



Zónahatárok villám- és túlfeszültségvédelme

Kusnyár Tibor



Potenciálkiegyenlítési és földelési intézkedések

Áramütés elleni védelem (védőföldelés, egyenpotenciálú összekötés) – MSZ HD 60364-4-41, MSZ HD 60364-5-54

Villámvédelem (villámvédelmi potenciálkiegyenlítés) – MSZ EN 62305-1,2,3,4

Túlfeszültségvédelem (összekötő hálózat és földelés) – MSZ EN 62305-4, MSZ HD 60364-5-534

Elektromágneses összeférhetőség (EMC) (egyenpotenciálú összekötések és földelés) – MSZ HD 60364-4-444, MSZ EN 50310

Adott épület esetén az érintésvédelmi, villámvédelmi / túlfeszültségvédelmi ill. EMC célú potenciálkiegyenlítések szabályait miként kell figyelembe venni?

Válasz: Minden szempontrendszerre egyszerre kell figyelembe venni.



Villámvédelmi potenciálkiegyenlítés, földelés

MSZ EN 62305-1,3,4:2011; -2:2012, MSZ18014:2019

A potenciálkiegyenlítés a villámvédelmi rendszernek a következőkkel való összecsatolását jelenti:

- **szerkezeti fémrészek,**
- **fémszerkezetek,**
- **belső rendszerek,**
- **az építményhez csatlakozó külső vezetőképes részek, kábelek és vezetékek.**

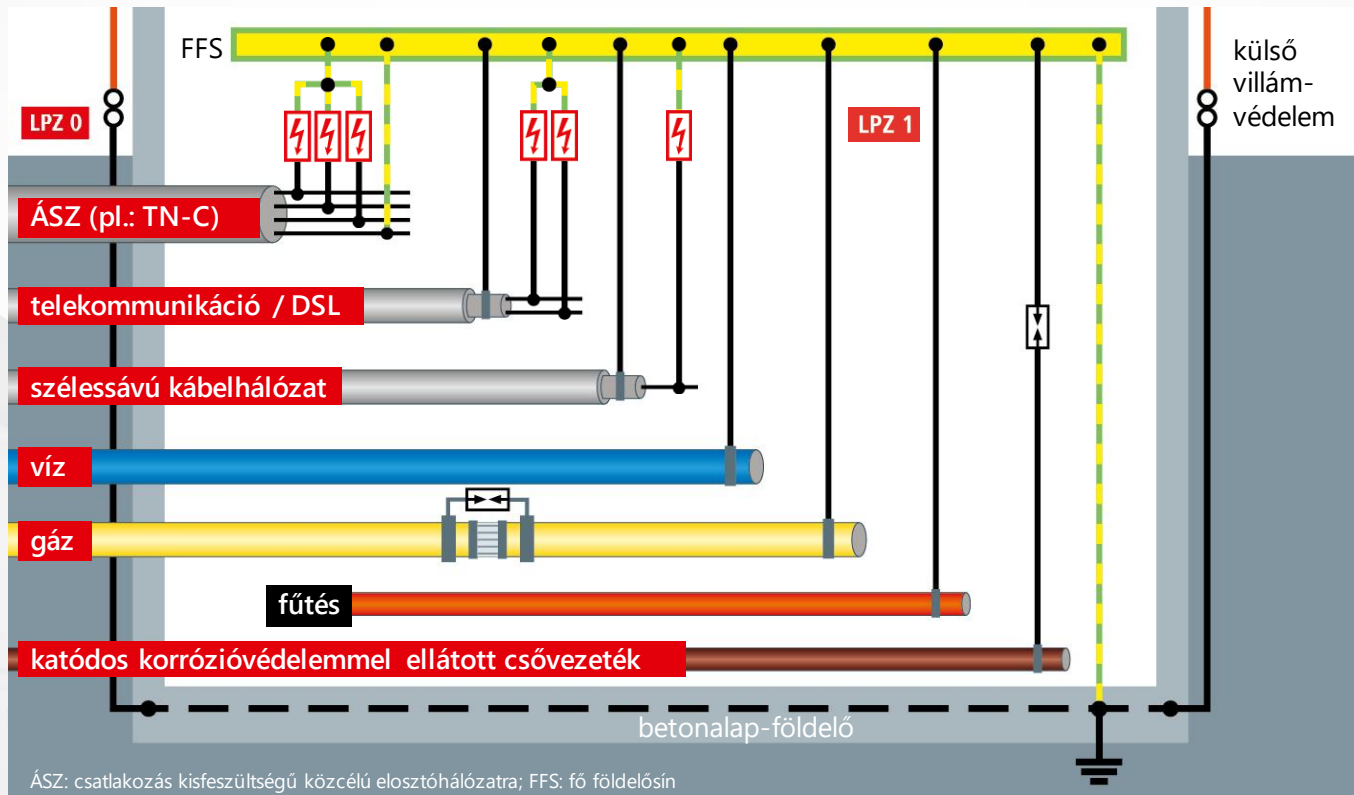
A belső rendszerek villámvédelmi potenciálkiegyenlítése miatt a villámáram egy része bejuthat ezekbe a rendszerekbe, és ezt figyelembe kell venni.

Az **összecsatolást** a következő eszközökkel lehet megvalósítani:

- **összekötő vezetőkkel,** ha a villamos folytonosság természetes összekötéssel nem biztosított,
- **túlfeszültségvédelmi eszközökkel** (SPD), ha a vezetők közvetlen összekötése nem lehetséges.
- **összecsatoló szikraközzel** ISG (Isolating Spark Gap)



Villámvédelmi potenciálkiegyenlítés az épületbe belépő vezetéken



Villámvédelmi potenciálkiegyenlítés, Méretkövetelmények MSZ EN 62305 -4:2011

Összekötő elem		Anyag	Keresztmetszet mm ²
Földelő sínek (réz vagy horganyzott acél)		Cu, Fe	50
A földelő sínek és a földelőhálózat vagy más földelő sínek (kiegészítő összekötő sínek) közötti összekötő vezetékek (amelyek a teljes villámáramot vagy jelentős villámáramot vezetnek)		Cu Al Fe	16 25 50
Belső fém installációk és a földelő sínek közötti összekötő vezetékek		Cu Al Fe	6 10 16
Túlfeszültség-védelmi eszköz (SPD) földelő összekötő vezetője	1. típus (Class I)	Cu	16
	2. típus (Class II)	Cu	6
	3. típus (Class III)	Cu	1
	egyéb SPD* (jelvezeték)	Cu	1

* Egyéb SPD-k esetében pl. telekommunikációs és jelvezetési vonalakon

Megjegyzés: Egyéb anyag alkalmazása esetén olyan keresztmetszetet ajánlatos alkalmazni, hogy az ellenállás azonos legyen.

Villamos és elektronikus rendszerek védelme

MSZ EN 62305-4:2011

MSZ EN 62305-4 - A LEMP elleni védelmi rendszer alapvető védelmi intézkedései

• **Földelés és összekötés**

A földelőrendszer a villámáramot a földbe vezeti és ott szétoszlatja.

Az összekötő hálózat csökkenti a potenciálkülönbségeket, és csökkentheti a mágneses teret.

• **Mágneses árnyékolás és nyomvonalvezetés**

A térbeli árnyékolás a villámvédelmi zónán belül csökkenti az építményt közvetlenül, vagy annak környezetét érő villámcsapások mágneses terét, és csökkenti a belső lökőhullámokat.

A belső vezetékek árnyékolása, árnyékolt kábelek, vezetékek vagy árnyékoló kábelcsatornák alkalmazása csökkenti az indukált belső lökőhullámokat.

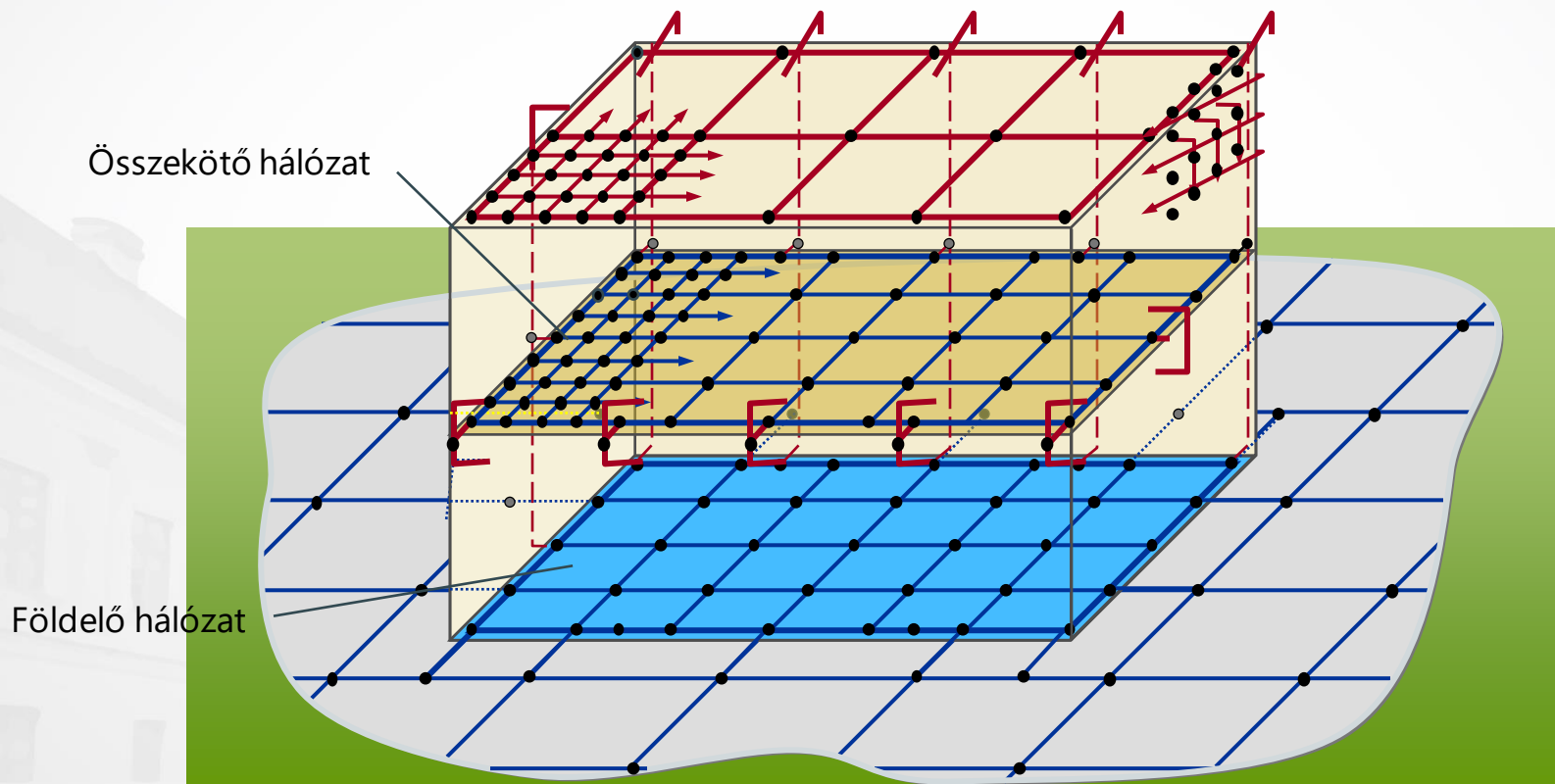
A belső vezetékek megfelelő nyomvonalvezetésével csökkenthetők az indukációs hurkok és az indukált belső lökőhullámok.

• **Koordinált túlfeszültségvédelem**

A koordinált túlfeszültségvédelem mind a külső, mind a belső lökőhullámok hatásait korlátozza.

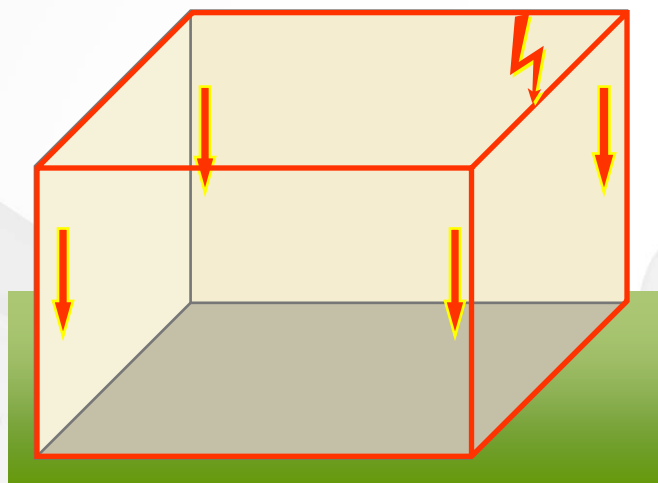


Villámvédelmi rendszer kialakítása az MSZ EN 62305-4 szerint (összekötő hálózat-elektromágneses árnyékolás)

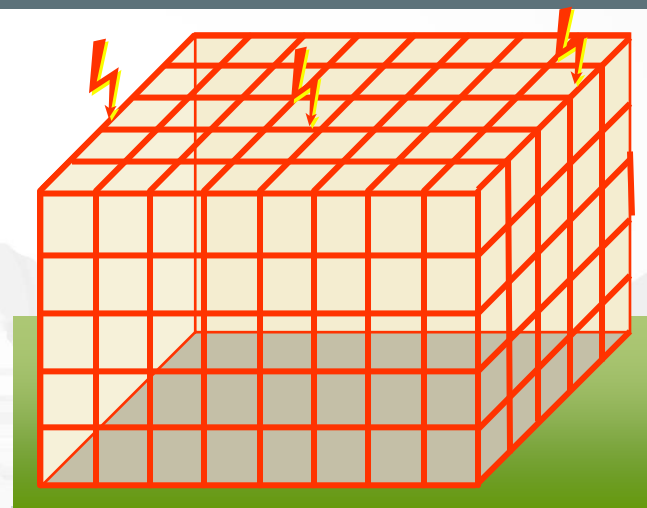


A mágneses tér csökkentése hálószerű árnyékolással

Csökkentés a villámárammal átjárt szerkezetekben az árameloszlás növelésével



Nagy térerősség
nagy mágneses térerősség és indukált
feszültségek a levezető környezetében



Kisebb részáramok,
Kisebb mágneses tér és indukált
feszültségek az épületben

Földelési fix pont, pincefal betonvasalása



Földelési fix pont, pincefal betonozás után



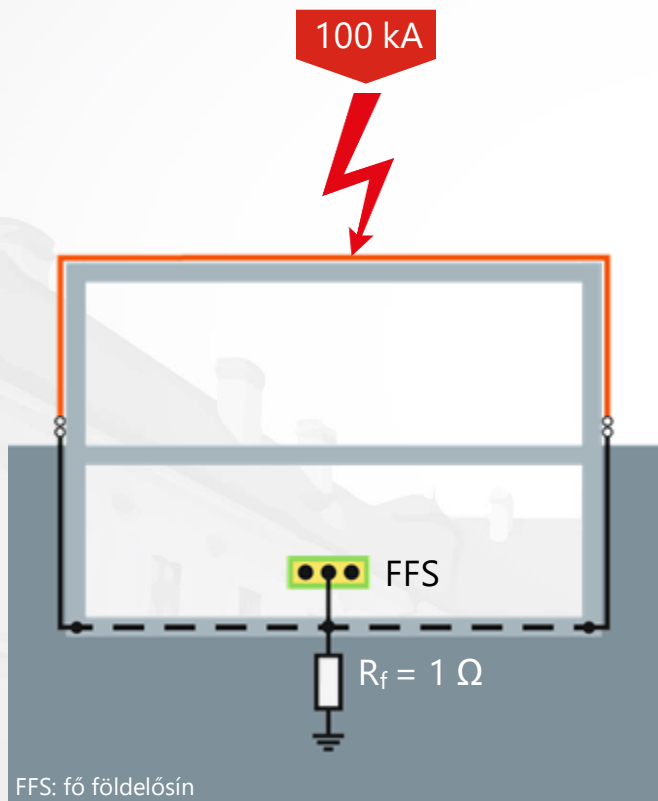
Földelési fix pont, betonvasalás, betonoszlop



Földelési fix pont, betonoszlop betonozás után



Galvanikus csatolás / villámcsapás lökőfeszültség csúcsértékének meghatározása



Villámvédelmi szint LPL	Villámáram amplitúdója (kA)
I	200
II	150
III - IV	100

$$\hat{U}_E = \hat{I} \cdot R_f$$

\hat{U}_E : lökőfeszültség

\hat{I} : villám-lökőáram

R_f : földelési ellenállás

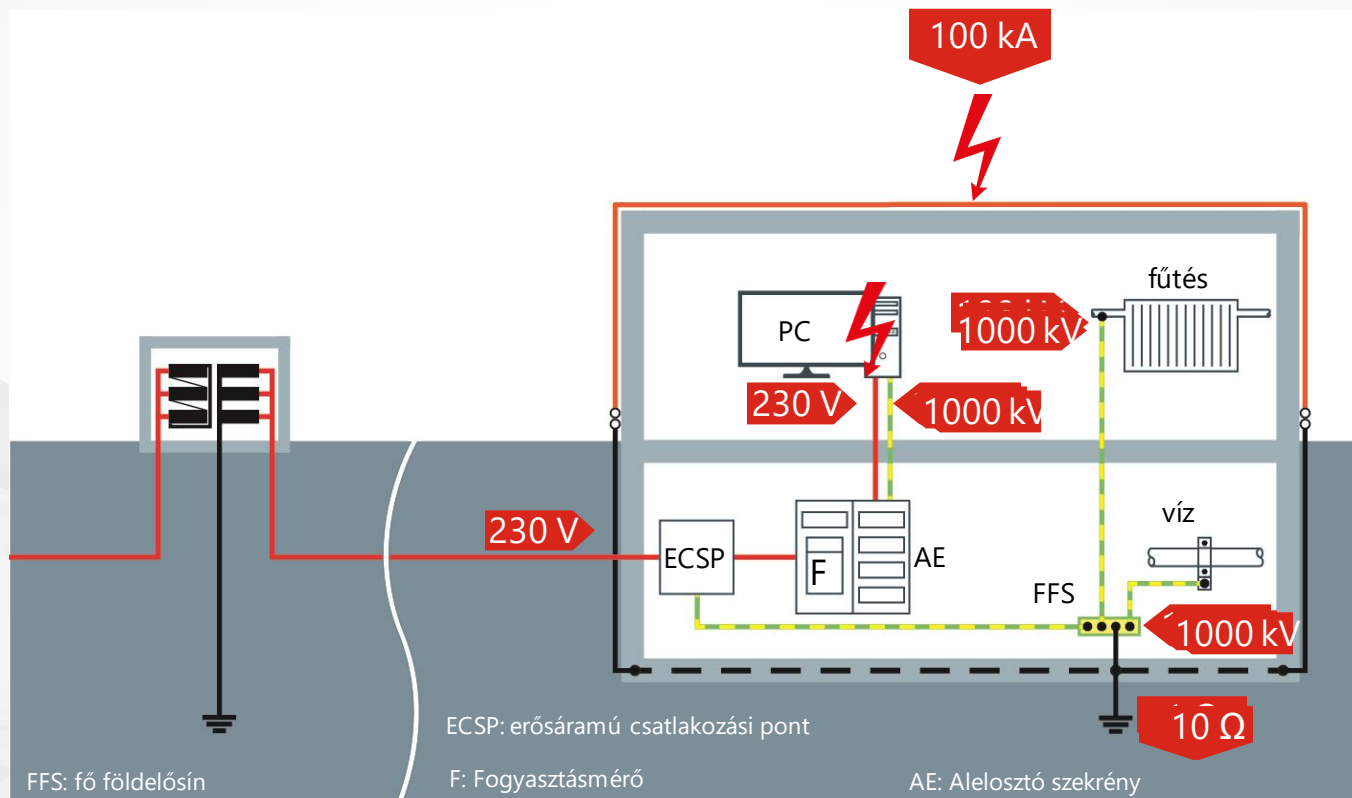
Például:

$$\hat{U}_E = 100 \text{ kA} \cdot 1 \Omega = 100 \text{ kV}$$

$$\hat{U}_E = 100 \text{ kA} \cdot 0,1 \Omega = 10 \text{ kV}$$

$$\hat{U}_E = 100 \text{ kA} \cdot 10 \Omega = 1\,000 \text{ kV}$$

Galvanikus csatolás / villámáram által kialakult potenciálemelkedés megjelenése az épületben



Összekötő hálózat

A belső villámvédelmi zónákban lévő berendezések között fellépő veszélyes potenciálkülönbségek elkerülésére kisimpedanciájú összekötő hálózatra van szükség. Az ilyen összekötő hálózatok ezen túlmenően a mágneses teret is csökkentik (lásd az A mellékletet).

Ezt az építmény vezetőképes részeit vagy a belső rendszerek részeit is magában foglaló hálós összekötő hálózattal és az egyes villámvédelmi zónák határán a fémrészeknek vagy a vezetőképes csatlakozóvezetékeknek közvetlen vagy megfelelő túlfeszültség-védelmi eszközökkel történő összekötésével lehet megvalósítani.

Előnyös, ha az összekötő hálózat háromdimenziós hálós rendszert alkot, 5 m-es jellemző hálósztással.

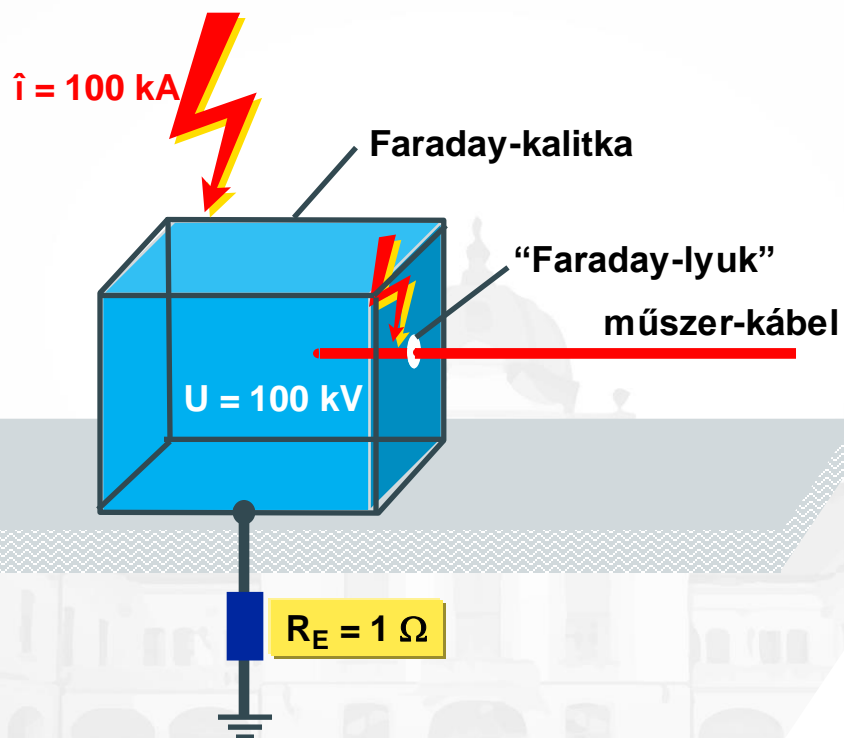


Elektromos és elektronikus rendszerek védelme

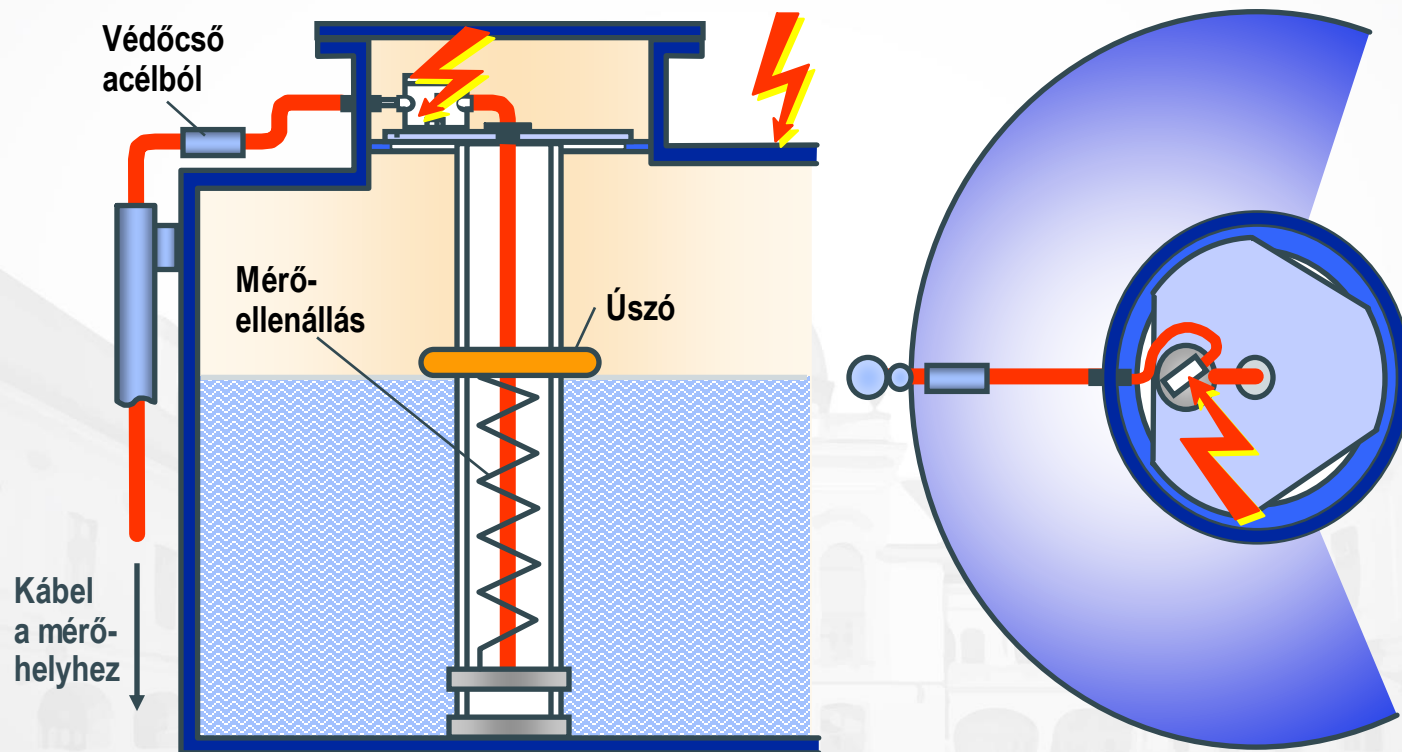
Példa potenciálkülönbségből eredő károsodásra



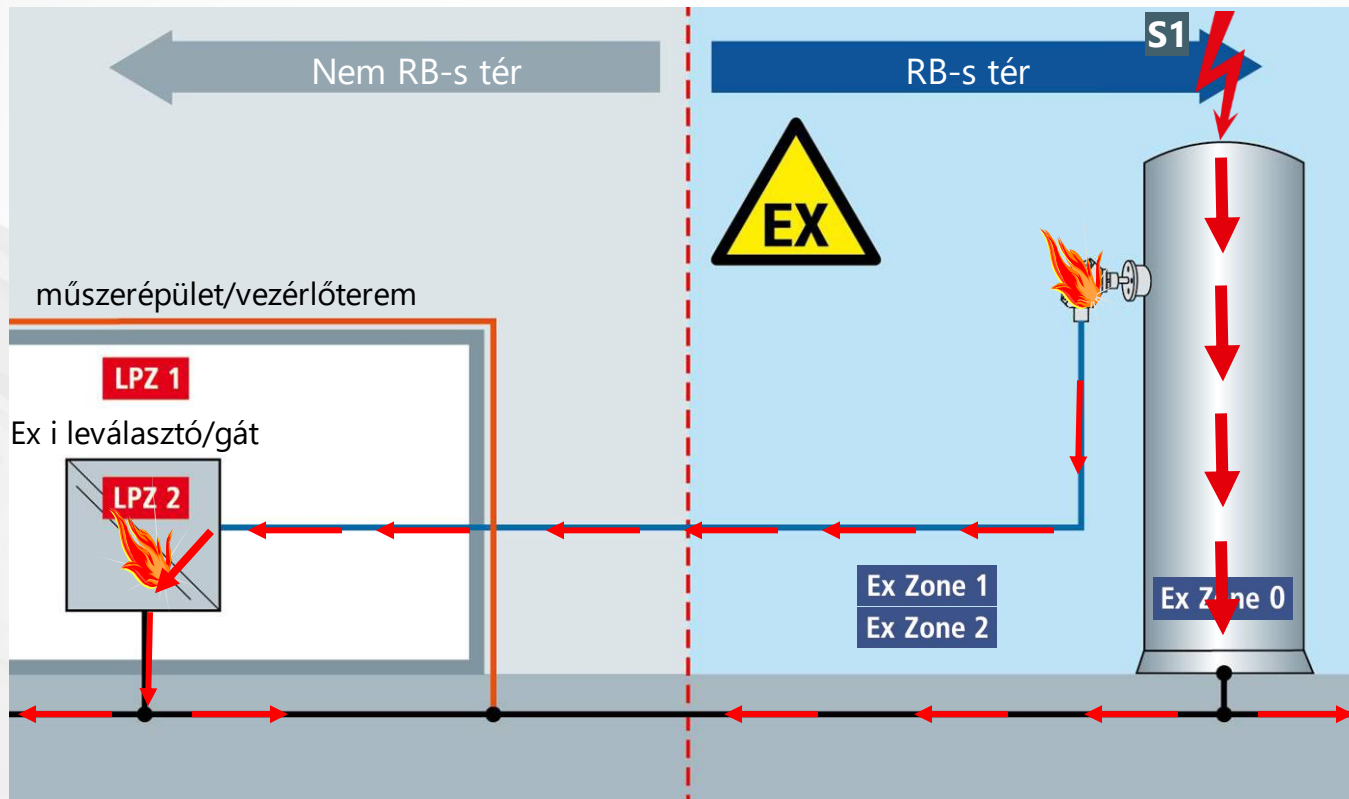
Villámcsapás a "Faraday-kalitkába": átütést okoz a bevezetett kábelen: "Faraday-lyuk"



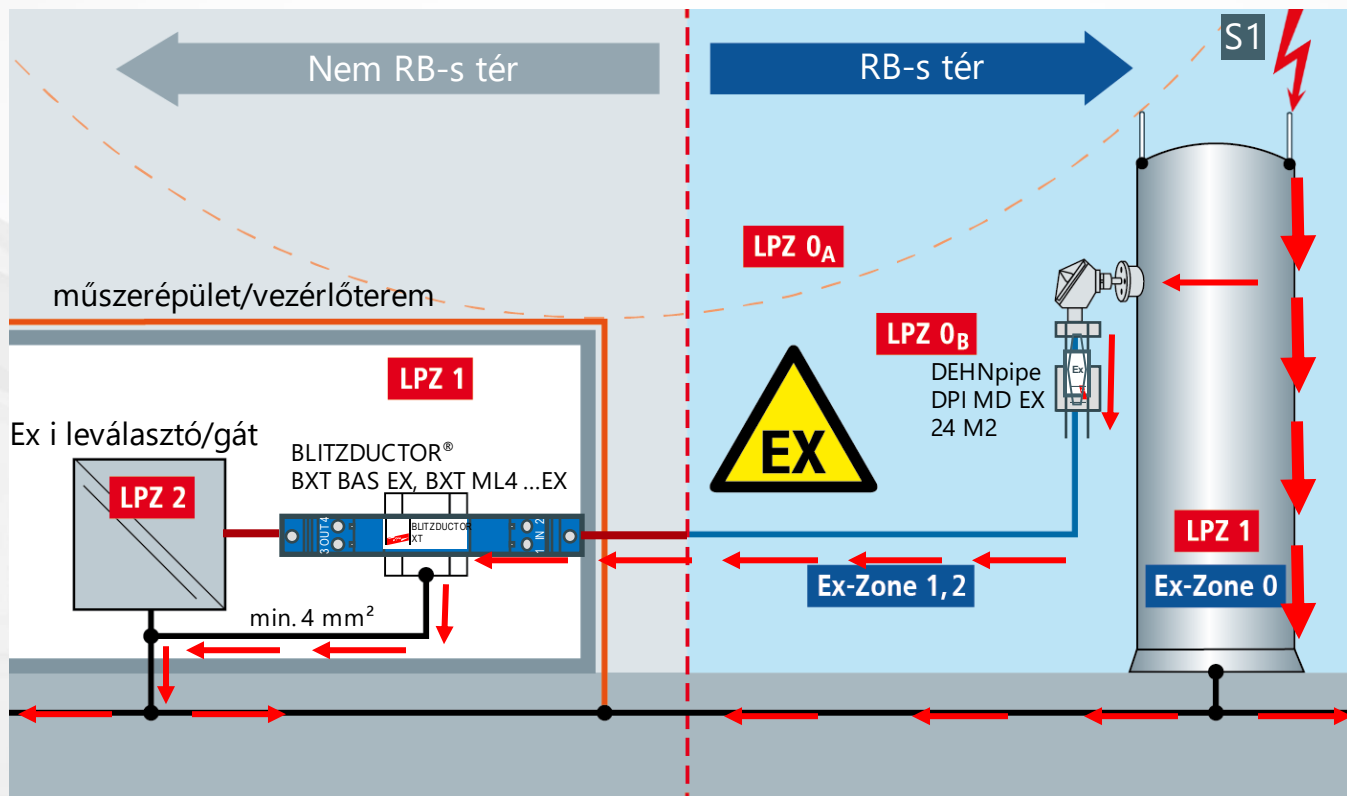
Káreset: DEA-Scholven-finomító — Mérőberendezés a tartály tartalmának hőmérséklet-méréséhez



Potenciálkülönbség villámcsapás esetén



Villám- és túlfeszültségvédelem az MSZ EN 62305, 60079-14 és 60079-25 szabványok szerint - Potenciálkülönbség megszüntetésére villámcsapás esetén



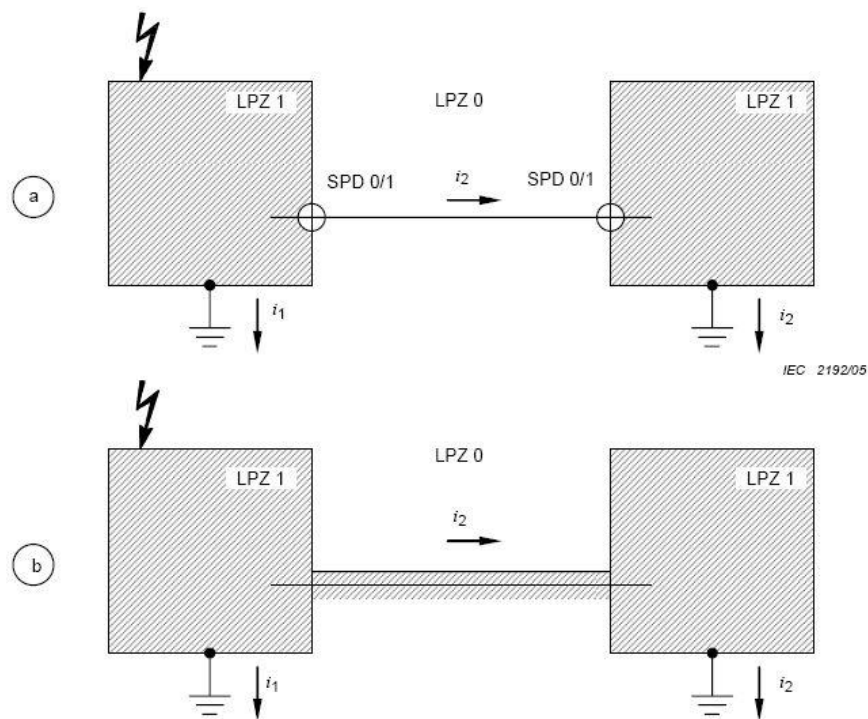
Elektromos és elektronikus rendszerek védelme

Zónakiterjesztés

Villamos és elektronikus rendszereket tartalmazó építmények LEMP-védelme

MSZ EN 62305-4 - Több LPZ zóna összekötése

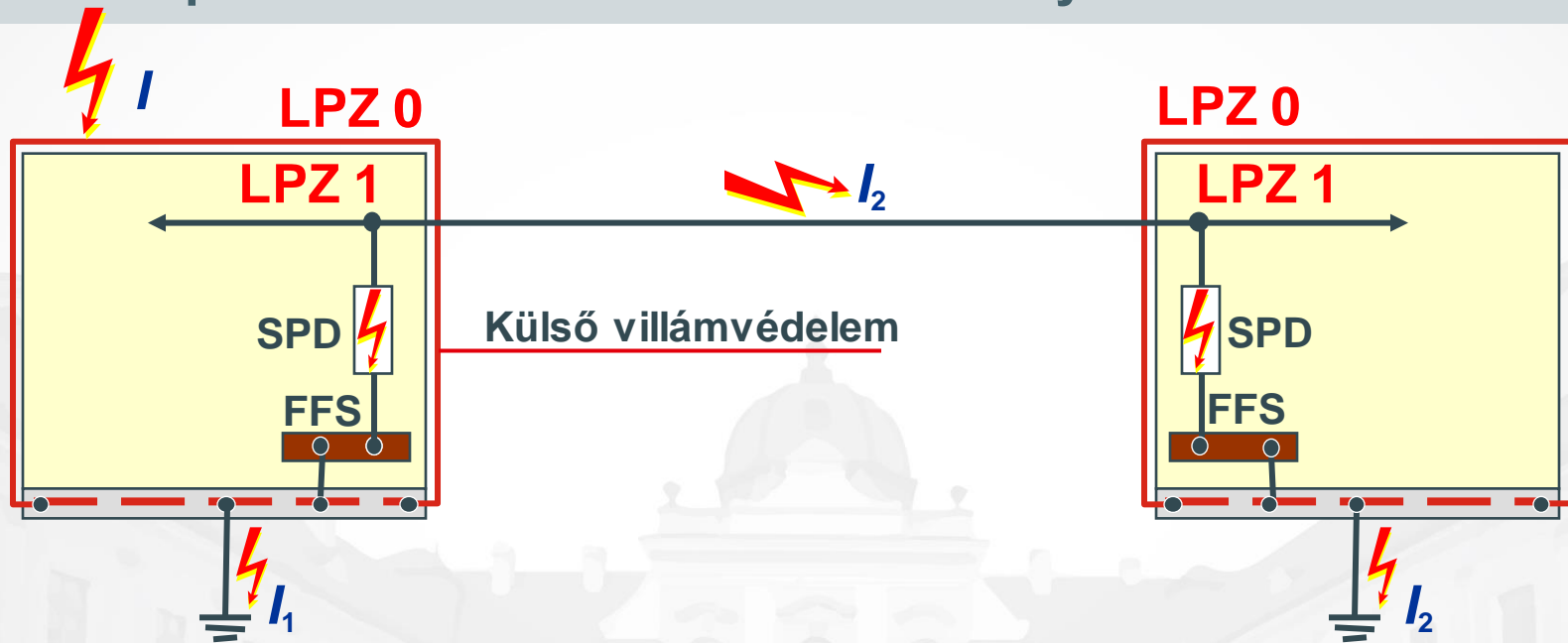
Az azonos sorszámú villámvédelmi zónák összefüggővé tételére akkor lehet szükség, ha két különálló építményt villamos vagy jelátviteli vezetékek kötnek össze, vagy a szükséges túlfeszültségvédelmi eszközök számát kell csökkenteni.




Villámvédelmi zónakoncepció

Alkalmazási példák

Épületeket összekötő vezetékek árnyékolás nélkül



LPZ = Villámvédelmi zóna
SPD  = Túlfeszültség-védelmi készülék
(I. osztályú vizsgálat 1. típusú villámáram-
levezető)

HES = Fő földelő sín
 I_1, I_2 = Villámáram eloszlása

Villámvédelmi zónakoncepció Alkalmazási példák

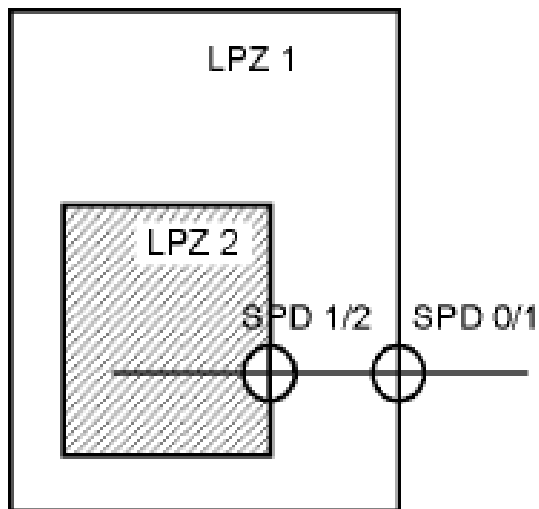
Épületeket összekötő vezetékek árnyékolással



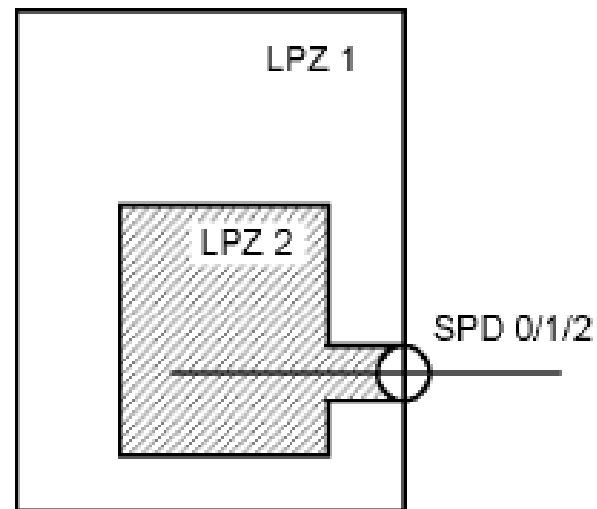
Villamos és elektronikus rendszereket tartalmazó építmények LEMP-védelme

MSZ EN 62305-4 - LPZ zóna kiterjesztése

Egy villámvédelmi zónának egy másik villámvédelmi zónáig történő kiterjesztésére különleges esetekben lehet szükség, vagy a szükséges túlfeszültség-védelmi eszközök számának csökkentése érdekében alkalmazható.



c

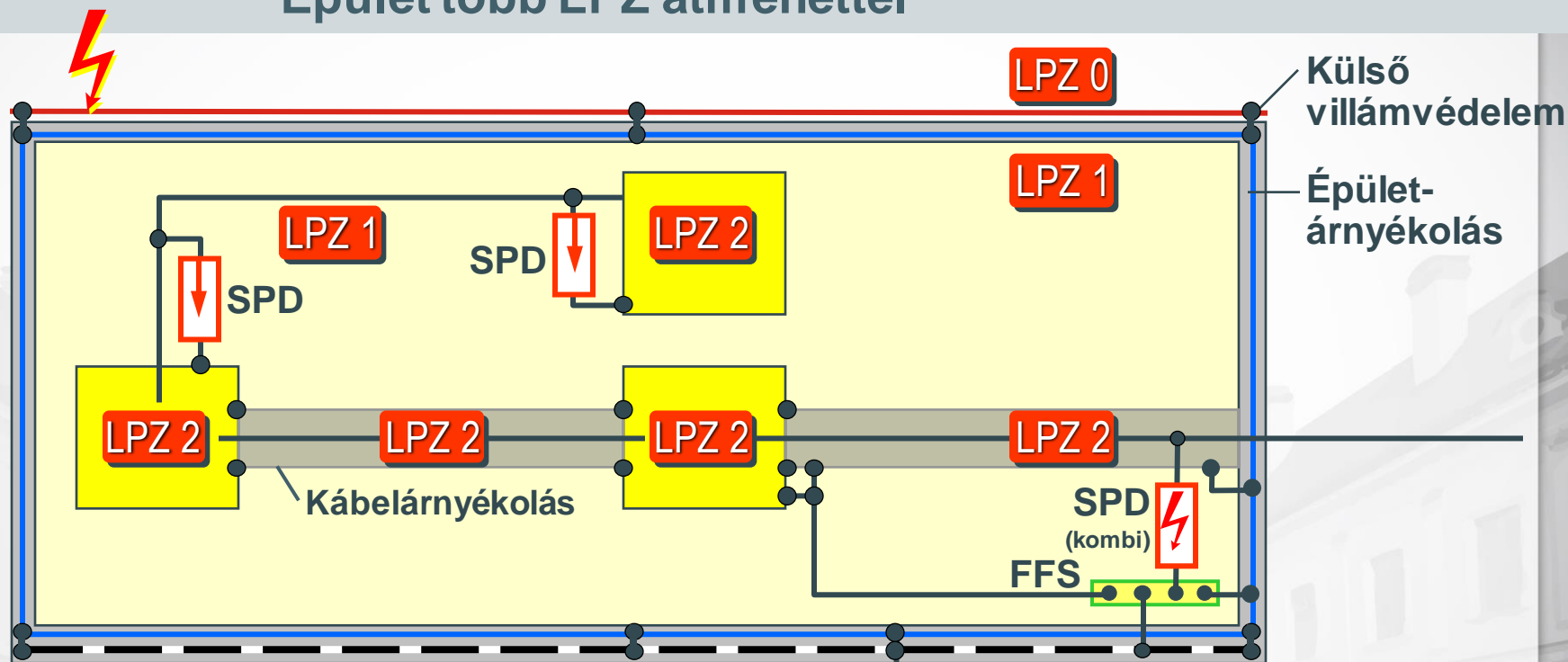



d


Villámvédelmi zónakoncepció

Alkalmazási példák

Épület több LPZ átmenettel

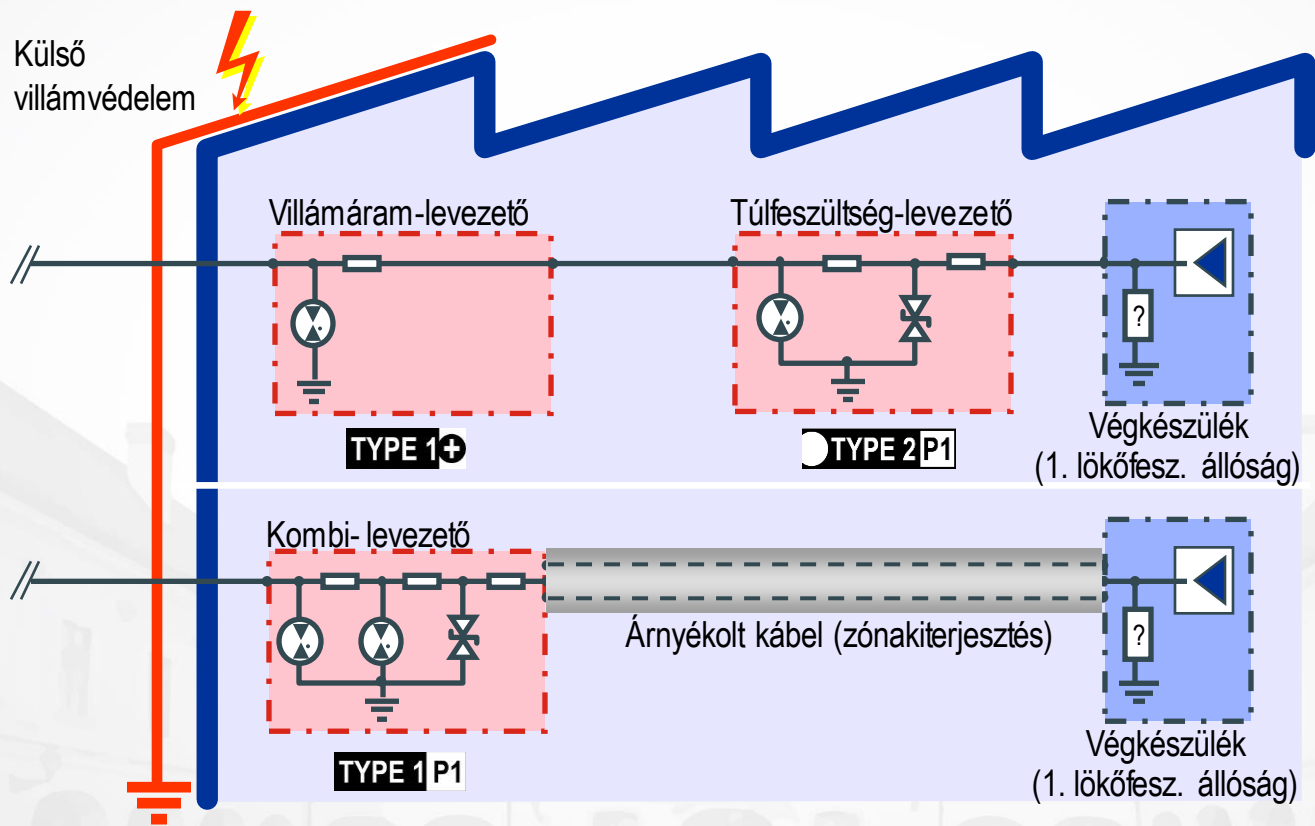


SPD  = Túlvezsültség-védelmi készülék
(I. osztályú vizsgálat, villámáram-levezető)

SPD  = Túlvezsültség-védelmi készülék
(II. osztályú vizsgálat, túlvezsültség-levezető)

LPZ = Blitzschutzzone
FFS = fő fölelő sín
 I_1, I_2 = Villámárameloszlása

Energetikai koordináció



Zónakiterjesztés – Mikor lehetséges?

MSZ EN 62305-4:2011, 7. pont: Koordinált SPD rendszer

A belső rendszerek védelme a lököimpulzusokkal szemben **szisztematikus megközelítést igényel**, amely koordinált túlfeszültségvédelmi rendszerből áll, mind az erősáramú, mind pedig a gyengeáramú jelvonalakon. Nagyon fontos, hogy az LPZ zónahatárokon elhelyezett SPD-k mellett, **kiegészítő SPD-k lehetnek szükségesek, ha a távolság az SPD beépítési helye és a védendő készülék között túl nagy.**



Zónakiterjesztés – Mikor lehetséges?

MSZ EN 62305-4:2011, C melléklet: Koordinált túlfeszültségvédelmi rendszer kiválasztása és telepítése, C.1 pont

A villamos készülék **védettnek tekinthető**, ha annak lökőfeszültség-állósága (U_w) a kapcsainál (közös módusú lökőfeszültség-állóság) nagyobb, mint a lökőfeszültség értéke a fázisvezető és a PE vezető között ($U_{P/F}$). **Ha ez a feltétel nem teljesül, akkor SPD beépítésére van szükség.**

Zónakiterjesztés – Mikor lehetséges?

MSZ EN 62305-4:2011, C melléklet: Koordinált túlfeszültségvédelmi rendszer kiválasztása és telepítése, C.2.1 pont

A belső rendszerek védettnek tekinthetők, ha:

- energetikailag koordináltak az energiáirányban előttük lévő SPD-vel (-kkel), és
- az alábbi három feltétel közül egy teljesül:



Zónakiterjesztés – Mikor lehetséges?

MSZ EN 62305-4:2011, C melléklet: Koordinált túlfeszültségvédelmi rendszer kiválasztása és telepítése, C.2.1 pont

1. $U_{P/F} \leq U_W$: ha az **SPD és végkészülék közötti vezetéktávolság elhanyagolhatóan kicsi** (tipikusan abban az esetben, ha az SPD közvetlenül a végkészülék sorkapcsaira csatlakozik);
2. $U_{P/F} \leq 0,8 U_W$: ha az SPD és végkészülék közötti **vezetéktávolság nem nagyobb 10 méternél** (tipikusan abban az esetben, ha az SPD-t egy alelosztóba vagy dugaszoló aljzathoz telepítik);

Zónakiterjesztés – Mikor lehetséges?

MSZ EN 62305-4:2011, C melléklet: Koordinált túlfeszültségvédelmi rendszer kiválasztása és telepítése, C.2.1 pont

3. $U_{P/F} \leq (U_W - U_I) / 2$: ha az SPD és végkészülék közötti vezetéktávolság **nagyobb 10 méternél** (az SPD a vezeték építménybe történő belépési pontjánál, vagy bizonyos esetekben az alelosztóban van).

Ha az építmény (vagy helyiség) térbeli árnyékolással rendelkezik és/vagy **árnyékolt áramköröket** (árnyékolt kábelt vagy zárt fém kábelnyomvonalat) alkalmazunk, akkor az U_I indukált feszültségek általában **elhanyagolhatóan kicsik**, ezért általában figyelmen kívül hagyhatók. U_I értékét az A.5 pont szerint számíthatjuk ki egyéb esetekben.

Zónakiterjesztés – Mikor lehetséges?

MSZ EN 62305-4:2011, C melléklet: Koordinált túlfeszültségvédelmi rendszer kiválasztása és telepítése, C.3.5 pont

A C.3.5 pont röviden megfogalmazza, hogyan kell a koordinált túlfeszültségvédelmet kiválasztani a C.2.1 pont figyelembevételével.

- A vezeték építménybe való belépési pontján (LPZ 1 határán, pl. a főelosztóban) helyezzük el az SPD 1 készüléket, mely kielégíti a C.2.2 pont követelményeit.
- Határozzuk meg a védendő belső rendszerek U_w lökőfeszültség-állóságát.
- Ki kell választani az SPD 1 feszültség-védelmi szintjét (U_{P1}).

Zónakiterjesztés – Mikor lehetséges?

MSZ EN 62305-4:2011, C melléklet: Koordinált túlfeszültségvédelmi rendszer kiválasztása és telepítése, C.3.5 pont

- Ellenőrizni kell, hogy a C.2.1 pont követelményei teljesülnek-e.

Ha ez a követelmény teljesül, a villamos készülék megfelelően védett az SPD 1 révén. Más esetekben kiegészítő SPD 2 készülék(ek) beépítése szükséges.

- Ha erre van szükség, a berendezéshez közelebb (LPZ 2 határán, pl. az alelosztóban (SB) vagy a csatlakozóaljzatban (SA)) helyezzük el az SPD 2 eszközt, mely teljesíti a C.2.2 pont követelményeit, és energetikailag koordinált az előtte lévő SPD 1 eszközzel (lásd C.3.4 pont).....



Zónakiterjesztés – Mikor lehetséges?

Nézzünk egy gyakorlati számítást!

$U_W = 2 \text{ kV}$, a 230V AC túlfeszültségvédelmek U_p értéke általában 1,5 kV.

Ha az utolsó túlfeszültségvédelem és a védendő eszköz között a vezetéktávolság kevesebb, mint 10 méter, az $U_{p/F} \leq 0,8 U_W$ képlet érvényes:

$$1,5 \text{ kV} \leq 0,8 * 2 \text{ kV}$$



Zónakiterjesztés – Mikor lehetséges?

Nézzünk egy gyakorlati számítást!

Ha az SPD és végkészülék közötti vezetéktávolság nagyobb 10 méternél, az $U_{P/F} \leq (U_W - U_I) / 2$ feltételt kell teljesíteni. Ha megfelelő árnyékolást alkalmazunk, U_I elhanyagolható, azaz $U_{P/F} \leq U_W / 2$ képlet érvényes:

$$1,5 \text{ kV} \leq 2 \text{ kV} / 2$$



Túlfeszültségvédelmet kell alkalmazni!

Még rosszabb a helyzet, ha nem árnyékolt a kábel...

Zónakiterjesztés – Mikor lehetséges?

Miért érdekes ez?

MSZ EN 61547:2010 Készülékek általános világítási célokra. EMC-zavartűrési követelmények

Az 5.7 pont a túlfeszültségekre vonatkozó vizsgálatot írja elő az MSZ EN 61000-4-5 szabvány szerint. Itt a minimum követelmény 230 VAC táplálású, 25 W-nál nagyobb lámpatestek esetében L és N között 1 kV, L/N és PE között 2 kV 1,2/50 μ s feszültség jelalakkal. A gyártók általában ezeket a minimum követelményeket teljesítik.

U_w tehát 2 kV, a túlfeszültségvédelmek U_p értéke pedig általában 1,5 kV.

Árnyékolás

Helyes kialakítás

Kábelárnyékolás

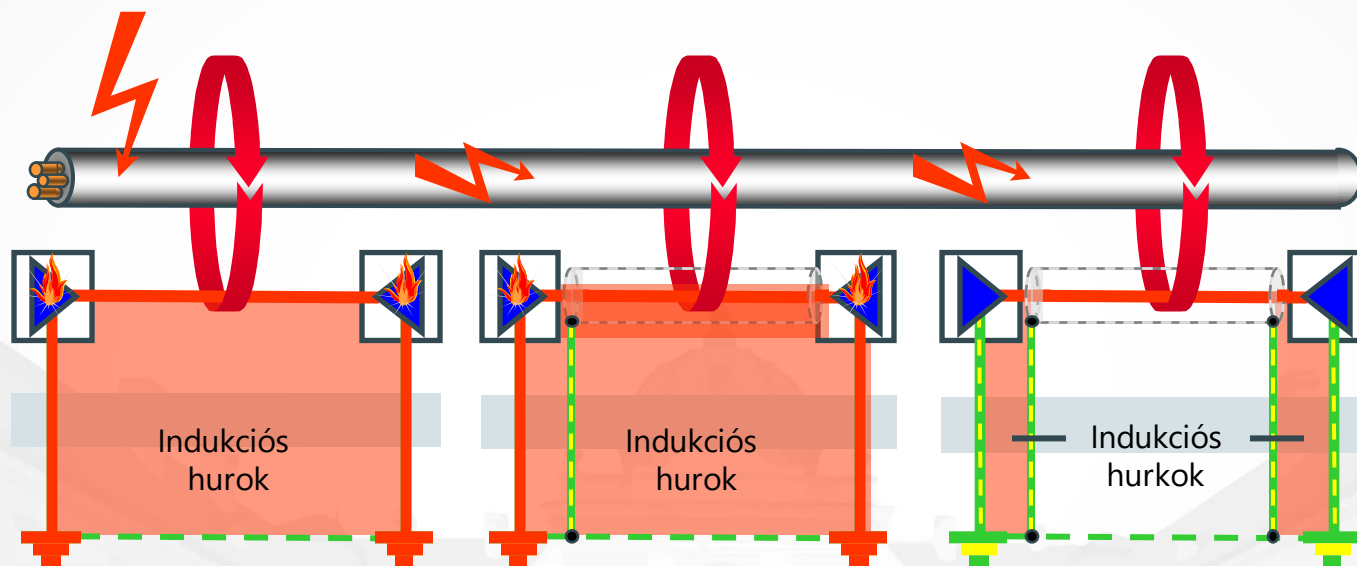
Két, egymástól több száz méter távolságra lévő épület azonos sorszámú villámvédelmi zónáiban levő készülékeket árnyékolt jelátviteli vezeték köt össze, amelyet mindkét végpontján földeltünk (az épületek összekötő hálózata /bonding network/ útján). Elhagyható-e az árnyékolt vezeték túlfeszültség-védelme?

Igen, ha az árnyékolt vezeték azonos sorszámú zónákat köt össze (zónakiterjesztés), továbbá az árnyékolás alkalmas a részvillámáram vezetésére.



Árnyékolás

Induktív csatolás (indirekt villámcsapás, kapcsolási események)



Nincs árnyékolás,
Nagy csatoló felület

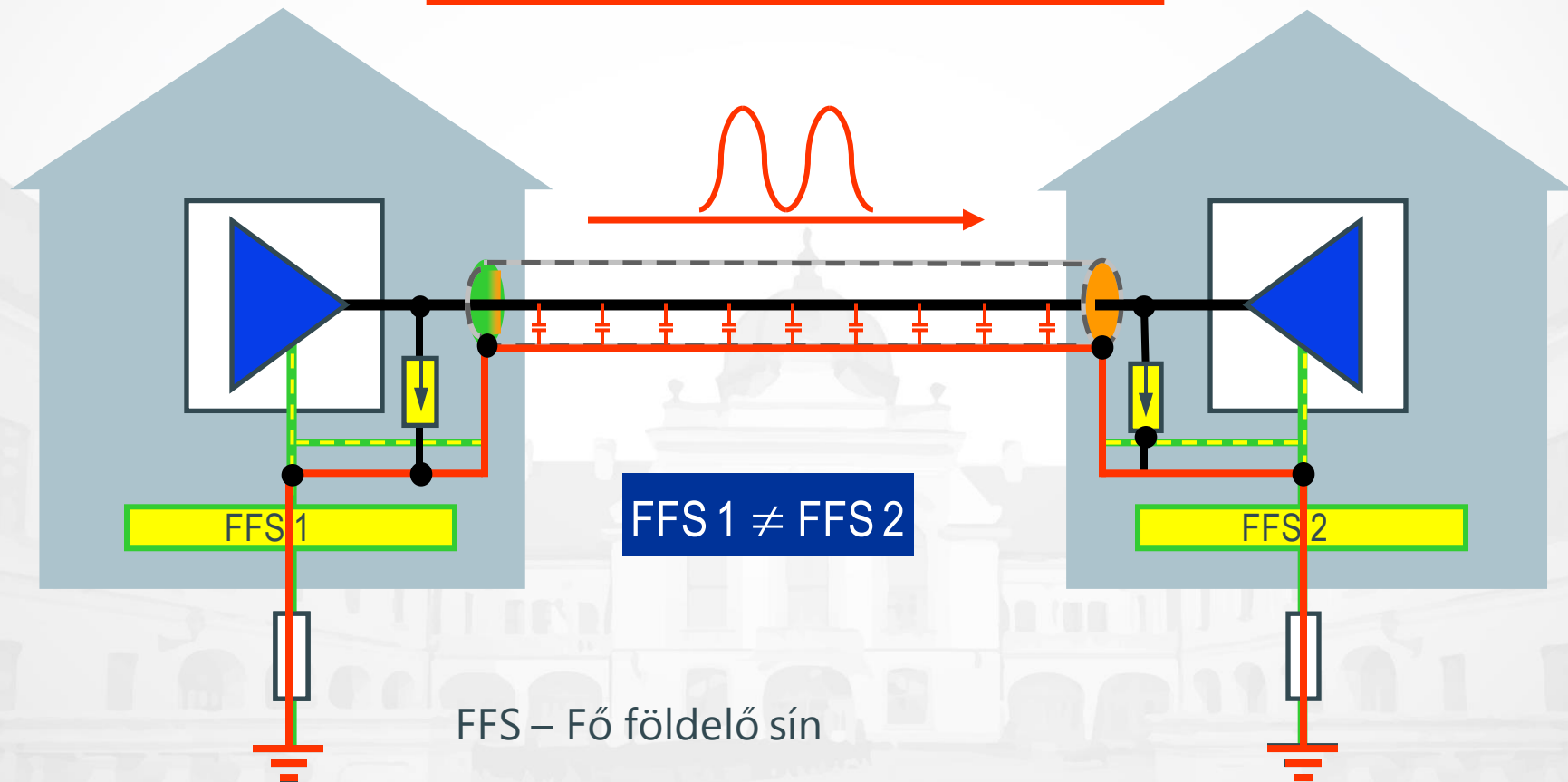
Árnyékolás
egyik oldali bekötése,
Nagy csatoló felület

Árnyékolás
Kétoldali bekötése,
Csökkentett
csatoló felület

Kétoldali árnyékolásbekötés

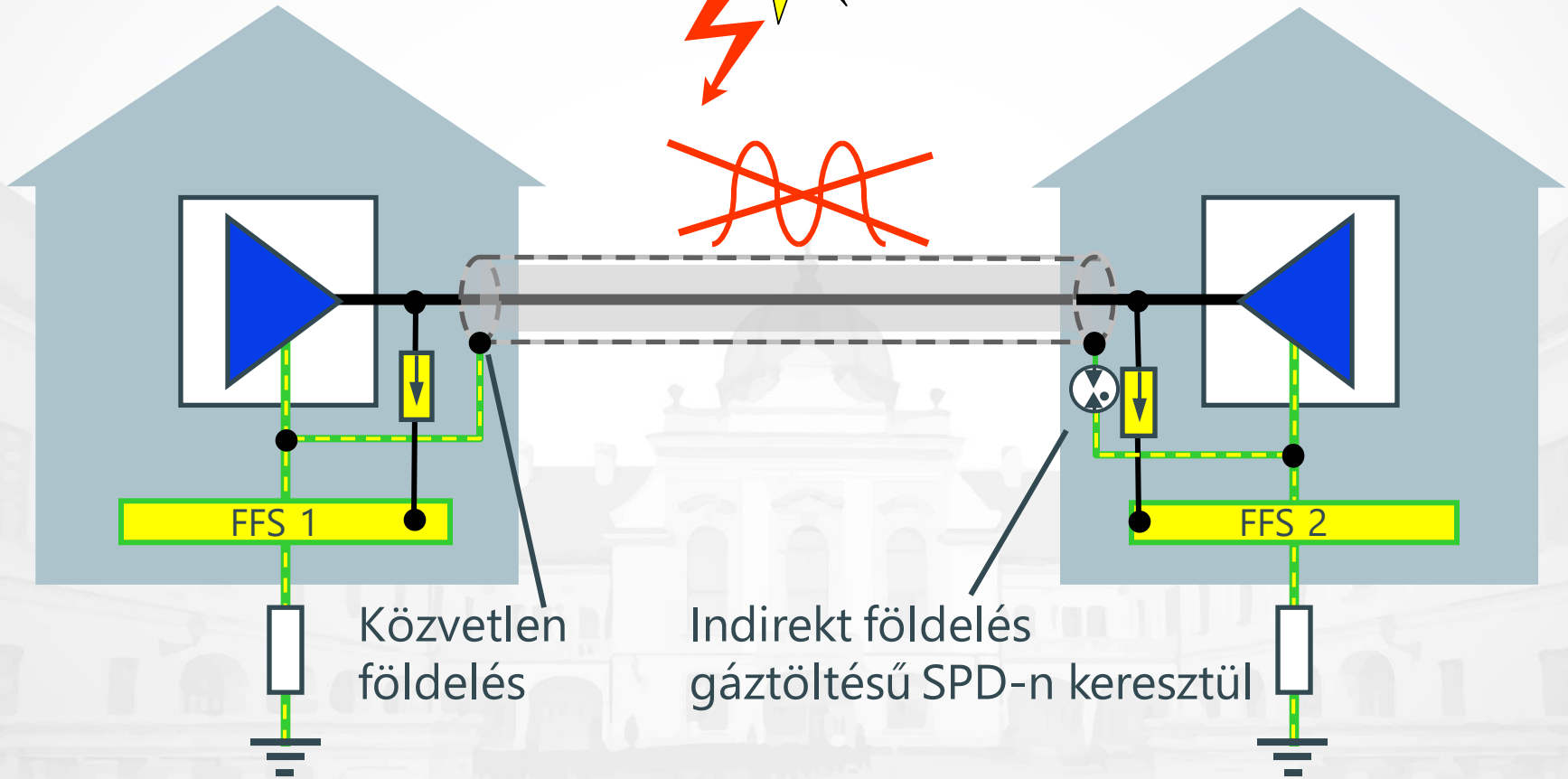
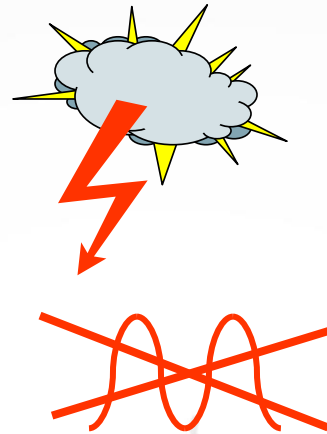
Probléma: Kisfrekvenciás kiegyenlítő áramok

$n \times 50 \text{ Hz}$
Kisfrekvenciás kiegyenlítő áramok



Kétoldali árnyékolásbekötés

Megoldás: Közvetlen és közvetett árnyékolás bekötés



Közvetlen földelés

Indirekt földelés gáztöltésű SPD-n keresztül





Köszönöm a figyelmet!