

Az elektromágneses villámimpulzus elleni védelem

1. rész: Általános alapelvek

Protection against lightning electromagnetic impulse.
Part 1: General principles

E nemzeti szabványt a Magyar Szabványügyi Testület a nemzeti szabványosításról szóló 1995. évi XXVIII. törvény alapján teszi közzé. A szabvány alkalmazása e törvény alapján önkéntes, kivéve, ha jogszabály kötelezően alkalmazandónak nyilvánítja.

A szabvány alkalmazása előtt győződjön meg arról, hogy nem jelent-e meg módosítása, helyesbítése, nincs-e visszavonva, továbbá hogy kötelező alkalmazását jogszabály nem rendelte-e el.

E nemzeti szabvány műszaki tartalma és szerkezete teljesen megegyezik az IEC 1312-1:1995 nemzetközi szabványával.

A szürke alagra nyomtatott szövegrészeket a nemzetközi szabvány nem tartalmazza.

This Hungarian Standard is totally equivalent in technical content and fully corresponds in presentation to the International Standard IEC 1312-1:1995.

Texts in this Hungarian Standard, printed on grey background, are not parts of International Standard.

Nemzeti előszó

A fordítás alapja a nemzetközi szabvány angol nyelvű változata.

A villámvédelemmel kapcsolatos általános követelményeket az MSZ 274-es szabványsorozat tartalmazza.

Tartalomjegyzék

	Oldal
Bevezetés	3
1. Általános elvek	4
1.1. A szabvány alkalmazási területe és tárgya	4
1.2. Rendelkező hivatkozások	4
1.3. Fogalommeghatározások	4
2. A zavarforrás	5
2.1. A villámáram, mint zavarforrás	5
2.2. A villámáram jellemzői	5
3. Villámvédelmi zónák	5
3.1. A zónák meghatározása	5
3.2. Földelési követelmények	6
3.3. Árnyékolási követelmények	6
3.4. Össze csatolási követelmények	6
3.4.1. Össze csatolás a villámvédelmi zónák határain	7
3.4.2. Össze csatolás a védendő térben	8
Táblázatok	10
Ábrák	
Mellékletek	
A A villámáram rögzített jellemzőinek alapjai (tájékoztatás)	22
B A villámáram időfüggvénye számítási célokra (tájékoztatás)	25
C A villámáram leképezése vizsgálati célokra (tájékoztatás)	29
D Elektromágneses csatolási folyamatok (tájékoztatás)	33
E Védelmi program (tájékoztatás)	35

BEVEZETÉS

E szabvány szükségességét a sokféle elektronikus rendszer egyre növekvő száma indokolja, beleértve a számítógépeket, távközlési berendezéseket, szabályozórendszereket stb. (e szabvány ezeket összefoglalóan információs rendszereknek nevezi). Ezeket a rendszereket a kereskedelem és az ipar számos ágában használják, beleértve a nagy értékű, nagy méretű és nagy bonyolultságú, folyamatirányító számítógépekkel vezérelt üzemeket, ahol egy villámcsapás által okozott üzemzavarnak mind pénzügyi, mind biztonsági szempontból rendkívül súlyos következményei lehetnek.

A különböző létesítmények villámcsapás elleni védelmének általános elveit az IEC 1024-1 tartalmazza. Ez az alapszabvány azonban nem foglalkozik a villamos és elektronikus rendszerek védelmével. Ez az elektromágneses villámimpulzus (LEMP)¹-szabvány az alapszabványt a rendszervédelem alapjaival egészíti ki.

A félvezetőeszközök sokkal érzékenyebbek a villámtól eredő impulzusokra, mint a korábban használt alkatrészek. Ezen túlmenően, a számítógépeket bonyolult üzemi folyamatok széleskörű szabályozására tervezik a kezelők feladatainak egyszerűsítése céljából és hogy lehetővé tegyék az automatikus folyamatok optimalizálását. A számítógépek biztonsági feladatokat is ellátnak, mint pl. nukleáris reaktorok biztonsági funkcióit.

A villám, mint zavarforrás, nagy energiájú jelenség. Szemben az érzékeny elektronikát tönkretévő néhány mJ energiával, a villámcsapások során több száz MJ energia szabadul fel. A védelem kialakítására ezért ésszerű mérnöki tervezési munkára van szükség. E szabvány tárgyalja a villám csatolási mechanizmusait a tranziens folyamatok alatt, valamint részletezi a tranziens kölcsönhatások csökkentésének alapelveit az információs és hasonló elektronikus rendszerekben.

1 E szabvány a továbbiakban a LEMP (Lightning Electromagnetic Impulse) rövidítést használja

1. Általános elvek

1.1. A szabvány alkalmazási területe és tárgya

Az IEC 1312 sorozatnak ez a szabványa útmutatást ad a létesítményeken vagy létesítményekben lévő információs rendszerek hatékony villámvédelmi rendszerének tervezésére, létesítésére, ellenőrzésére, karbantartására és vizsgálatára.

E szabvány nem vonatkozik az illetékes hatóságok által előírt rendelkezések hatálya alá tartozó járművekre, hajókra, repülőgépekre és tengeri berendezésekre.

Nem vonatkozik e szabvány magára az információs rendszer készülékeire. Azonban irányelveket ad az információs rendszer tervezője és a LEMP elleni védelmi rendszer tervezője közötti együttműködésre az optimális védelem kialakítása érdekében.

1.2. Rendelkező hivatkozások

Az alább említett szabvány olyan előírásokat tartalmaz, amelyeket – a szövegben levő hivatkozások miatt – az IEC 1312 sorozat e szabványának előírásaként kell alkalmazni. E szabvány közzétételekor a hivatkozott szabvány közölt kiadása volt érvényben. Mivel időnként minden szabványt felülvizsgálnak, ezért az IEC 1312 sorozat e szabványa alapján szerződő felek érdeke, hogy megvizsgálják az említett szabvány legújabb kiadásának alkalmazhatóságát. A mindenkor érvényes nemzetközi szabványokat az IEC és az ISO tagtestületei tartják nyilván.

IEC 1024-1:1990 Létesítmények villámvédelme – 1. rész: Általános alapelvek

1.3. Fogalommeghatározások

Az IEC 1312 sorozat e szabványa szempontjából az IEC 1024-1-ben meghatározott, valamint a következőkben meghatározott további fogalmak érvényesek:

1.3.1. Összekötő hálózat: Vezetőkből álló hálózat, amely a rendszerben lévő testeket* köti össze egymással.

1.3.2. Közös földelőrendszer: A létesítménynek a rendszer földeléséhez csatlakozó összes, egymással összekötött fémszerkezete, a külső villámvédelmi rendszert (LPS = Lightning Protection System) is beleértve.

1.3.3. Földelési referenciapont (EPR = Earthing Reference Points): A közös földelőrendszer és a rendszer összekötő hálózata közötti egyetlen csatlakozási pont.

1.3.4. Környezeti zóna: Az a zóna, amelyre az elektromágneses feltételek vonatkoznak.

1.3.5. Egyenpotenciálú össze csatolás: Az IEC 1024-1-ben meghatározott csatlakoztatások fémes kötással vagy túlfeszültség-levezető eszközzel az IEC 1024-1 3.1.1. szakasza szerint.

1.3.6. Villámáram: Áram a becsapási pontban.

1.3.7. Elektromágneses villámimpulzus (LEMP): Zavarforrás, a mágneses villámimpulzus árama és erőtere.

1.3.8. Villámvédelmi zóna (LPZ = Lightning Protection Zone): Az a térrész, ahol a villám elektromágneses hatásait kell meghatározni és szabályozni.

1.3.9. Helyi EPH-sín: Összekötő sín a szomszédos zónák határán.

1.3.10. Tartós kisülés: Olyan kisülés, amelynél az áram időtartama (a homlokon lévő 10 %-os értéktől a háton lévő 10%-os értékig figyelembe vett idő) néhányszor 10 ms-tól 1 s-ig terjed (lásd az 1. ábrát).

* Lásd az MSZ 2364-200 2.3.2. szakaszát

1.3.11. **Rövid idejű kisülés:** Olyan kisülés, amelynél az áramhullám lefutásának félértékideje kisebb, mint 1 ms (lásd az **1. ábrát**).

1.3.12. **Túlfeszültségvédelmi eszköz (SPD = Surge Protection Device):** A hálózaton továbbterjedő túlfeszültségeket és áramokat korlátozó eszköz, pl. az IEC 1024-1-ben meghatározott túlfeszültség-levezető eszközök, továbbá szikraközök, varisztorok, diódák, szűrők stb.

2. A zavarforrás

2.1. A villámáram, mint zavarforrás

A villámvédelmi rendszerben és a vele összekötött berendezésekben fellépő árameloszlás matematikai becslése céljából a villámáramot létrehozó forrást áramgenerátornak kell tekinteni, amely a villámvédelmi rendszer vezetőiben és a vele összekötött fémszerkezetekben ugyanakkora áramot hoz létre, mint a több kisülésből álló villám.

Ez a vezetési áram, valamint a villámcsapás árama okozza az elektromágneses zavarokat. Az elektromágneses csatolási folyamatokat a **D melléklet** részletezi.

2.2. A villámáram jellemzői

Leképezési célból fel kell tételezni, hogy a villámáram a villámcsapás egyes szakaszainak megfelelően a következő összetevőkből áll (lásd a **2. ábrát**):

- egy pozitív vagy negatív polaritású első kisülésből;
- egy negatív polaritású ismételt kisülésből;
- egy pozitív vagy negatív polaritású tartós kisülésből.

A villámáram jellemzői a becsapás pontjában, a különböző védelmi szintekre az alábbi táblázatokban találhatók:

- **1. táblázat** az első kisülésre;
- **2. táblázat** az ismételt kisülésre;
- **3. táblázat** a tartós kisülésre.

A meghatározások az **1. ábrán** láthatók.

Az előzőek szerint rögzített villámáram-jellemzők az **A mellékletben** megadott feltételeken alapulnak.

A számítási célra alkalmazható villámáram-időfüggvény a **B mellékletben** található.

A vizsgálati célokra használható villámáram leképezését a **C melléklet** tartalmazza.

3. Villámvédelmi zónák

A védendő teret villámvédelmi zónákra (LPZ) kell osztani, amelyekben meg kell határozni a különböző LEMP-hatásoknak kitett térrészeket és a zónahatárokon ki kell jelölni az összecsatolási pontokat.

A zónákra az a jellemző, hogy határaikon az elektromágneses jellemzőkben jelentős változás következik be.

3.1. A zónák meghatározása

LPZ 0A: Az a zóna, ahol a berendezések közvetlen villámcsapásnak vannak kitéve, és ezért a teljes villámáramot kell vezetniük. Ebben a zónában az elektromágneses erőter csillapítatlanul létrejön.

LPZ 0B: Az a zóna, ahol a berendezések nincsenek közvetlen villámcsapásnak kitéve, de az elektromágneses erőter csillapítatlanul létrejön.

LPZ 1: Az a zóna, ahol a berendezések nincsenek közvetlen villámcsapásnak kitéve és a zónán belül az áram minden vezetőszerkezetben korlátozva van a 0B zónához képest. Ebben a zónában az árnyékolástól függően az elektromágneses erőter is csillapítva lehet.

További zónák (LPZ 2, stb): Amennyiben a vezetett áramok és/vagy elektromágneses erőter további csökkentésére van szükség, újabb zónákat kell bevezetni. Az ezekkel a zónákkal kapcsolatos követelményeket a védendő rendszer által megkövetelt környezeti zónák határozzák meg.

Általában, minél nagyobb a zóna száma, annál kisebbek az elektromágneses környezeti jellemzők értékei.

Az egyes zónák határain, az ott áthaladó összes fémszerkezetet össze kell kötni egymással, és lehetőség szerint árnyékolásról kell gondoskodni.

MEGJEGYZÉS:

Az összecsatolásokat az LPZ 0_A, LPZ 0_B és LPZ 1 zónák határain az IEC 1024-1 3.1. szakasza határozza meg.

Az elektromágneses erőteret egy létesítményen belül befolyásolják a nyílások, pl. az ablakok, a fémtárgyakban (pl. összekötő-sínekben, csövekben, kábelköpenyekben) folyó áramok, valamint a kábelek, vezetékek nyomvonala.

A védendő tér különböző villámvédelmi zónákra való felosztásának általános alapelvét a 3. ábra mutatja.

A 4. ábra példát mutat egy létesítmény néhány zónára való felosztására. Itt az összes erősáramú és jelátviteli kábel és vezeték egy ponton lép be a védett térrészbe (LPZ 1), ahol össze vannak csatolva az LPZ 0_A, LPZ 0_B és az LPZ 1 határán lévő 1-es EPH-sínnel. Az LPZ 1 és LPZ 2 határán a kábelek és vezetékek a 2-es belső EPH-sínnel is össze vannak csatolva. Ezenkívül a létesítmény 1-es külső árnyékolása össze van kötve az 1-es EPH-sínnel, a 2-es belső árnyékolás pedig a 2-es EPH-sínnel. Ahol kábelek vagy vezetékek lépnek át egyik zónából a másikba, a határon mindenütt el kell végezni az összecsatolást. Az LPZ 2 úgy van kialakítva, hogy a villámáram részben se hatoljon be ebbe a térrészbe, és ne haladjon rajta keresztül.

3.2. Földelési követelmények

A földelésnek meg kell felelnie az IEC 1024-1 követelményeinek.

Ha egymáshoz közel eső létesítményeket erősáramú és jelátviteli kábelek vagy vezetékek kötnek össze, akkor a földelőrendszereket kölcsönösen össze kell csatolni egymással, és ajánlatos több párhuzamos utat kiépíteni, hogy a kábelekben és vezetékekben folyó áramok csökkenjenek. A hurkolt (hálós) földelőrendszer ezt a követelményt kielégíti.

A villámáram hatásait tovább csökkenti pl. ha a kábeleket és vezetékeket fémcsőben vagy hálós vasalású beton kábelcsatornában helyezik el, melyek a hurkolt földelőrendszer részét képezik.

Az **5. ábra** a hurkolt földelőrendszer kialakítására mutat jellegzetes példát egy torony és a mellette lévő épület esetén.

3.3. Árnyékolási követelmények

Az árnyékolás hatékonyságának becsléséhez a villámáram **B5. ábrán** megadott amplitúdósűrűségét és az annak megfelelő mágneses tér amplitúdósűrűségét kell figyelembe venni.

Az elektromágneses zavarás elsősorban árnyékolással csökkenthető.

A **6. ábra** az árnyékolás és a nyomvonal kialakításának elvi lehetőségeit mutatja az indukciós hatások csökkentése érdekében:

- külső árnyékolás,
- a nyomvonal megfelelő kialakítása,
- a kábelek és vezetékek árnyékolása.

Ezek a módszerek egymással kombinálhatók.

Az elektromágneses környezet javítása érdekében a létesítménnyel kapcsolatos összes nagyobb kiterjedésű fémszerkezetet össze kell kötni egymással és a villámvédelmi rendszerrel, pl.: a fémborítású tetőket és homlokzatokat, a vasbeton szerkezetek acélbetéteit, a fém ajtó- és ablakkereteket (lásd a **7. ábrán** látható példát, ahol a háló osztása néhányszor tíz cm).

Amennyiben árnyékolt kábelek vagy vezetékek haladnak a védendő térben, az árnyékolást legalább a két végükön, illetve a villámvédelmi zónák (LPZ) határainál össze kell csatolni a földelőrendszerrel.

Különálló létesítmények között húzódó kábeleket és vezetékeket fém kábelcsatornába, pl. fémcsövekbe vagy hálós vasalású beton kábelcsatornába kell fektetni, ezeknek a teljes hosszukban összefüggő vezetőknek kell lenniük és be kell kötni őket a különálló létesítmények EPH-síneibe is. Ezekkel a sínekkel össze kell csatolni a kábelek és vezetékek árnyékolását. A fém kábelcsatorna használatát el lehet kerülni, ha a kábel és vezeték árnyékolása alkalmas a várható villámáramok vezetésére.

3.4. Összecsatolási követelmények

Az összecsatolás célja a potenciálkülönbségek csökkentése a fém alkatrészek között és a rendszereken belül a villámcsapás ellen védendő térben.

A villámvédelmi zónák határain össze kell csatolni a határokat keresztező, fémből készült alkatrészeket és rendszereket, valamint az egy zóna belsejében lévő fém alkatrészeket és rendszereket is. Az EPH-sínekhez összekötő vezetőkkel és szorítókkal vagy ahol szükséges, túlfeszültségvédelmi eszközökkel kell csatlakozni (lásd a 8. ábrát, ahol a földelővezető is be van kötve).

3.4.1. Összecsatolás a villámvédelmi zónák határain

3.4.1.1. Összecsatolás az LPZ 0_A, 0_B és az 1 villámvédelmi zónák határán

Az összecsatolást a létesítménybe belépő összes vezető esetében végre kell hajtani.

Ha a külső vezetőképes részek, valamint az erősáramú és a jelátviteli kábelek és vezetékek különböző helyen lépnek be a létesítménybe és így több EPH-sínt kell kialakítani, ezeket egy gyűrűföldelővel a lehető legrövidebb úton össze kell kötni a vasbetonszerkezetek acélbetéteivel, illetve a fémhomlokzattal (lásd a 9. ábrát). Ha korábban nem alakítottak ki gyűrűföldelőt, akkor ezeket az EPH-sínek egyedi földelőkhöz kell csatlakoztatni és egy belső vezetőgyűrűt (vagy rész-gyűrűt – lásd a 10. ábrát) alkalmazva össze kell kötni egymással. A talajszint felett belépő külső vezetőképes részek esetében az EPH-sínek falon kívül vagy belül kialakított vízszintes vezetőgyűrűhöz kell csatlakoztatni, amelyet a villámhárító levezetőivel, valamint a vasbeton acélbetétekkel (ha vannak) össze kell kötni (lásd a 11. ábrát).

Célszerű, ha a külső vezetőképes részek, valamint az erősáramú és a jelátviteli kábelek és vezetékek a föld felszínén, azonos ponton lépnek be a létesítménybe (példaként lásd a 12. ábrát). Ez különösen akkor fontos, ha az épületszerkezet árnyékoló hatása csekély. A belépési pontnál lévő EPH-sínt a lehető legrövidebb úton össze kell kötni a földelővel, valamint az acélbetétekkel (ha vannak).

A vezetőgyűrűt általában 5 m-enként össze kell kötni az acélbetétekkel vagy más árnyékoló elemekkel, pl. a fém homlokzattal. A legkisebb méretek az IEC 1024-1 6. táblázatában találhatók. A réz vagy horganyozott acél EPH-sínek keresztmetszete nem lehet kisebb 50 mm²-nél.

6. táblázat: A villámáram jelentős részét vezető összekötések legkisebb méretei (IEC 1024-1:1990)

Védelmi szint	Anyag	Keresztmetszet (mm ²)
I-IV	Cu	16
	Al	25
	Fe	30

Információs rendszereket tartalmazó létesítményeknél, ahol a LEMP hatását a legkisebb értéken kell tartani, az EPH-sín célszerűen egy fémlap, amely többszörösen össze van kötve a beton acélbetéttel vagy más árnyékoló elemekkel.

Az LPZ 0_A és LPZ 1 villámvédelmi zónák határain az összecsatolások megvalósításához használt összekötő szerelvényeknek és túlfeszültségvédelmi eszközöknek meg kell felelniük az 1. és 3. táblázatokban meghatározott áramjellemzőknek, többszörös vezető esetén figyelembe véve az árammegoszlást is.

Az LPZ 0_B és LPZ 1 villámvédelmi zónák határain az összecsatolások megvalósításához használt összekötő szerelvények és túlfeszültségvédelmi eszközök kiválasztásához az áram jellemzőit minden esetben külön ki kell számítani.

Az LPZ 0_B villámvédelmi zónában lévő külső vezetőképes részekben indukált áram keletkezhet és a villámáramnak egy kis része is megjelenhet.

A létesítménybe a földfelszínen belépő külső vezetőképes részekre, valamint az erősáramú és a jelátviteli kábelekre és vezetékekre ki kell számítani az összecsatolás helyén fellépő villám-részáramot. Ezt az alábbiak szerint lehet elvégezni.

Ha konkrét egyedi számításra nincs lehetőség, fel lehet tételezni, hogy az i teljes villámáram 50%-át a létesítmény villámvédelmi rendszere levezeti a földbe és a másik 50 %-a, i_s pedig eloszlik a létesítménybe belépő közműhálózatok (pl. külső vezetőképes részek, erősáramú és jelátviteli kábelek és vezetékek, stb.) között. Az egyes közműhálózatokon megjelenő áram értékét, i_j -t az i_s/n összefüggéssel lehet megkapni, ahol n a szóba jöhető, előbb említett közműhálózatok száma (lásd a 13. ábrát). Az árnyékolatlan kábelek és vezetékek egyes ereiben folyó i_v számítására, az i_j áramot el kell osztani m -el, az erek számával, azaz $i_v = i_j / m$.

Árnyékolt kábelek és vezetékek esetén az áram az árnyékolásban folyik.

Háztartások esetén n meghatározásánál a távközlési vonalat figyelmen kívül lehet hagyni, mivel az nem befolyásolja a többi közműhálózaton vezetett áram nagyságát. Mindazonáltal a távközlési vonalat is össze kell csatolni, és az össze csatlósítás tervezésekor legkisebb várható terhelésként az i villámáram 5%-át kell figyelembe venni.

Az összekötő vezetékek keresztmetszetére az IEC 1024-1 6. és 7. táblázatai vonatkoznak. A 6. táblázatot akkor kell alkalmazni, ha a villámáramnak legalább a 25%-a a külső vezetőképes részekben át folyik; ha ez az áram kisebb, mint a villámáram 25%-a, akkor a 7. táblázatot kell használni.

7. táblázat: A villámáram kis részét vezető összekötések legkisebb méretei (IEC 1024-1:1990)

Védelmi szint	Anyag	Keresztmetszet (mm ²)
I-IV	Cu	6
	Al	10
	Fe	16

A túlfeszültségvédelmi eszközöknek el kell tudni viselni a rész-villámáramot, meg kell felelniük a rajtuk eső legnagyobb feszültség hullám által támasztott többlet követelményeknek, valamint képesnek kell lenniük a hálózatból utánfolyó áram megszakítására.

A létesítmény belépési pontján megjelenő feszültség hullám legnagyobb értékének, u_{max} -nak összhangban kell lennie a létesítményben lévő rendszerek túlfeszültségtűréseivel.

Az u_{max} kielégítően kis értékének elérése céljából a hálózatokat a lehető legrövidebb vezetékekkel kell az EPH-sínhez csatlakoztatni (lásd a 14. ábrát, ahol az u_A és az u_L értékeit, melyek nem szükségszerűen egyidejűleg jelennek meg, az u_{max} értéke alatt kell tartani).

3.4.1.2. Össze csatlósítás a további villámvédelmi zónák határán

Az LPZ 0_A, 0_B és 1 villámvédelmi zónák határán létesítendő össze csatlósítás általános alapelvei a további zónák határain is alkalmazhatók.

A villámvédelmi zónák határain áthatoló minden vezetőképes részt, valamint az erősáramú és a jelátviteli kábeleket és vezetékeket a határon össze kell csatolni. Az össze csatlósításra a helyi EPH-sínt kell használni, amelyhez az árnyékoló elemeket és más helyi fémszerkezeteket (pl. a készülékek fémtokozását) is hozzá kell kötni.

Az összekötő szerelvények és a túlfeszültségvédelmi eszközök kiválasztásához az áram jellemzőit egyedileg kell kiszámítani. A villámvédelmi zóna határán megjelenő legnagyobb feszültség hullám értékét össze kell hangolni a zónában lévő rendszerek túlfeszültség-tűréseivel. Figyelembe kell venni a különböző zónahatárokon beépített túlfeszültségvédelmi eszközök energiaelnyelő-képességét is.

3.4.2. Össze csatlósítás a védendő térben

3.4.2.1. A belső vezetőképes részek összekötése

Minden jelentős kiterjedésű belső vezetőképes részt, mint pl. a felvonósíneket, darukat, fémpadlókat, fém ajtókereteket, csővezetékeket, kábellétrákat, a lehető legrövidebb úton össze kell kötni a legközelebbi EPH-sínnel vagy más, már bekötött fémszerkezettel. Előnyös a vezetőképes részek további többszörös összekötése.

Az összekötő vezetékek keresztmetszetére az IEC 1024-1 **7. táblázata** vonatkozik.

Az összekötő elemekben várhatóan a teljes villámáramnak csak egy kis része folyik.

3.4.2.2. Információs rendszerek összeecsatolása

Ahhoz, hogy kis induktivitású, hurkolt földelőrendszer jöjjön létre, a fémszerkezeteket össze kell kötni a létesítmény közös földelőrendszerével, amely a külső villámvédelmi rendszert is tartalmazza (lásd a 3.4.2.1. szakaszt).

Az információs rendszerekben a testek számára összekötő hálózatot kell kiépíteni. Az összekötő hálózat elméletileg nem igényel földelést, de itt minden összekötő hálózatot földeltnek tekintünk.

A **15. ábrán** két elvi megoldás látható az információs rendszerek fémlemei, pl. szekrények, házak, állványok és a létesítmény közös földelése közötti összekötésre.

Az összekötő hálózat kétféle alapfelépítése közül az egyiket kell választani (**15. ábra**):

- sugaras elrendezés, **S** típus;
- hurkolt elrendezés, **M** típus.

Az **S** típusú összekötő hálózat alkalmazása esetén az összekötési pont kivételével a rendszer összes fémlemezét kielégítően el kell szigetelni a közös földelőrendszer elemeitől.

Az **S** típusú összekötő hálózat általában olyan, viszonylag kis, helyileg zárt rendszerek esetén alkalmazható, ahol az összes közművezetékek, a villamos kábelek és vezetékek egy ponton lépnek be az információs rendszerbe.

Az **S** típusú összekötő hálózatot egyetlen ponton, a földelési referenciapontnál kell bekötni a közös földelőrendszerbe, és így **Ss** típusú hálózat képződik (**15. ábra**). Ilyen esetben is az indukciós hurkok elkerülése céljából az egyes készülékek közötti összes kábelnek és vezetéknek, az összekötő vezetékekkel párhuzamosan, a sugaras elrendezést követve kell haladniuk. Az egyetlen összekötési pont miatt ilyenkor nem hatolhatnak be az információs rendszerbe villámcsapásból származó kisfrekvenciás áramok, továbbá nem alakulhatnak ki az információs rendszeren belüli kisfrekvenciás zavarforrások által okozott földáramok. Ez az egyetlen összekötési pont a túlfeszültségvédelmi eszközök csatlakoztatási pontjaként is ideális a vezetett túlfeszültségek korlátozására.

M típusú összekötő hálózat esetén a rendszer fémlemeit nem kell a közös földelőhálózat elemeitől elszigetelni. Az **M** típusú összekötő hálózatot több ponton kell a közös földelőhálózattal összekötni, és így **Mm** típusú hálózat keletkezik.

Az **M** típusú összekötő hálózat általában a viszonylag kiterjedt, nyitott rendszerek esetén alkalmazható, ahol az egyes készülékek között sok kábel és vezeték halad, és ahol a közművezetékek, villamos kábelek és vezetékek több ponton lépnek be az információs rendszerbe.

Így még nagy frekvenciák esetén is kis impedanciájú hálózat alakul ki. Ezenkívül az összekötő hálózatban lévő többszörös rövidrezárt hurkok, mint a mágneses teret korlátozó hurkok hatnak, és így csökkentik az eredeti mágneses teret az információs rendszer környezetében.

Összetett rendszerekben a kétféle típus (**M** és **S** típus) előnyeit kombinálni lehet, mint azt a **16. ábra** mutatja.

A **16. ábrán** látható 1. változat szerint egy **S** típusú helyi összekötő hálózat csatlakoztatható egy hálós elrendezéshez.

Továbbá egy **M** típusú helyi összekötő hálózat a földelési referenciapontnál csatlakozhat a közös földeléshez (a **16. ábra** 2. változata). Ilyenkor a helyi összekötő hálózat minden fémlemezét, valamint az egyes készülékeket kielégítően el kell szigetelni a közös földelés elemeitől és az összes közművezetéknek, villamos kábelnek és vezetéknek a földelési referenciapontnál kell belépnie a rendszerbe.

Az összekötő hálózatot általában, de nem szükségszerűen a villámvédelmi zónák határain kell összekötni a közös földeléssel.

1. táblázat: Az első kisülés villámáram-jellemzői

Áramjellemzők (1. ábra)	Védelmi szint		
	I	II	III-IV
Csúcsérték, I (kA)	200	150	100
Homlokidő, T_1 (μs)	10	10	10
Félértékidő, T_2 (μs)	350	350	350
Rövid idejű kisülés töltése, $Q_s^{1)}$ (C)	100	75	50
Fajlagos energia, $W/R^{2)}$ (MJ/Ω)	10	5,6	2,5
1) Az összes rövid idejű kisülés töltését beleértve az adott értékekbe, mivel a teljes töltés Q_s döntő részét az első kisülés tartalmazza. 2) Az összes rövid idejű kisülés fajlagos energiáját beleértve az adott értékekbe, mivel a fajlagos energia W/R döntő részét az első kisülés tartalmazza.			

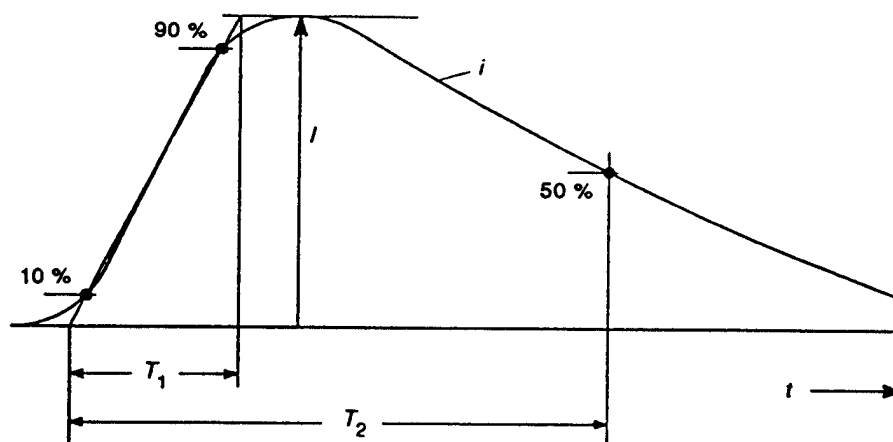
2. táblázat: Az ismételt kisülések villámáram-jellemzői

Áramjellemzők (1. ábra)	Védelmi szint		
	I	II	III-IV
Csúcsérték, I (kA)	50	37,5	25
Homlokidő, T_1 (μs)	0,25	0,25	0,25
Félértékidő, T_2 (μs)	100	100	100
Átlagos meredekség, I/T_1 (kA/μs)	200	150	100

3. táblázat: A tartós kisülés jellemzői

Áramjellemzők (1. ábra)	Védelmi szint		
	I	II	III-IV
Töltés, Q_I (C)	200	150	100
Időtartam, T (s)	0,5	0,5	0,5

Átlagos áram: közelítően Q_I/T

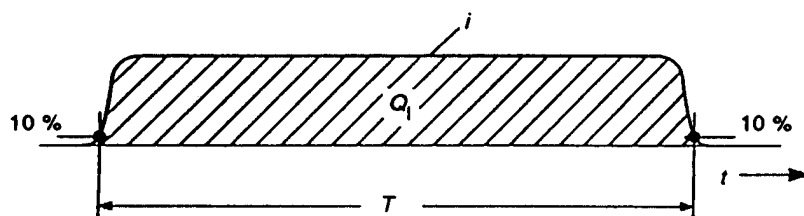


I = az áram csúcserőssége

T_1 = homlokidő

T_2 = félértékidő

1.a ábra: Rövid idejű kisülés

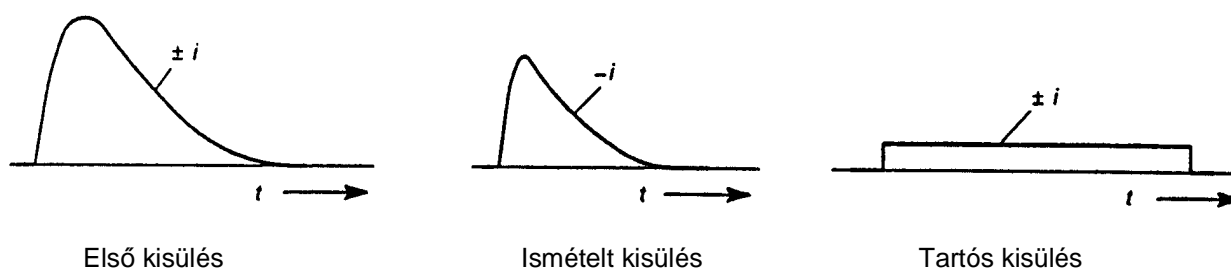


T = időtartam (időtartam a homlokon lévő 10 %-os értéktől a háton lévő 10 %-os értékig)

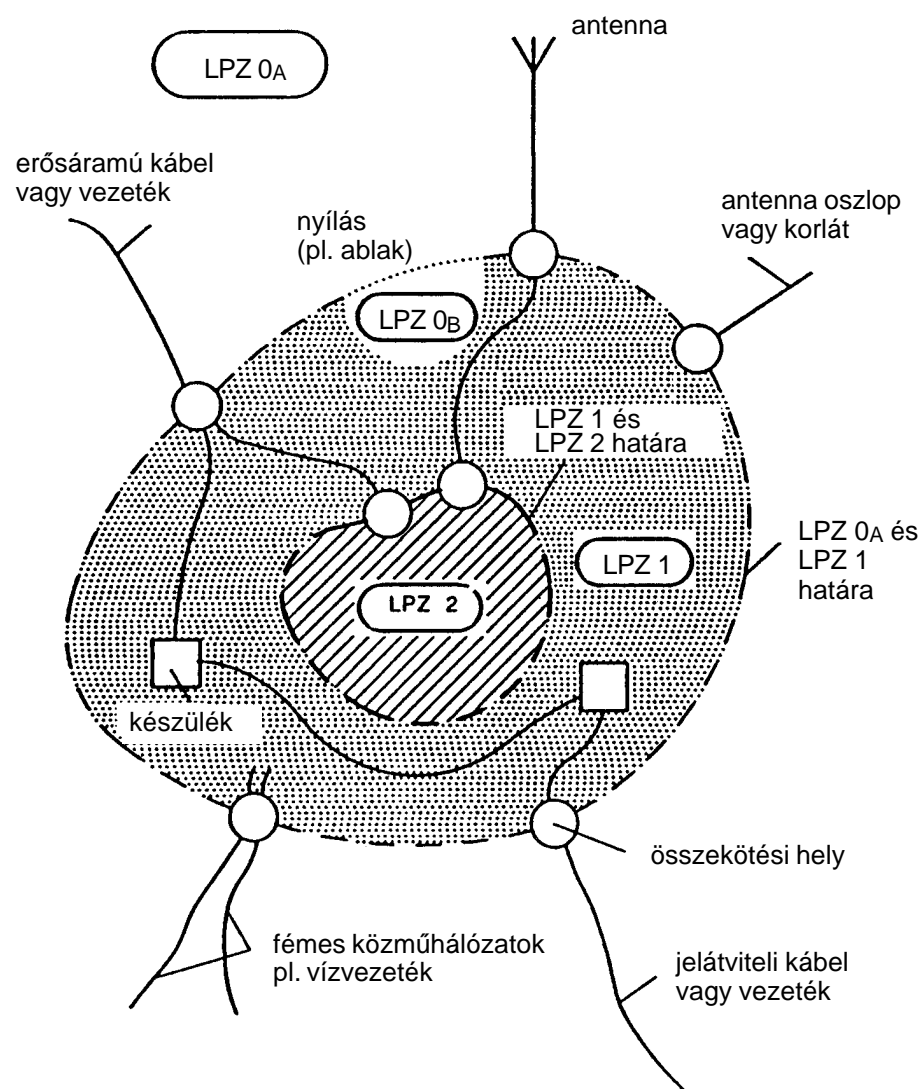
Q_1 = a tartós kisülés töltése

1.b ábra: Tartós kisülés

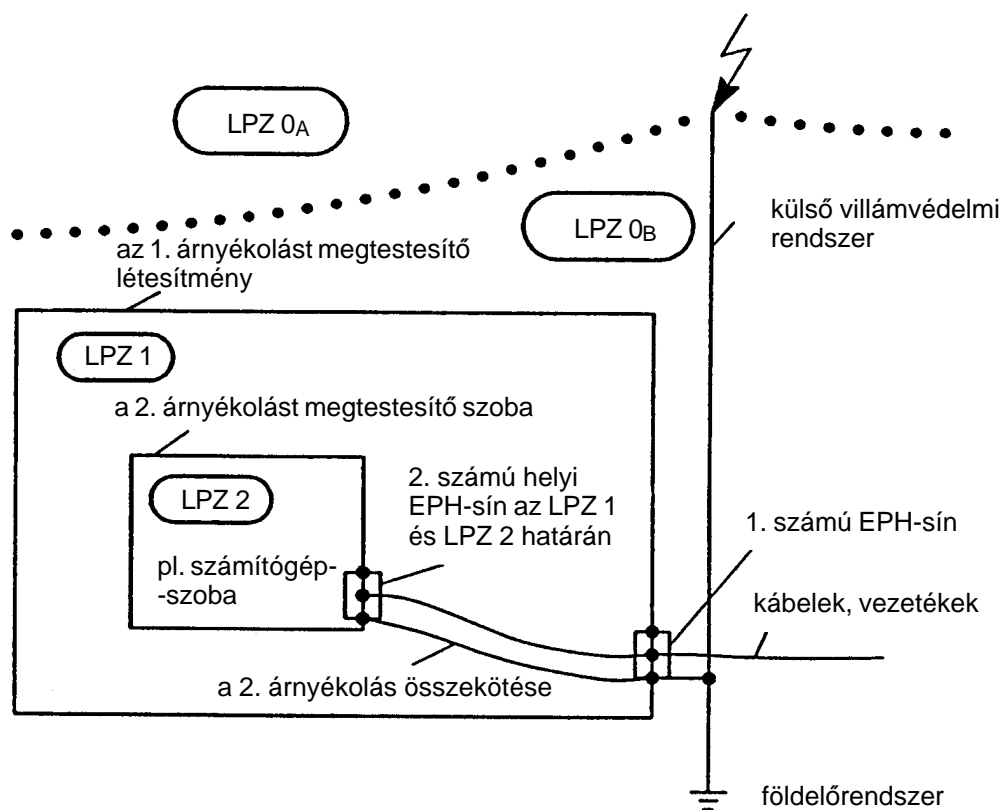
1. ábra: A kisülési jellemzők meghatározása



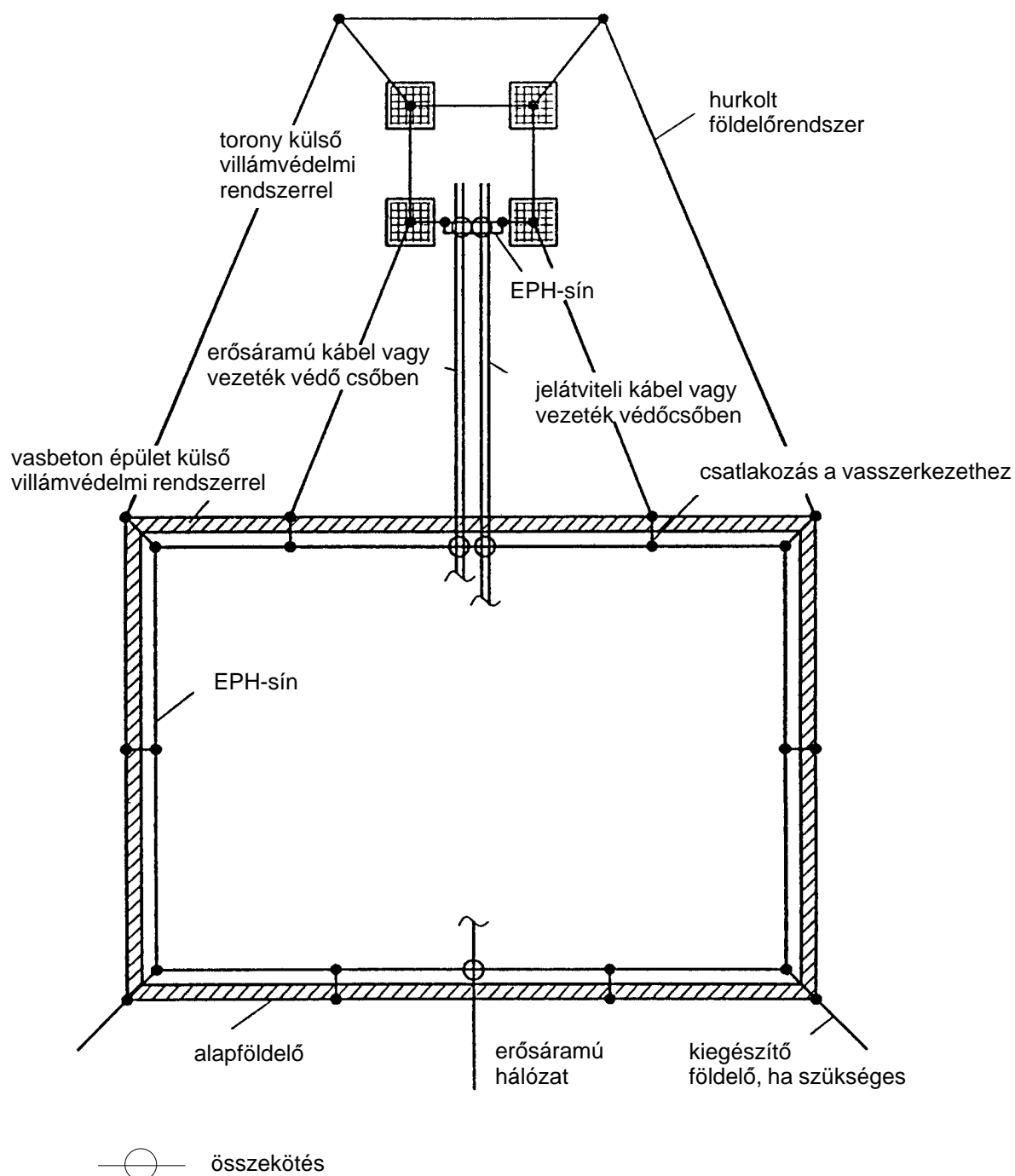
2. ábra: A villámcsapás kisülései



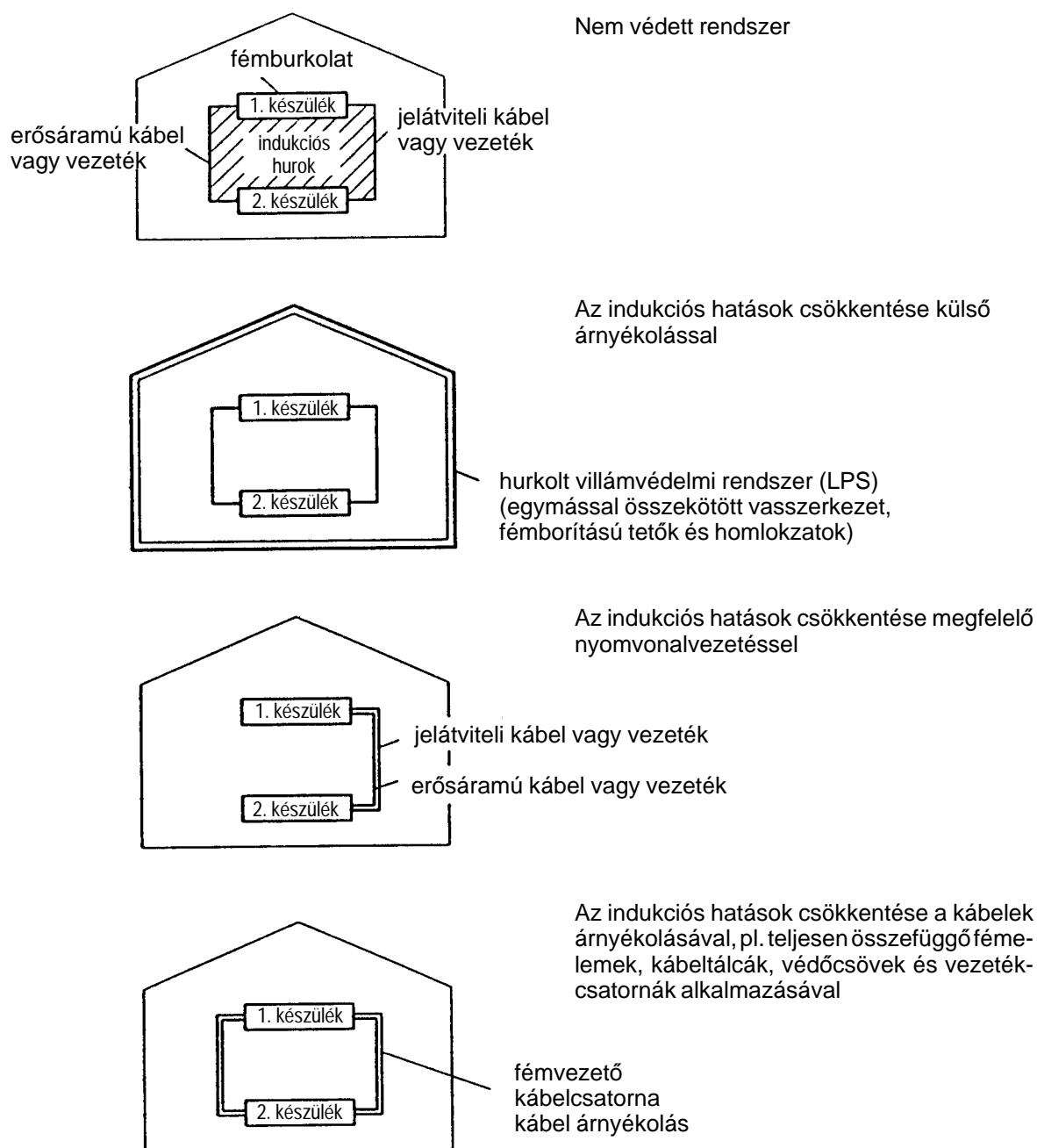
3. ábra: A védendő tér különböző villámvédelmi zónákra (LPZ) osztásának alapelve



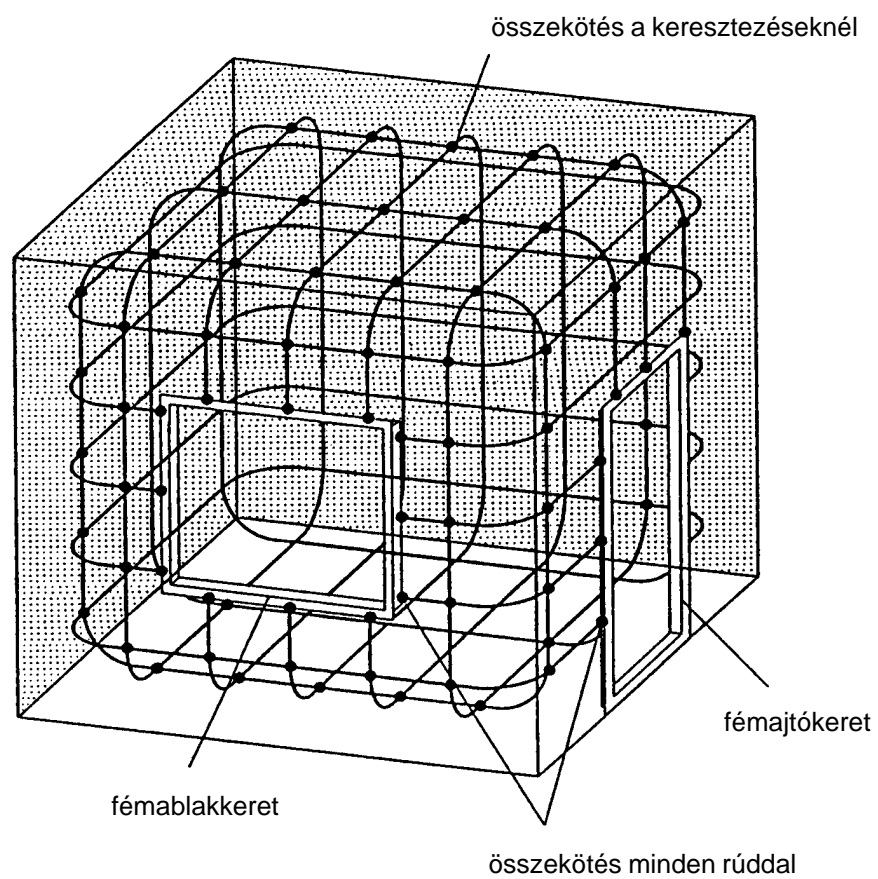
4. ábra: Példa egy létesítmény különböző villámvédelmi zónákra (LPZ) osztására és a megfelelő összekötésekre



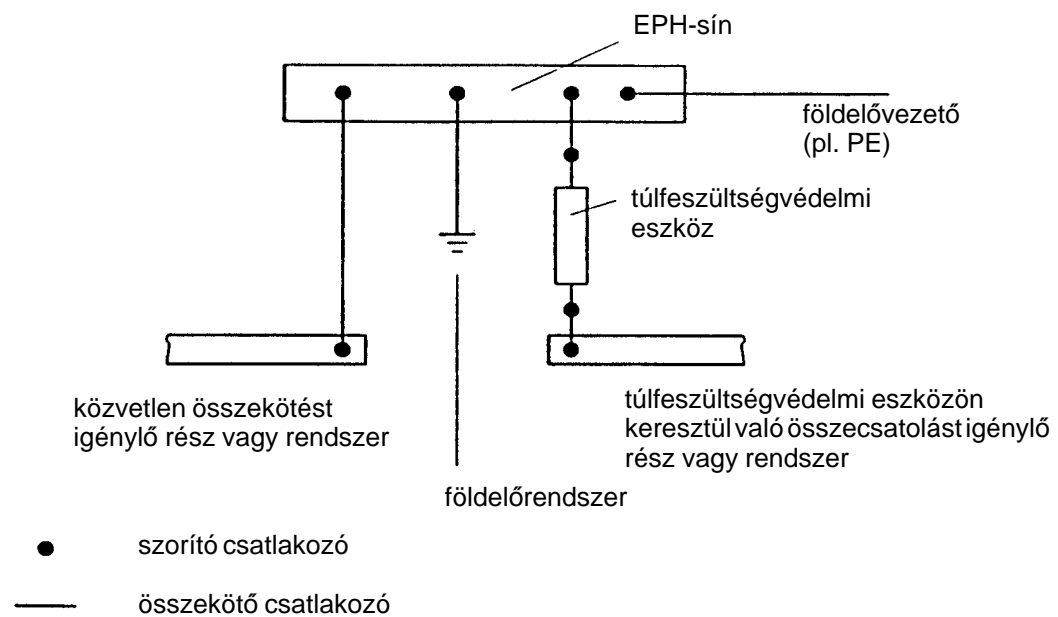
5. ábra: Példa hurkolt földelésre



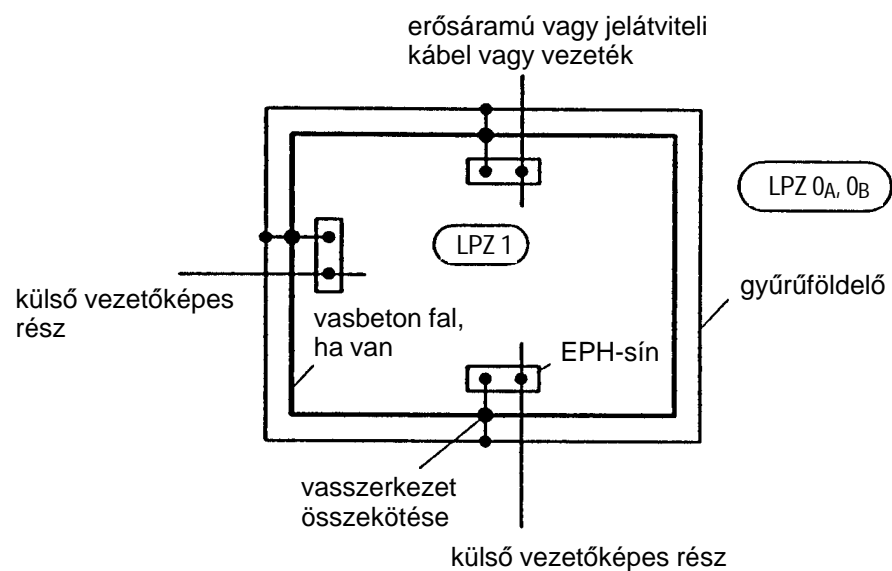
6. ábra: Az árnyékolás és a nyomvonalvezetés lehetőségei



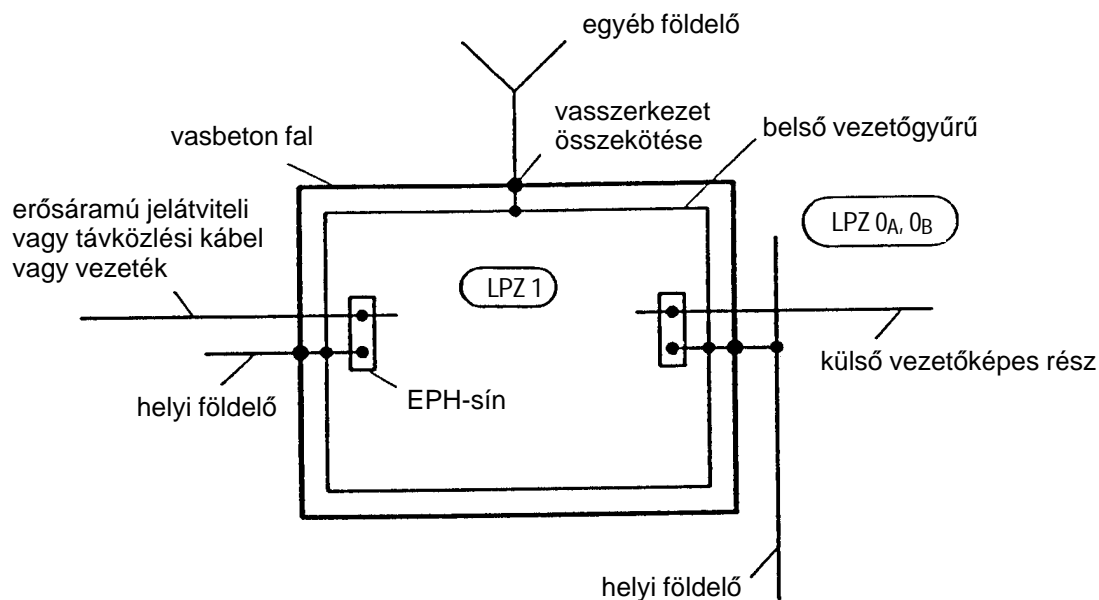
7. ábra: Példa a belső mágneses tér csökkentésére a betonvas szerkezet és a fémkeretek összekötésével



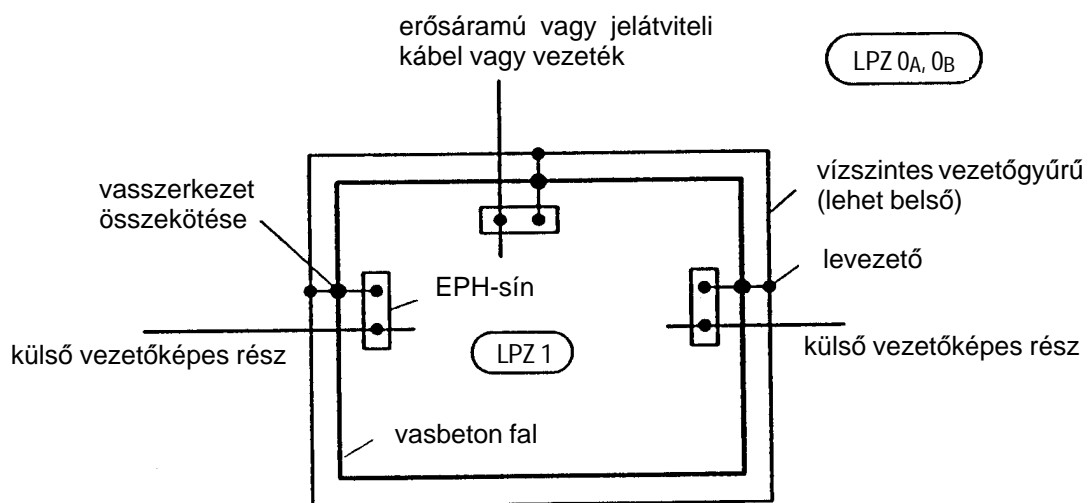
8. ábra: A vezetőképes részek vagy a villamos rendszerek összecsatolása az EPH-sínnel



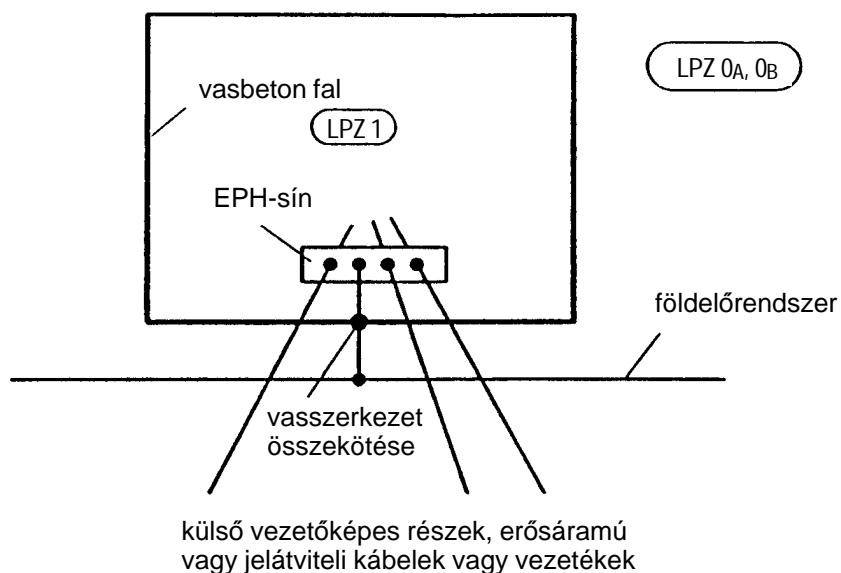
9. ábra: Összekötés a talajszinten több ponton belépő külső vezetőképes részek esetén, gyűrűföldelőt alkalmazva



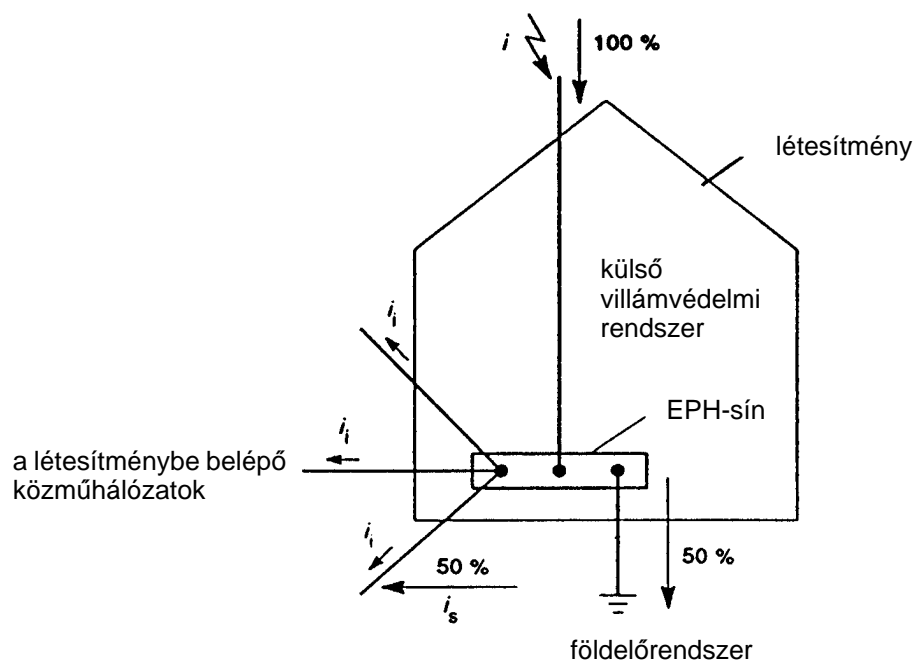
10. ábra: Összekötés a talajszinten több ponton belépő külső vezetőképes részek esetén, belső vezetőgyűrűt alkalmazva



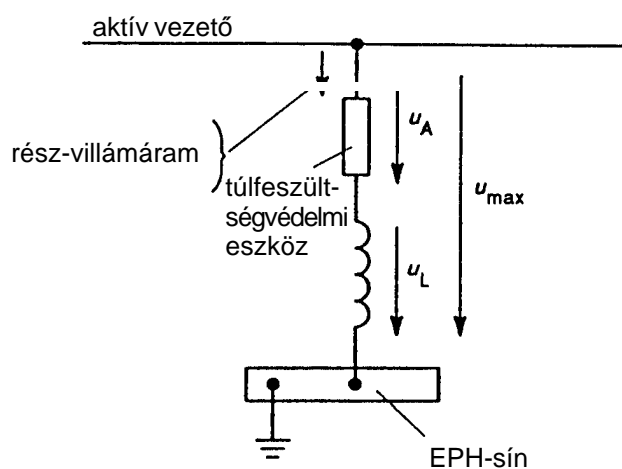
11. ábra: Összekötés a talajszint felett több ponton belépő külső vezetőképes részek esetén



12. ábra: Összezsatolás az épületbe egyetlen ponton belépő külső vezetőképes részek esetén

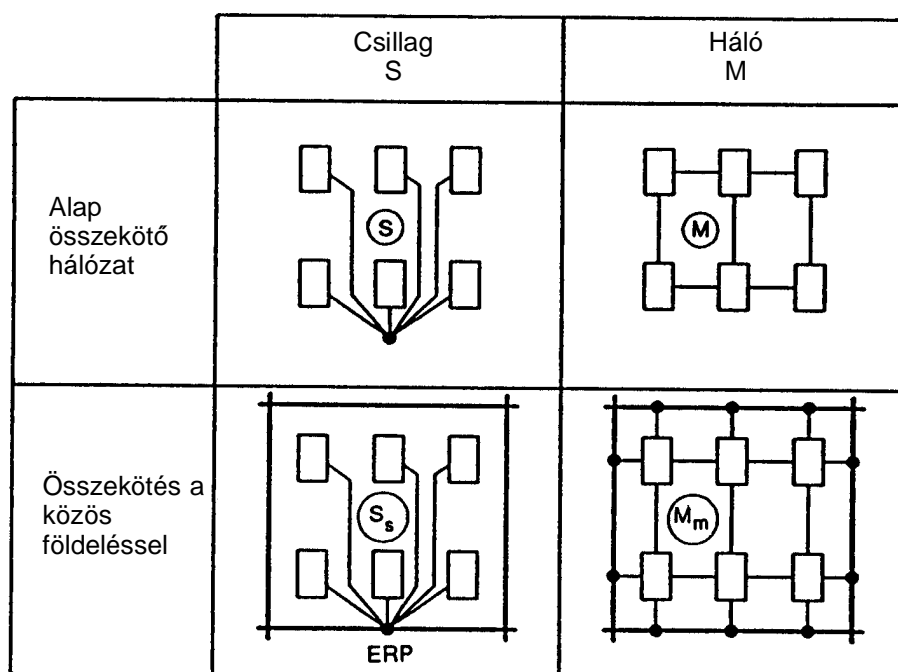


13. ábra: A villámáram eloszlása a létesítménybe belépő közműhálózatok között



U_A = A túlfeszültségvédelmi eszköz megszólalási feszültsége
 U_L = Induktív feszültség
 U_{max} = Legnagyobb túlfeszültség az aktív vezető és az EPH-sín között

14. ábra: Túlfeszültség egy aktív vezető és az EPH-sín között

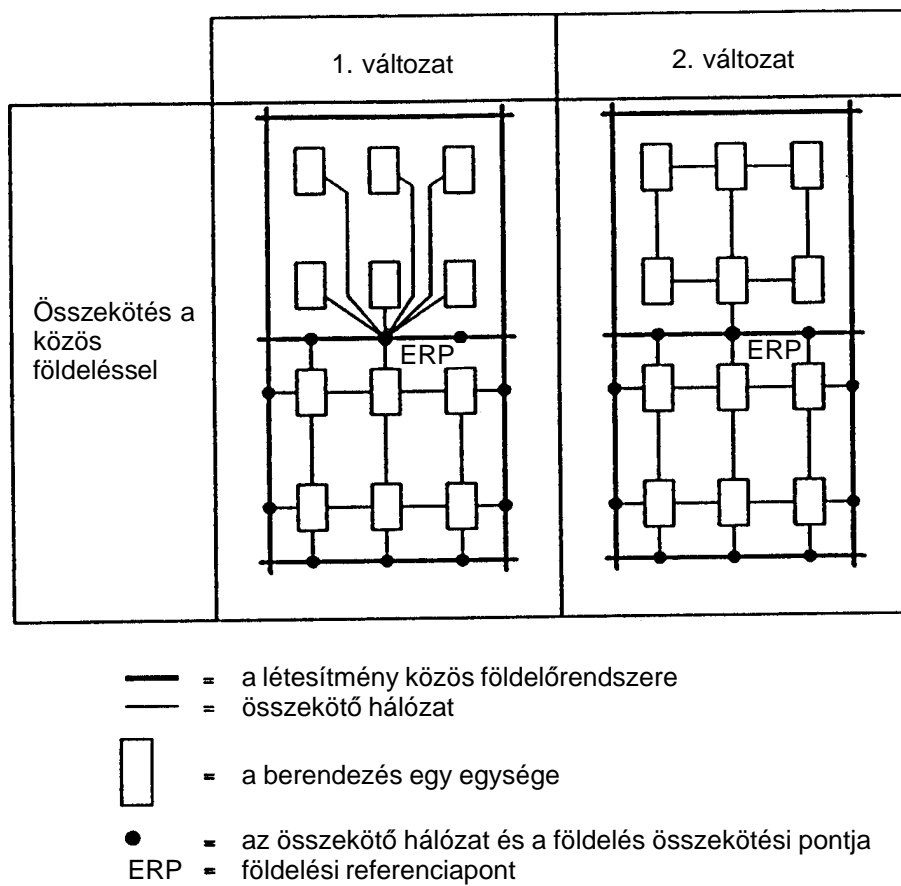


— = a létesítmény közös földelőrendszere
 — = összekötő hálózat

= a berendezés egy egysége

● = az összekötő hálózat és a földelés összekötési pontja
 ERP = földelési referenciapont

15. ábra: Információs rendszerek összekötésének alpmódszerei



16. ábra: Információs rendszerek összekötési módszereinek kombinációi

A melléklet
(tájékoztató)

A villámáram rögzített jellemzőinek alapjai

A1. A jellemzők előfordulási gyakorisága

A villámáramnak a **2.2. szakaszban** rögzített jellemzői a CIGRE-nek az ELECTRA 41(1975) és 69(1980) számaiban közölt eredményein alapulnak.

Az **A1. ábrán** néhány jellemző előfordulási gyakorisága látható. Az előfordulási gyakoriságok alapvetően függetlenek egymástól.

A2. Első kisülés és tartós kisülés

Az **1. táblázat** kombinálja az áramjellemzőket, a töltést, az energiát és az időtartamot, mivel ezek a jellemzők dominálnak minden kármechanizmusban. Első közelítésben feltehetjük, hogy a becsapások 10%-a pozitív, 90%-a pedig negatív. A figyelembe veendő I , Q és W/R jellemzők legnagyobb értékeit, a kis részarányuk ellenére, az első kisülésből és tartós kisülésből álló pozitív becsapások határozzák meg. Ha az I. védelmi szintnek megfelelően a becsapások kb. 99%-át kell számításba venni, akkor a 10 %-nál kisebb gyakoriságú pozitív kisülések határozzák meg a villámáram I csúcsértékének, a becsapás Q_f , valamint a rövid idejű kisülés Q_s töltésének és a W/R fajlagos energiának a legnagyobb értékeit. (A negatív becsapások 1%-os gyakoriságának megfelelő értékek sokkal kisebbek, mint a pozitív becsapások 10%-os gyakoriságának értékei, ezért azok ebből a szempontból figyelmen kívül hagyhatók.)

MEGJEGYZÉS:

A villámáram jellemzőinek pontosabb számítása megfontolás alatt áll.

Az **A1. ábrán** a 3, 5, 8 és 11 jelű görbékéből a következő, valamivel 10% alatti gyakoriságú kerekített értékeket lehet leolvasni:

$$\begin{aligned} I &= 200 \text{ kA} \\ Q_f &= 300 \text{ C} \\ Q_s &= 100 \text{ C} \\ W/R &= 10 \text{ MJ}/\Omega \end{aligned}$$

Exponenciálisan csökkenő kisülési áramra közelítően érvényes, hogy:

$$Q_s = (1/0,7) \cdot I \cdot T_2$$

$$W/R = (1/2) \cdot (1/0,7) \cdot I^2 \cdot T_2$$

(T_1 jelentősége elhanyagolható)

ahol T_1 a homlokidő és T_2 az áramhullám félértékideje (lásd az **1. ábrát**).

I , Q_s és W/R értékeit az első kisülés jellemzői határozzák meg (lásd az **1. táblázatot**).

A tartós kisülés Q_I töltésére a következő vonatkozik:

$$Q_I = Q_f - Q_s = 300 \text{ C} - 100 \text{ C} = 200 \text{ C}$$

(lásd a **3. táblázatot**).

A3. Ismételt kisülés

Az áramhullám homlokának legnagyobb átlagos meredekségét a negatív ismételt kisülések határozzák meg. Ha az I. védelmi szintnek megfelelően a vizsgálat az összes becsapás közelítőleg 99%-ára kiterjed, az 1%-nál kisebb gyakorisággal előforduló negatív ismételt kisüléseket kell figyelembe venni.

Az **A1. ábra** 15-ös görbéje alapján az áramhullám homlokának átlagos meredeksége a 30%-hoz és 90%-hoz tartozó értékek közötti, 1%-nál valamivel kisebb gyakorisággal előforduló kerekített érték:

$$(\Delta i / \Delta t) \text{ 30\% / 90\%} = 200 \text{ kA}/\mu\text{s}$$

Ezt az értéket tekintjük az áramhullám átlagos, I/T_1 homlokmeredekségének.

Az **A1. ábra** 2. görbéje alapján az I 1%-nál kisebb gyakorisággal előforduló kerekített értéke egyenlő 50 kA-val. Az előbbi adatoknak megfelelő homlokidő:

$$T_1 = 50 \text{ kA} / 200 (\text{kA}/\mu\text{s}) = 0,25 \mu\text{s}.$$

Az előbbi adatból tehát a 2. táblázatban is megtalálható alábbi értékek adódnak az ismételt kisülésekre:

$$I = 50 \text{ kA}$$

$$T_1 = 0,25 \mu\text{s}, \text{ ebből}$$

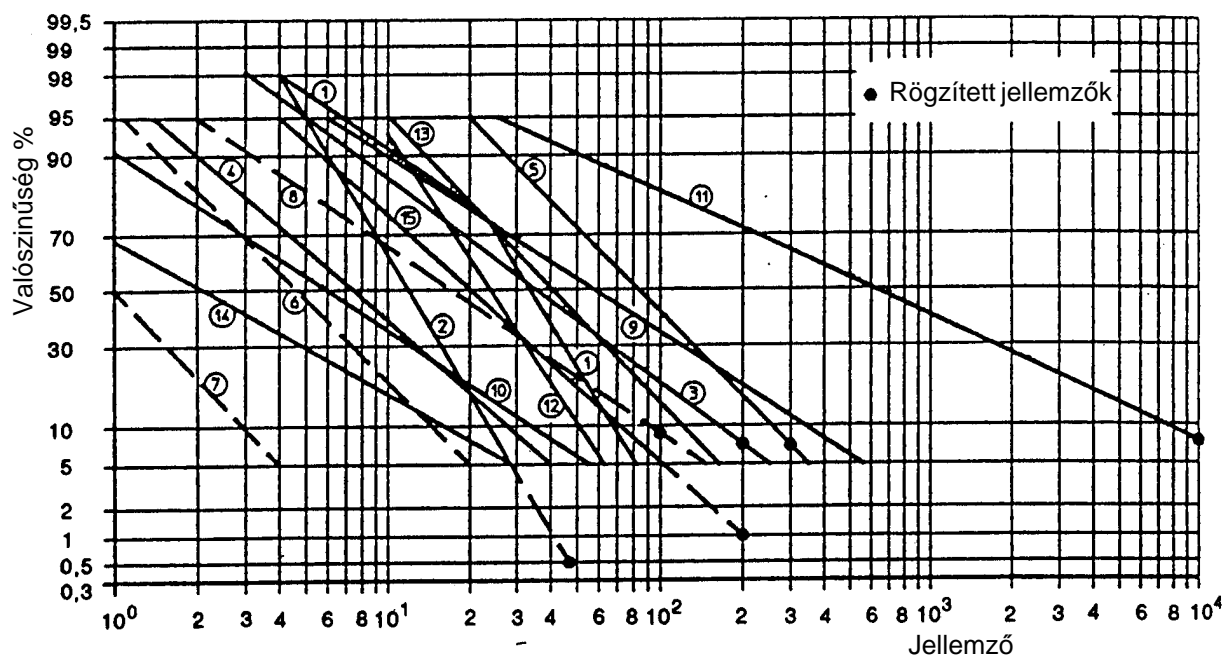
$$I/T_1 = 200 \text{ kA}/\mu\text{s}$$

(T_2 jelentősége elhanyagolható).

A4. Különböző védelmi szintek

A II. védelmi szintre az I. védelmi szint értékeinek 75%-a, a III.-IV. védelmi szintre pedig az 50%-a érvényes.

Ezeket az értékeket az **1-3. táblázatok** tartalmazzák.



Jellemző	Mértékegység	Pozitív kisülés	Első pozitív kisülés	Negatív kisülés	Első negatív kisülés	Ismételt negatív kisülés
I	kA		③ •		①	② •
Q_1	C	⑤ •		④		
Q_2	C		⑧ •		⑥	⑦
W/R	kJ/Ω		⑪ •		⑨	⑩
$(\Delta i/\Delta t)_{max}$	kA/μs		⑭		⑫	⑬
$(\Delta i/\Delta t)_{30\%/90\%}$	kA/μs					⑮ •

A1. ábra: Villámáram-jellemzők valószínűsége

B melléklet
(tájékoztató)

A villámáram időfüggvénye számítási célokra

Az áramhullám alakját az

- első kisülésre 10/350 µs,
- ismételt kisülésre 0,25/100 µs

értéket alapul véve számítási célokra az alábbi időfüggvénnyel határozhatjuk meg:

$$i = \frac{I}{h} \cdot \frac{(t/\tau_1)^{10}}{1 + (t/\tau_1)^{10}} \cdot \exp\left(-\frac{t}{\tau_2}\right)$$

ahol:

I = az áram csúcsértéke;

h = a csúcsérték korrekciós tényezője;

t = az idő;

τ_1 = a hullám homlokára jellemző időállandó;

τ_2 = a hullám hátára jellemző időállandó.

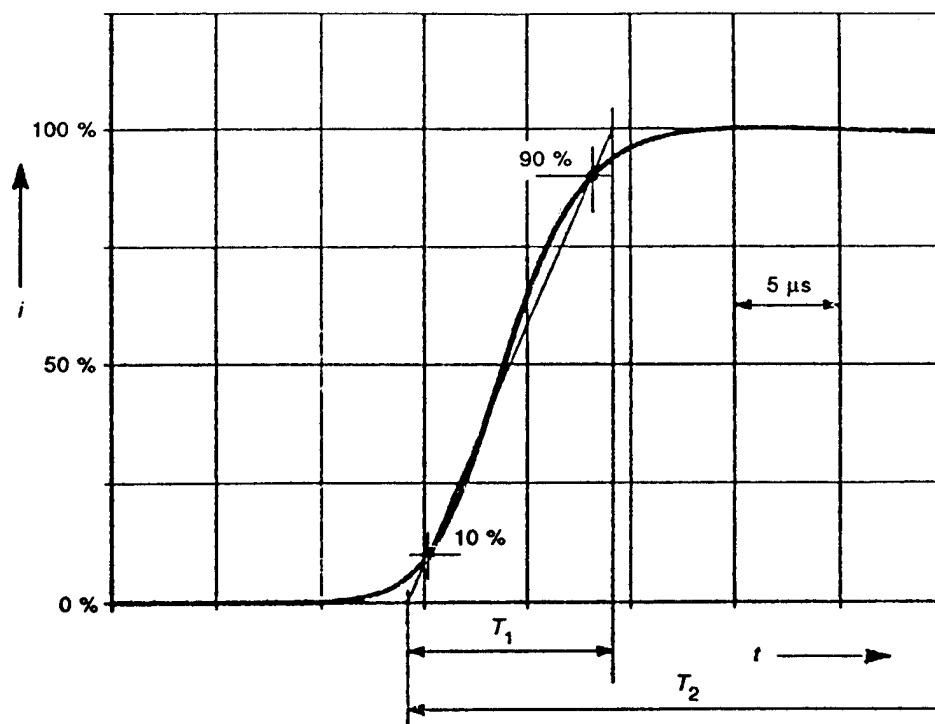
A különböző védelmi szintekhez tartozó első és ismételt kisülések áramhullámalakját a B1. táblázatban található jellemzők felhasználásával lehet meghatározni. A függvényből számított görbék a **B1. – B4. ábrákon** láthatók.

A tartós kisülést négyszög alakú hullámmal lehet leírni, a **3. táblázatnak** megfelelő átlagos I árammal és T idővel.

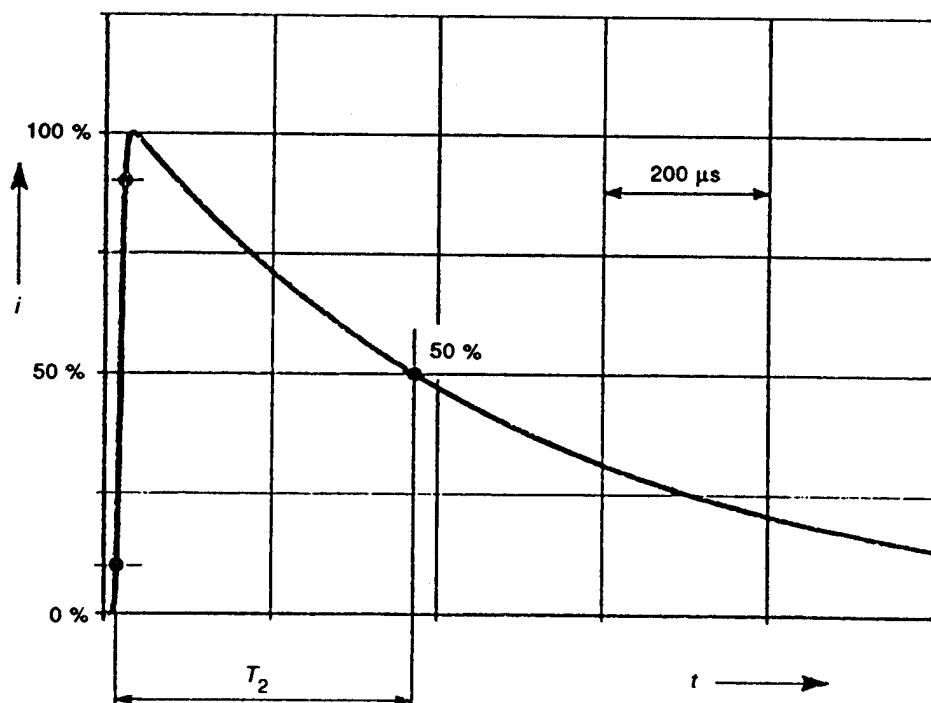
Az analitikus görbékből meghatározható a villámáram amplitúdósűrűsége (**B5. ábra**).

B1. táblázat: A B melléklet egyenleteinek jellemzői

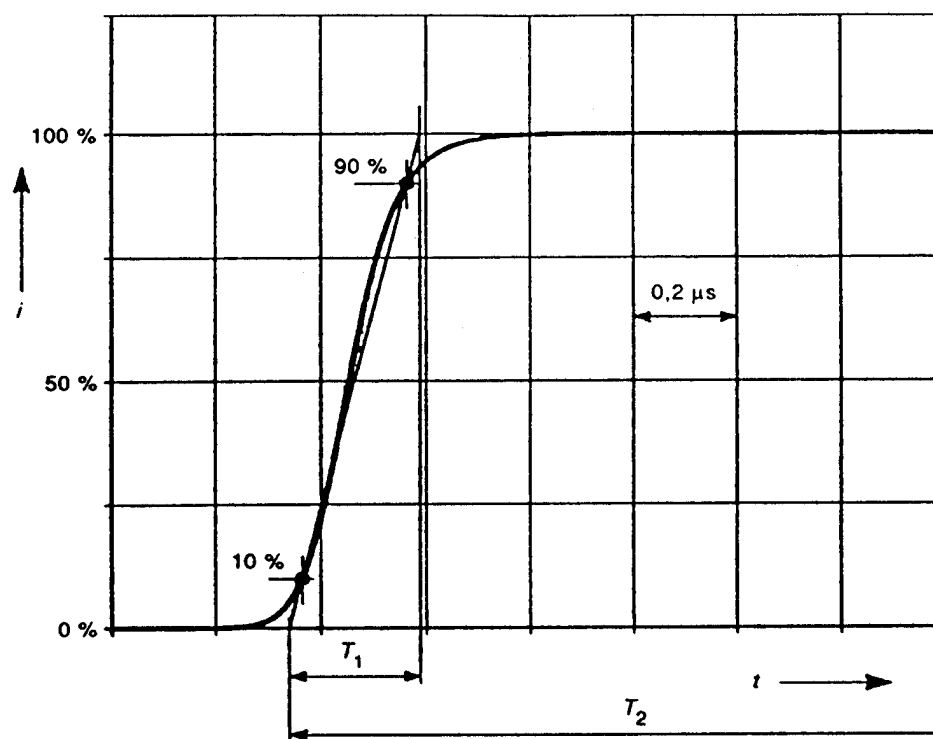
Jellemzők	Első kisülés			Ismételt kisülés		
	Védelmi szint			Védelmi szint		
	I	II	III-IV	I	II	III-IV
I (kA)	200	150	100	50	37,5	25
h	0,930	0,930	0,930	0,993	0,993	0,993
τ_1 (µs)	19,0	19,0	19,0	0,454	0,454	0,454
τ_2 (µs)	485	485	485	143	143	143



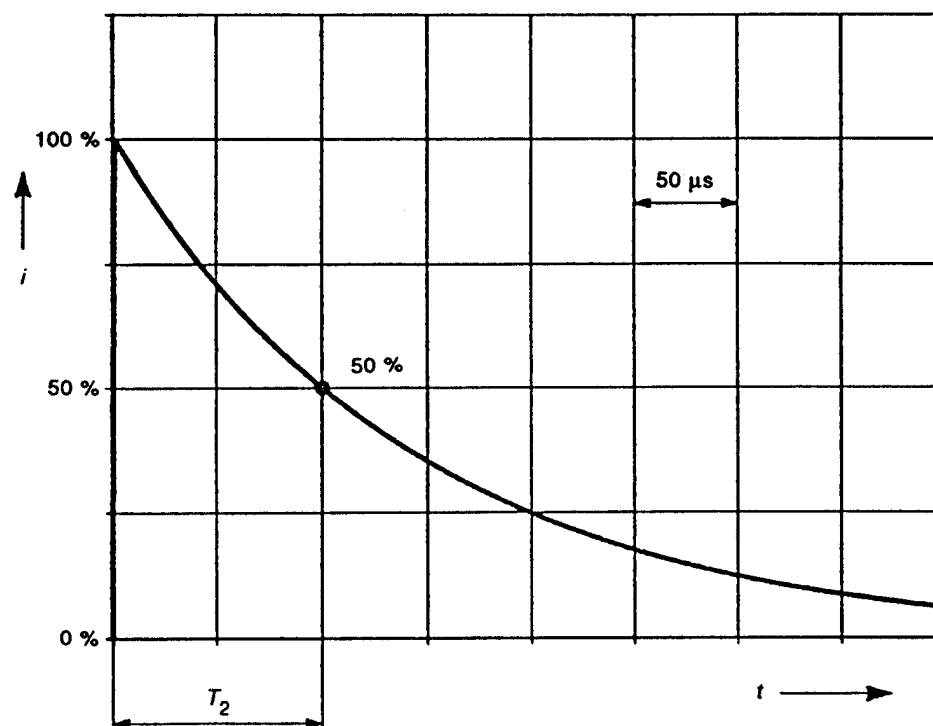
B1. ábra: Az első kisülés áramhullámalakjának homloka



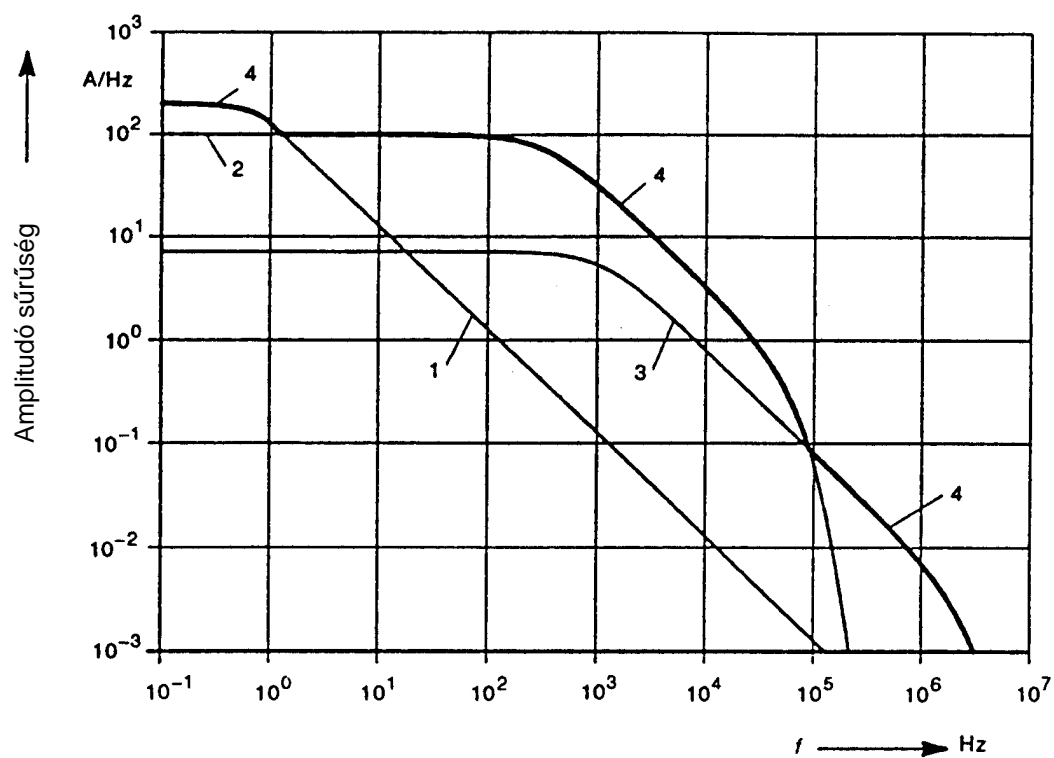
B2. ábra: Az első kisülés áramhullámalakjának háta



B3. ábra: Az ismételt kisülés áramhullámalakjának homloka



B4. ábra: Az ismételt kisülés áramhullámalakjának háta



- | | | |
|----------------------|--------|------------------|
| 1 = tartós kisülés | 400 A | 0,5 μ s |
| 2 = első kisülés | 200 kA | 10/350 μ s |
| 3 = ismételt kisülés | 50 kA | 0,25/100 μ s |
| 4 = burkológörbe | | |

B5. ábra: Az I. védelmi szintnek megfelelő villámáram amplitúdósűrűsége

C melléklet (tájékoztató)

A villámáram leképezése vizsgálati célokra

C1. A villámáram nagy energiájú részének leképezése

Egy közvetlen villámcsapás áramának nagy energiatartalmú részét adott vizsgálati jellemzőkkel (lásd a **C1.** és a **C2. táblázatokat**) és ismert vizsgálati generátorokkal (lásd a **C3.** és a **C4. ábrákat**) lehet leképezni.

Ezeknek a vizsgálatoknak a célja a mechanikai stabilitás és a kedvezőtlen melegezési és megolvadási jelenségekkel szembeni ellenállóképesség elemzése. A leképezést egy rövid idejű és egy tartós kisülésből álló áramhullámmal lehet elvégezni.

A leképezés ezzel a módszerrel az alábbi jellemzőket érinti: az áram I csúcserő, a rövid idejű kisülés Q_s töltése, a tartós kisülés Q_l töltése és a W/R fajlagos energia.

A rövid idejű kisülés hullámalakjával kapcsolatos jellemzők az **1. ábrán** láthatók.

A rövid idejű kisülésre vonatkozó I , Q_s és W/R vizsgálati jellemzők a **C1. táblázatban** találhatók.

Az I , Q_s és W/R jellemzőket, a megengedett tűréseiken belül ugyanazon impulzussal kell megvalósítani. Ezt egy közelítőleg exponenciálisan csökkenő árammal lehet elérni, amelynek félértékideje $T_2 = 350 \mu s$ körül van.

Az **1. ábrán** láthatók a tartós kisülés hullámalakjának jellemzői.

A tartós kisülésre vonatkozó Q_l és T vizsgálati jellemzők a **C2. táblázatban** találhatók.

MEGJEGYZÉS:

Ha egy rendszert villámcsapás ér, akkor a villámáram széteszik benne. Egy rendszer egyedi be- és kimeneteinek vizsgálatánál ezt figyelembe kell venni a rendszer elemeivel kapcsolatos megfelelő vizsgálati jellemzők választásával. Ebből a célból részletes rendszerelemzést kell elvégezni.

A **C1. ábra** egy vizsgálóberendezésre mutat példát.

A vizsgálatokat egy rövid idejű kisüléssel (jellemzői a **C1. táblázatban**) és egy tartós kisüléssel (jellemzői a **C2. táblázatban**) kell elvégezni. A tartós kisülés közvetlenül követheti a rövid idejű kisülést. Az ív olvasztó hatásának vizsgálatát mindkét polaritással el kell végezni.

C2. A villámáram felfutási meredekségének leképezése

Az áram meredeksége a csatolási mechanizmusokkal együtt meghatározza a mágnesesen indukált feszültségeket és áramokat, mind a villámáram útjába eső vezetőkben, mind a környezetükben lévő hurkokban. Ez a szakasz csak a villámáram leképezésével foglalkozik.

A közvetlen villámkisülés nagy meredekségű részének leképezésére használható vizsgálati jellemzők és vizsgálati generátorok jól ismertek. A leképezést rövid idejű első és ismételt kisülésekkel kell elvégezni.

Az eljárást el lehet végezni függetlenül, vagy a C1. szakaszban leírt módszerrel együtt is.

Az így végrehajtott leképezés a rövid idejű kisülés $\Delta i / t$ meredekségére vonatkozik. Az áram hátának alakulása nincs hatással erre a vizsgálatra.

A rövid idejű kisülés hullámalakjának jellemzői a **C2. ábrán** láthatók.

A vizsgálati jellemző a Δi áram változása Δt idő alatt. Az értékeket a **C3. táblázat** adja meg.

Megjegyzés:

Ha egy rendszert villámcsapás ér, akkor a villámáram széteszik benne. Egy rendszer egyedi be- és kimeneteinek vizsgálatánál ezt figyelembe kell venni a rendszer elemeivel kapcsolatos megfelelő vizsgálati jellemzők választásával. Ebből a célból részletes rendszerelemzést kell végezni.

A vizsgálati generátorokra példák a **C3.** és a **C4. ábrán** láthatók.

Megjegyzés:

Más vizsgálati jellemzők, más generátorok és eljárások megfontolás alatt állnak.

C1. táblázat: A rövid idejű kisülés jellemzői

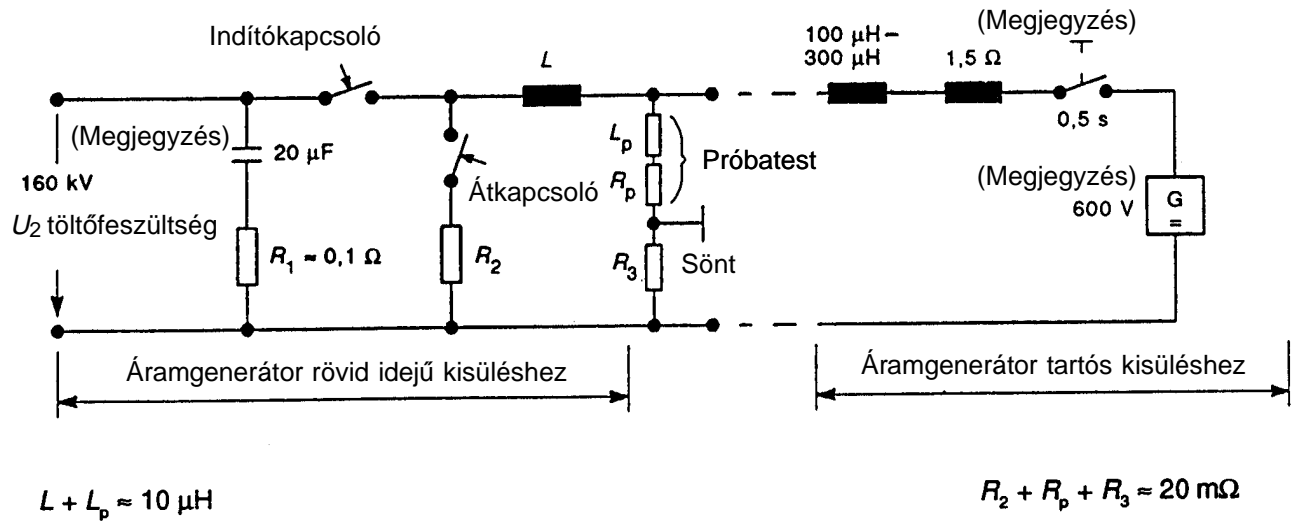
Jellemzők		Védelmi szint			Tűrés
		I	II	III-IV	
Csúcsérték I	(kA)	200	150	100	$\pm 10\%$
Töltés Q_s	(C)	100	75	50	$\pm 20\%$
Fajlagos energia W/R	(MJ/ Ω)	10	5,6	2,5	$\pm 35\%$

C2. táblázat: A tartós kisülés jellemzői

Jellemzők		Védelmi szint			Tűrés
		I	II	III-IV	
Töltés Q_l	(C)	200	150	100	$\pm 20\%$
Időtartam T	(s)	0,5	0,5	0,5	$\pm 10\%$

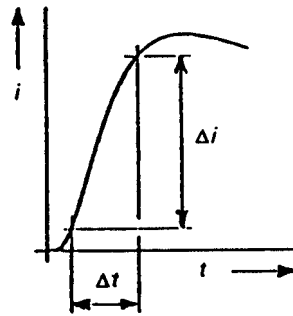
C3. táblázat: A rövid idejű kisülés jellemzői

Jellemzők		Védelmi szint			Tűrés
		I	II	III-IV	
Első kisülés Δi	(kA)	200	150	100	$\pm 10\%$
Δt	(μs)	10	10	10	$\pm 20\%$
Ismételt kisülés Δi	(kA)	50	38	25	$\pm 10\%$
Δt	(μs)	0,25	0,25	0,25	$\pm 20\%$

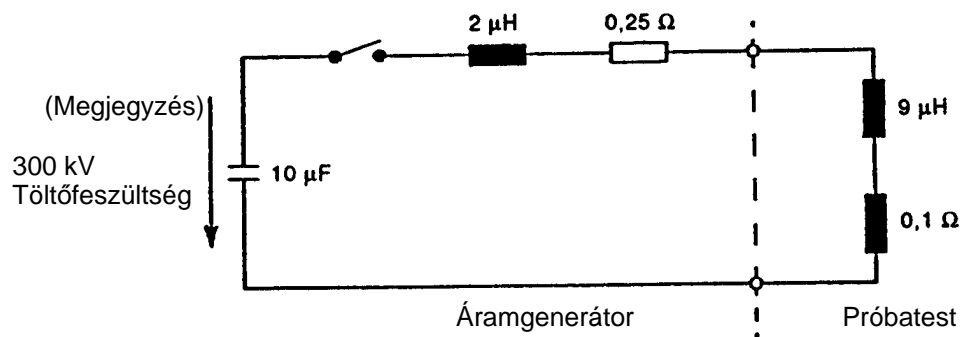


MEGJEGYZÉS: Az értékek az I. védelmi szintre érvényesek

C1. ábra: Jellemző vizsgálati áramkör a rövid idejű és a tartós kisülés áramainak leképezésére

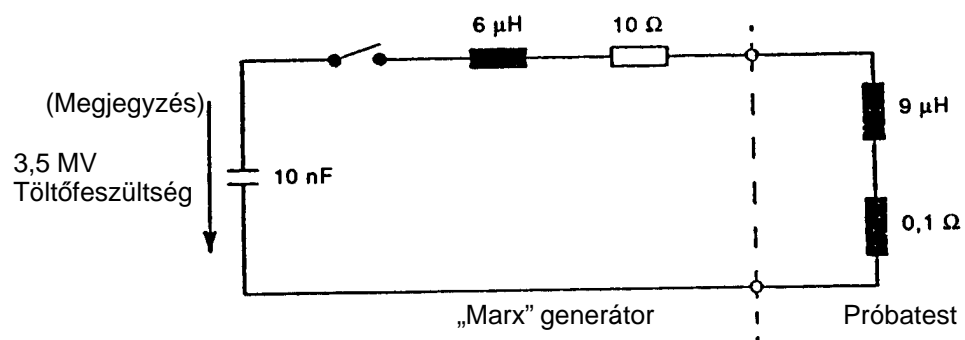


C2. ábra: A C3. táblázatnak megfelelő árammeredekség



MEGJEGYZÉS: Az értékek az I. védelmi szintre érvényesek

C3. ábra: Jellemző vizsgálati áramkör az első kisülés árammeredekségének leképezésére



MEGJEGYZÉS: Az értékek az I. védelmi szintre érvényesek

C4. ábra: Jellemző vizsgálati áramkör az ismételt kisülés árammeredekségének leképezésére

D melléklet
(tájékoztató)**Elektromágneses csatolási folyamatok****D1. Csatolási mechanizmusok**

Gyakorlati szempontból és azért, hogy diszkrét jellemzőket tartalmazó egyenértékű áramköröket lehessen használni, célszerű különbséget tenni ohmos, valamint mágneses és villamos tér által okozott csatolás között.

Közvetlen villámkisülésből származó tranziens jelenségek és az információs rendszer közötti csatolás többféle módon jöhet létre:

- ohmos csatolás (pl. a földelési ellenálláson, vagy a kábel- vagy vezetékárnyékolás ellenállásán keresztül);
- csatolás mágneses erőter útján (pl. a létesítmény fémszerkezetének hurkai, vagy az összezatolás induktivitásai miatt);
- csatolás villamos erőter útján (pl. rúdantennákon keresztül).

A létesítményben lévő készülékek által okozott villamos erőterből eredő csatolás a mágneses csatolással összehasonlítva általában kicsi.

A csatolást befolyásolja

- a földelés;
- az összezatolások;
- az árnyékolás;
- a fémes vezetők nyomvonala és elhelyezkedése.

D2. Ohmos csatolás

Egy létesítményt érő közvetlen villámcsapás esetén a földbe lefolyó áram a földelési ellenállástól függően néhány száz kV nagyságrendű feszültséget hoz létre a villámvédelmi rendszer és a távoli föld között. Ez az oka annak, hogy a villámáram egy része olyan külső vezetőképes részekben (pl. kábelekben vagy vezetékben) folyik, amelyek össze vannak kötve a létesítménnyel és kapcsolatban vannak a távoli földdel is.

A kábel- vagy vezetékárnyékolásban folyó részárámok feszültséget hoznak létre a belső vezetők és az árnyékolás között.

D3. Csatolás mágneses erőter útján

A villámcsatornában vagy vezetőben folyó villámáram mágneses teret hoz létre, amelynek erőssége kb. 100 m távolságig az időben változó árammal arányos.

A $H(t)$ térerősség fordítottan arányos az i villámáram nagyon hosszú, egyenes útvonalának közepétől merőlegesen mért r távolsággal:

$$H(t) = i(t) / 2 \pi r$$

Ez az összefüggés ritkán alkalmazható egyszerű becsléseket ad, ezért a mágneses erőteret többnyire részletesen ki kell számítani.

Amikor a mágneses tér vezetőkkel kapcsolódik, a vezetők által képezett hurkokban dH/dt -vel arányos feszültség indukálódik. Ezt nevezik „mágneses indukciónak”.

D4. Csatolás villamos erőter útján

A levegőben 500 kV/m tartományban lévő átütési térerősséget elérő térerőt a teljes becsapási területen (a becsapási ponttól mért 100 m sugarú körben) figyelembe kell venni közvetlenül a főkisülés kialakulása előtt.

A főkisülés kialakulása után a villamos erőter megszűnik, de a térerősségnek az 500 (kV/m)/s nagyságrendű változását szintén figyelembe kell venni.

E melléklet
(tájékoztató)

Védelmi program

A LEMP elleni védelem szükségességének kérdésével egy új létesítmény tervezésének, illetve egy meglévő létesítménybe új információs rendszer telepítése tervezésének már korai szakaszában foglalkozni kell.

A villámvédelem tervezésének koordinálása általában az épület tervezőinek a felelőssége, együttműködve a villámvédelmi szakértőkkel.

A LEMP elleni védelmi rendszer műszakilag és gazdaságilag optimális kialakításához védelmi programra van szükség. A LEMP elleni védelemnek összhangban kell lennie a külső villámvédelmi rendszerrel.

A védelmi program követendő lépéseit az E1. táblázat tartalmazza.

**E1. táblázat: A LEMP elleni védelmi program új épületekre,
illetve meglévő épület szerkezetében vagy használatában bekövetkező jelentősebb változás esetén**

Lépések	Cél	Megvalósító
A LEMP védelmi terv előkészítése.	A védelmi koncepció előkészítése az alábbiak meghatározásával: – védelmi szintek – LPZ-zónák és határaik – térbeli árnyékolások – összekötő hálózatok – a közműhálózatok, valamint a kábelek és a vezetékek össze csatolása az LPZ-zónák határán – kábelek és vezetékek nyomvonalai és árnyékolásai.	Villámvédelmi szakértő ¹⁾ együttműködve: – a tulajdonossal – az építésszel – az információs rendszer telepítőjével – a gépészeti tervezővel – az alvállalkozókkal.
A LEMP-védelem tervezése.	Általános rajzok és leírások. Tenderek előkészítése. Kiviteli tervek és időbeni ütemezés.	PI. mérnökiroda.
A LEMP-védelem kivitelezése és ellenőrzése.	Kivitelezés minősége. Dokumentáció. Részletes rajzok ellenőrzése.	Rendszerkivitelező és villámvédelmi szakértő vagy mérnökiroda, vagy felügyelő intézet.
A LEMP-védelem átvétele.	A rendszer állapotának ellenőrzése és dokumentálása.	Független villámvédelmi szakértő vagy felügyelő intézet.
Időszakos felülvizsgálat.	A rendszer alkalmasságának biztosítása.	Villámvédelmi szakértő vagy felügyelő intézet.
1) Széleskörű EMC ismeretekkel rendelkezzen.		

A szövegben említett nemzetközi szabvány

IEC 1024-1:1990

Protection of structures against lightning. Part 1: General principles

A szabvány kidolgozásának támogatói:

Bp. ELMŰ Rt.
Dehn und Söhne Gmbh.
Obo Bettermann Hungary Kft.
OVIT Rt.
MVM Rt.
Phoenix Contact Kft.
Siemens Rt.

A szabvánnyal kapcsolatos minden változást a Magyar Szabványügyi Testület a Szabványügyi Közlönyben hirdeti meg. A Szabványügyi Közlöny bármely hírlapkézbesítő postahivatalban, a Posta hírlapüzleteiben és a Hírlap-előfizetési és Lapellátási Irodában (HELIR) előfizethető, a Budapest, V., Bajcsy-Zsilinszky út 76. szám alatti Hírlapboltban megvásárolható. A helyesbítő, módosító indítványokat és észrevételeket megfelelő indoklással a Magyar Szabványügyi Testülethez, Budapest, IX., Üllői út 25. (levélcím: Budapest, Pf. 24. 1450, telefax: 218 5125) lehet benyújtani. A szabvány beszerezhető a Szabványboltban, Budapest, IX., Üllői út 25. (levélcím: Budapest, Pf. 24. 1450).

Kiadja: a Magyar Szabványügyi Testület.