

HIGHVOLTAGE
LABORATORY

BME Villamos Energetika Tanszék
Nagyfeszültségű Technika és Berendezések Csoport
Nagyfeszültségű Laboratórium

nfl.vet.bme.hu
[www.fb.com/bme.nfl](https://www.facebook.com/bme.nfl)

Mérési útmutató

Villámvédelmi felfogórendszer hatásosságának vizsgálata

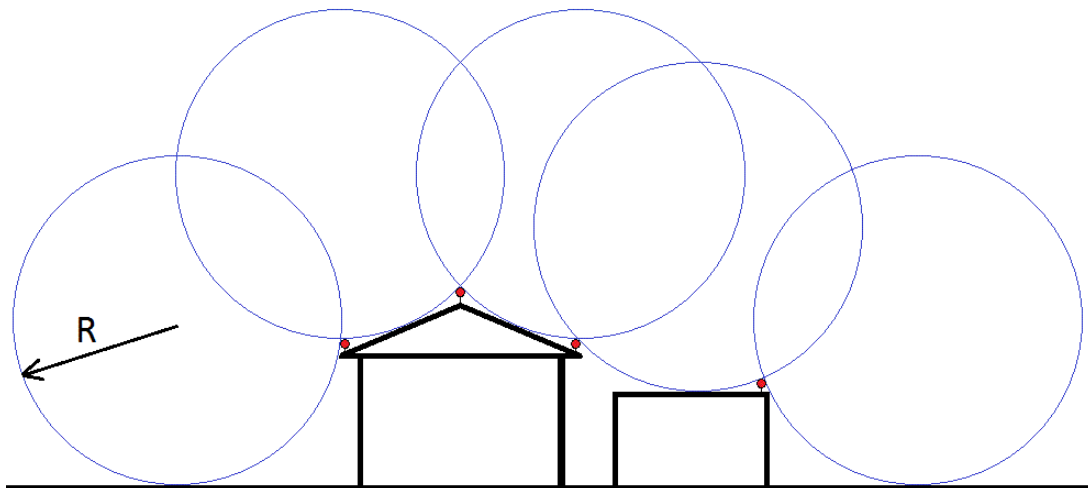
1 Fontos megjegyzés

A mérés a BME VET Nagyszültségű laboratóriumában zajlik, ahol a mérés során veszélyes feszültséginteket alkalmazunk. A Laboratórium területére csak olyan hallgató léphet, aki megismerte a laboratórium szabályzatát, az abban foglaltakat ismeri, és a betartásukra kötelezettséget vállal. Az útmutatóhoz csatolásra került a szabályzat kivonata.

2 Bevezetés

A Számítógépes tervezés tantárgy előadásain a hallgatóság találkozhatott az épületek elsődleges (primer) villámvédelmének méretezési alapjául szolgáló egyszerű geometriai módszerekkel. Ezeket a módszereket az MSZ EN 62305 sz. szabvány részletezi (védőszög, gördülő gömb). Az elméleti alapok részleteit a Villámvédelem c. tárgyat hallgatók ismerhették meg. Azok számára, aki nem hallgatták a tárgyat, a mérési útmutatóban rövid összefoglalót adunk. Ezek közül a jelenlegi mérésnél a „gördülő gömb” módszer alkalmazását fogjuk vizsgálni. A módszer kidolgozása Dr. Horváth Tiborhoz fűződik, aki a korábban (2009-ig) hatályos MSZ 274-es szabványban már leírta annak alkalmazási módját és ez vált a hazai villámvédelmi tervezés egyik alapjává.

A módszer lényege, hogy egy védendő objektumon a felfogórendszert (felfogó rudak, felfogó vezetők) úgy kell elhelyezni, hogy egy adott R sugarú gömböt végig gördítve az elrendezésen az a felfogókat, ill. a földet érintve nem metszhet bele védendő objektumba (legfeljebb érintheti azt, lásd 1. ábra)



1. ábra: Példa a gördülő gömb módszer alkalmazására

Az, hogy a szóban forgó R sugár mekkora, a kockázatszámítás alapján határozható meg. Az adott védendő objektumra ugyanis el kell végezni a villámcsapás okozta kár miatti kockázat szabvány szerinti közelítő becslését és meg kell határozni, milyen villámvédelmi fokozat mellett lesz a kockázat a szabványban előírt elfogadható érték alatti. Az így meghatározott

villámvédelmi fokozathoz tartozik az alkalmazandó gömbsugár, amely az I. II. III. és IV. fokozathoz rendre 20, 30, 45 és 60 m.

A szabványos szerkesztési módszer iránymutatást ad arra, hogy a felfogó-rendszert hogyan alakítsuk ki. Arra azonban nem alkalmas, hogy a felfogórendszer hatékonyságát (vagyis azt, hogy mennyivel csökkenti a védendő objektumot érő villámcsapások relatív gyakoriságát) vizsgáljuk vele.

(Gyakori tévhit, hogy a szabvány szerint méretezett felfogórendszer 100%-os védettséget nyújt és a „védett terében” lévő épületrészek egyáltalán nem kaphatnak villámcsapást. Ez így sajnos nem igaz. Azt mondhatjuk, hogy a felfogók jelentősen (számszerűen lásd a későbbi fejezetet) csökkentik az objektumot érő villámcsapások várható éves gyakoriságát, ráadásul ezen villámcsapások árama kisebb, mint azoké, amelyek felfogó nélkül érhetnék az objektumot, így roncsoló hatásuk is kisebb. 100%-os védettség azonban nem érhető el a felfogókkal.) A hatékonyság vizsgálatára a PMAS módszert használhatjuk. (Probability Modulated Attractiv Space = valószínűséggel súlyozott vonzási tér.)

A módszer ismertetése előtt röviden emlékeztetünk arra, hogy a villámcsapás folyamata alapvetően három lépésben alakul ki. Az első lépés, amikor a zivatarfelhő töltésgócából ún. előkisülés indul meg, amely 50-100 m-es szakaszokban („szökellésekkel”) halad a föld felé. Egyes szakaszok végén az előkisülés szét is ágazhat. Amikor az előkisülés vége kellően közel kerül a földhöz vagy egy objektumhoz, ún. ellenkisülés indul meg az előkisülés végpontja felé. Azt a pontot, ahol az előkisülés végpontja van az ellenkisülés megindulásakor, orientációs pontnak nevezzük. A harmadik lépés, amikor az előkisülés és az ellenkisülés találkozása nyomán kialakul a fényes főkisülés. A becsapás helye és az orientációs pont közötti távolságot hívjuk orientációs távolságnak.

3 A felfogó hatékonyságának számítása (Dr. Horváth Tibortól)

3.1 A becsapással kapcsolatos statisztikai függvények.

A villámcsapásokkal kapcsolatban gyakran használják a „valószínűség” kifejezést, noha valójában különböző fogalmakról van szó. A szó szoros értelmében a valószínűség mindig 0,0 és 1,0 (0 – 100%) közötti, dimenzió nélküli szám. Ennek egyik gyakran használt formája valamilyen mennyiség előfordulásának gyakorisági eloszlása, mint például a villámáram statisztikus eloszlása, amit a logaritmikus normál eloszlás következő képletével lehet kifejezni:

$$P(i \leq I) = \Phi \left(k \ln \frac{I}{I_m} \right) \quad (1)$$

ahol baloldalon:

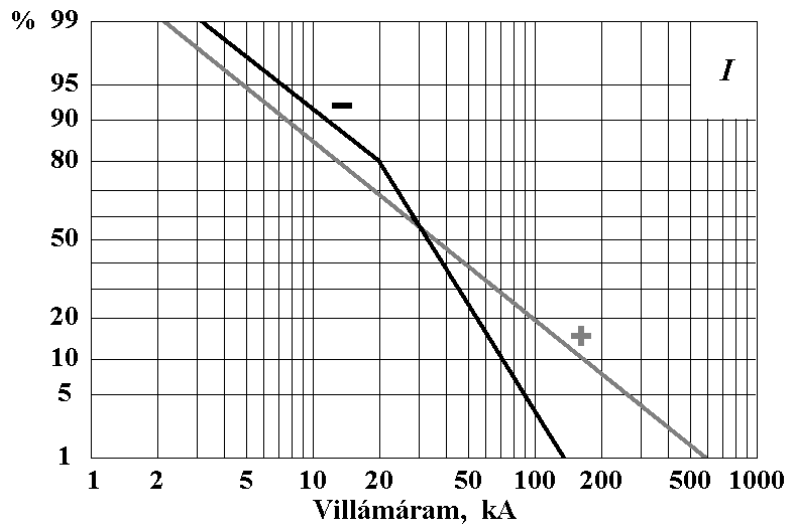
$P(i \leq I)$ annak a valószínűségét jelöli, hogy a villámáram i csúcserőértéke a I értéknél kisebb. A 2. ábra az $1 - P(i \leq I)$ értéket ábrázolja.

jobb oldalon:

Φ a Gauss-féle hibaintegrállal kifejezett függvényt jelöli;

k a villám polaritásától függő állandó;

I_m a villámáramok 50% gyakorisággal előforduló medián értéke.



2. ábra: Az abszcisszán levő villámáramnál nagyobb érték gyakorisága

A villámáram és az orientációs távolság összefüggését a következő hatványfüggvénnyel szokták leírni:

$$\frac{I}{I_m} = \left(\frac{r}{r_m} \right)^p \quad (2)$$

r az orientációs távolságnak az I villámáramhoz tartozó értéke;

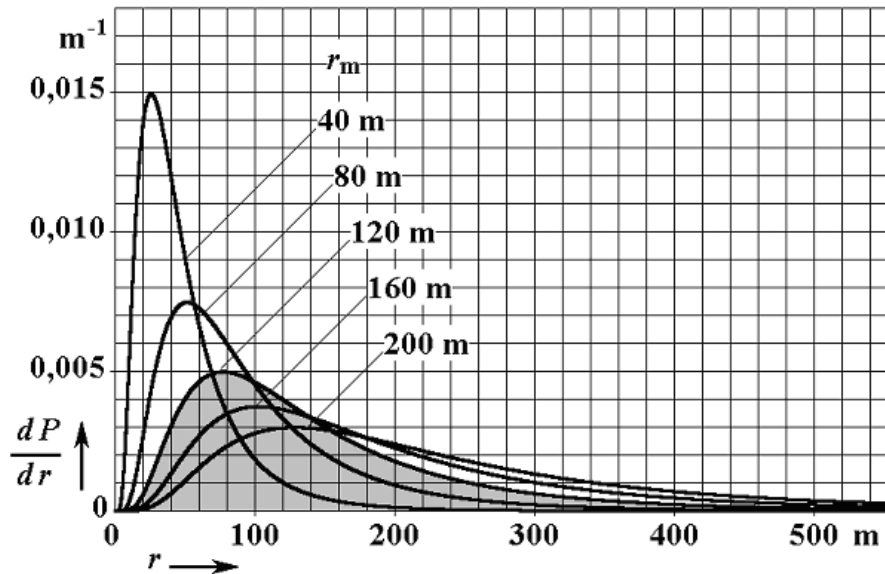
r_m az orientációs távolságnak az I_m villámáramhoz tartozó medián értéke;

p különböző szerzők szerint 1,2...2,0 közé eső kitevő.

A (2) kifejezést az (1) eloszlásfüggvénybe behelyettesítve az orientációs távolságnak a statisztikus eloszlását kifejező függvény adódik:

$$P(x \leq r) = \Phi \left(k \cdot p \ln \frac{r}{r_m} \right) \quad (3)$$

ez annak a valószínűségét fejezi ki, hogy a becsapás helye r távolságnál közelebb dől el.



3. ábra: Az orientációs távolság sűrűségfüggvénye különböző medián érték esetén

A következő számításokhoz az orientációs távolság eloszlásának a sűrűségfüggvényére lesz szükség, ami a (3) függvény r szerinti deriváltjával egyenlő, és a következőképpen írható fel [6, 15]:

$$\frac{dP}{dr} = \frac{k \cdot p}{\sqrt{2\pi}} \frac{1}{r} \exp\left(-\frac{1}{2} k^2 p^2 \left(\ln \frac{r}{r_m}\right)^2\right) \quad \text{m}^{-1} \quad (4)$$

Amint látható ennek a kifejezésnek már m^{-1} dimenziója van, ami azt jelenti, hogy az orientációs távolság, ahonnan a villám határozottan a becsapási pont felé tart, mekkora valószínűséggel esik éppen az r érték 1 m széles környezetébe. A 3. ábrán a görbék alatti terület mindegyik r_m medián érték esetén ugyanakkora és egyenlő az árnyékolt területtel.

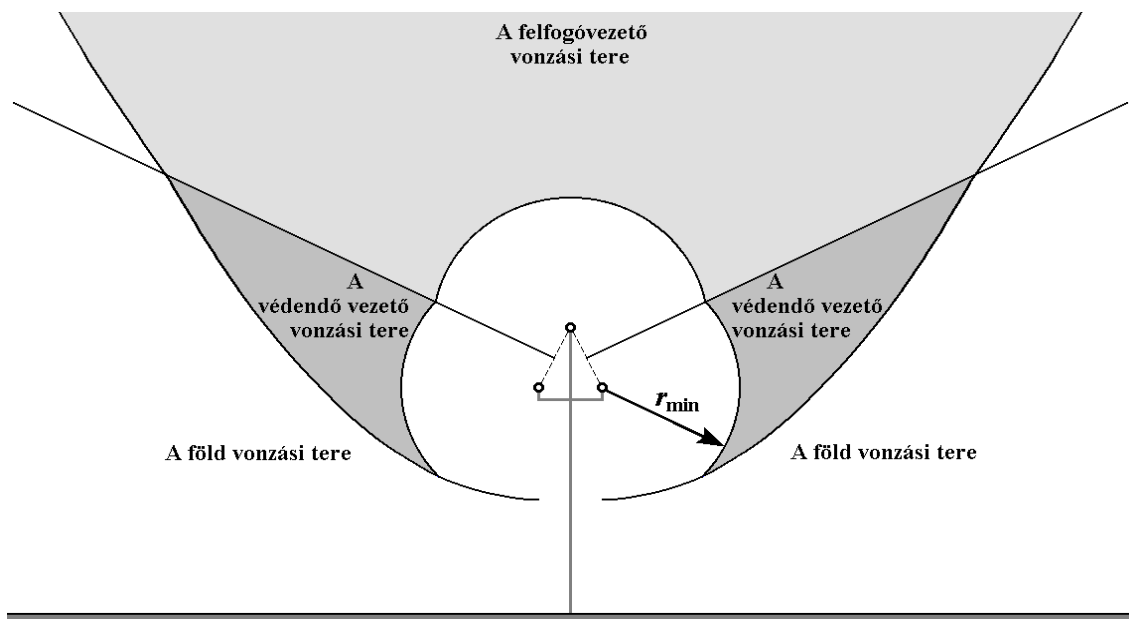
4 Valószínűséggel súlyozott vonzási tér

4.1 A vonzási tér

Az előző fejezetekben már szó volt arról, hogy a villám becsapásának helye az orientációs pontban dől el, ami orientációs távolságra van a becsapási ponttól. A lefelé közeledő előkiszülés eddig a földi tárgyaktól függetlenül, teljesen véletlenszerű pályán halad és el is ágazhat. Ezért olyan cikcakkos a villám pályája a fényképeken. Az orientációs pontból általában a legközelebbi földi tárgyba csap, de ez a villám polaritástól függően kissé módosul. Egy földi tárgy vonzási tere a térnek az a része, amelynek minden pontja közelebb van az illető tárgyhoz, mint bármely másikhöz. Két párhuzamos vezető vonzási terét a közöttük levő távolságot felező merőleges sík választja el.

Ettől eltérően a föld síkja és egy földi tárgy vonzási terének határfelülete úgy alakul, hogy minden pontjának a földtől számított m magasságának és a tárgytól mért r távolságának, $\varepsilon = m/r$ aránya állandó. Laboratóriumi modellkísérletek szerint [3, 4, 8, 15,] ez az arány pozitív villám esetén $\varepsilon_+ = 1,06$, negatív villám esetén $\varepsilon_- = 0,88$.

Az 3-5. ábra egy felfogóvezető és két védendő vezető vonzási terét mutatja. A felfogóvezető – vagy másként védővezető – vonzási tere fölfelé a zivatarfelhőig terjed. Felfogóvezető nélkül a védendő vezetők vonzási terének sem lenne felső határa, a védővezető azonban a felnyúló vonzási terük nagy részét levágja. A védőhatás jelentős része éppen ebből ered. A védővezető és a védendő vezetők vonzási terét a köztük levő távolságot felező, merőleges sík választja el, ami az ábrán ferde egyenesekként jelenik meg. A vezetők és a föld vonzási terét pozitív villám esetén ellipszis ($\epsilon_+ = 1,06$), negatív villám esetén hiperbola ($\epsilon_- = 0,88$) ívek választják el egymástól

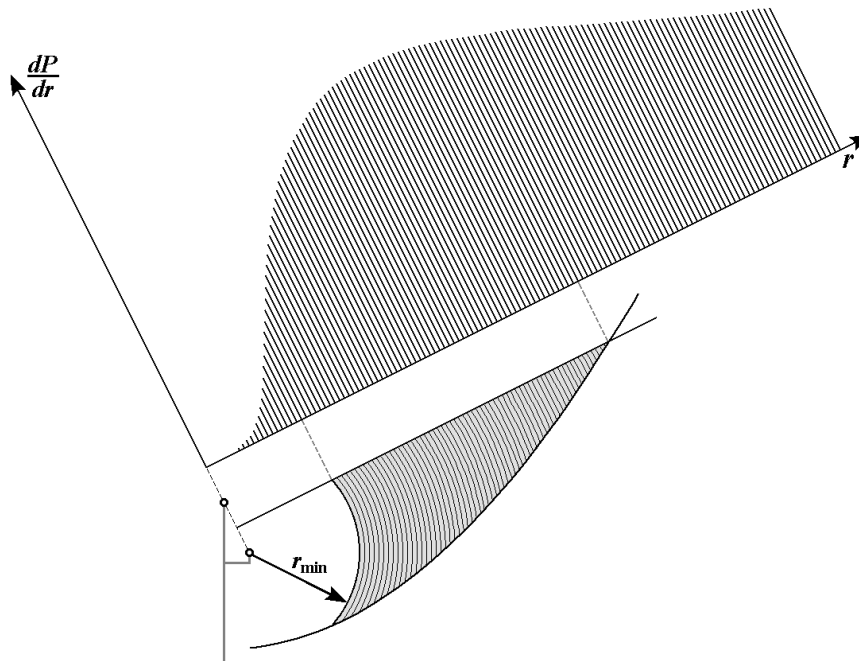


4. ábra: Egy felfogóvezető és két védendő vezető vonzási tere

Az 4. ábrán feltüntetett r_{\min} távolságnál kisebb orientációs távolsághoz olyan kis villámáram tartozna, ami fizikailag létre sem jöhet, ezért a körívvel határolt rézesek kiesnek. Amint előbb már szó volt róla, a nagyszültségű berendezések szigetelési szintje olyan, hogy 5 – 10 kA-nél kisebb áramerősségű villámcsapás nem tesz bennük kárt, ami megnövelheti az r_{\min} távolságot.

4.2 A vonzási tér súlyozása

A védendő földi tárgyak vonzási terének a felfogó által lényegesen csökkentett kiterjedése már önmagában is mutatja, hogy a várható közvetlen villámcsapások száma jelentősen csökken. Az orientációs pont azonban nem esik azonos valószínűséggel a vonzási tér minden részére, ezért súlyozni kell az orientációs távolság statisztikus eloszlásának figyelembe vételével.



5. ábra: A vonzási tér súlyozásának elve a dP/dr sűrűségfüggvény alapján

A 4. ábrán látható jobboldali védendő vezető vonzási tere fölött az orientációs távolság dP/dr sűrűségfüggvényét ábrázolja az 5. ábra. Az r_{\min} sugarú köríven belül kiesnek a szigetelést nem veszélyeztető, kis áramerősségű villámcsapások, amelyeknek egyébként is kicsi a valószínűsége. A vonzási téren belül a sűrűségfüggvény értékei körívek mentén állandóak, és a fölöttük levő diagram szerinti dP/dr értéket veszik föl.

A védendő vezetőt érő villámcsapások várható gyakorisága az r orientációs távolságokhoz tartozó dP/dr értékeknek a vonzási térre vonatkozó térfogati integráljával fejezhető ki a következő egyenlettel:

$$N = N_g \int_{V_a} \frac{dP}{dr} dV \quad \text{villámcsapás/év} \quad (5)$$

ahol

N_g az 1 km^2 területre évente lecsapó villámok átlagos sűrűsége, amit villám/ $\text{km}^2 \cdot \text{év}$ (vagy az SI rendszer alapegységeivel villám/ $\text{m}^2 \cdot \text{év}$) alakban lehet kifejezni. Ez a meteorológiai viszonyoktól függ, és hosszú időre vonatkozó megfigyelések alapján határozzák meg. Magyarországon $2 \text{ villám}/\text{km}^2 \cdot \text{év}$ körüli átlagos értékkel lehet számolni.

V_a integrálási tartomány, amely a legtöbb esetben a vizsgált földi tárgy (például egy védendő vezető) vonzási tere.

Az előbbi képletben az integrál m^2 dimenziójú területet eredményez, amely a meteorológiai viszonyoktól függetlenül a vizsgált tárgyra jellemző, és egyenértékű területnek lehet nevezni. Ez annak a sík területnek a nagyságát jelenti, amelyet ugyanolyan gyakorisággal érnének

villámcsapások, mint a vizsgált tárgyat. Ezzel kifejezve a vizsgált földi tárgyat érő villámok várható becsapási gyakorisága:

$$N = N_g A_{eq} \quad \text{villámcsapás/év} \quad (6)$$

Tekintettel arra, hogy a dP/dr sűrűségfüggvény értéke a vizsgált tárgytól mért r távolságtól függ, pontszerű tárgyak körül r sugarú gömbfelületeken, vonalszerűek (pl. kis átmérőjű vezetők) körül r sugarú hengerfelületeken állandó. A tárgy vonzási tere ezekből a gömb- vagy hengerfelületekből az r sugártól függő $A(r)$ területet metsz ki. Ezt figyelembe véve az egyenértékű területet a következő képlettel lehet kiszámítani:

$$A_{eq} = \int_{r_{min}}^{r_{max}} \frac{dP}{dr} A(r) dr \quad \text{m}^2 \quad (7)$$

ahol az integrálási határok:

r_{min} a becsapási ponttól számított távolság legkisebb értéke. Azonos a kis áramerősségű villámcsapások miatt a vonzási térből kieső kör sugarával.

r_{max} az integrálás felső határa vagy a vonzási tér legtávolabbi pontjának a becsapási ponttól mért távolsága, ahol $A(r)$ nullává válik, vagy egy feltételezett kiindulási távolság a felhőben. Ez elméletileg végtelen lenne, de kb. 5000 m távolságban a dP/dr függvény gyakorlatilag elenyészik, ezért az integrálás eredményére alig lenne hatása a felső határ növelésének.

A (7) kifejezés előnye, hogy a térfogati integrálást egyváltozós integrállá egyszerűsíti, ami kedvező lehetőséget nyújt számítógépi program készítésére. Ennek a számítási eljárásnak különösen kedvező tulajdonsága a villámcsapás/év dimenziójú eredménye, mert össze lehet hasonlítani a megfigyelt becsapásokon alapuló statisztikai adatokkal [4, 6, 14]. Ez lehetővé teszi a számítási eredmények helyességének igazolását.

5 Mérési feladatok

A mérés két fő részből áll. Az első a Nagyfeszültségű Laboratóriumban végzett vizsgálat, a másik a mérési eredmények kiértékelése és összevetése elméleti számításokkal, számítógépi program segítségével.

5.1 A vizsgált modellek

A laboratóriumi mérés során két épület felfogóinak védőhatását fogjuk megvizsgálni. Az első egy családi ház modellje, amely 1:100-as méretarányban készült. Az alaprajz négyzet alakú, a tető egybevágó háromszögekből álló sátoztető. A modell geometriai méretei a következők:

- Alap: 19x19 cm
- Oldalfalak magassága: 7 cm
- Tető legmagasabb pontja a földtől: 14 cm

- Szélesség az ereszcsonnákkal: 22,5x22,5 cm
- Kémény túlnyúlása a tető legmagasabb pontja fölé: 2 cm

Tekintettel arra, hogy a kémény védelmét külön felfogóval oldják meg, most azt a esetet vizsgáljuk, amikor a felfogót a tető csúcspontjára helyezzük el.

A második modell a Győri Nemzeti Színház (korábban Kisfaludy Színház) 1:500 méretarányban kicsinyített mása.

5.2 A laboratóriumi mérés menete

A mérés során a villám előkísülését a lökésgerjesztő kimenetére kötött függőleges rúddal modellezzük. A rúd végpontja lesz az orientációs pont. Először a családi ház makettjét vizsgáljuk, ezt fogjuk a földelt fémlapra a kívánt pozícióba helyezni.

Első feladat a felfogó szabvány szerinti magasságának megállapítása. A laboratóriumi gyakorlat kezdetén ezt a legkedvezőtlenebb helyzet alapján számítjuk ki: ha az épület sarkaira (tetőperem az ereszcsonnákkal sarokpontjai) teljesül a gördülő gömb módszer feltétele, akkor annak többi pontjára is teljesülni fog. Ennek megfelelően a helyszínen kiszámítjuk az $R=60$ m-es gömbsugarhoz tartozó „h” felfogó-magasságot.

A ház makettjét úgy kell elhelyezni, hogy a fenti esetet modellezze. Az orientációs pont magassága a modellben tehát 60 cm lesz, és a felfogó csúcsa is ilyen messzire lesz az orientációs ponttól. A lökésgerjesztővel létrehozott 50 db. pozitív és 50 db. negatív impulzus esetén megvizsgáljuk, hány villámcsapás éri a felfogót és mennyi éri a modellt.

Ezt követően meghatározzuk a felfogó vonzási terét a modell két szemközti sarokpontját tartalmazó függőleges síkban. A fentihez hasonló mérést végzünk a házmodell és az orientációs pont mérésvezető által megadott helyzetében. Minden mérés esetén feljegyezzük, hány kisülés érte a felfogót, ill. az épületet.

Második feladat a színházmakett vizsgálata. Itt szintén ellenőrizni fogjuk a gördülő gömb eljárás szerinti megfelelőséget, de a modell kialakítása lehetővé tesz egy érdekes összehasonlító vizsgálatot. A színház 6. ábrán jelzett képén piros színű nyíl jelzi azt a sarkot, amelynél vizsgálni fogjuk, hogy milyen mértékben változik a becsapási gyakoriság akkor, ha ott felfogó van ahhoz képest, ha a nem építenek ki felfogót. A makett szimmetrikus, ezt a sarkot kivéve: itt egyik oldalon van felfogó, a másikon nincs, így a kérdéses hatás egyszerűen vizsgálható.



6. ábra: A vonzási tér súlyozásának elve a dP/dr sűrűségfüggvény alapján
forrás: <http://moderngyor.com/2013/03/01/gyori-nemzeti-szinhaz/>

A vizsgálat során az orientációs pontot és a makett helyzetét szintén a mérésvezető útmutatásai alapján kell elhelyezni. Itt is feljegyezzük, hogy adott helyzetben mennyi kisülés éri az épületet és mennyi a felfogó-rendszert.

5.3 Számítógépes vizsgálat

A két vizsgálandó objektum DXF fájl formátumban rendelkezésre fog állnia hallgatóság számára. A kritikus metszetben a hallgatónak kell meghatározni a gördülő gömb helyét (a földhöz, ill. az épület pereméhez kell érnie, a felfogó magassága így szerkesztéssel is meghatározható). A szerkesztést egyszerű geometriai számítással is ellenőrizni fogjuk. A DXF fájlokban piros színnel kell a felfogók helyzetét megjelölni. A felfogókat is tartalmazó rajzok alapján a mérésvezető be fogja mutatni a tanszéken kifejlesztett program segítségével a vonzási tér számításának módját. A számítási eredményeket a hallgatók a jegyzőkönyv számára feljegyzik.

6 Kiértékelés, jegyzőkönyv

A mérési jegyzőkönyvnek az alábbiakat kell tartalmaznia:

- A mérőcsoport számát, a mérést végzők nevét, NEPTUN-kódját
- A mérés időpontját
- A mérési elrendezéseket és a mérőeszközök listáját
- A vizsgálandó objektumok rajzát
- A mérésvezető által kijelölt metszetben a gördülő gömb módszerrel végzett szerkesztés rajzát, amely a vonzási terek határvonalait is tartalmazza.
- A kijelölt metszetben a mérésvezető által megadott pontokban a becsapási gyakoriság ábrázolását (kördiagram)
- Az átlagos becsapási gyakoriság várható értékét adott felfogóelrendezés esetén.
- A mérési eredményeket össze kell vetni a megszerkesztett vonzási térrel: valóban 50%-ot meghaladó becsapási gyakoriság adódott-e a téren belül (ill. kívül 50% alatti)? Ha nem, mi a magyarázata?
- Kell-e felfogó a 6. ábrán megjelölt helyre? (Mennyiben változik a várható átlagos becsapási gyakoriság?)

A méréseket vagy az AEG lökésgerjesztő berendezéssel, vagy a hozzá hasonló, később épített TUR lökésgerjesztővel fogjuk vizsgálni. Az AEG lökésgerjesztőt csak a mérésvezető vagy a laborszemélyzet kezelheti. A TUR lökésgerjesztőt a hallgatók is vezérelhetik.

7 Mérések a 750 kV-os lökésgerjesztővel

A lökésgerjesztő berendezés a villámcsapáshoz hasonló impulzus jellegű feszültég előállítására alkalmas berendezés. Működési elve, hogy egyenfeszültségről nagy ellenálláson keresztül feltöltött kondenzátort kapcsolunk hirtelen a mérendő próbatárgyra kis ellenálláson keresztül. A laboratóriumban található berendezés többfokozatú, azaz több kondenzátor töltődik párhuzamosan, melyek az impulzus kialakulásakor sorba kapcsolódnak, tehát feszültségük összeadódik.

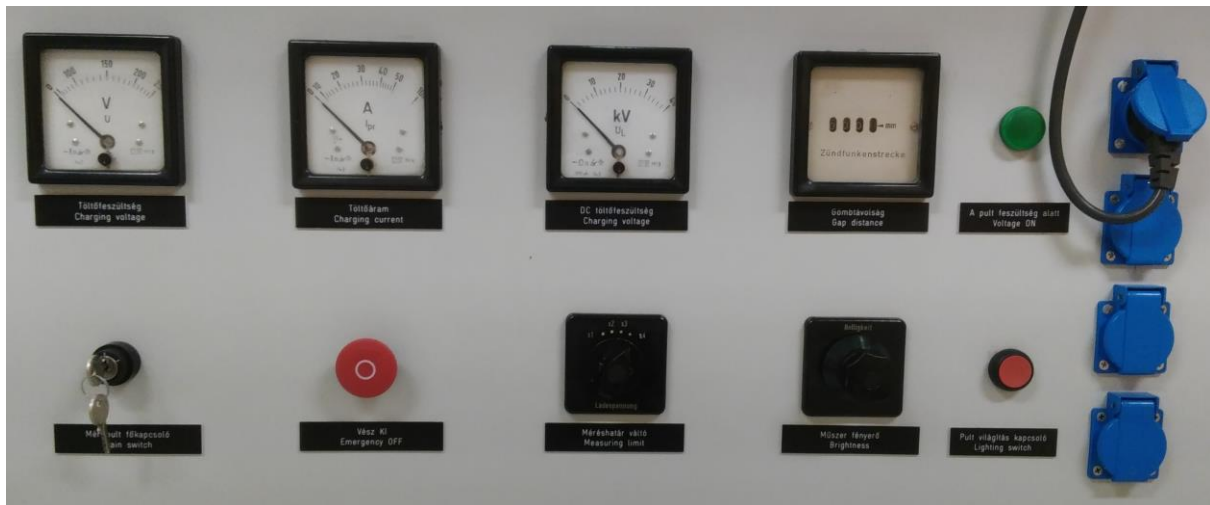
7.1 A lökésgerjesztő kezelése

A feszültség alá helyezés megkezdésekor (földelés eltávolítása) a körülkerített mérőtérben a kapcsolást végző személyen kívül nem tartózkodhat senki.

Az első lépés a földelőrúd eltávolítása a 750 kV-os lökésgerjesztő nagyfeszültségű kivezetéséről; *mivel ebben az állapotban a mérőtér már nem tekinthető feszültségmentesnek, azt a lehető legrövidebb és a nagyfeszültségű kivezetéstől legtávolabbi úton kell elhagyni.*

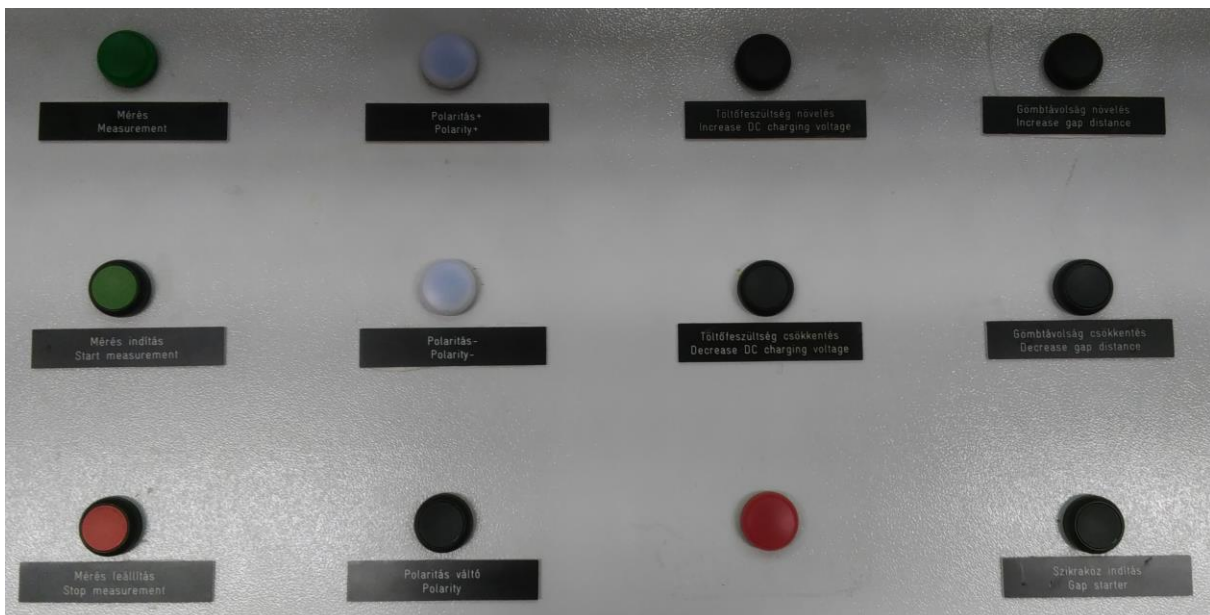
A berendezést tápláló kábelt a mérésvezető helyezi feszültség alá az NFL 0,4 kV-os erőátviteli elosztószekrényében található háromfázisú kismegszakító felkapcsolásával. Ekkortól a pult mellett található visszajelző lámpa zöld és sárga színe világít.

A mérőpult a függőleges rész bal oldalán található kulcsos kapcsoló elfordításával helyezhető üzembe; a kezelőpult veszély esetén a „**VÉSZ KI**” feliratú gombbal kapcsolható ki azonnal.



7. ábra A 750 kV-os lökésgerjesztő kezelőpultjának függőleges része

A mérés a pult vízszintes részén található „Mérés indítás” gomb négy másodperces nyomva tartásával indítható.



8. ábra A 750 kV-os lökésgerjesztő kezelőpultjának vízszintes része

Az impulzusok elindításához a töltőfeszültséget kell addig emelni, amíg az impulzusok meg nem jelennek. A kimenő impulzus feszültségét a gömbtávolság növelésével, míg gyakoriságát a töltőfeszültség állításával szabályozhatjuk.

A mérés leállításához először szabályozzuk le a töltőfeszültséget a töltőfeszültség csökkentés gomb megnyomásával, majd a lesabályozás befejeztével a mérés leállítás gomb megnyomásával választható le a tápforrás. Ezzel az automata földelőszakaszoló földeli és

rövidre zárja a lőkésgerjesztő kondenzátorait. A mérésvezető a pult kikapcsolása után beléphet a mérőtérbe és felhelyezi a földelőrudat a berendezés nagyszűtsűgű kimenetére.

8 Ellenőrző kérdések

1. Mi a felfogó szerepe a külső villámvédelemben?
2. Mely pontok tartoznak a felfogó, illetve a védendő objektum vonzási terébe?
3. Milyen valószínűségértékkel súlyozzuk a vonzási teret?
4. Miben különbözik a negatív és a pozitív villámokra érvényes vonzási tér?
5. Mi a gördülő gömb módszer?
6. Hogyan függ a gördülő gömb sugara a villámvédelmi fokozattól?

A következő kérdések a biztonságos laboratóriumi munkavégzéshez elengedhetetlen ismeretekre kérdeznak rá, ezek megválaszolása nélkül nem kezdhető meg a laboratóriumi foglalkozás! (Ld. a mellékelt kivonatot.)

7. Ismertesse a feszűtsűgmentesítés szabványos lépéseit!
8. Milyen feltételekkel léphet be hallgató a nagyszűtsűgű vizsgálótérbe?



Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Villamosmérnöki és Informatikai Kar
Villamos Energetika Tanszék
Nagyfeszültségű Technika és Berendezések Csoport

BME-VIK-VET-NFCS-MŰSZ-001 sz.

Minőségügyi Munkautasítás

A Nagyfeszültségű Laboratórium működési rendje

Kivonat

Készítette: Dr. Németh Bálint

Változat: 01

Jóváhagyta és kiadta: Dr. Berta István csoportvezető

Kelt: Budapest, 2016. január 31.

9 Fogalmak meghatározása

Ez a fejezet azoknak a fogalmaknak a meghatározását tartalmazza, amelyeknek az egyértelmű, félre nem érthető és egységes használata a Nagyszűtsűgű Laboratórium működésének fontos biztonsági követelménye.

átívelési (átütési) távolság: két, különböző feszűtsűgű rész, vagy egy feszűtsűg alatt álló és egy földelt rész közötti azon legkisebb távolság, amely szükséges ahhoz, hogy ne következék be villamos átívelés (átütés) az előforduló legnagyobb villamos igénybevétel esetén sem (fizikai összetevő)

ergonómiai összetevő: az átívelési (átütési) távolsághoz hozzáadandó azon többlet távolság, amely azt veszi figyelembe, hogy a munkavégző hibát véthet a mozgásban és a távolság megítélésében

feszűtsűg alatti állapot:

- **fizikailag:** az üzemi villamos berendezésnek az az állapota, amikor az a villamos energia tápforrásával vezetői kapcsolatban áll, vagy feszűtsűg alatti üzemi villamos berendezéssel induktív és/vagy kapacitív csatolásban van, és rajta a földhöz képest villamos feszűtsűg mérhető
- **jogilag:** az üzemi villamos berendezésnek az az állapota, amikor nem teljesűlenek rajta maradéktalanul a feszűtsűgmentesítés szabványos feltételei

feszűtsűg alatti munkavégzés: minden olyan munkavégzés, melynek során a munkavégző személy testével, testrészével, szerszámával, védő- vagy segédeszközével, illetve munkagépével feszűtsűg alatti részt érint, vagy a veszélyes övezetbe hatol. Ilyennek számít az is, ha a munkavégző személy a szokásos körültekintés mellett nem tudja elkerűlni feszűtsűg alatti rész érintését, vagy a veszélyes övezetbe való behatolást.

feszűtsűg közeli munkavégzés: minden olyan munkavégzés, melynek során a munkavégző személy testével, testrészével, szerszámával, védő- vagy segédeszközével, illetve munkagépével a közelítési övezetbe hatol, vagy abban tartózkodik, és csak fokozott figyelemmel tudja elkerűlni a veszélyes övezetbe való behatolást

feszűtsűgmentes állapot:

- **fizikailag:** az üzemi villamos berendezésnek az az állapota, amikor a földhöz képesti villamos feszűtsűge nulla vagy közel nulla
- **jogilag:** az üzemi villamos berendezésnek az az állapota, amikor vezetői kapcsolata minden villamosenergia-tápforrással meg van szakítva, és maradéktalanul teljesűlenek rajta a feszűtsűgmentesítés szabványos feltételei

feszűtsűgmentes munkavégzés:

- a munkavégzés az MSZ 1585:2001 szabvány szerint feszültségmentesített berendezésen történik,
- a munkavégző személy testének, testrészének, szerszámának, védő- vagy segédeszközének, illetve munkagépének a feszültség alatt álló szomszédos berendezések közelítési övezetébe való behatolása műszaki eszközökkel, pl. ideiglenes elhatároló védőszerkezettel megbízhatóan meg van akadályozva, a munkavégzés a feszültség alatt álló berendezés közelítési övezetétől olyan távolságra zajlik, hogy az abba való behatolás kizárt.

feszültségmentesítés: az MSZ 1585:2001 szabvány szerinti azon folyamat, melynek során az üzemszerűen feszültség alatt álló üzemi villamos berendezést olyan állapotba hozzák, hogy rajta (érintésével, közelében, azaz veszélyes övezetében) a villamos áramütés veszélye nélkül, biztonságosan lehet munkát végezni. A feszültségmentesítés szabvány szerint a következő munkafolyamatok egymásutánjából áll:

1. **Teljes leválasztás:** a villamos berendezésnek azt a részét, amelyen munkavégzés folyik, le kell választani az összes tápforrásról.
2. **Biztosítás visszakapcsolás ellen:** a villamos berendezésnek a munkavégzés céljából történő leválasztására használt összes kapcsolóeszközt biztosítani kell a visszakapcsolás ellen, célszerűen a működtető mechanizmus reteszelésével. Távműködtetésű kapcsolóeszközök alkalmazása esetén a visszakapcsolást helyi működtetésű eszközökkel kell megakadályozni. A leválasztásnál használt jelző- és reteszelőrendszernek megbízhatónak kell lennie.
3. **A villamos berendezés feszültségmentes állapotának ellenőrzése:** a feszültségmentes állapotot a villamos berendezés minden pólusán ellenőrizni kell a munkavégzés helyén vagy annak közelében. Az ellenőrzés magában foglalja például a szerkezetekbe épített feszültségkémlelő eszközök és/vagy különálló kémlelő eszközök használatát.
4. **Földelés és rövidre zárás:** minden nagyfeszültségű és meghatározott kisfeszültségű villamos berendezés esetében a munkavégzés helyén minden olyan részt, amelyen munka folyik földelni kell és rövidre kell zárni. A földelő- és rövidre záró szerkezeteket vagy eszközöket először a földelési ponthoz kell csatlakoztatni és csak aztán a földelendő alkatrészhez. A földelő- és rövidre záró szerkezetek vagy eszközök lehetőleg legyenek a munkavégzés helyéről láthatóak.
5. **A közeli, feszültség alatt álló részek elleni védelem:** A feszültségmentesített rész körülhatárolása mindig úgy történjék, hogy még a határvonal érintése se legyen feszültség alatti tevékenységnek tekinthető. (Pl. ha egy szabadvezeték közbenső szakaszát feszültségmentesítik, akkor a határ nem lehet a nyitott oszlopkapcsolók vagy bontott szakaszbiztosítók oszlopán, hanem annál csak beljebb.)

feszültség nélküli állapot: az üzemi villamos berendezésnek az az állapota, amikor vezetői kapcsolata minden villamosenergia-tápforrással meg van szakítva, következésképp nem áll

az üzemi feszültséghez hasonló értékű földhöz képesti villamos feszültség alatt, de nem teljesülnek rajta maradéktalanul a feszültségmentesítés szabványos feltételei

földelés: az üzemi villamos berendezés meghatározott pontját vagy részét a föld potenciáljára hozó vezetői összeköttetés

kapcsolási művelet: primer kapcsolókészülék (megszakító, szakaszoló, szakaszoló kapcsoló, földelő szakaszoló, primer biztosító, transzformátor fokozatkapcsoló), szekunder kapcsolókészülék (kisautomata, biztosító, élesítő-bénító kapcsoló, választókapcsoló, üzemmódkapcsoló, nullbontó, irányítástechnikai gyűjtő-leválasztó sorozatkapocs stb.) kapcsolási állapotának megváltoztatása, tokozott kapcsolóberendezés kocsizható megszakítójának ki-, bekocsizása, szinkron állapot ellenőrzése, a terhelés/feszültség meglétének/hiányának ellenőrzése, munkahelyi földelő, földelő-rövidrezáró felhelyezése, eltávolítása, tiltó táblák, szimbólumok elhelyezése, megjelenítése, eltávolítása

kapcsolási sorrend: kapcsolási műveletek olyan egymásutánja, amellyel a kapcsolóberendezés(rész) szabályosan (árampálya tilos vagy szükségtelen, illetve arra nem alkalmas kapcsolókészülékkel történő megszakítása, illetve feszültség alatt álló rész leföldelése nélkül) vihető át a kiindulási kapcsolási állapotból az elérni kívánt kapcsolási állapotba

közelfítési övezet: a veszélyes övezetet körülvevő azon térség, amelyben dolgozva a munkavégző elővigyázata szükséges ahhoz, hogy testével, testrészével, szerszámmal, védő- vagy segédeszközével, illetve munkagépével ne hatoljon a veszélyes övezetbe

munkahelyi földelés: az üzemi villamos berendezés üzemszerűen feszültség alatt álló, de munkavégzés céljából feszültségmentesítendő, vagy már feszültségmentesített részének földelése beépített készülékkel (pl. földelőszakaszolóval vagy szakaszoló földelőkéssel), illetve hordozható földelőeszközzel a munkahelyen annak érdekében, hogy a munkahelyre veszélyes feszültség semmiképpen se hatolhasson

rendellenesség: a Nagyfeszültségű Laboratórium üzemi villamos és nem-villamos berendezéseiben bekövetkező olyan üzemi hiba (nem tervezett állapotváltozás), melynek következtében az adott berendezés vagy annak meghatározott része közvetlenül nem válik üzemképtelenné, de elhárításának elmaradása üzemzavarhoz vezethet

üzemi földelés: az üzemi villamos berendezés áramköre meghatározott pontjának (pl. a háromfázisú váltakozó áramú rendszer csillagpontjának) állandó jellegű, de szükség esetén (pl. mérési célból) bontható földelése, amely az üzemi villamos berendezés helyes működéséhez szükséges

üzemzavar: a Nagyfeszültségű Laboratórium üzemi villamos és nemvillamos berendezéseiben bekövetkező olyan üzemi hiba (nem tervezett állapotváltozás), melynek következtében az adott berendezés vagy annak meghatározott része, de esetleg a Nagyfeszültségű Laboratórium egésze az elhárítás idejéig üzemképtelen állapotba kerül

veszélyes övezet: a feszültség alatt álló csupasz (szigetelő burkolat nélküli) rész körüli olyan térség, amelyben a villamos veszély kiküszöbölését szolgáló szigetelés nincs meg az e térségbe védelmi intézkedések nélkül behatoló személy vagy eszköz és a feszültség alatt álló csupasz rész között. A veszélyes övezet külső határa egyenlő a munkavégzés legkisebb védőtávolságával.

10 Alapvető szabályok a Nagyfeszültségű Laboratóriumban

– A Nagyfeszültségű Laboratóriumban csak az a személy dolgozhat, aki azt a laboratóriumi szabályzatot ismeri és előírásainak betartására írásban kötelezte magát.

– Csak az a hallgató vehet részt a mérési gyakorlatokon, aki a mérések anyagát megfelelően elsajátította és a felkészültségéről minden mérési gyakorlat elején szóban vagy írásban számot ad.

– A Laboratóriumban **életveszélyes feszültséggel**, illetve árammal kell a mérések alatt dolgozni, ezért fokozott figyelemmel és körültekintéssel szabad csak tevékenykedni.

– **Elkerített nagyfeszültségű vizsgálóterbe csak annak feszültségmentesített állapotában szabad bemenni a mérésvezető engedélyével és kíséretében.**

– A nagyfeszültséget csak akkor szabad bekapcsolni, ha a vizsgálóterben senki nem tartózkodik.

– A méréseket általában a hallgatók állítják össze, de a feszültséget a mérőkörre csak a mérésvezető engedélyével szabad rákapcsolni.

– A mérési gyakorlat megkezdése előtt a mérőcsoport minden tagja jól jegyezze meg, hogy baleset vagy veszélyhelyzet esetén mely kapcsolókkal lehet a vizsgálóteret vagy mérőkört a tápforrásról leválasztani.

– Ha a bekapcsolás után bármilyen rendellenes jelenség lépne fel, a vizsgálóteret vagy a mérőkört azonnal feszültségmentesíteni kell. A hibás mérőköri elrendezést csak a mérésvezető útmutatásával szabad megváltoztatni.

– A kapcsolásokon változtatásokat csak feszültségmentes és leföldelt állapotban szabad végezni. Biztosítani és ellenőrizni kell az összekötések megfelelő csatlakozását.

– Üzemszerűen feszültség alatt nem álló, de megérintható fémszerelvényeket földelni kell.

– A vizsgálóterben lévő, de a mérésben nem használt nagy kapacitású eszközöket, kondenzátorok kapcsait rövidrezárni és földelni kell.

– Tilos az érintésvédelmi és biztonságtechnikai berendezéseket hatástalanítani.

– A mérőműszerek vagy berendezési tárgyak gondatlan használatából eredő károkért a kár okozója, illetve a mérőcsoport anyagilag felelős.

– Az esetleg fellobbanó villamos tűz oltására csak a laboratóriumban rendszeresített tűzoltó készülékeket szabad használni.

– Ittas vagy gyógyszer hatása miatt kábult személy a Laboratóriumban nem tartózkodhat. A Laboratórium egész területén dohányozni tilos!

– Beültetett szívritmus szabályozó (pacemaker), nagyothalló készülékkel, inzulinadagolóval stb. a Laboratóriumba belépni tilos.