



## MSZ EN 62305-4:2011 Villamos és elektronikus rendszerek építményekben

1

### Villamos és elektronikus rendszereket tartalmazó építmények LEMP-védelme

#### MSZ EN 62305-4: 2011

#### Zónák definíciója - Külső zónák

- LPZ 0** Az a zóna, ahol az igénybevételt a villámcsapás csillapítatlan elektromágneses tere okozza, és ahol a belső rendszerek a villám teljes vagy részáramimpulzusának ki lehetnek téve. Az LPZ 0 a következő részekre van felosztva:
- LPZ 0<sub>A</sub>** Az a zóna, ahol az igénybevételt a közvetlen villámcsapás és a teljes elektromágneses villámimpulzus okozza. A belső rendszerek a villám teljes áramimpulzusának ki lehetnek téve;
- LPZ 0<sub>B</sub>** Az a zóna, amely közvetlen villámcsapás ellen védett, de amelyben az elektromágneses villámimpulzus által okozott teljes igénybevétel fellép. A belső rendszerek a villám részáramimpulzusának lehetnek kitéve.

2

# Villamos és elektronikus rendszereket tartalmazó építmények LEMP-védelme

## MSZ EN 62305-4: 2011

### Zónák definíciója - Belső zónák

**LPZ 1** Az a zóna, amelyben az áramimpulzust az árameloszlás és a határon elhelyezett túlfeszültségvédelmi eszközök korlátozzák. A térbeli árnyékolás csillapíthatja a villám elektromágneses terét.

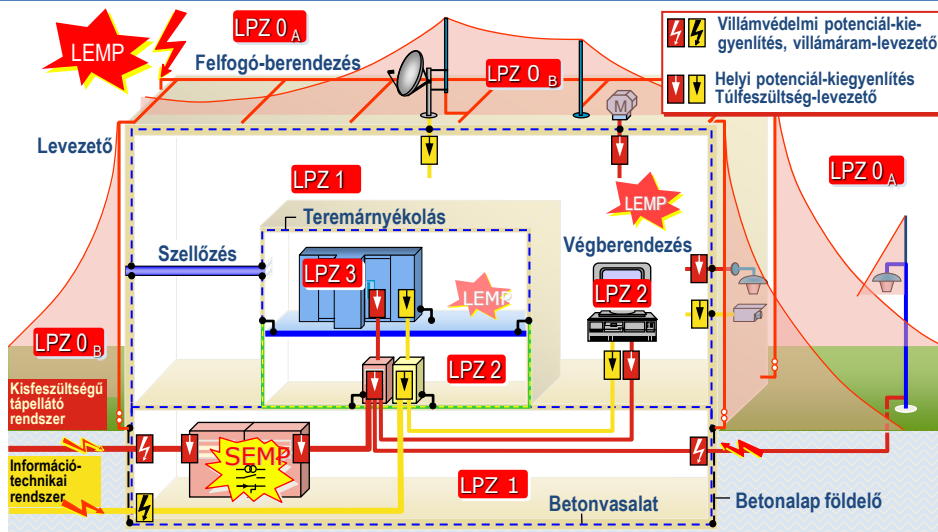
**LPZ 2..n** Az a zóna, amelyben az áramimpulzust az árameloszlás és a határon elhelyezett járulékos túlfeszültségvédelmi eszközök tovább korlátozhatják. Kiegészítő térbeli árnyékolás alkalmazható a villám elektromágneses terének további csillapítására.

A villámvédelmi zónák a LEMP elleni védelmi rendszer kialakítása révén valósulnak meg, pl. koordinált túlfeszültségvédelmi eszközök létesítésével és/vagy mágneses árnyékolással (lásd a 2. ábrát). A védendő berendezések számától, típusától és szigetelési szintjétől függően lehet a villámvédelmi zónákat meghatározni. Ezek lehetnek kisméretű helyi zónák (pl. berendezések burkolatai), vagy nagy, összefüggő zónák (pl. az építmény teljes térfogata).

31.10.02 / S1510\_b

3

## LPZ villámvédelmi zónarendszer az MSZ EN 62305 szabvány szerint



10.10.06 / S6078\_a

4

## Villamos és elektronikus rendszereket tartalmazó építmények LEMP-védelme

### MSZ EN 62305-4: 2011

#### 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 túlfeszültség-védelmi eszközök számát kell csökkenteni.

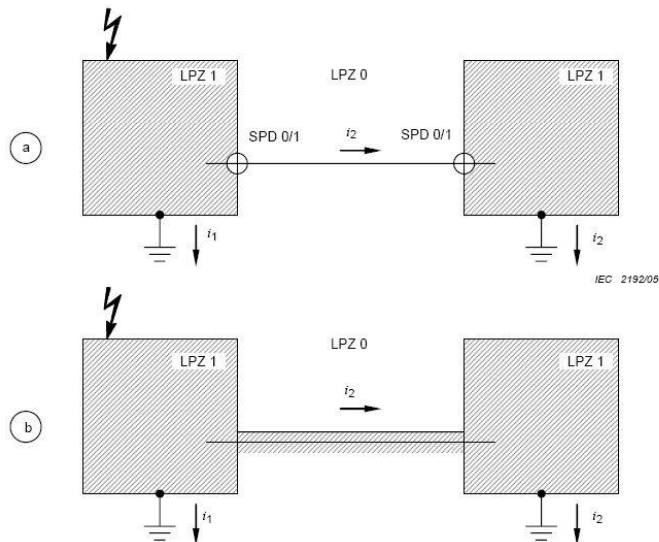
#### LPZ zóna kiterjesztése

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

31.10.02 / S1510\_c

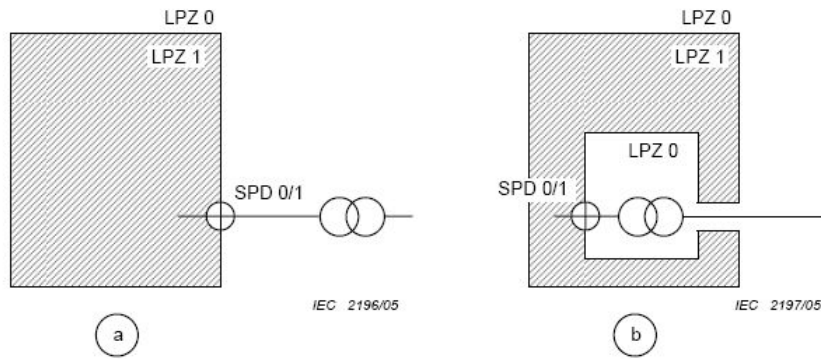
5

## MSZ EN 62305-4 Villamos és elektronikus rendszerek létesítményekben – Villámvédelmi zónák



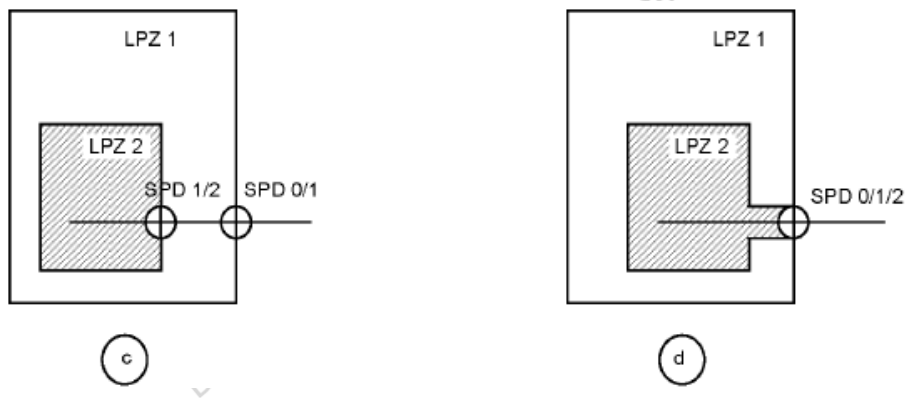
6

# MSZ EN 62305-4 Villamos és elektronikus rendszerek létesítményekben – Villámvédelmi zónák



7

# MSZ EN 62305-4 Villamos és elektronikus rendszerek létesítményekben – Villámvédelmi zónák



8

## Villámvédelmi zónakoncepció Alkalmazások

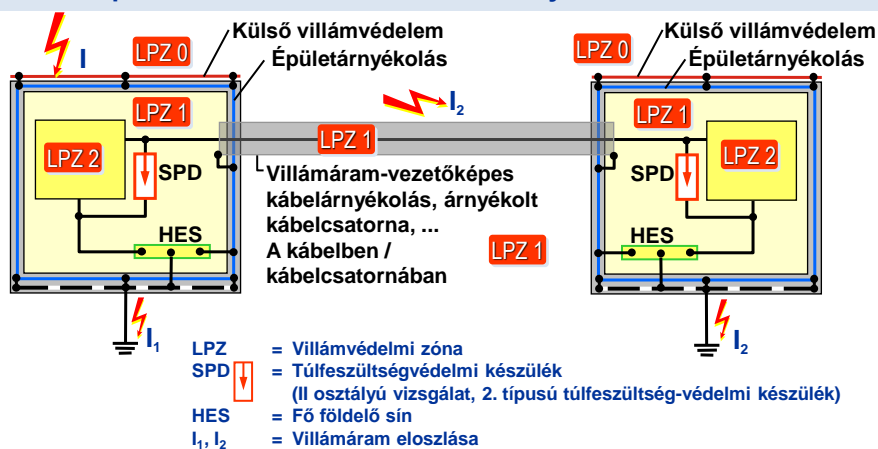
Villámvédelem

9

9

## Villámvédelmi zónakoncepció Alkalmazási példák

### Épületeket összekötő vezetékek árnyékolással



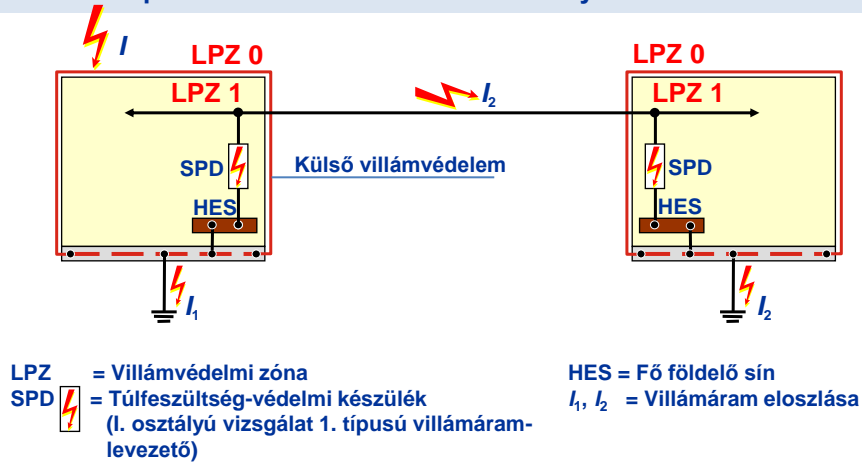
Lit.: DIN V VDE V 0185-4(VDE V 0185 Teil 4):2002-11, Abs. 5.2.2

30.03.03 / 3404\_b - KPM

10

## Villámvédelmi zónakoncepció Alkalmazási példák

### Épületeket összekötő vezetékek árnyékolás nélkül

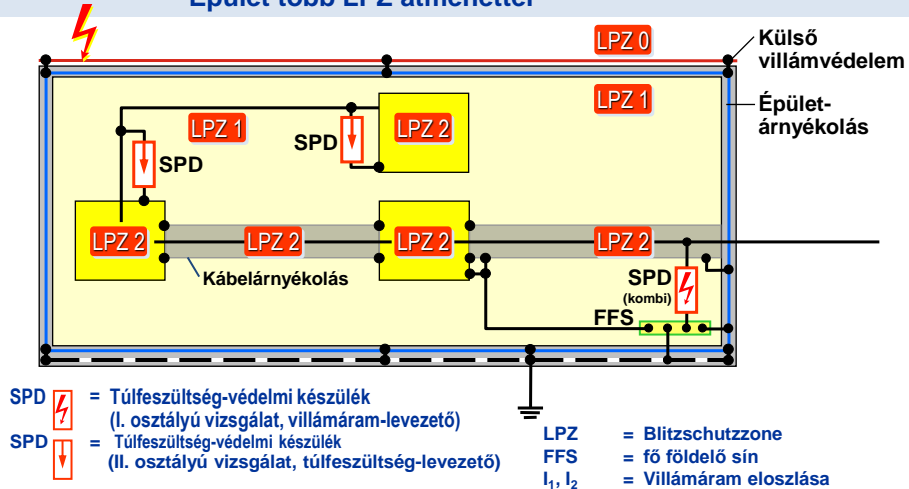


12.01.07 / S3404\_a

11

## Villámvédelmi zónakoncepció Alkalmazási példák

### Épület több LPZ átmenettel



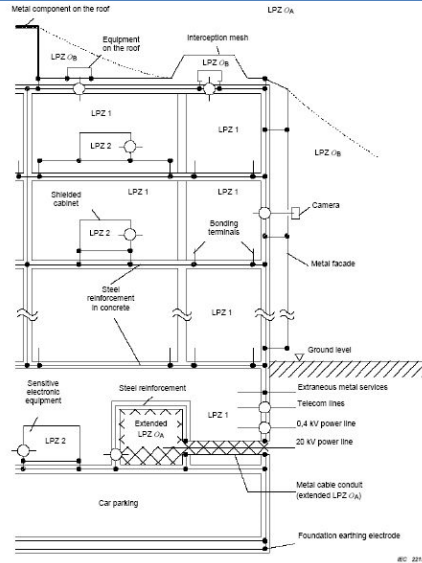
30.03.03 / 3404\_d - KPM

12

## Példa irodaépület LEMP elleni védelmi rendszerére

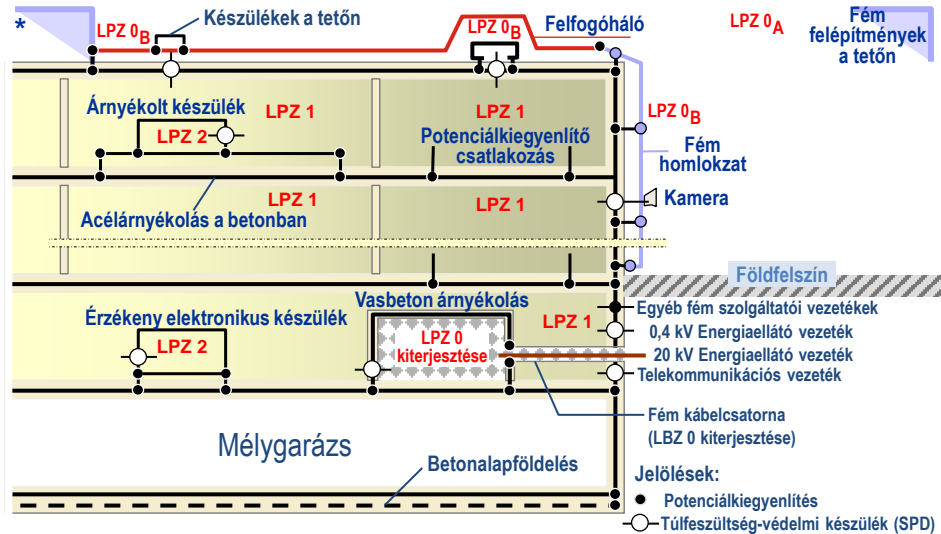
Jelölések:

- Potenciálkiegyenlítő összekötés
- o Túlfeszültség-védelmi eszköz (SPD)



13

## Példa az LPZ villámvédelmi zónákra, árnyékolás, potenciálkiegyenlítés és földelés egy irodaépület esetén



14

## 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 indukciós hurkok és az indukált belső lökőhullámok.

### • Koordinált túlfeszültség-védelem

A koordinált túlfeszültség-védelem mind a külső, mind a belső lökőhullámok hatásait korlátozza.

15

## A LEMP elleni védelmi rendszer alapvető védelmi intézkedései - Földelés és összekötés

### Földelés és összekötés

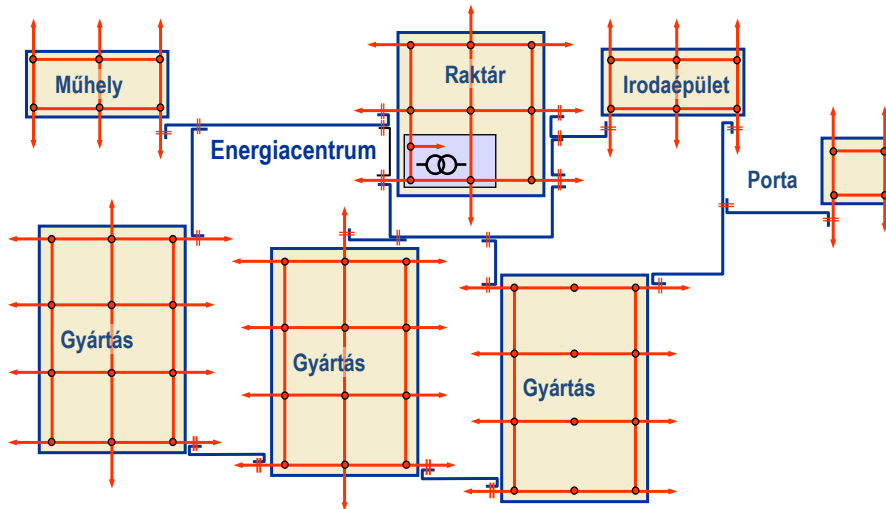
A megfelelő földelés és összekötés alapja a teljes földelőhálózat, amely a következőkből áll:

- a földelőrendszer (amely szétoszlatja a villámáramot a földben); és
- az összekötő hálózat (amely csökkenti a potenciálkülönbségeket és a mágneses teret).

16



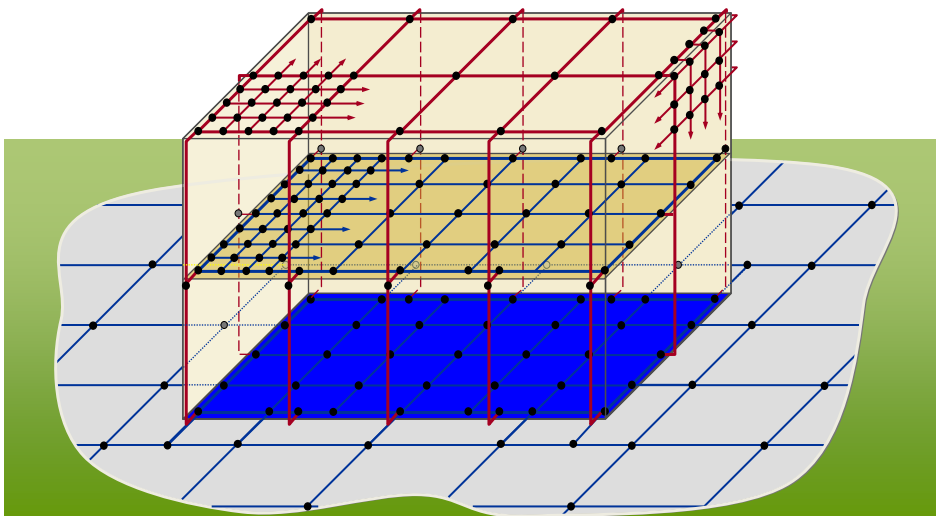
## Hálószerűen összekötött földelési rendszer egy ipari létesítményben



26.04.04 / 1483

17

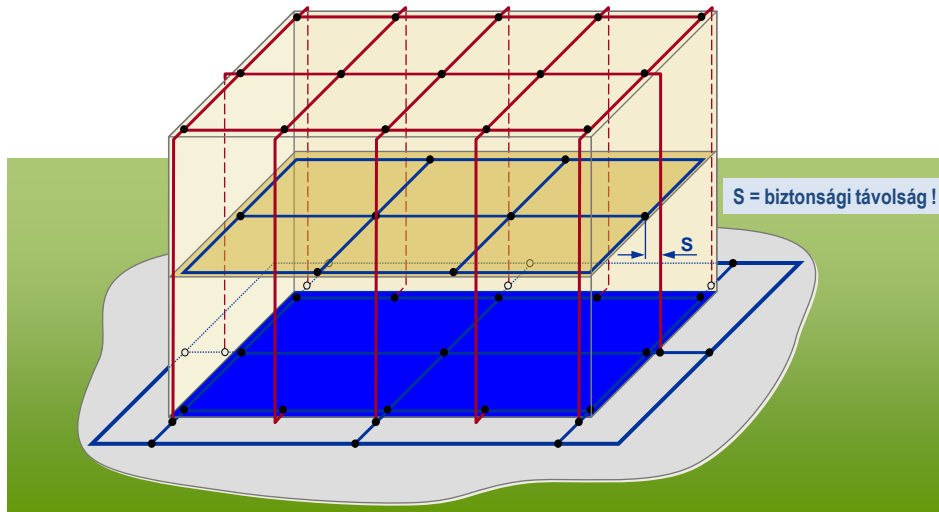
## Villámvédelmi rendszer kialakítása az MSZ EN 62305-4 szerint (összekötő hálózat-elektromágneses árnyékolás)



31.01.03 / S2278\_b

18

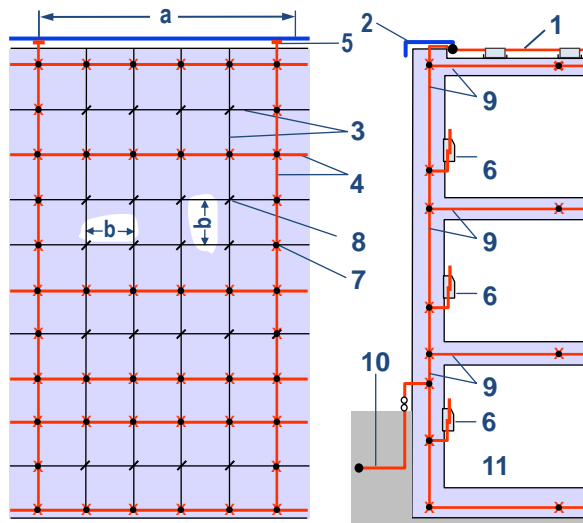
## Villámvédelmi rendszer kialakítása az MSZ EN 62305-3 szerint



31.01.03 / S2278\_a

19

## Egy építmény betonvasalásának használata a potenciákiegyenlítésként



### Jelölés

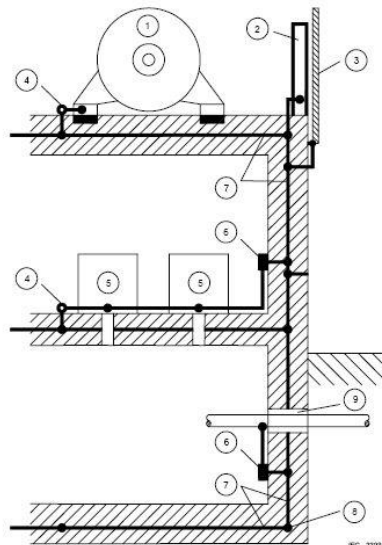
- 1 Felfogóvezető
  - 2 Tetőmelvéd fém borítása
  - 3 Betonacélrudak
  - 4 A vasalást kiegészítő háló vezetői
  - 5 A háló vezetőjének csatlakozási pontja
  - 6 A belső EPH sín csatlakozási pontja
  - 7 Csatlakozás hegesztéssel vagy szorítóval
  - 8 Tetszőleges csatlakozás
  - 9 Betonvasalás (a kiegészítő háló vezetőjével)
  - 10 Keretföldelő (ha van)
  - 11 Betonlapföldelő
- a A kiegészítő háló vezetői közötti, jellemzően 5 m-es távolság  
b A kiegészítő hálónak a betonvasalással való összekötési pontjai közötti távolság jellemzően 1 m-es távolság

01.02.10 / S665\_b

20

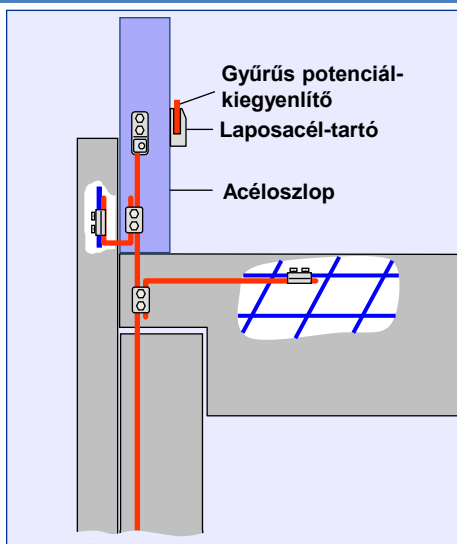
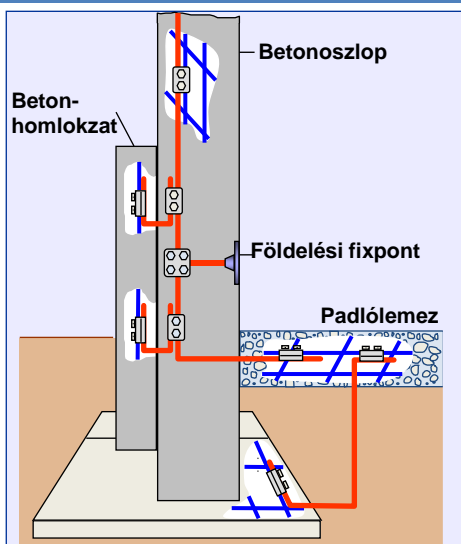
## Potenciálkiegyenlítés vasbeton szerkezetű építményben

- 1 Villamos berendezés
- 2 Acél koszorúgerenda
- 3 A homlokzat fémborítása
- 4 Összekötési pont
- 5 Villamos vagy elektronikus berendezés
- 6 EPH-sín
- 7 Betonvasalás (ráhelyezett vezetőhálóval)
- 8 Alapföldelő
- 9 Különböző csatlakozóvezetékek közös belépési helye



21

## Épületárnyékolás



11.11.02 / S665\_a

22

## Villámvédelmi zónák hálószerű és sugaras potenciálkiegyenlítéssel

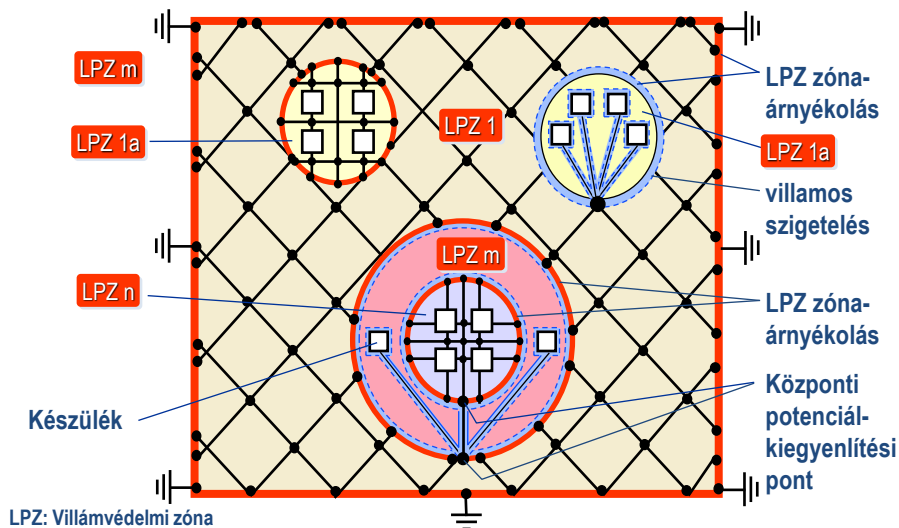
**Sugaras (S típusú) elrendezés** alkalmazása esetén a belső rendszerek összes fémelemét (pl. szekrényeket, burkolatokat, kereteket) el kell szigetelni a földelőhálózattól. Az S típusú összekötő hálózatot egyetlen, földelési referenciapontként (ERP) szolgáló EPH-sínen keresztül kell bekötni a földelőhálózatba, és így  $S_s$  típusú hálózat képződik.

S típusú elrendezés alkalmazása esetén az indukciós hurkok elkerülése céljából az egyes berendezések közötti összes vezetéknek az összekötő vezetékekkel párhuzamosan, a sugaras elrendezést követve kell haladniuk. Az S típusú elrendezés akkor alkalmazható, ha a belső rendszerek viszonylag kis zónákban helyezkednek el, és az összes vezeték egyetlen ponton lép be a zónába.

**Hálószerű (M típusú) elrendezés** alkalmazása esetén a belső rendszerek fémlemeit (pl. szekrényeket, burkolatokat, kereteket) nem kell a földelőhálózattól elszigetelni, hanem ellenkezőleg, több ponton kell azzal összekötni, és így  $M_m$  típusú hálózat keletkezik. Az M típusú elrendezés alkalmazása akkor célszerű, ha a belső rendszerek viszonylag nagy zónára, akár az egész építményre kiterjednek, ha az egyes berendezések között sok vezeték halad, és ha a vezetékek az építménybe több ponton lépnek be.

23

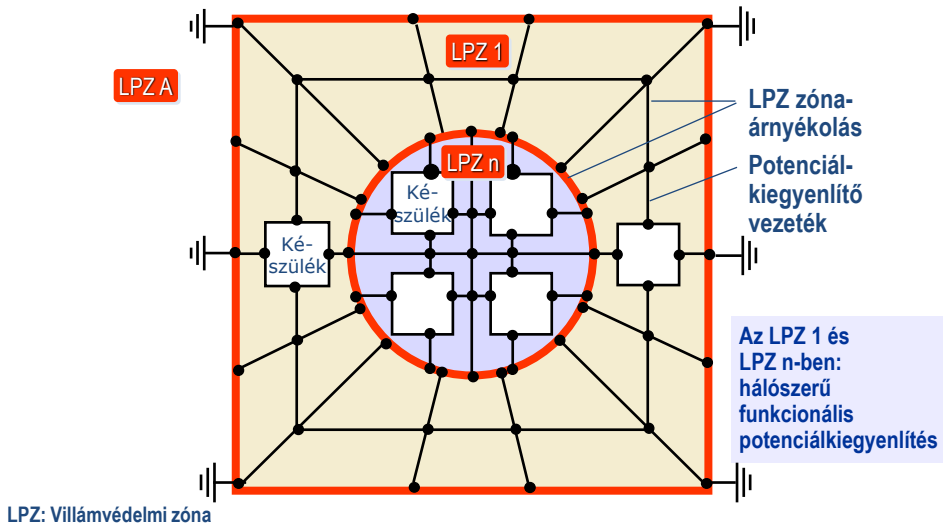
## Villámvédelmi zónák hálószerű és sugaras potenciálkiegyenlítéssel



30.03.03 / 1076

24

## A villámvédelmi zónák összekötése hálószerű funkcionális potenciálkiegyenlítéssel



25

## Földelés és potenciálkiegyenlítés – minimális vezeték-keresztmetszetek

Szerkezeti elem	Anyag	Keresztmetszet mm <sup>2</sup>
EPH-sínek (réz, vagy horganyzott acél)	Cu, Fe	50
Az EPH-sínek és a földelőhálózat vagy más EPH-sínek közötti összekötő vezetékek	Cu	16
	Al	25
	Fe	50
Belső fémbereendezések és az EPH-sínek közötti összekötő vezetékek	Cu	6
	Al	10
	Fe	16
Túlfeszültség-védelmi eszköz összekötő vezetéke	Cu	6
		4
		1
Megjegyzés: Egyéb anyag alkalmazása esetén olyan keresztmetszetet ajánlatos alkalmazni, hogy az ellenállás azonos		

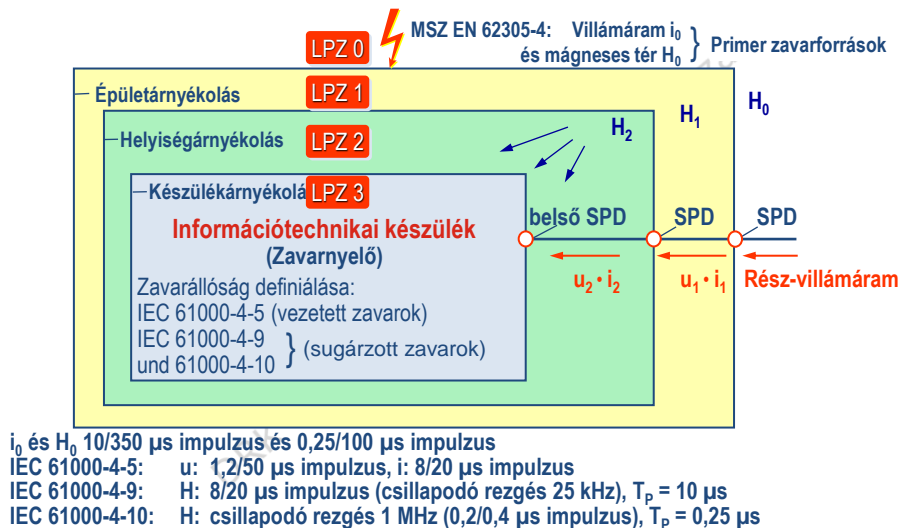
26

## Mágneses árnyékolás és a vezeték nyomvonalvezetése

- Térbeli árnyékolás
- Belső vezetékek árnyékolása
- Belső vezetékek nyomvonalvezetése
- Külső vezetékek árnyékolása

27

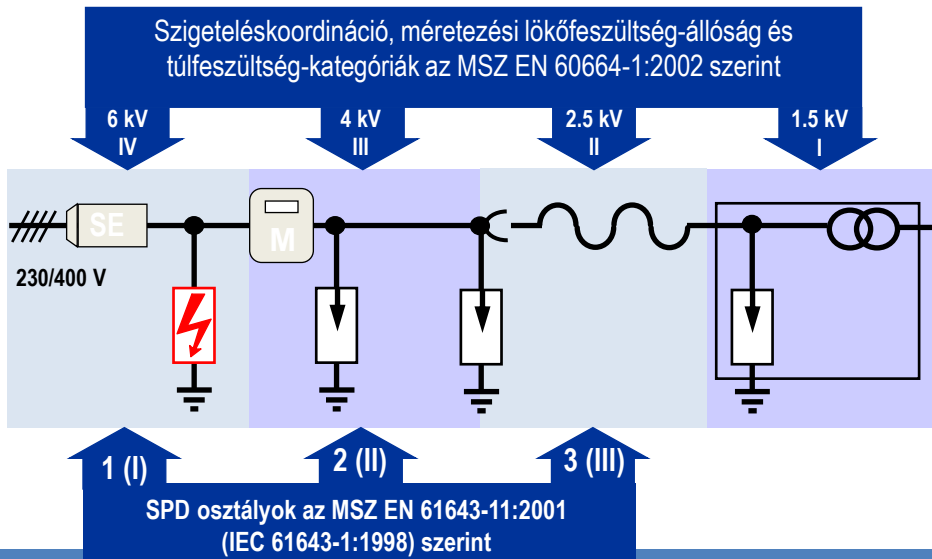
## LPZ zónabesorolás - EMC kérdések villámcsapást követően



18.05.04 / 1769

28

## Szigeteléskoordináció az MSZ EN 60664-1:2002 szerint



29

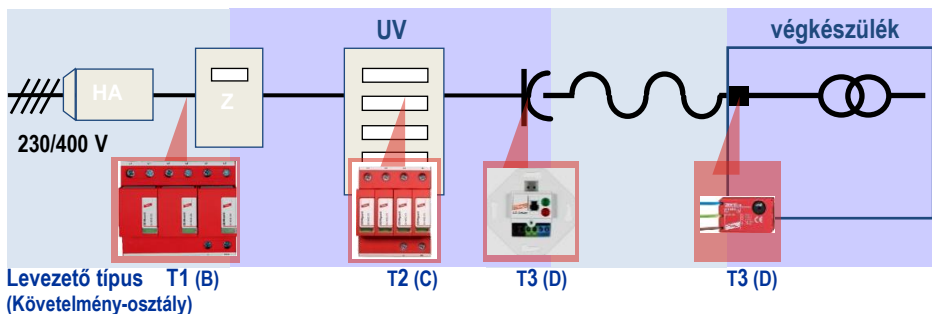
## Túlfeszültség-kategóriák MSZ HD 60364-443 Túlfeszültség-védelem alkalmazása

Méretezési lökőfeszültség-állóság 6 kV

4 kV

Védelmi szint  $\leq 1,5\text{kV}$

2,5 kV Háztartási készülékek  
1,5 kV Érzékeny készülékek



30

## Elektronikus rendszerek EMC-zavarállósága az IEC 61000-4-x szerint

Vezetett impulzusok IEC 61000-4-5			Mágneses térrel szembeni zavar-tűrés IEC 61000-4-9 IEC 61000-4-10		
Zavar-tűrés szint	Lökőfeszültség 1,2/50 $\mu$ s (kV)	Lökőáram 8/20 $\mu$ s (kA)	Zavar-tűrés szint	Vizsgálati szint 8/20 $\mu$ s (első részvillám) A/m	Vizsgálati szint 1 MHz (ismételt villám) A/m
4	4	2	5	1000	100
3	2	1	4	300	30
2	1	0,5	3	100	10
1	0,5	0,25			

30.01.03 / 3402\_a

31

## Zavartűrés osztályok MSZ EN 61000-4-9 lap: Impulzusszerű mágneses tér (első részvillám)

Osztály	Terület	Maximális télerősség
1	<b>Zavarérzékeny készülékek</b> Kis zavarállósággal rendelkező készülékek, pl. monitorok, elektronmikroszkóp	Nincs vizsgálat
2	<b>Jól védett környezet</b> Villámhatásoknak és tranzienseknek nincs hatása, pl. lakások, irodák, védett területek	Nincs vizsgálat
3	<b>Védett környezet</b> Villámvédelmi berendezés és fémszerkezetek hatásával a közelben számolni kell, pl. ipari vagy üzleti környezet, számítógépterem	100 A/m
4	<b>Tipikus ipari környezet</b> A környezetben villámvédelmi berendezés és fémszerkezetek vannak, pl. nehéz-ipar, villamos energiaellátás, nagyfeszültségű berendezések vezénylőtermek	300 A/m
5	<b>Környezet igen sok iparral</b> Teljes villámáram, hálózati üzemi áram néhány kA nagyságrendben, pl. kapcsolóterek (közép-/nagyfeszültség)	1000 A/m
X	<b>Különleges feltételek</b>	Speciális, nagyobb vagy Kisebb értékek

22.04.04 / 1759\_a

32



## Zavartűrési osztályok MSZ EN 61000-4-10 lap: Csillapodó rezgésű mágneses tér (ismételt villám)

Osztály	Terület	Maximális térerősség
1	<b>Zavarérzékeny készülékek</b> Kis zavarállósággal rendelkező készülékek, pl. monitorok, elektronmikroszkóp	Nincs vizsgálat
2	<b>Jól védett környezet</b> Kapcsolási eseményeknek nincs hatása, pl. jól védett ipari területek	Nincs vizsgálat
3	<b>Védett környezet</b> Kapcsolási események 100 m távolságban, pl. kapcsolóber. számítógéptermei	10 A/m
4	<b>Tipikus ipari környezet</b> Kapcsolási események néhányszor 10 m távolságban, Pl. nehézipar és villamos energiaellátás berendezései	30 A/m
5	<b>Környezet igen sok iparral</b> Kapcsolási események és nagyteljesítményű berendezések a közvetlen közelben, pl. berendezések kapcsolóterei a nehéziparban és a villamos energiaellátás területén	100 A/m
X	<b>Különleges feltételek</b>	Speciális, nagyobb vagy Kisebb értékek

22.04.04 / 1759\_b

33

## Zavartűrési osztályok kiválasztása MSZ EN 61000-4-10:1993 + A1: 2001, C. függelék

### 3. osztály: Védett környezet

A környezetet a villámvédelmi berendezések és kiterjedt fémszerkezetek védőföld-csatlakozásának közelsége jellemzi.

Ipari területek, központi vezénylő épület, berendezések és területek amelyek nem tartoznak a nehéziparhoz, ahol azonban villámvédelmi berendezések vagy kiterjedt fémszerkezetek találhatóak a közvetlen közelben, nagyfeszültségű kapcsolóberendezések **számítógéptermei** például reprezentatív képviselői lehetnek ennek a környezetnek.

30.03.03 / 3402\_b

34

## Zavartűrési osztályok kiválasztása MSZ EN 61000-4-10:1993 + A1: 2001, C. függelék

### 4. osztály: Tipikus ipari környezet

A környezetet a villámvédelmi berendezések és kiterjedt fémszerkezetek védőföld-csatlakozásának közelsége jellemzi.

**Nehézipar és villamos energiaellátó rendszerek** valamint nagyfeszültségű kapcsolóberendezések vezénylőtermei a reprezentatív képviselői ennek a környezetnek.

### 5. osztály: Környezet igen sok iparral

A környezetet a következő jellemzők határozzák meg: áramkörök, áramsínek, közép- és nagyfeszültségű kábelek néhány kA áramerősséggel;

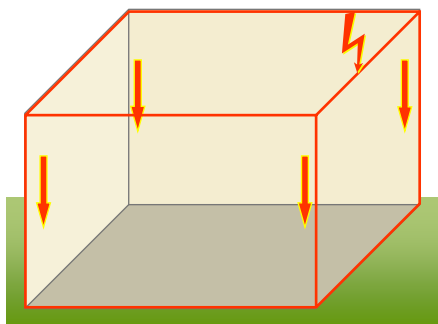
Villámvédelmi berendezések vagy magas építmények védőföld-csatlakozása, pl. nagyfeszültségű távvezetékoszlopok, amelyek a teljes villámáramot vezetik.

30.03.03 / 3402\_c

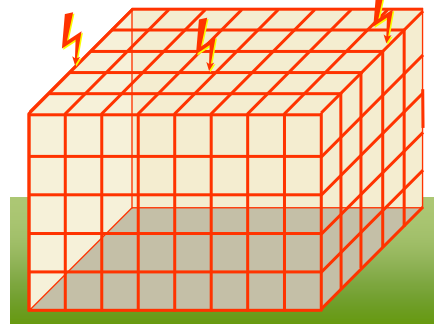
35

## A mágneses tér csökkentése hálószerű árnyékolással

Csökkentés a villámárammal átjárt szerkezetekben  
az árameloszlás növelésével



Nagy térerősség  
nagy mágneses térerősség és indukált  
feszültségek a vezető környezetben



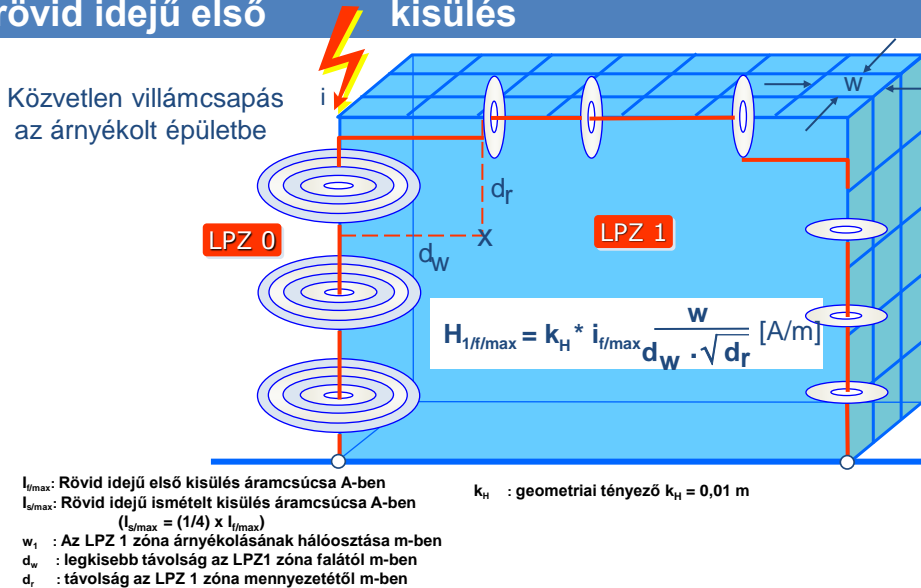
Kisebb részáramok,  
Kisebb mágneses tér és indukált  
feszültségek az épületben

30.03.03 / 2053

36

## Impulzusszerű mágneses tér az LPZ1-ben - rövid idejű első kisülés

Közvetlen villámcsapás az árnyékolt épületbe

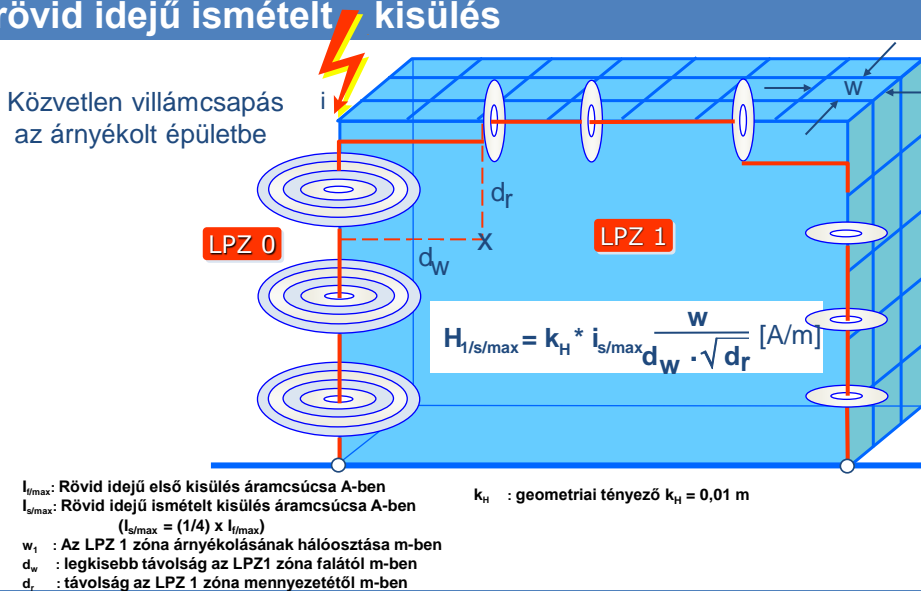


13.12.07 / 2294\_e

37

## Impulzusszerű mágneses tér az LPZ1-ben - rövid idejű ismételt kisülés

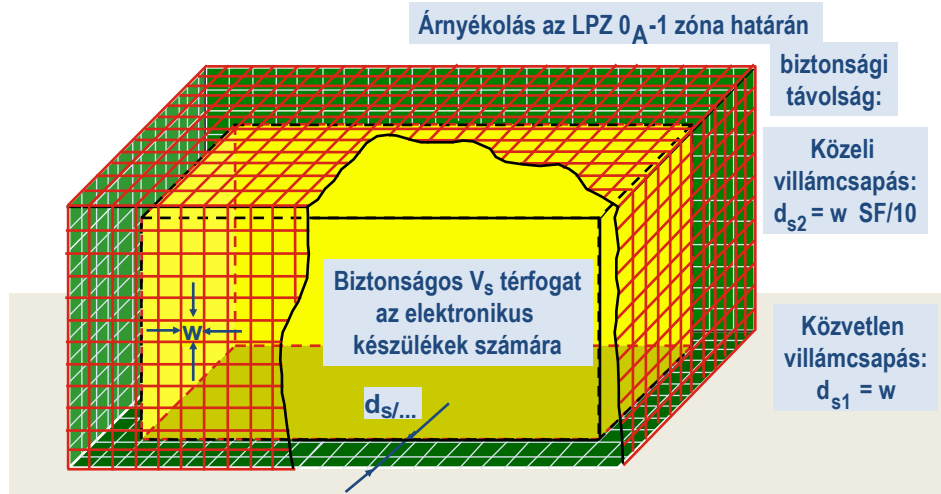
Közvetlen villámcsapás az árnyékolt épületbe



13.12.07 / 2294\_e

38

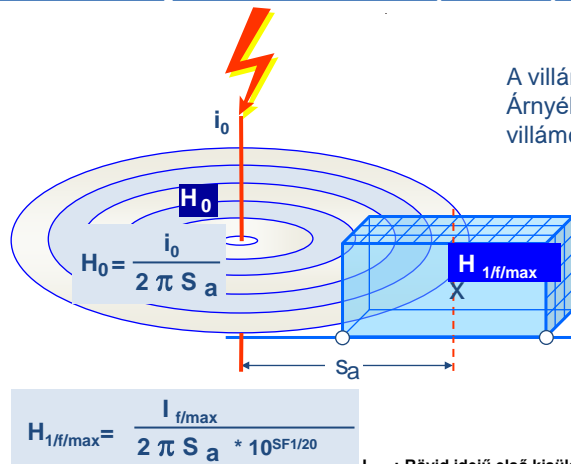
## Biztonságos térfogat az elektronikus készülékek számára LPZ 1 zónában



05.02.04 / 1662\_a

39

## Impulzusszerű mágneses tér az LPZ1-ben - rövid idejű első kisülés (LEMP)

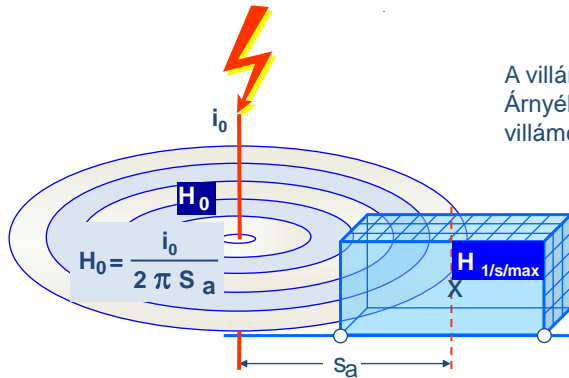


$I_{1/\max}$ : Rövid idejű első kisülés áramcsúcsa A-ben  
 $I_{s/\max}$ : Rövid idejű ismételt kisülés áramcsúcsa A-ben ( $I_{s/\max} = (1/4) \times I_{1/\max}$ )  
 $s_a$ : A villám becsapási talppont és a helyiség közepének távolsága  
 $d_r$ : az LPZ1 zóna árnyékolási tényezője  $w = w1$  az A.2 táblázat alapján

13.12.07 / 2294\_d

40

## Impulzusszerű mágneses tér az LPZ1-ben - rövid idejű ismételt kisülés (LEMP)



A villám mágneses tere az LPZ 1-ben  
Árnyékolt épület környezetét érő  
villámcsapás

$$H_{1/s/\max} = \frac{I_{s/\max}}{2 \pi S a} * 10^{SF1/20}$$

$I_{t/\max}$ : Rövid idejű első kisülés áramcsúcsa A-ben

$I_{s/\max}$ : Rövid idejű ismételt kisülés áramcsúcsa A-ben ( $I_{s/\max} = (1/4) \times I_{t/\max}$ )

$s_a$ : A villám becsapási talppont és a helyiség közepének távolsága

$d_r$ : az LPZ1 zóna árnyékolási tényezője  $w = w1$  az A.2 táblázat alapján

13.12.07 / 2294\_d

41

## Hálószerű árnyékolás mágneses csillapítása közeli villámcsapás esetén

Anyag	SF (dB)		$w$ = hálósztás (m) ( $w \leq 5m$ )
	25 kHz (első kisülés)	1 MHz (ismételt kisülés)	
Réz Alumínium	$20 \log (8,5/w)$	$20 \log (8,5/w)$	$r$ = rúd sugara (m)
Acél	$20 \cdot \log \frac{(8,5/w)}{\sqrt{1 + 18 \cdot 10^{-6} / r^2}}$	$20 \log (8,5/w)$	

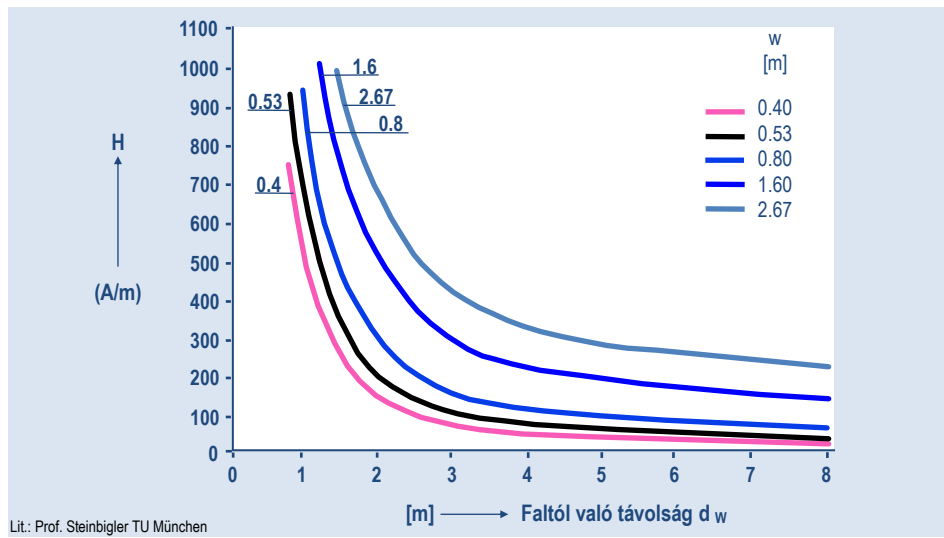
**Példa: acélháló**

$w$ (m)	$r$ (m)	dB 25 kHz	dB 1MHz
0,012	0,001	44	57
0,1	0,006	37	39
0,2	0,009	32	33
0,4	0,0125	26	27

26.04.04 / KPM 2313\_c

42

## Mágneses térerősség a W hálósztás függvényében

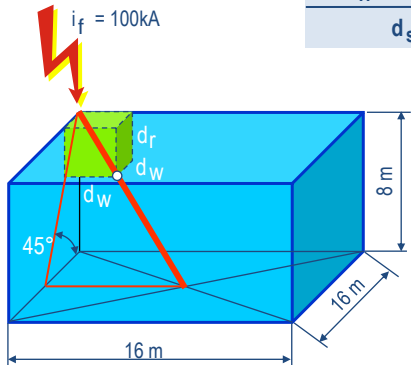


26.04.04 / 1647

43

## Hálószerű helyiségárnnyékolás hatása közvetlen villámcsapás esetén

W	(m)	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2
$H_{1f} (d = w)$	(A/m)	559	791	1118	1581	2236
$d (H_{1f} = 300 \text{ A/m})$	(m)	4,85	3,05	1,92	1,21	0,87
$d_{s1}$	(m)	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2



Lit.: Müller, DEHN + Söhne; Dr. Landers, UNI BW München

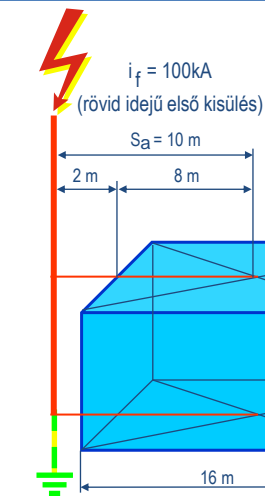
$$H_1 = k_H \cdot i_o \cdot \frac{w}{d_w \cdot \sqrt{d_r}}$$

Hálószerű helyiségárnnyékolás  
 $H_1$  tér a helyiség belsejében f ( $d_w$ ,  $d_r$ )  
 $d_w = d_r = d$  (csak ebben a példában!)  
 $d_{s1} = w$  (biztonságos térfogat  $V_s$ )

26.04.04 / KPM 2313\_b

44

## Hálószerű helyiségárnnyékolás hatása közeli villámcsapás esetén



W	(m)	$\infty$	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2
SF1 (acél)	(dB)	0	5,2	11,2	17,3	23,3	29,3
$H_{1f}$	(A/m)	$H_0=1592$	873	437	217	109	48
$d_{s2}$	(m)	-	1,7	1,8	1,4	0,9	0,6

$$H_0 = \frac{i_0}{2 \pi S_a}$$

$$H_1 = \frac{H_0}{10^{SF/20}}$$

Hálószerű helyiségárnnyékolás, acél 8 mm  $\varnothing$  50mm<sup>2</sup>  
 $H_1$  tér a helyiség belsejében ~ állandó  
 $d_{s2} = w \cdot SF/10$ , ha  $SF \geq 10$  (biztonsági térfogat  $V_S$ )  
 $d_{s2} = w$ , ha  $SF < 10$

45

## Külső villámvédelem Természetes levezetők

**MSZ EN 62305-3:2011**

### Vasbeton építmények betonvasalásának villamos vezetőképessége (1)

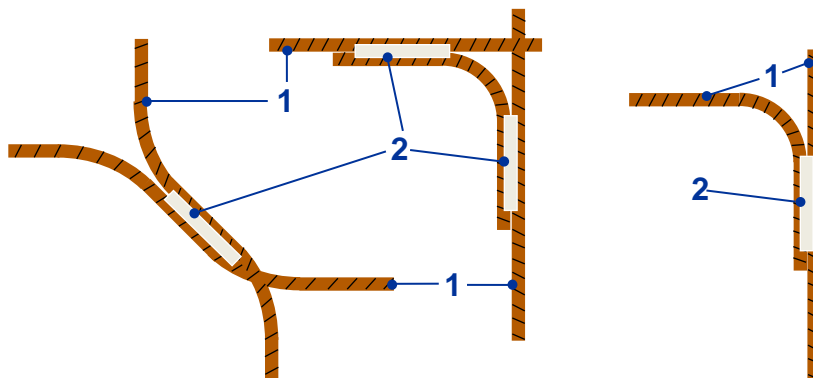
Vasbeton építmények **betonvasalása akkor tekinthető villamosan vezetőnek**, ha a függőleges és vízszintes rudak csatlakozásainak **nagy része össze van hegesztve vagy más módon biztonságosan össze van kötve**. A függőleges rudak csatlakozásait a rúdátmérő 20-szorosával megegyező hosszban átlapolva össze kell hegeszteni, vagy más biztonságos módon kell összekötni. (4.3 pont)

Új építmények esetében a betonvasalás egyes elemei közötti összeköttetéseket a tervezőnek és a kivitelezőnek kell meghatározni együttműködve az építetivel és az építőmérnökkel.

19.09.06 / S6015\_a

46

## Betonvasalás vagy csatlakozórudak hegesztett összekötései, amennyiben a statikus hozzájárul



Jelölés: 1 Csatlakozóvezető vagy csatlakozórúd  
2 Hegesztési varrat az E4.3.3 fejj. alapján

Megjegyzés: Hegesztési varrat hossza 50 mm

24.01.03 / 3445

47

## Külső villámvédelem Természetes levezetők

**MSZ EN 62305-3:2011**

### Vasbeton építmények betonvasalásának villamos vezetőképessége (2)

Vasbeton szerkezetű építmények esetén (ideértve az előre gyártott, előfeszített vasbeton elemeket) a betonacélszálak villamos folytonosságát a legfelső és a legalsó szint között villamos méréssel kell ellenőrizni. A teljes villamos ellenállás **lehetőleg 0,2  $\Omega$ -nál ne legyen nagyobb**, erre a célra alkalmas műszerrel mérve. **Ha ezt az értéket nem lehet elérni**, vagy a vizsgálatot nem lehet elvégezni, akkor a betonvasalást **nem szabad** az 5.3.5. szakaszban tárgyalt **természetes levezetőként felhasználni**.

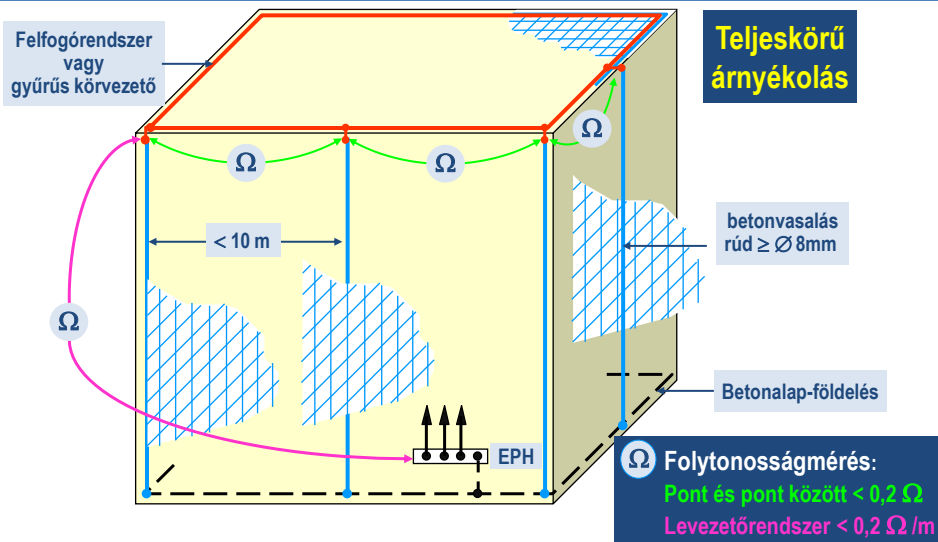
Ilyen esetben külső levezetőt ajánlott készíteni. Előre gyártott vasbeton elemekből álló építmények esetén a szomszédos előre gyártott vasbeton elemek közötti csatlakoztatással kell a betonvasalást folytonossá tenni.

19.09.06 / S6015\_b

48



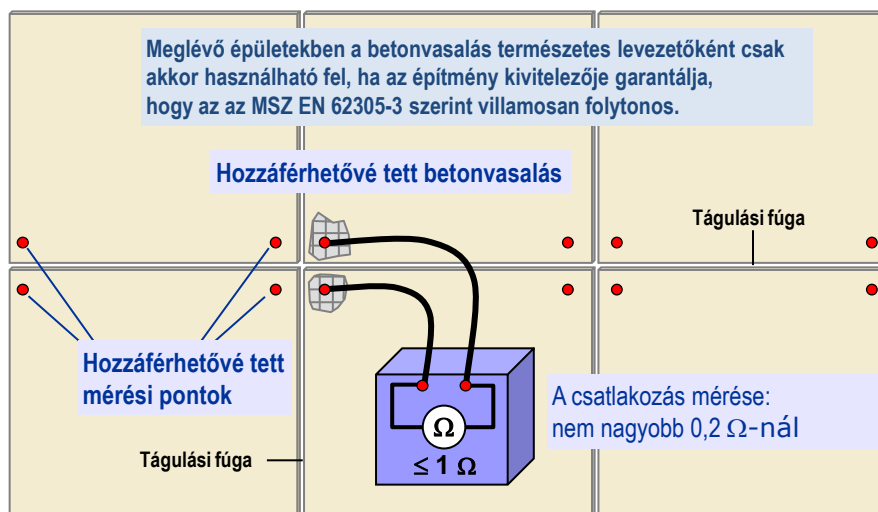
## Természetes elemek használata - A betonvasalás használata levezetőként meglévő építményeknél



01.02.05 / 2665 a

49

## Természetes elemek használata - Meglévő épület készbeton elemekből



23.12.02 / S2939

50

## Külső villámvédelem Természetes levezetők

**MSZ EN 62305-3: 2011, E melléklet, E.5.3.4.1 fejelet.**

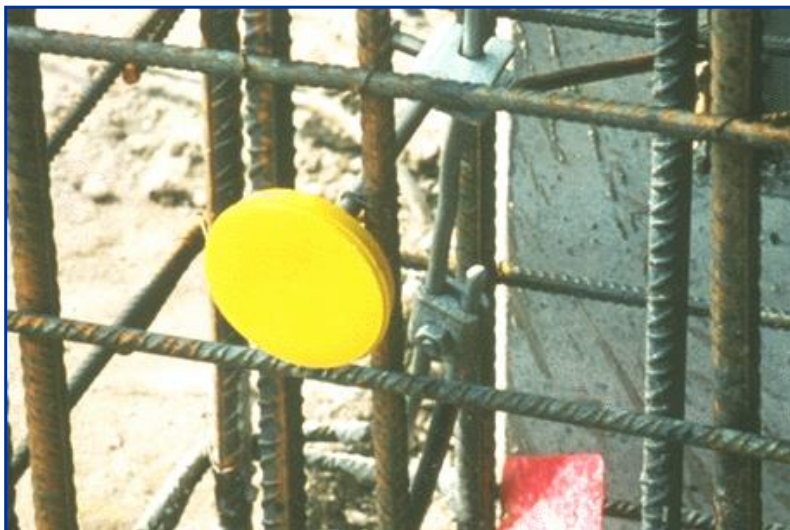
Nagy építmények, mint például magas lakóházak, és különösen ipari és irodaépületek esetén, amelyek **acélvázat, acél- és betonszerkezeteket vagy vasbeton szerkezeteket tartalmaznak**, a vezetőképes szerkezeti elemek **természetes levezetőkként használhatók.**

Az ilyen építmények villámvédelmi rendszerének **eredő impedanciája meglehetősen kicsi, amely a belső berendezések számára nagyon hatékony villámvédelmet jelent.** Különösen előnyös a vezetőképes falfelületek levezetőként való alkalmazása. Ilyen vezetőképes falfelületek lehetnek: vasbeton falak, homlokzati fémburkolatok és előre gyártott homlokzati vasbeton elemek, feltéve, hogy az 5.3.5. szakasz szerint vannak csatlakoztatva és összekötve.

15.02.07 / S6015

51

## Földelési fix pont, K típus Szerelési példa



26.04.04 / S1573\_b

52

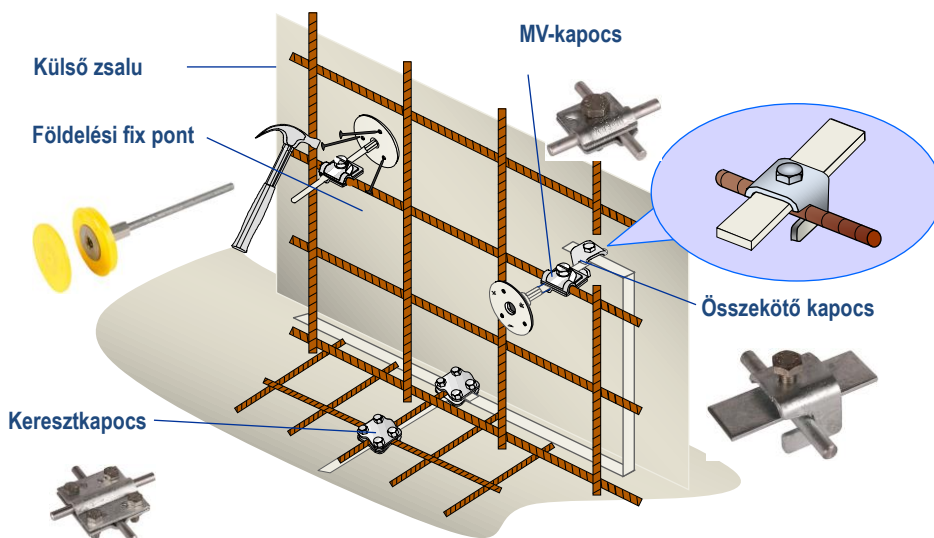
## Épületárnyékolás a betonvasalás felhasználásával



22.03.04 / 3074. b/ KK

53

### Példa a földelési fix pont és a betonalföldelés betonvasaláshoz történő csatlakoztatására



54

## Földelési fix pont, pincefal betonvasalása



01.6.04 / 4317\_a

55

## Földelési fix pont, pincefal betonozás után



01.6.04 / 4317\_a

56

## Földelési fix pont, betonvasalás, betonoszlop



01.6.04 / 4317\_c

57

## Földelési fix pont, betonoszlop betonozás után



01.6.04 / 4317\_d

58



## Összekötőkapocs Laposvas / betonacél (vasalás)



02.06.05 / S 3068

59

## Kész betonmennyezeti lapok csatlakoztatása (filigran mennyezet)



28.05.04 / 4308\_a

60

## Kész betonmennyezeti lapok csatlakoztatása (filigran mennyezet)



28.05.04 / 4308\_b

61

## Egy vezénylőterem árnyékolása



Quelle: Blitzschutzbau Wettingfeld, Krefeld

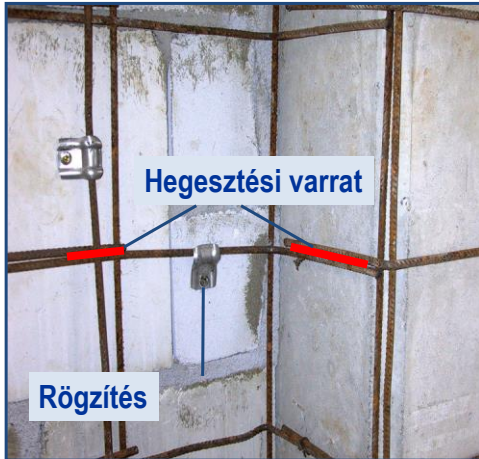


Csatlakozó zászló  
40 x 5 mm  
Hegesztett kötés

25.09.09 / 3381\_a

62

## Egy vezénylőterem árnyékolása



Hegesztési hely betonvasalás-háló

Quelle: Blitzschutzbau Wettingfeld, Krefeld

25.09.09 / 3381\_b

63

## Összekötések a betonvasalásban



21.09.04 / 4411 - KPM

64



## Betonalap-földelés hálószerű fektetése



16.05.02 / S1593

65

## Betonalap-földelés

Csatlakozás  
az  
árnyékoláshoz

villámáram-  
vezetőképes  
összekötés



Quelle: Blitzschutzbau Wettingfeld, Krefeld

25.11.2004 / 4440\_h - KPM

66

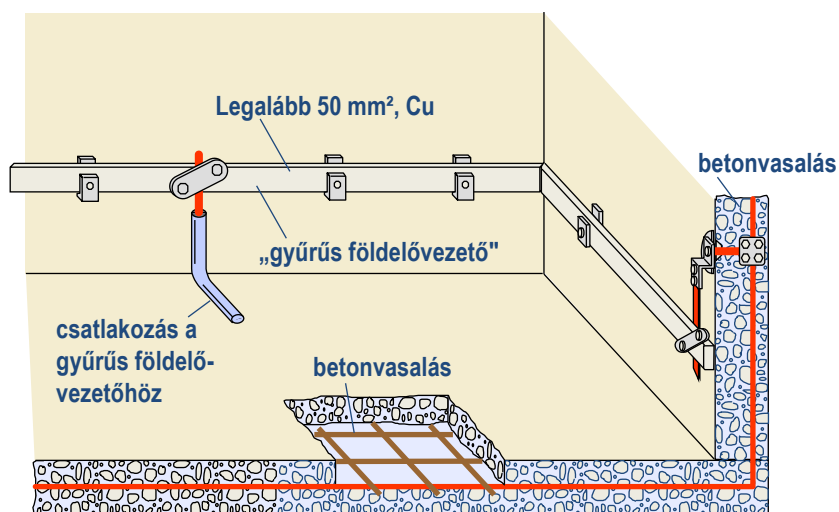
## Kis hálósztású felfogó elrendezés/árnyékolás egy számítógépközpont tetőjén (zöld tető)



Lit.: K.P. Müller: EMV-Blitzschutz. 1. VDE/ABB-Blitzschutztagung  
„Blitzschutz für Gebäude und Elektrische Anlagen“. 29.02./01.03.96 Kassel.

67

## „Gyűrűs földelővezető”



30.03.03 / 834

68

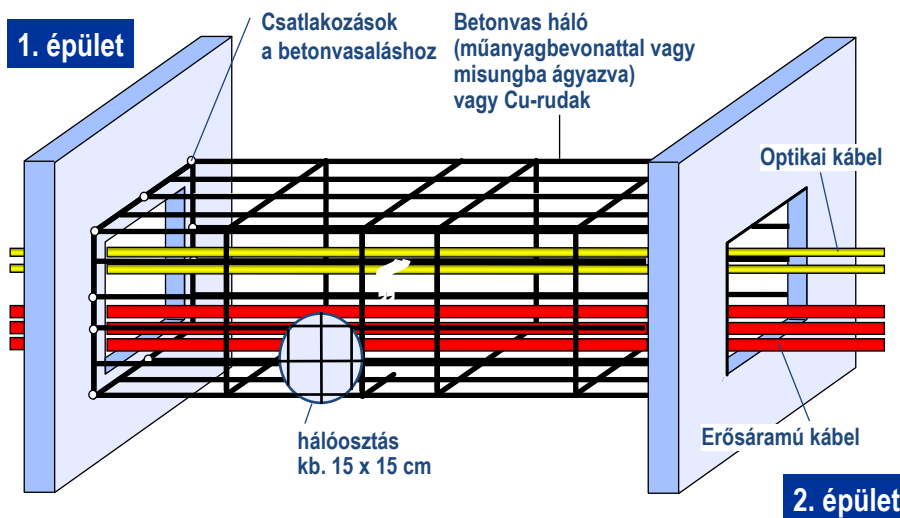
## Földelési fix pont és gyűrűs-potenciálkiegyenlítő sín alkalmazása



14.03.05 / 3618\_c

69

## Kábelalagút árnyékolása



26.04.04 / 2069

70

## Árnyékolt kábelcsatornák



30.03.03 / 3327

71

## Kábelárnyékolás

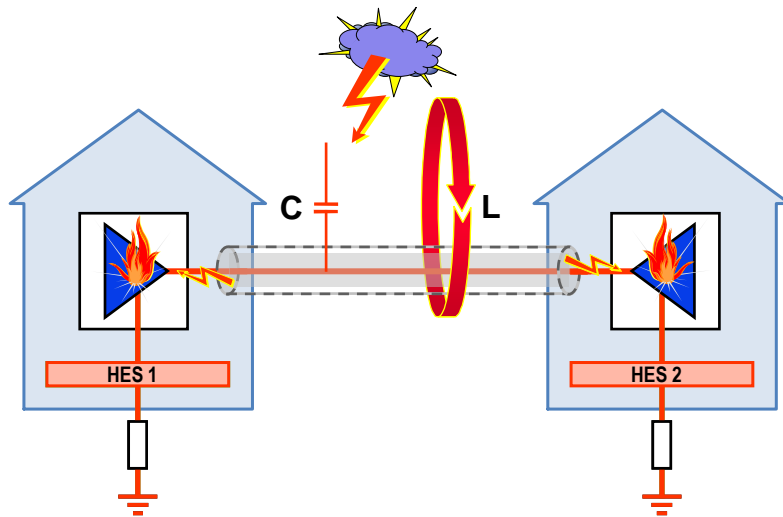
DRK – MMK Elektrotechnikai tagozat

Villámvédelem

72

72

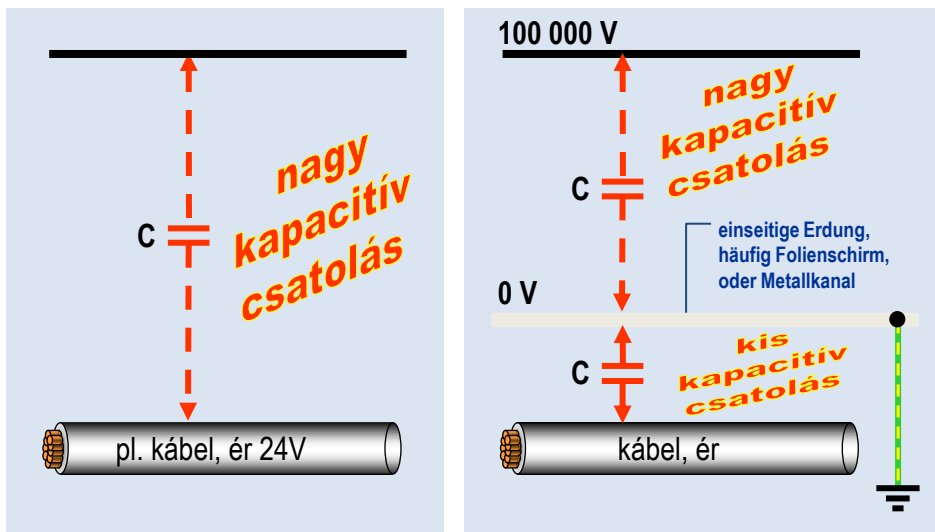
**Árnyékolás nincs csatlakoztatva az összekötő hálózathoz Nincs árnyékolás a kapacitív/induktív csatolások ellen**



11.08.10 / S2312\_e

73

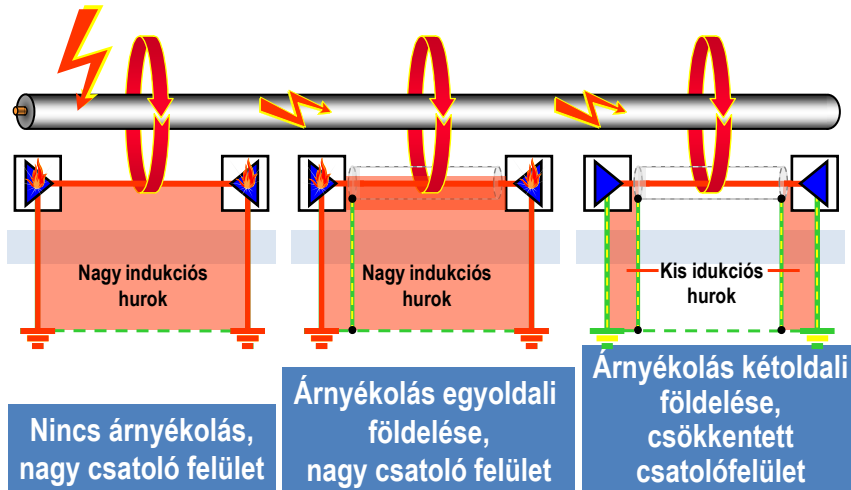
**Villamos tér kapacitív becsatolása a kábelbe**



09.01.07 / S2312\_i

74

## Kábelárnyékolás hatásossága – induktív becsatolás

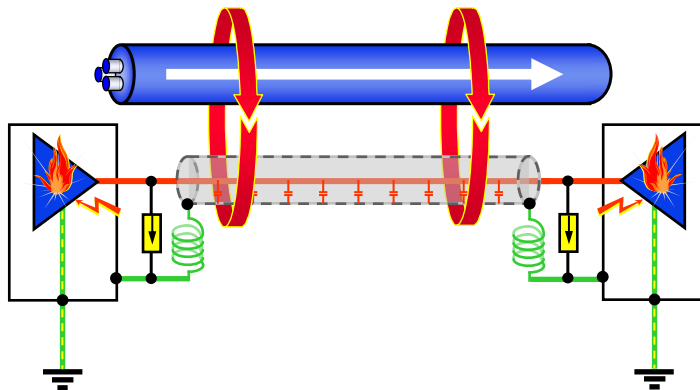


75

75

## Védelem a túlfeszültségektől (Ér – föld):

Védőkészülékek alkalmazása  
gyenge/rossz árnyékolás bekötés esetén

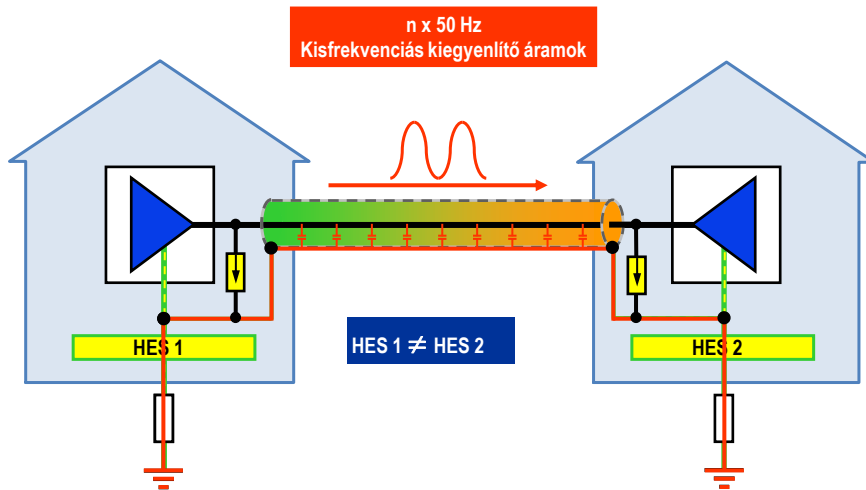


20.07.05 / S1826\_b

76

## Kétoldali árnyékoláscsatlakozás

### Probléma: kisfrekvenciás kiegyenlítő áramok

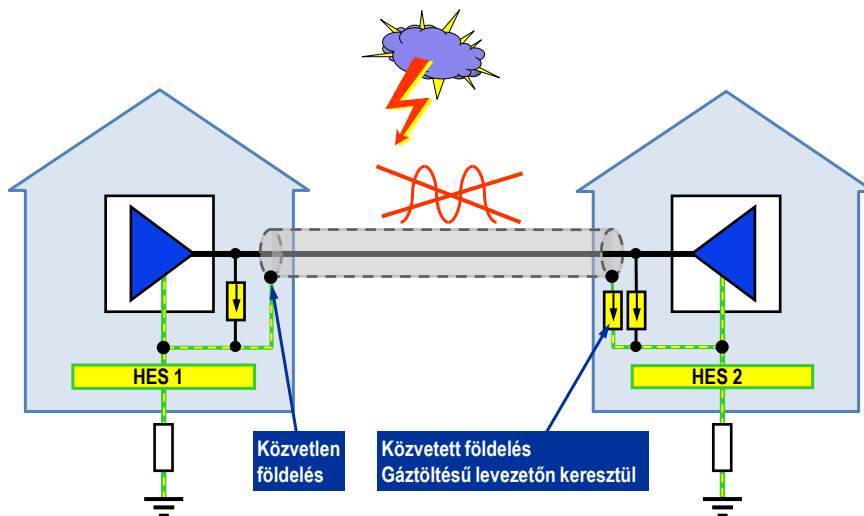


11.08.10 / S2312\_h

77

## Kétoldali árnyékoláscsatlakozás

### Megoldás: Közvetlen és közvetett árnyékoláscsatlakozás



11.08.10 / S2312\_i

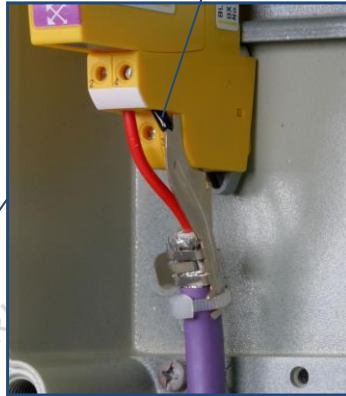
78



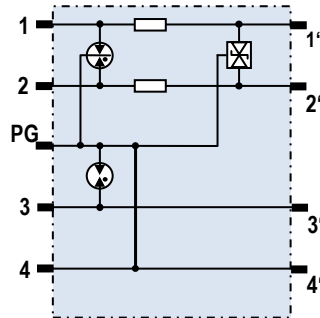
## EMC-árnyékoláscsatlakozó kapocs



Szigetelő kupak az árnyékolás közvetlen vagy közvetett bekötéshez



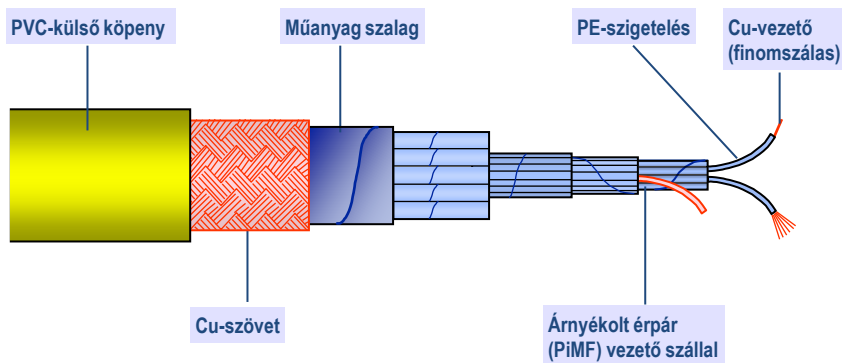
Szigetelő kupak a 3, 3' kapocsra= közvetlen bekötés  
Szigetelő kupak a 4, 4' kapocsra= közvetett bekötés



03.08.07 / S2710

79

## Kábel külső „villámvédelmi” árnyékolással, Érpár árnyékolás és csavart érpárok

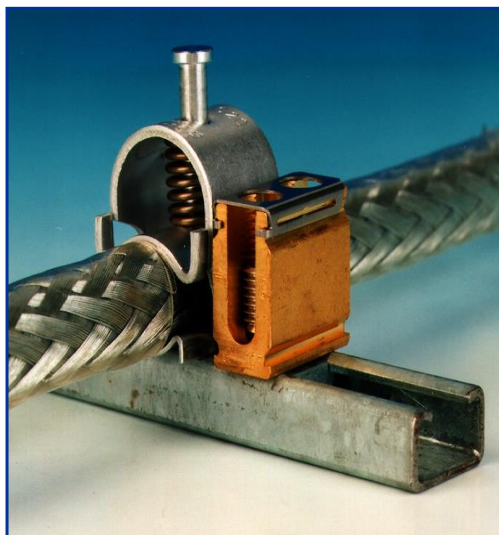


26.04.04 / S137

80



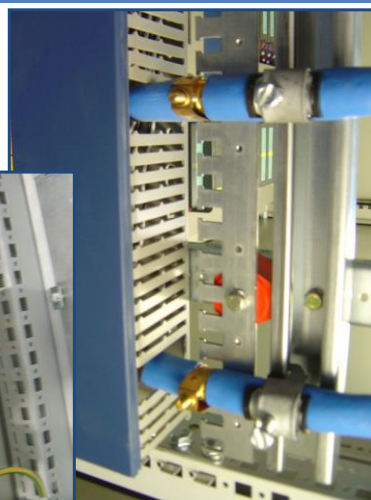
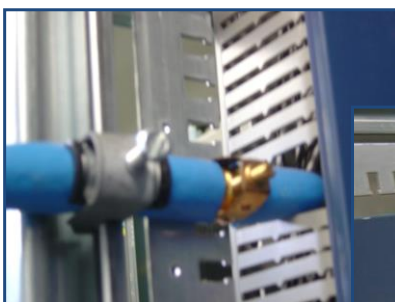
## Alkalmazás: Árnyékolás bekötő kapocs



30.03.03 / 1622

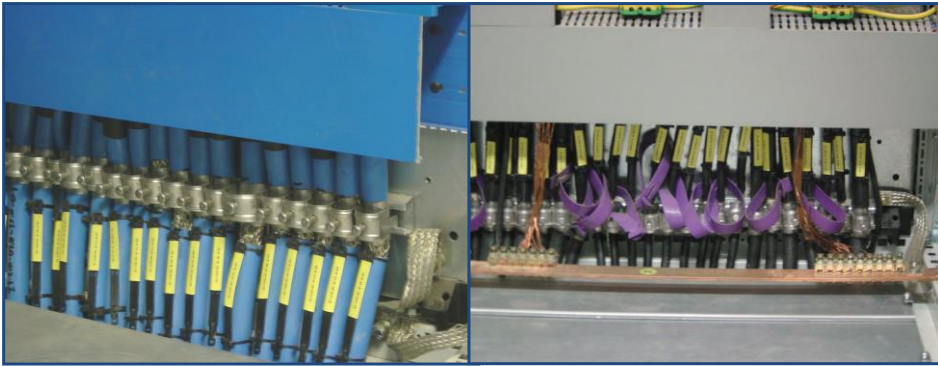
81

## Árnyékolás csatlakozástechnika - vezérlőszekrény



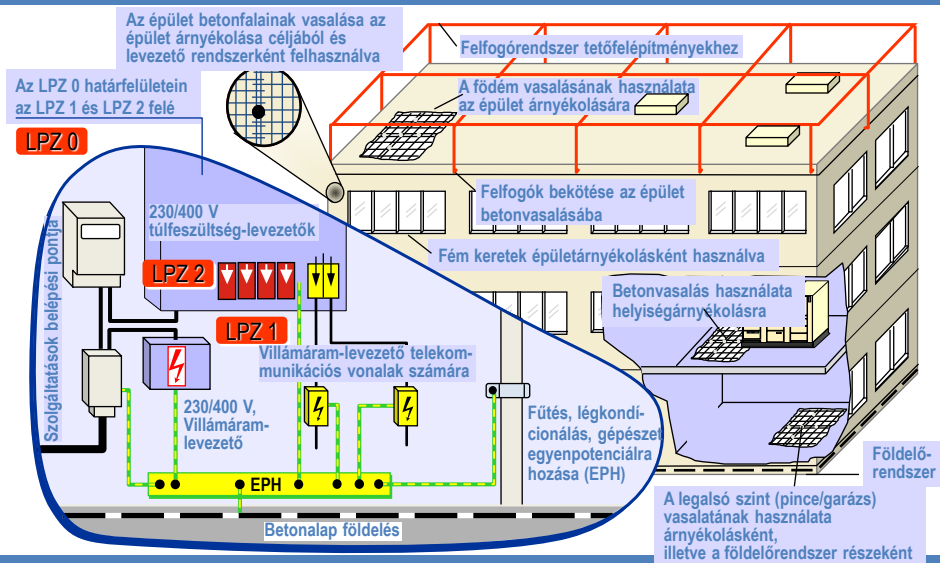
82

## Árnyékolás csatlakozástechnika - vezérlőszekrény



83

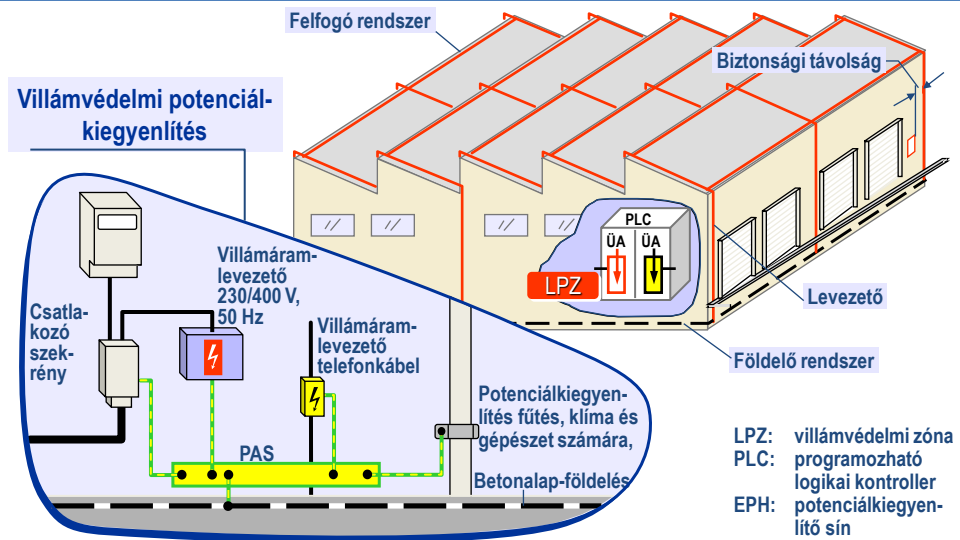
## Villámvédelmi rendszer



31.10.02 / S1041\_c

84

## Villámvédelmi rendszer egy belső LPZ zónával



31.01.03 / S1041\_b