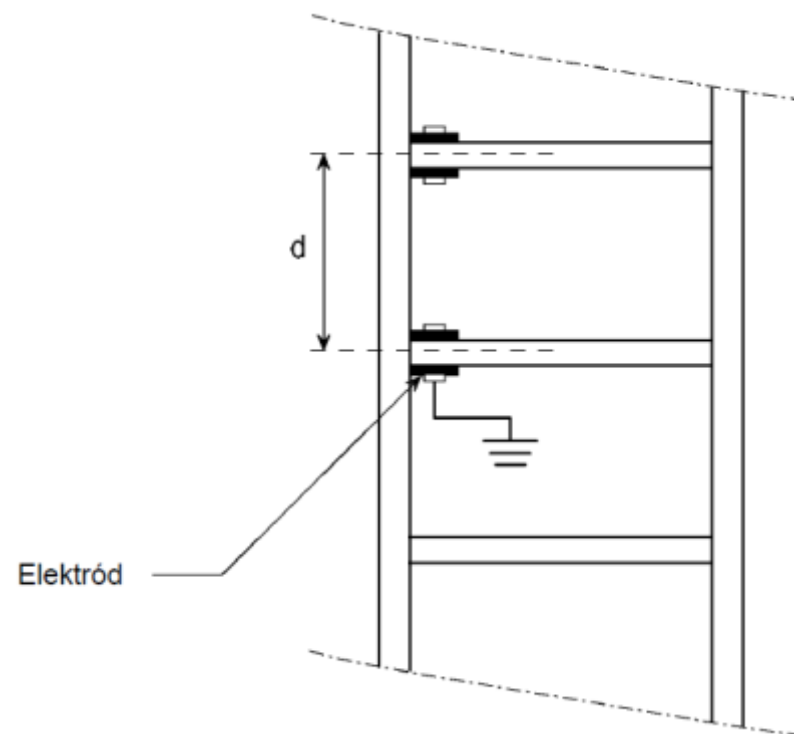
- **Vonatkozó szabvány: MSZ EN 61478**

Névleges feszültség ( $U_n$ )	Frekvencia (f)	Időtartam (t)
Létrafokok közötti távolság (d) és létraosztály függvénye	40-62 Hz	1 min

# Szigetelő létra

## A mérés menete:

- 24 órás vízbe merítés
- szárazra törlés
- legalább 50 mm széles elektród r



# Szigetelő létra

## Értékelés:

**A vizsgálat sikeres, ha annak időtartama alatt sem átütés, sem pedig átívelés nem keletkezett, valamint a hőmérséklet nem növekedett számottevően.**

# Szigetelő létra vizsgálata



# Vezetőképes öltözetek 1.

- Faraday-kalitka
- „Faraday-lyukak”
- Archáló
- NaF FAM
  - Villamos tér
  - Mágneses tér



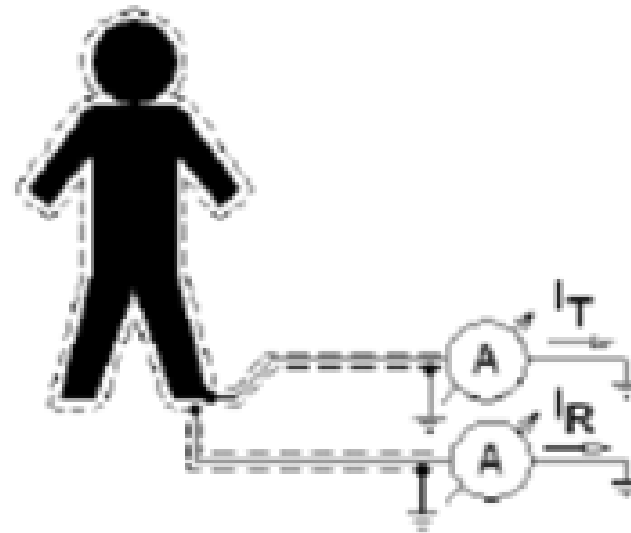
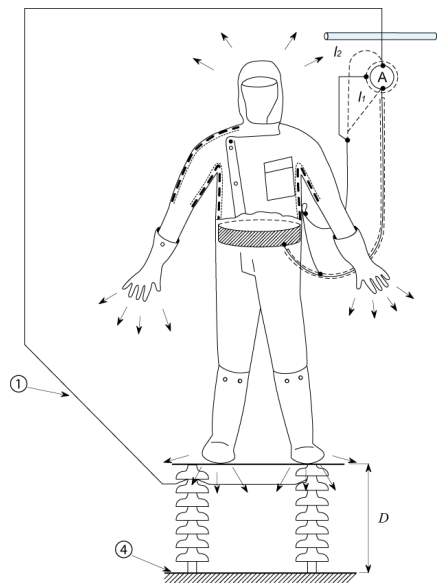


# Vezetőképes öltözetek 2.





# Mérési elrendezés



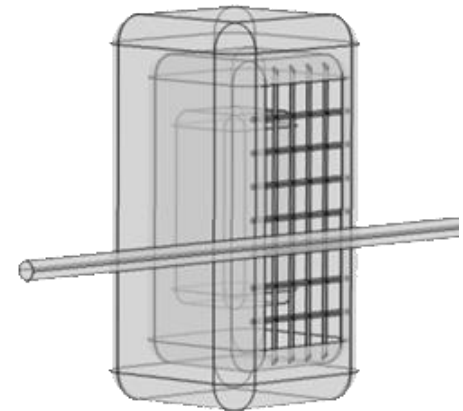
# Határértékek

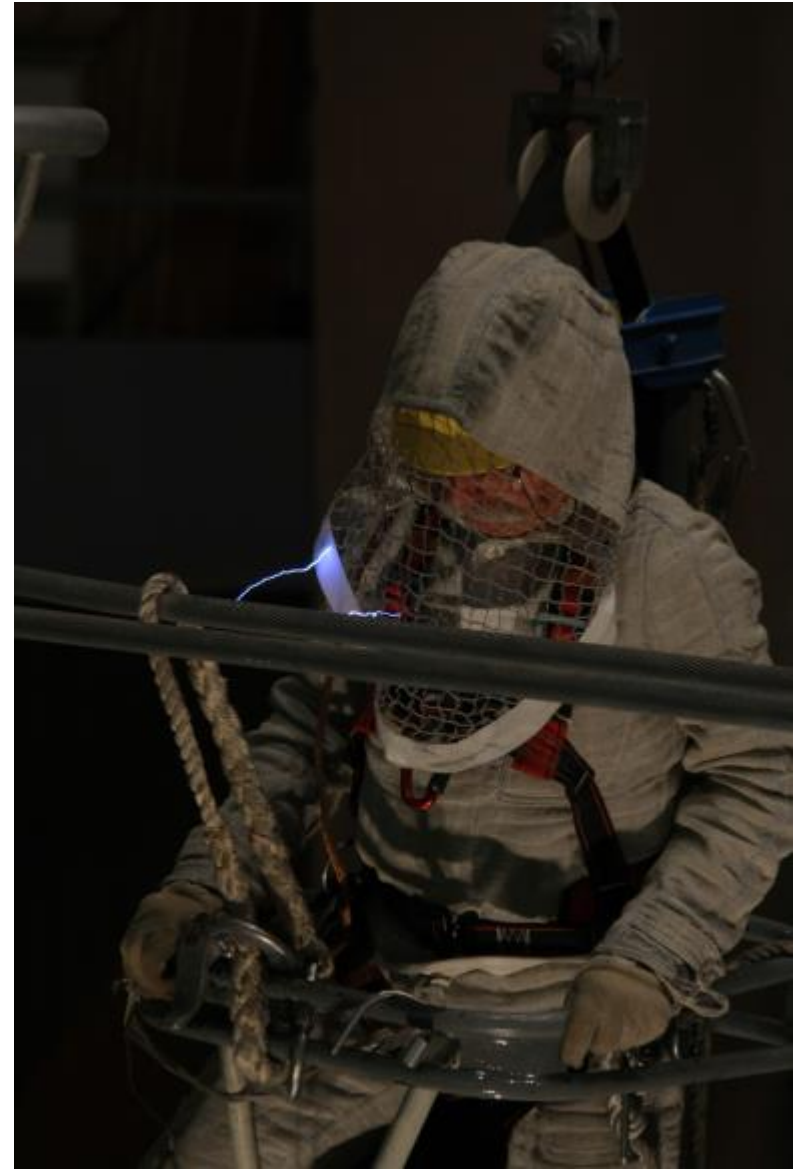
	Villamos télerősség, 2010-ig [kV/m]	Villamos télerősség, hatályos [kV/m]	Mágneses indukció, 2010-ig [ $\mu$ T]	Mágneses indukció, hatályos [ $\mu$ T]
Lakosság	5	5	100	200
Szak- személyzet	10	10	500	1000

(ICNIRP)

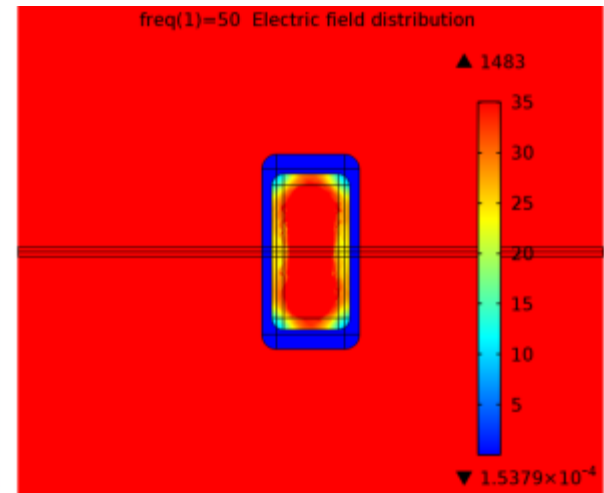
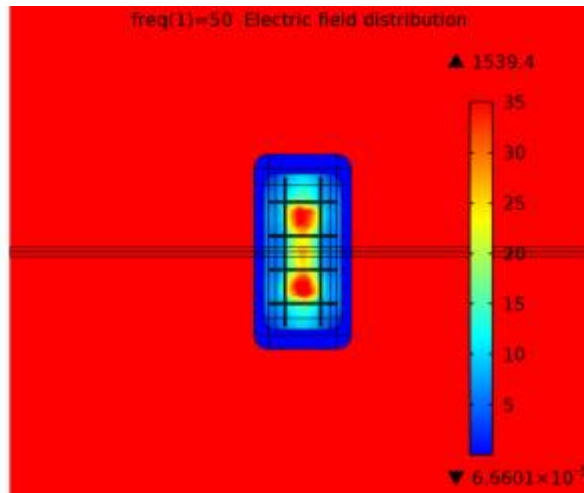
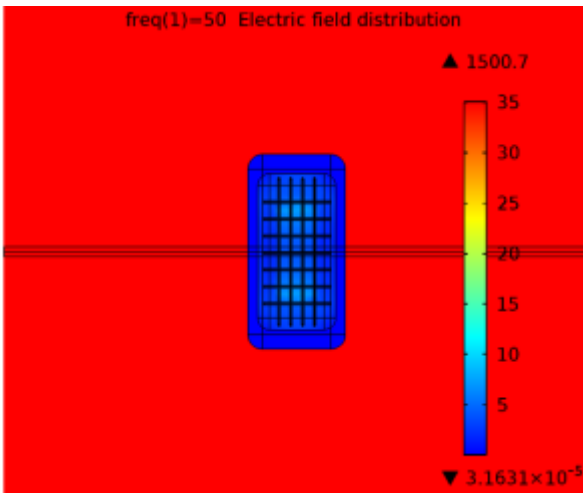
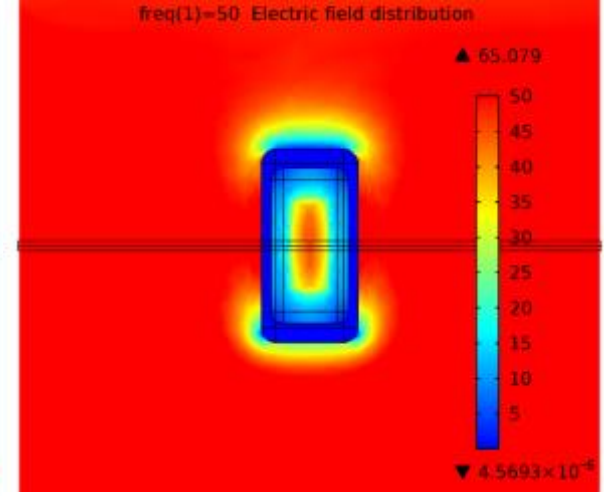
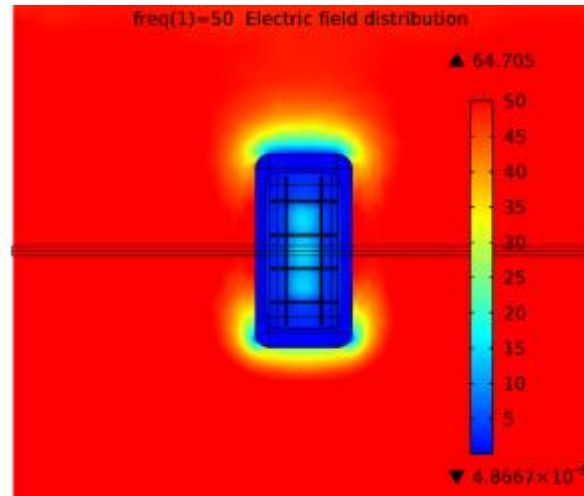
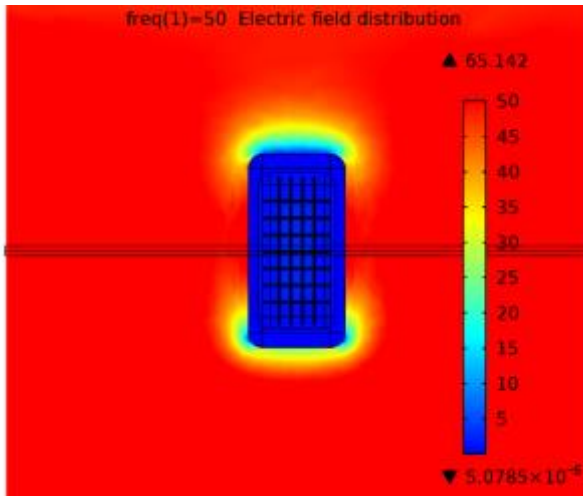
# Villamos téreloszlás-vizsgálat

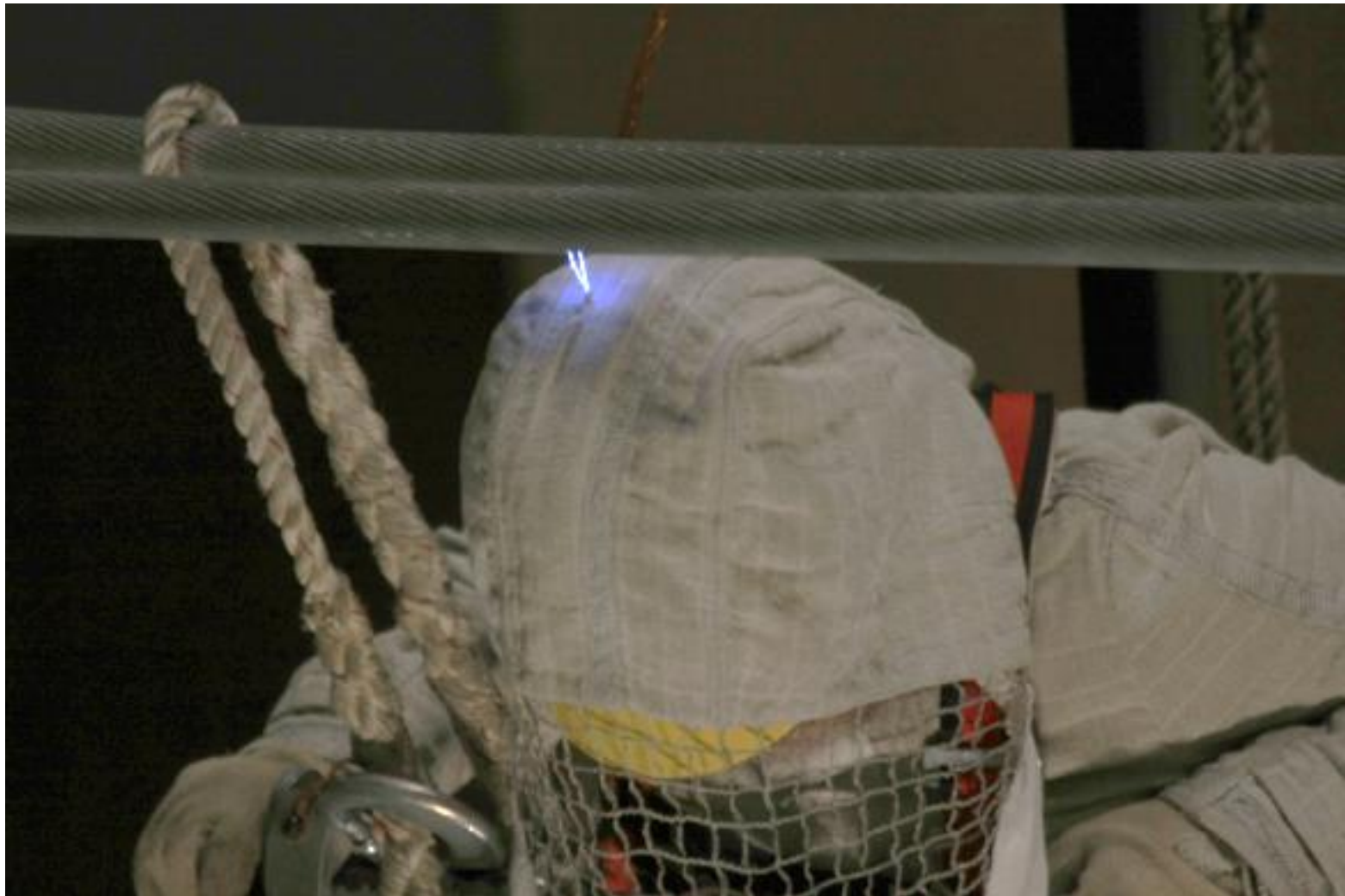
- Számítások
- Modellelés
  - CAD
- Szimuláció
  - végeelem-módszer
  - archáló
- Laboratóriumi mérőssorozat
  - ellenőrzés





# Téreloszlás vizsgálata





# Egyéb eszközök

- Szigetelő elválasztó elemek
  - szigetelő karvédő
  - söntkábel védőcső
  - szigetelő sapka
  - szigetelő tömlő
  - szigetelő tömlővég



# Egyéb eszközök

- Fázisegyeztető készülék
- Terhelés megszakító készülék
- Söntkábel
- Feszültségkimaradás-jelző
- Hidraulikus hajtású rudas láncfűrész
- Kihorgonyzó készülék
- Légvezetési rádiófrekvenciás árammérő
- Mechanikai feszültségmérő
- Mérővessző
- Segédszerelvénykar



# Hibák



# Hibák

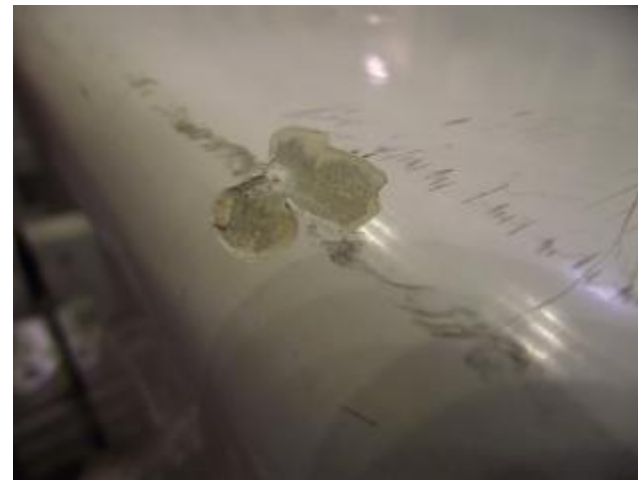




# Vonatkozó szabványok

- IEC TS 61813:2000
  - Live working – care, maintenance and in-service testing of aerial devices with insulating booms
- MSZ EN 61057:2000
  - Szigetelt gémes szerelőkosarak 1 kV-nál nagyobb váltakozó áramú feszültség alatti munkavégzéshez

# Szemrevételezéses vizsgálat



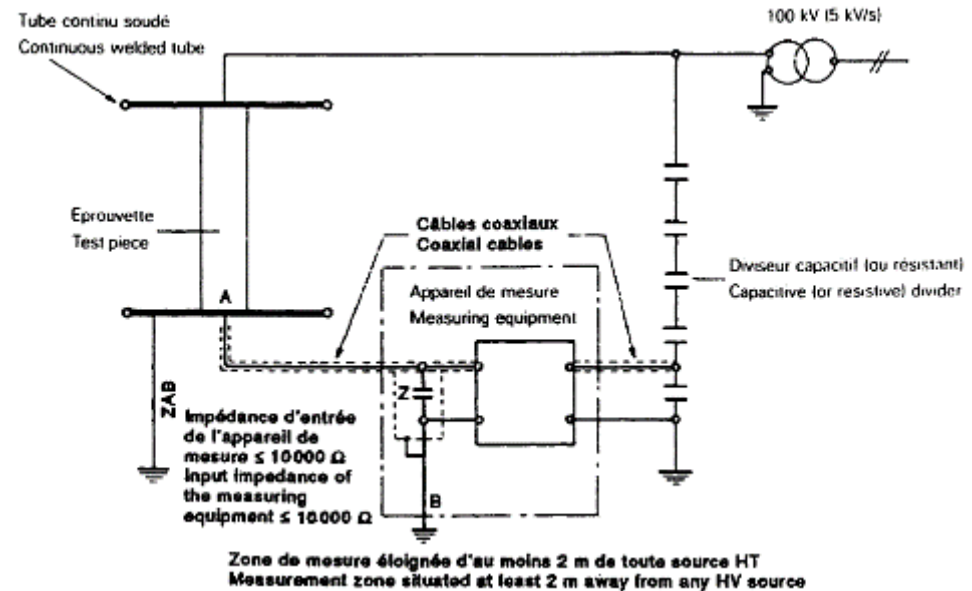
# Villamos vizsgálatok

- **Levezetési ellenállás mérése az alsó gémen**

Mérési pontok: az alsó gém alsó (a kocsi földelt karosszériájával azonos potenciálon lévő) fémszerkezetének kivezetett csatlakozási pontja és az alsó gém felső fémszerkezetének kivezetett csatlakozási pontjai között.

Mérőfeszültség: 5 kV

Határérték: 10 M $\Omega$

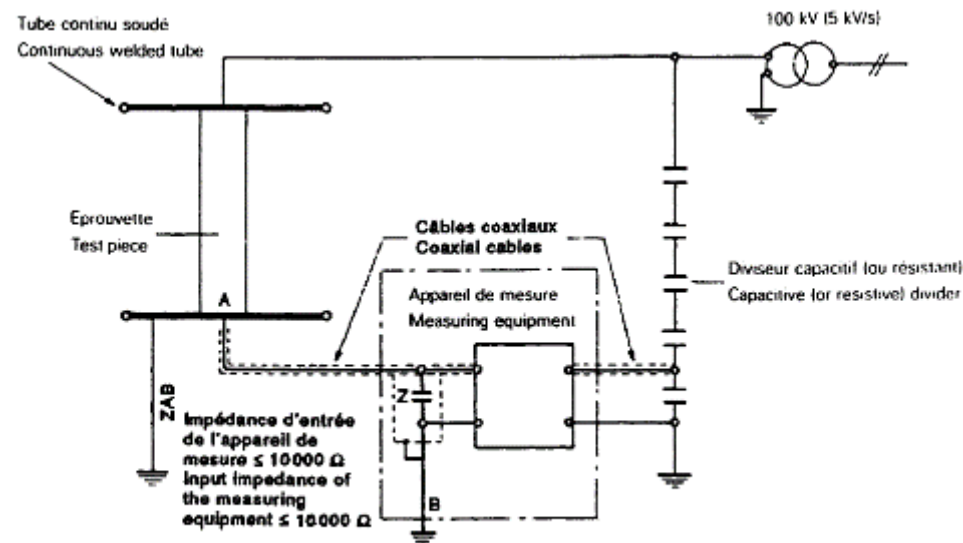


# Villamos vizsgálatok

## • Levezetési ellenállás mérése a felső gémen

Mérési pontok: a felső gém alsó (az alsó gém felső részével azonos potenciálon lévő) fémszerkezetének kivezetett csatlakozási pontja és felső gém felső fémszerkezetének kivezetett csatlakozási pontjai között.

Mérőfeszültség: 5 kV  
Határérték: 10 M $\Omega$



Zone de mesure éloignée d'au moins 2 m de toute source HT  
Measurement zone situated at least 2 m away from any HV source

CEI-IEC 374/1



# Mérési pontok

- fokozottan ügyeljen a csatlakozásaira
- részben nyitott igénybevételek esetében különösen
  - páralecsapódás
  - szennyeződés
  - csapadék



vezetéseinek

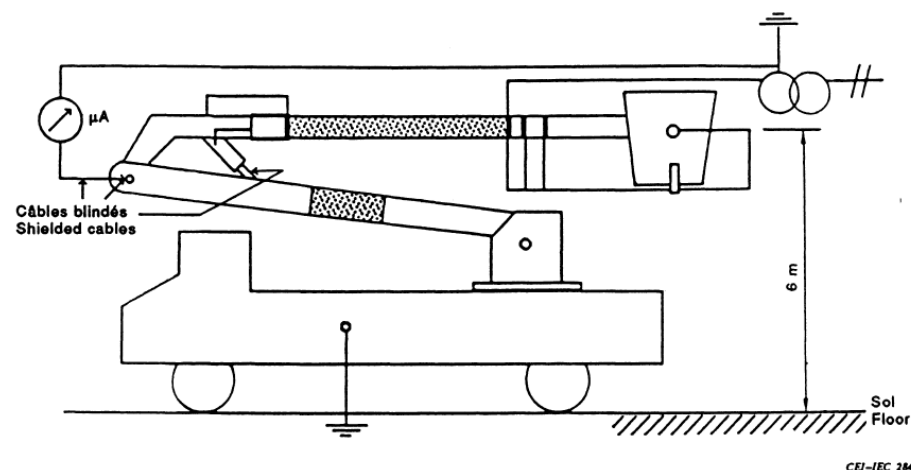
ozta  
bben az  
ztítás



# Villamos vizsgálatok

- Szivárgási áram mérése 40 kV-on

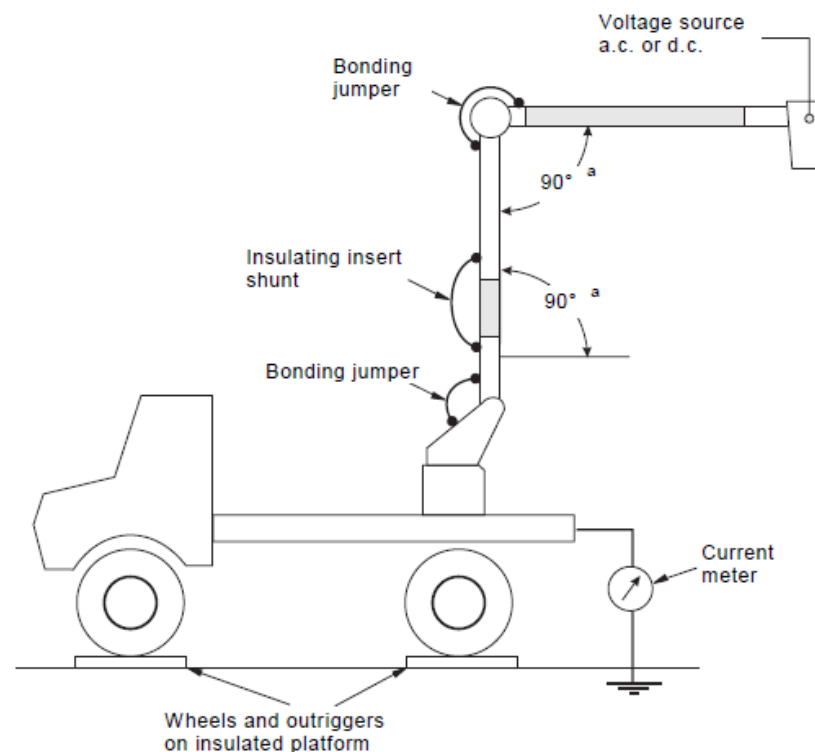
A csatlakozási pont a gép erre a célra kialakított mérési pontja. ismételt használata érdekében a 40 kV effektív értékű gémet a lehetőségekhez mérten feszültségét fokozatos képpel szabályozással lehet minden legmagasabbra kell kiemelni. A földelt, vagy határozatlan kocsi, alvázat a földelő potenciálán lévő eszköztől a szerelvényekhez csatlakozva biztonsági távolságon kívül földelni kell. Az árammérőt az erre a célra kialakított 1 perces fenntartani. árnyékoló kábel segítségével kell bekötni a kábel mérőfeszültség: 40 kV, 50 Hz árnyékolását földelve. Határérték: 40  $\mu$ A



Mérési pontok az MSZ EN 61057 szabvány C függelékének C2 ábrája alapján

# Szivárgási áram mérése 40 kV-on

A mérések megismételhetősége érdekében a gémet a lehető legkisebb méretekben felvázolás alapján kell megalkotni. A mérési pontok a földpótlások közötti távolságokhoz viszonyítottan pontosan meg kell határozni. A mérési pontok a földpótlások közötti távolságokhoz viszonyítottan pontosan meg kell határozni. A mérési pontok a földpótlások közötti távolságokhoz viszonyítottan pontosan meg kell határozni.



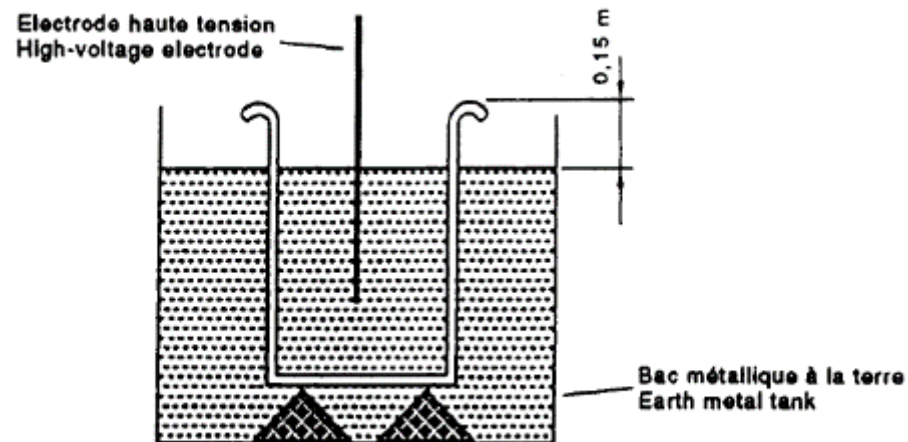
*Mérési pontok az IEC TS 61813 ajánlás 2. ábrája alapján*

# A kosár belső szigetelő betétjének vizsgálata

A szigetelő kosarat/betétet maximálisan 50  $\Omega$ m fajlagos ellenállású vízbe kell meríteni a szigetelő betét tetejétől mért 15 cm távolsáig. A mérés során használt tartályt földelni kell, a szigetelő betét belsejébe pedig nagyfeszültségű elektródot kell helyezni az ábrán szemléltetett módon.

Szigetelő kosaras gépjármű esetén az alkalmazott feszültség 20 kV (RMS) 1 percig ( $\pm 5$  s). Szigetelő betétes gépjármű esetén az alkalmazott feszültség 50 kV (RMS) 1 percig ( $\pm 5$  s). A mérés során nem keletkezhet átütés, átívelés.

Mérőfeszültség: 20/50 kV, 50 Hz



CEI-IEC 385/91

*Mérési pontok  
(MSZ EN 61057 C függelék, C3 ábra)*

# Kosárbetét-vizsgálat

- Javított kosárbetét
  - elektródok közti átívelés-vizsgálat: megfelelt
  - **vízbe merítéses vizsgálat: nem felelt meg**



# Kosárbetét-vizsgálat

- Átütés nyomai





# Gém belső tisztítása

- periodikus tisztítás
- a csuklópont mérési kivezetésének ellenőrzése
- belső vezetékek csatlakozásainak vizsgálata



# Javítási hibák



# Laboratóriumi háttér fontossága

- MSZ EN ISO/IEC 17025
  - telephelyen kívüli mérés esetén speciális eljárások szükségesek (5.5.6. pont)
  - a mérés visszavezethetőségét minden esetben biztosítani kell (5.6)
  - környezet befolyásoló hatása
    - feszültségminőség, földelés minősége, eszközök szállításából fakadó pontatlanságok (rezgések hatására kialakuló részkiülések pl. transzformátorokban, kötések lazulása, stb.)

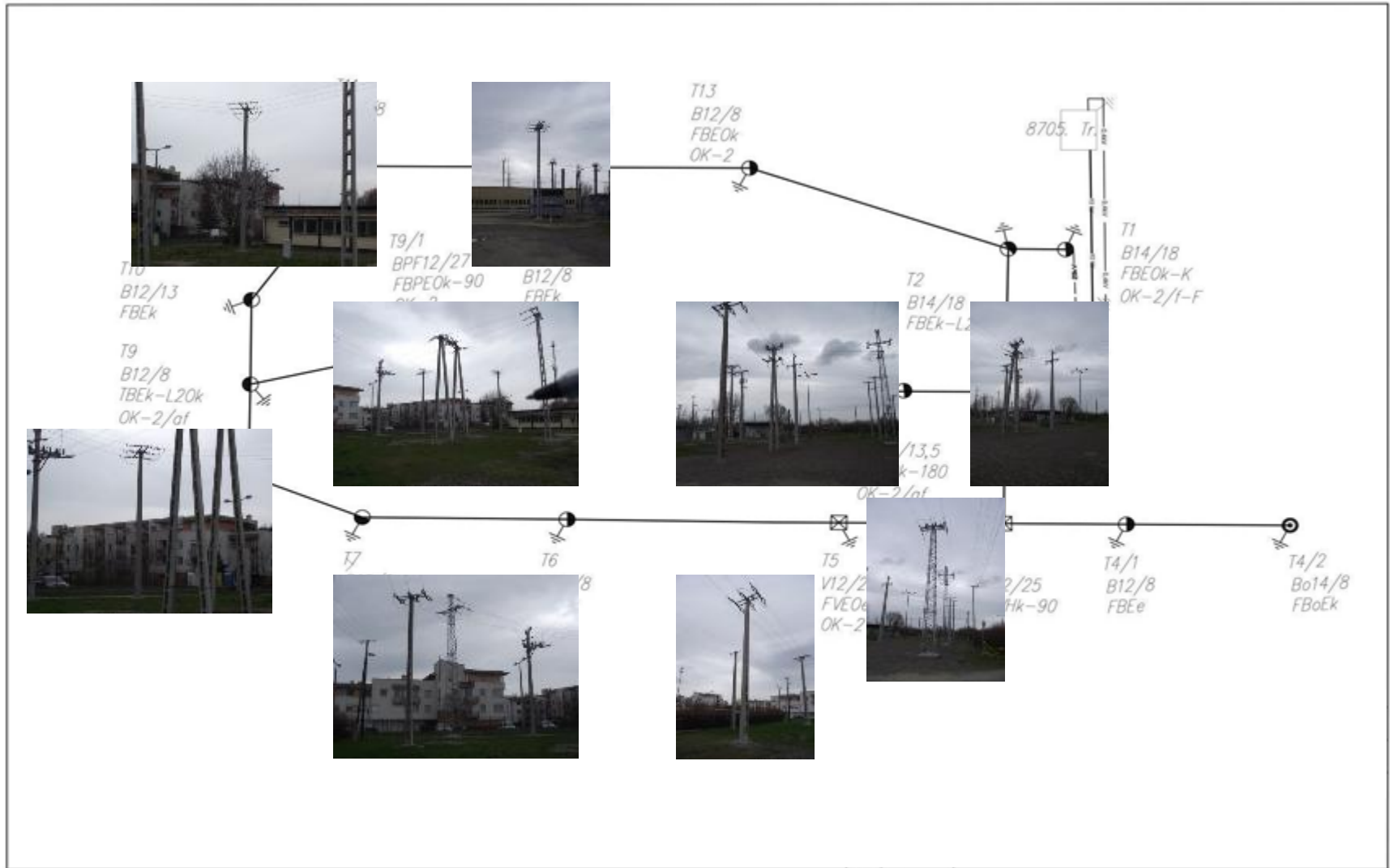


# KöF FAM oktatás

- Példa gyakorlati feladatokra
  - Áramkötés-létesítés különböző oszlopképek esetén
  - Oszlopkapcsoló-karbantartás (csere) különböző oszloptípusokon
    - Nyitott és zárt oszlopkapcsoló
  - Munka portál oszlopon
  - Munka kombinált oszlopképen
  - Szigetelőcsere
    - Állószigetelő
    - Feszítőszigetelő
  - Kereszttartó-csere
  - Vonali bontási pont kialakítása









# KöF FAM oktatás



# KöF FAM oktatás



# KöF FAM oktatás





# KöF FAM oktatás





# KöF FAM oktatás



# KöF FAM oktatás



# KöF FAM oktatás



# KöF FAM oktatás





# Nemzetközi tapasztalatok



# Nemzetközi tapasztalatok



# Nemzetközi tapasztalatok



# Nemzetközi tapasztalatok





# Nemzetközi tapasztalatok



# Nemzetközi tapasztalatok



# Nemzetközi tapasztalatok





# Nemzetközi tapasztalatok



# Nemzetközi tapasztalatok



# Köszönöm a figyelmet!



**BME-NFL**  
Budapest  
1111, Egry József u. 18.  
Telefon: +36 1 463 2784  
Fax: +36 1 463 3231  
E-mail: [gocsei.gabor@vet.bme.hu](mailto:gocsei.gabor@vet.bme.hu)