



## Villámvédelem

#5.

„s” biztonsági távolság számítása

2023. április 24.

Villámvédelem

1

1

## 1. független villámvédelem

Teleszkópos független  
villámvédelmi  
felfogóoszlopok

**Lehetséges megoldás:**  
Teleszkópos független  
villámvédelmi  
felfogóoszlopok csavaros-  
vagy beton kehely alappal

**Előnyök:**  
- nincs villám-részáram az  
épületben

1.



2023. április 24.

Villámvédelem

3

3

## 2. elszigetelt villámvédelem

### Nagyfeszültségű szigeteléssel ellátott vezetékek a talajszintig

Nagyfeszültségű szigeteléssel ellátott vezetékek biztosítják, hogy az egész építmény védett térbe kerüljön. A szigetelt levezetők egészen a földelőrendszerig futnak.

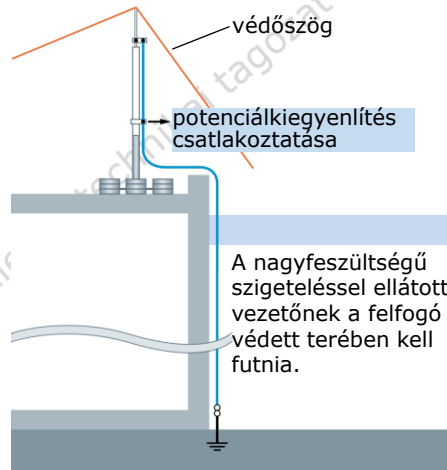
#### Lehetséges megoldás:

pl. nagyfeszültségű szigeteléssel ellátott vezeték (HVI)

#### Előnyök:

- nincs villám-részáram az épületben
- „s” biztonsági távolság be van tartva
- telepíthető Ex-zónákba is

2.



2023. április 24.

Villámvédelem

4

4

## 3. elszigetelt villámvédelem

### Üvegszál-erősítésű szigetelt távtartók a talajszintig

A felfogórúd, a felfogóháló és a levezetőrendszer olyan módon van kialakítva egészen a földelőrendszerig, hogy az „s” biztonsági távolság be van tartva.

#### Lehetséges megoldás:

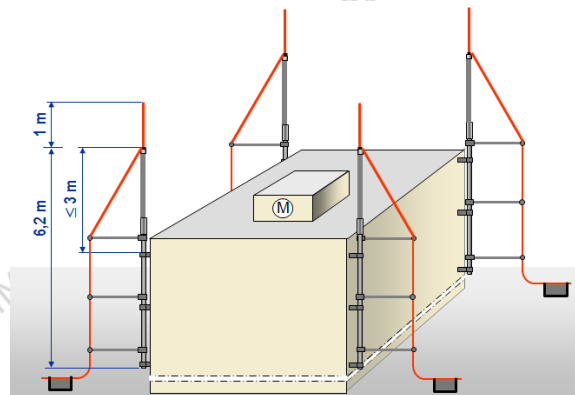
pl. üvegszál-erősítésű műanyagból (GFK) készült termékek, (GFK)/Alu felfogórudak

#### Előnyök:

- „s” biztonsági távolság be van tartva

\*

3.



\* A tetőn való mozgáshoz elegendő tér biztosítását és az esztétikai szempontokat külön kell megfontolni.

2023. április 24.

Villámvédelem

5

5

## 4. Nem elszigetelt villámvédelem

### kényszer megoldás (kerülendő)

Felfogórudak és felfogóhálók az „s” biztonsági távolság be nem tartásával vannak a tetőszinten kialakítva. A villámáram levezetése nem az épületszerkezeten keresztül történik.

**Lehetséges megoldás:**  
pl. szerkezethez rögzített felfogórudak, felfogórudak háromlábú állvánnyal, felfogórudak betonnalppal

#### Hátrány:

- A külső villámvédelmet megközelítő erős- és gyengeáramú vezetékeket és berendezéseket 1+2. villámáram-levezetővel kell védeni.

4.

### Pl. napelemes rendszer a tetőn



2023. április 24.

Villámvédelem

6

6

## 5. Részben elszigetelt vv.

nem

Lehetséges további tetőátvezetések készítése a tetőhéjalás és az alatta lévő fém szerkezet között?

A felfogórudakat nagyfeszültségű szigeteléssel ellátott vezetékek kötik össze a villámvédelmi potenciálkiegennyítéssel (tető szint). A villámáram levezetése az épületszerkezeten keresztül történik.

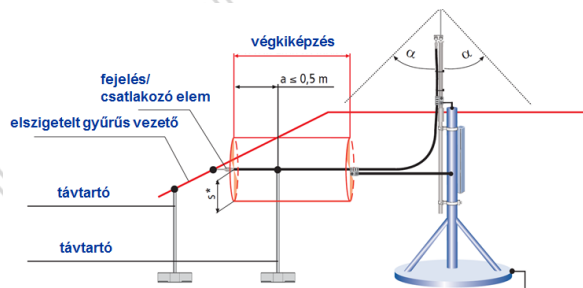
**Lehetséges megoldás:**  
pl. üvegszál-erősítésű műanyag (GFK)/Alu felfogórudak nagyfesz. szigeteléssel ellátott levezetőkkkel (HVI)

#### Előnyök:

- nincs villám-részáram a védett tetőinstallációban  
- elszigetelt villámvédelem

5.

### Nagyfeszültségű szigeteléssel ellátott vezetékek a tetőszinten – természetes levezetők



\* Biztonsági távolság  $s \leq 0,5 \text{ m}$

2023. április 24.

Villámvédelem

7

7

## 5. Részben elszigetelt vv.

nem

Lehetséges további tető-átvezetések készítése a tető-héjalás és az alatta lévő fémszerkezet között?

A felfogórudakat nagyfeszültségű szigeteléssel ellátott vezetékek kötik össze a villámvédelmi potenciálkiegyenlítés (tető szint). A villámáram levezetése az épületszerkezeten keresztül történik.

### Lehetséges megoldás:

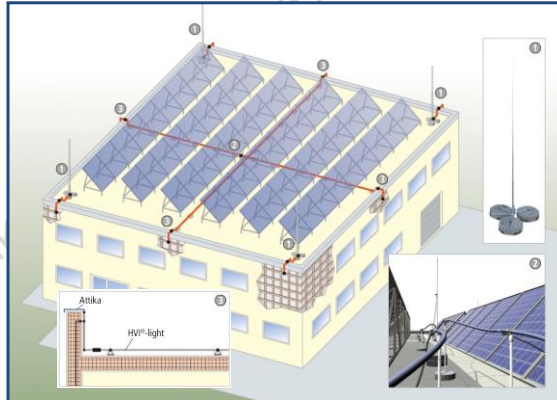
pl. üvegszál-erősítésű műanyag (GFK)/Alu felfogórudak nagyfesz. szigeteléssel ellátott levezetőkkel (HVI)

### Előnyök:

- nincs villám-részáram a védett tetőinstallációban
- elszigetelt villámvédelem

5.

### Nagyfeszültségű szigeteléssel ellátott vezetékek a tetőszinten – természetes levezetők



2023. április 24.

Villámvédelem

8

8

## 6. Részben elszigetelt vv.

nem

Lehetséges további tető-átvezetések készítése a tető-héjalás és az alatta lévő fémszerkezet között?

Felfogórudak és felfogóhálók az „s” biztonsági távolság betartásával vannak a tetőszinten kialakítva. A villámáram levezetése az épületszerkezeten keresztül történik.

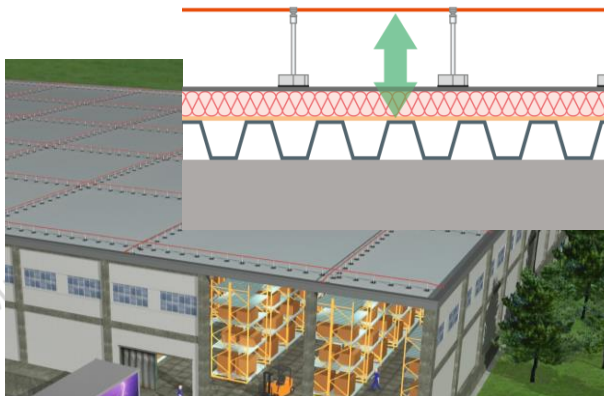
**Lehetséges megoldás:**  
pl. üvegszál-erősítésű műanyagból (GFK) készült termékek, (GFK)/Alu felfogórudak

\*

6.

### Üvegszál-erősítésű távtartók alkalmazása a tetőszinten – természetes levezetők

s biztonság távolság betartva



\* A tetőn való mozgáshoz elegendő tér biztosítását és az esztétikai szempontokat külön kell megfontolni.

2023. április 24.

Villámvédelem

9

9

## 7.: Nem elszigetelt vv.

igen  
Lehetséges további tetőátvezetések készítése a tetőhéjalás és az alatta lévő fémszerkezet között?

Minden egyes betervezett felfogórúdnál gondoskodni kell tetőátvezetés kialakításáról és a felfogórendszer és a tetőhéjalás alatt lévő fémszerkezet összekötéséről.

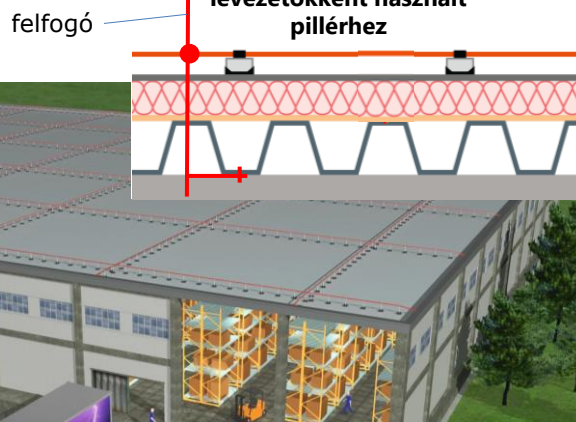
### Lehetséges megoldás:

pl. szerkezethez rögzített felfogórudak, felfogórudak háromlábú állvánnyal, felfogórudak betontalppal

### Előnyök:

- az „s” biztonsági távolságot nem szükséges betartani

**Betonkockák alkalmazása a tetőszinten, minden felfogónál tetőátvezetés a természetes levezetőkként használt pillérhez**



7.

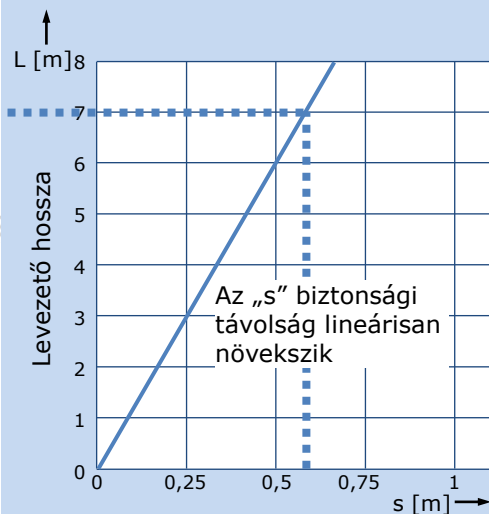
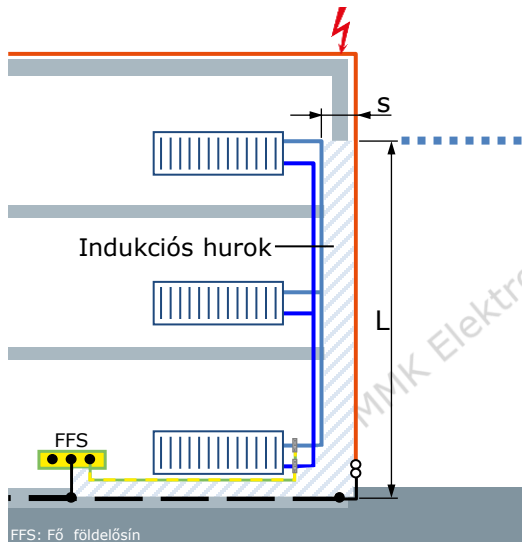
2023. április 24.

Villámvédelem

10

10

## „s” biztonsági távolság



2023. április 24.

Villámvédelem

14

14

## Külső villámvédelemi rendszer villamos elszigetelése

A villamos elszigetelés megvalósítható egyrészt a felfogó elrendezés vagy levezető másrészt az építmény fém installációi és az építmény belső rendszerei között, az ezen rendszerek közötti olyan  $d$  távolság kialakításával, ami nagyobb az  $s$  biztonsági távolságnál:

$$s = \frac{k_i}{k_m} \cdot k_c \cdot l$$

- $k_i$  függ a kiválasztott LPS villámvédelmi fokozattól (lásd az MSZ EN 62305-3 10. táblázatot);
- $k_m$  függ a villamos szigetelőanyagtól (lásd az MSZ EN 62305-3 11. táblázatot);
- $k_c$  függ a villámáramtól, ami a levezetőben folyik (lásd az MSZ EN 62305-3 12. táblázatot és a C mellékletet);
- $l$  hossz a felfogó-levezető együttes mentén méterben, amit a biztonsági távolság számításának helyétől kell meghatározni a potenciálkiegyenlítés vagy a földelés legközelebbi pontjáig (lásd az E mellékletet, E.6.3).

**MEGJEGYZÉS:** Az  $l$  hossz a villamosan folytonosnak tekinthető fémtetők esetében, amelyek természetes felfogónak tekinthetők figyelmen kívül hagyható.

## $k_i$ és $k_m$ tényezők értékei

Villámvédelmi fokozat, LPS	$k_i$
I	0,08
II	0,06
III és IV	0,04
Közvetítő anyag a számítás helyén	$k_m$
levegő	1
beton, cserép	0,5
Üvegszál-erősítésű távtartó <sup>2</sup>	pl. 0,7

- megjegyzés: Több szigetelőanyag rétegzése esetén a biztonságot növeli a kisebbik  $k_m$  érték alkalmazása.
- megjegyzés: Más szigetelő anyagok alkalmazása esetén, a beépítési útmutatót és a  $k_m$  értékét a gyártó bocsátja rendelkezésre.

## A $k_c$ tényező számítása

A  $k_c$  tényező, azaz a villámáram eloszlása a felfogók/levezetők között függ

- az LPS fokozattól,
- a levezetők átlagos  $n$  számától,
- a levezetők helyzetétől,
- a összekötő gyűrűs vezetőkétől, és
- a földelőrendszer típusától.

A biztonsági távolság attól a feszültségeséstől függ, amely a biztonsági távolság szempontjából figyelembe vett pont és a földelő vagy a legközelebbi egyenpotenciálra hozó pont közötti legrövidebb áramút mentén esik.

## Természetes levezető, MSZ EN 62305-3:2011

### 6.3 A külső villámvédelmi rendszer villamos elszigetelése

#### 6.3.1 Általános

...

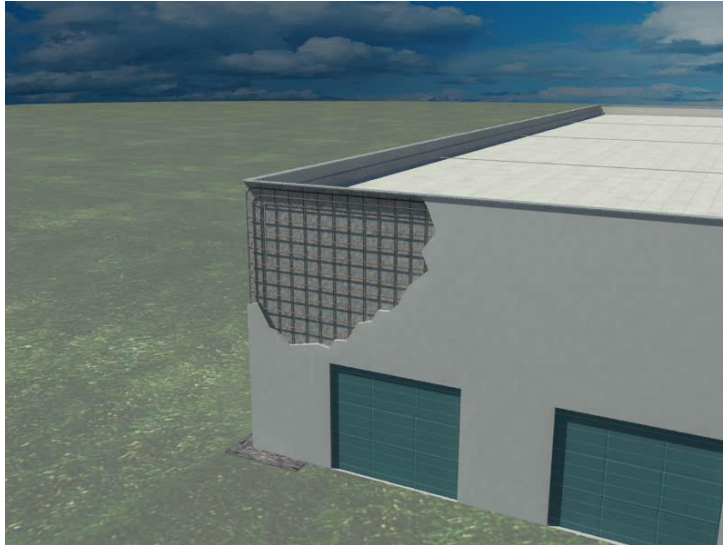
Fémes szerkezetű vagy villamosan folytonos, összefüggő vasbeton szerkezetű építmények esetén a biztonsági távolságot nem kell figyelembe venni.

#### E.6.2.2

A 4.3. szakasz szerinti vasbeton építményekben a betonvasalás felhasználható potenciálkiegyenlítésre. Ilyen esetben ajánlatos a falakban az E.4.3. szakasz szerinti hegesztett vagy csavarozott kiegészítő csatlakozóhálózatot kialakítani, amelyekhez az EPH-síneket hegesztett vezetőkön keresztül ajánlatos csatlakoztatni.

**Megjegyzés: Ebben az esetben a biztonsági távolságot nem kell betartani.**

## Árameloszlás szimuláció - Betonvasalás alkalmazása természetes levezetőként



19

## Természetes levezető

### 1. Alkalmazási eset – betonvasalás felhasználása levezetőként

Olyan épületeknél, ahol a betonvasalás levezetőként használható, és a tetőn hálószerű felfogórendszer van kiépítve. A tetőn a hálószerű vezetékelrendezés egyes pontjaiban az „s” biztonsági távolságot ilyen esetben is ki kell számítani és a villámvédelem létesítésekor figyelembe kell venni. Ebben az esetben az „s” biztonsági távolság számításához a nulla potenciálszintet az attika magasságában lehet felvenni.

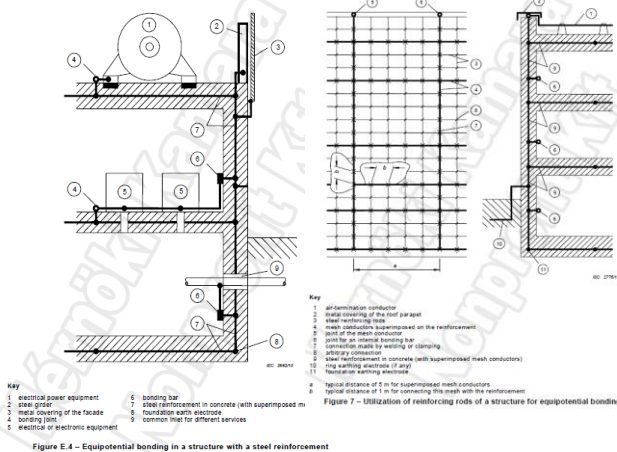
### 2. alkalmazási eset - acél épületburkolat felhasználása levezetőként

Egymással folytonos fémes kapcsolatban lévő acél épületburkolat, valamint fémtető épületeknél a nulla potenciálszintet az épület tetőmagasságának szintjén lehet felvenni.

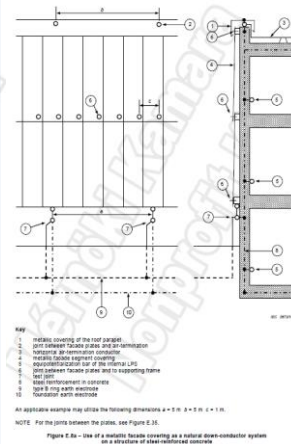
20



## 1. Alkalmazási eset – betonvasalás felhasználása levezetőként



## 2. alkalmazási eset - acél épületburkolat



2023. április 24.

Villámvédelem

21

21

## Természetes levezető

**3. Alkalmazási eset – belső acél- vagy vasbeton pillérek alkalmazása levezetőként** a villamos TvMI 7.5:2022.06.13, F1.4.1 szakasza alapján, (megjegyzés: nem konform az MSZ EN 62305-3 és 4 rész követelményeivel)

### TvMI 7.5:2022.06.13, F1.4.1:

1.4.1 A tető magasságáig elhanyagolható az s (villámvédelmi) biztonsági távolság azoknál az építményeknél, ahol teljesülnek a villámvédelmi szabványnak a levezetők építmény kerülete mentén történő elhelyezésére vonatkozó követelményei, és

a) a villámvédelmi szempontból folytonosnak tekinthető, **nagy területű fém tetőhöz acél- vagy vasbeton pillér részeként kialakított levezető csatlakozik, és a levezetők (belső pillérek) 20 x 20 m-esnél lehetőleg nem nagyobb hálóosztású hálóban vannak egyenletesen elrendezve,** vagy

b) a villámvédelmi rendszer részeként felhasznált, **nagy területű vasbeton monolit földemhez acél- vagy vasbeton pillér részeként kialakított levezető csatlakozik, és a levezetők (belső pillérek) 20 x 20 m-esnél lehetőleg nem nagyobb hálóosztású hálóban vannak egyenletesen elrendezve.**

2023. április 24.

Villámvédelem

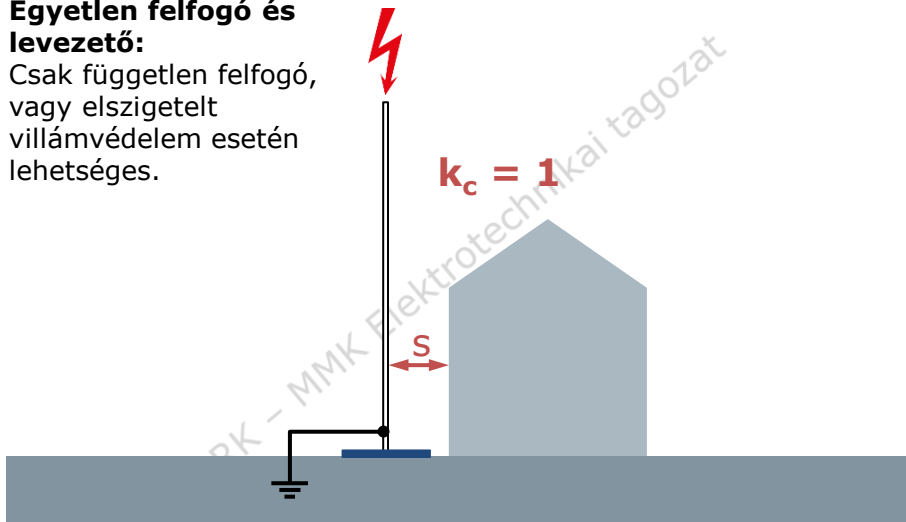
22

22

## kc értékének számítása

### Egyetlen felfogó és levezető:

Csak független felfogó, vagy elszigetelt villámvédelem esetén lehetséges.



2023. április 24.

Villámvédelem

23

23

## Külső villámvédelmi rendszer villamos elszigetelése

### 6.3 A külső villámvédelmi rendszer villamos elszigetelése

#### 6.3.2 Egyszerűsített megközelítés

Tipikus szerkezetek esetén a (4) egyenlet alkalmazása során a következő feltételeket kell figyelembe venni:

$k_c$  függ a (rész-)villámáramtól, amely a levezető rendszeren folyik (lásd a 12. táblázatot és a C mellékletet);

I a függőleges hossz, méterben, a levezető mentén attól a ponttól számítva ahol a biztonsági távolságot meg kell határozni a potenciálkiegyenlítés következő pontjáig.

2023. április 24.

Villámvédelem

24

24

## „s” biztonsági távolság számítása – egyszerű eljárás

12. táblázat: Külső villámvédelemi rendszer elszigetelése – a  $k_c$  tényező értékei

Levezetők száma	$k_c$
1 (csak elszigetelt villámvédelemi rendszer esetén)	1
2	0,66
3 és több	0,44

**MEGJEGYZÉS:** A12. táblázat értékei minden B és A típusú földelőrendszer esetén érvényesek feltéve, hogy a szomszédos földelők földelési értékei egymástól nem térnek el 1:2 aránytól nagyobb mértékben. Ha a szomszédos földelők földelési értékei egymástól 1:2 aránytól nagyobb mértékben eltérnek, akkor  $k_c = 1$  értéket kell figyelembe venni.

**E melléklet (tájékoztatás), E.6.3.2 szakasz:**  
**A 6.3.2 fejezet szerinti egyszerűsített megközelítés akkor alkalmazható, ha az építmény vízszintes kiterjedése (szélessége vagy hosszúsága) nem nagyobb a magasság négyszeresénél!**

2023. április 24.

Villámvédelem

25

25

## „s” biztonsági távolság számítása

### Részletes eljárás

#### 6.3 A külső villámvédelemi rendszer villamos elszigetelése

##### 6.3.3 Részletes megközelítés

Hálószerű felfogórendszerrel vagy a homlokzaton egymás alatt elhelyezett potenciálkiegyenlítő gyűrűkkel rendelkező külső villámvédelemi rendszer esetében a felfogó, vagy levezető egyes vezetőiben az árameloszlás következtében különböző áramértékek folynak. Ilyen esetekben az „s” biztonsági távolság pontosabb számítása érdekében az alábbi egyenletet lehet használni:

$$s = k_i (k_{c1} \cdot l_1 + k_{c2} \cdot l_2 + \dots + k_{cn} \cdot l_n) / k_m$$

2023. április 24.

Villámvédelem

26

26

## Képletek a $k_c$ árameloszlási tényező számítására

Két levezető és B típusú földelőelrendezés vagy A típusú földelőrendszer esetén, ha a szomszédos földelők földelési értékei nem térnek el 1:2 aránytól nagyobb mértékben:

$$k_c = \frac{h + c}{2h + c}$$

Alapképlet a  $k_c$  árameloszlási tényező számítására:

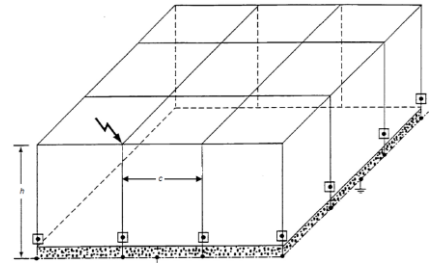
$$k_c = \frac{1}{2 \cdot n} + 0,1 + 0,2 \cdot \sqrt[3]{\frac{c}{h}}$$

Magyarázat:

$n$  a levezetők száma összesen

$c$  két levezető közötti távolság

$h$  távolság (vagy magasság) a gyűrűs vezetők között (A  $h$  és  $c$  értékének 3 és 20 m közé kell esnie.)



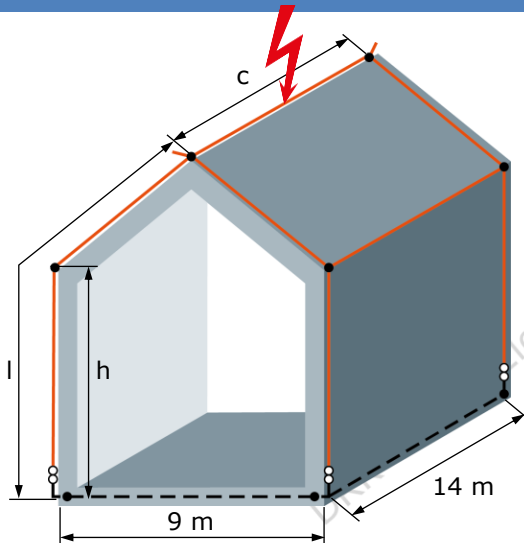
2023. április 24.

Villámvédelem

27

27

## „s” távolság számítása



Példa: Nyeregtetős épület, LPS III fokozat

$$s = k_i \frac{k_c}{k_m} \cdot l \text{ (m)}$$

$n = 4$  Levezetők száma

$h = 7 \text{ m}$  Eresz magasság

$c = 14 \text{ m}$  Épület hossza

$l = 12,7 \text{ m}$  Távolság a gerincen lévő felfogóvezető vége és a földelőrendszer között

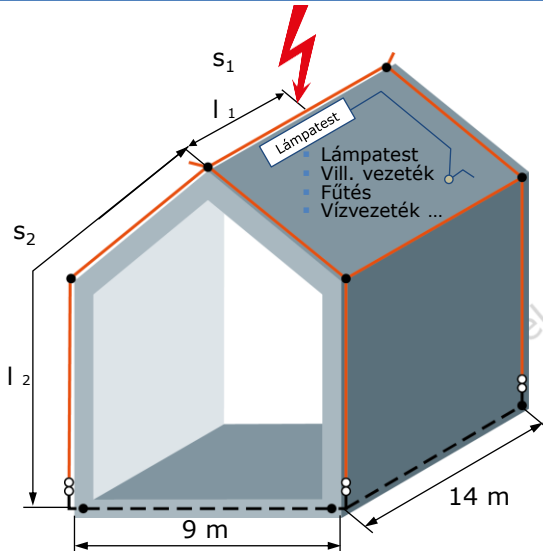
2023. április 24.

Villámvédelem

28

28

## „s” távolság számítása



$k_c$  számítása az MSZ EN 62305-3 alapján  
**egyszerűsített megközelítés**

$$s = k_i \frac{k_c}{k_m} \cdot l \text{ (m)}$$

- $n = 4$  Levezetők száma  
 $k_i = 0.04$  Konstans LPS III esetében  
 $k_m = 0.5$  Anyagtényező a vizsgált helyen  
 $l_1 = 7 \text{ m}$  Távolság a gerincen lévő felfogóvezető mentén a becsapási pontig  
 $l_2 = 12,5 \text{ m}$  Távolság a gerincen lévő felfogóvezető vége és a földelőrendszer között

$$s = 0.04 \frac{0.44}{0.5} \cdot 19.5 \text{ m} = \mathbf{0.686 \text{ m}}$$

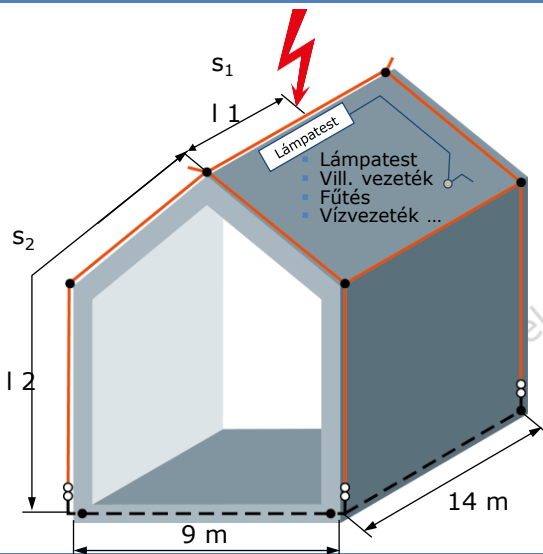
2023. április 24.

Villámvédelem

29

29

## „s” távolság számítása



$k_c$  számítása az MSZ EN 62305-3 alapján  
**részletes megközelítés**

$$s = k_i \frac{k_c}{k_m} \cdot l \text{ (m)}$$

- $n = 4$  Levezetők száma  
 $k_i = 0.04$  Konstans LPS III esetében  
 $k_m = 0.5$  Anyagtényező a vizsgált helyen

$$s_1 = 0.04 \frac{0.5}{0.5} \cdot 7.0 \text{ m} = 0.28 \text{ m}$$

$$s_2 = 0.04 \frac{0.25}{0.5} \cdot 12.7 \text{ m} = 0.26 \text{ m}$$

$$s_{\text{teljes}} = s_1 + s_2 = \mathbf{0.54 \text{ m}}$$

2023. április 24.

Villámvédelem

30

30

## Részletes megközelítés – számítási módszer

- A megközelítési helytől az 1. csomópontig  
 $k_{c1} = 1$
- Az 1. csomóponttól a következő csomópontig
- két elágazás esetén  $k_{c2} = 0,5$
- három elágazás esetén  $k_{c2} = 0,33$
- négy elágazás esetén  $k_{c2} = 0,25$
- Minden további csomópontnál a  $k_c$  – értéke\* feleződik.

\* Megjegyzés: Az értéke nem lehet kisebb mint  $\frac{1}{n}$

n = Levezetők száma:

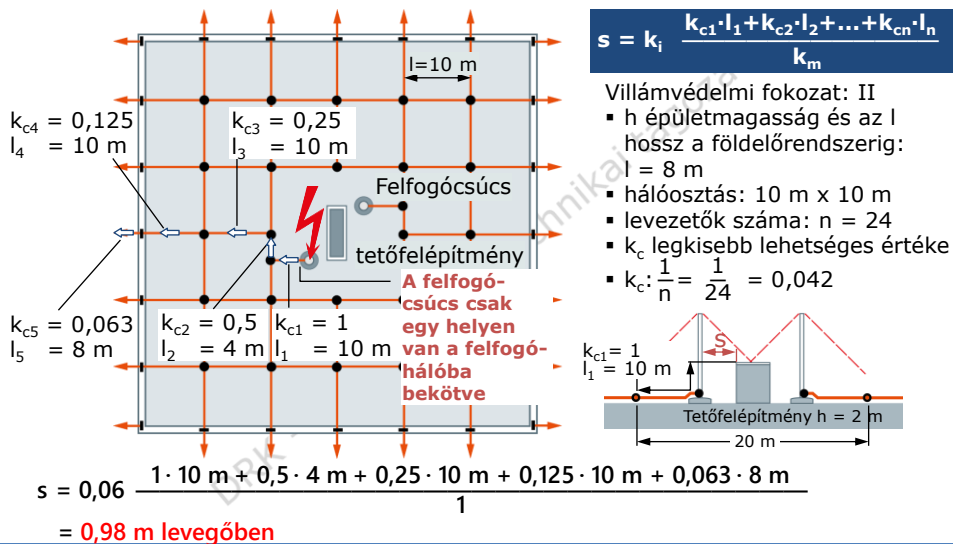
2023. április 24.

Villámvédelem

31

31

## Részletes megközelítés – számítási módszer



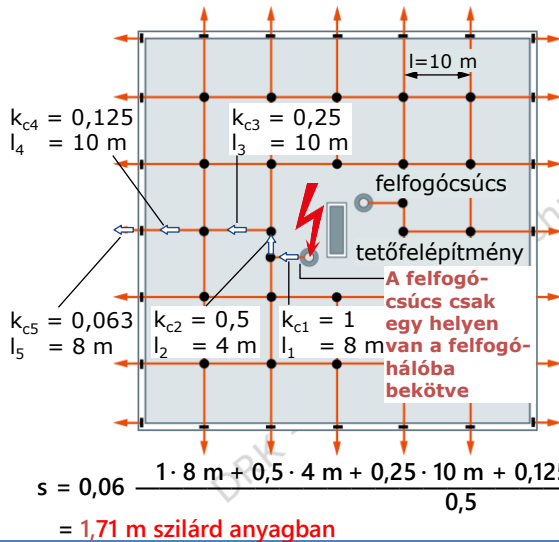
2023. április 24.

Villámvédelem

32

32

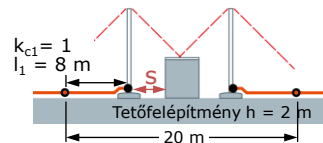
## Részletes megközelítés – számítási módszer



$$s = k_i \frac{k_{c1} \cdot l_1 + k_{c2} \cdot l_2 + \dots + k_{cn} \cdot l_n}{k_m}$$

Villámvédelmi fokozat: II

- $h$  épületmagasság és az  $l$  hossz a földelőrendszerig:  $l = 8 \text{ m}$
- hálózattás:  $10 \text{ m} \times 10 \text{ m}$
- levezetők száma:  $n = 24$
- $k_c$  legkisebb lehetséges értéke
- $k_c: \frac{1}{n} = \frac{1}{24} = 0,042$



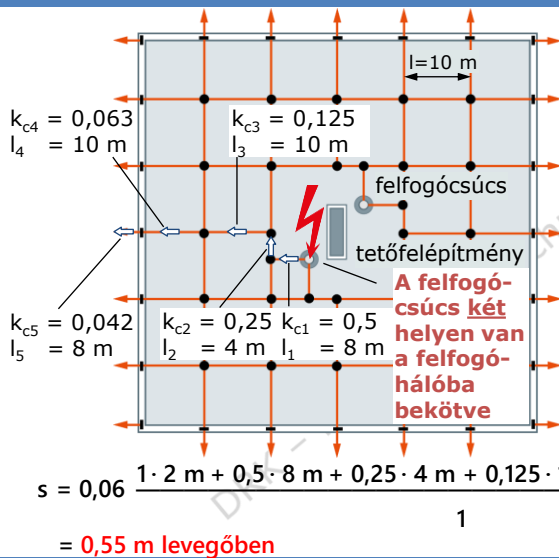
2023. április 24.

Villámvédelem

33

33

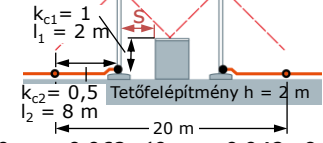
## Részletes megközelítés – számítási módszer



$$s = k_i \frac{k_{c1} \cdot l_1 + k_{c2} \cdot l_2 + \dots + k_{cn} \cdot l_n}{k_m}$$

Villámvédelmi fokozat: II

- $h$  épületmagasság és az  $l$  hossz a földelőrendszerig:  $l = 8 \text{ m}$
- hálózattás:  $10 \text{ m} \times 10 \text{ m}$
- levezetők száma:  $n = 24$
- $k_c$  legkisebb lehetséges értéke
- $k_c: \frac{1}{n} = \frac{1}{24} = 0,042$



2023. április 24.

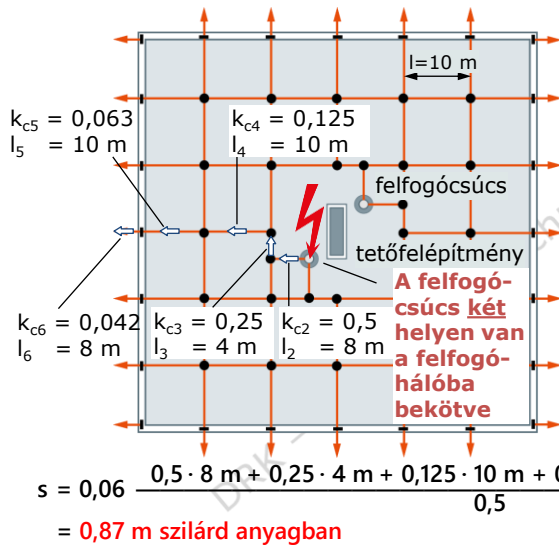
Villámvédelem

34

34

07.08.13 / 5586\_D\_7

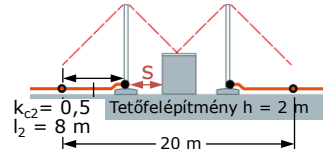
## Részletes megközelítés – számítási módszer



$$s = k_i \frac{k_{c1} \cdot l_1 + k_{c2} \cdot l_2 + \dots + k_{cn} \cdot l_n}{k_m}$$

Villámvédelmi fokozat: II

- $h$  épületmagasság és az  $l$  hossz a földelőrendszerig:  $l = 8 \text{ m}$
- hálózottság:  $10 \text{ m} \times 10 \text{ m}$
- levezetők száma:  $n = 24$
- $k_c$  legkisebb lehetséges értéke
- $k_c: \frac{1}{n} = \frac{1}{24} = 0,042$



2023. április 24.

Villámvédelem

35

35

## kc tényező számítása – numerikus módszer

### 6.3 A külső villámvédelmi rendszer villamos elszigetelése

#### 6.3.3 Részletes megközelítés

2. megjegyzés: A  $k_c$  tényező számítására az egyes levezetők mentén numerikus hálózatszámítási módszerek is használhatók.

2023. április 24.

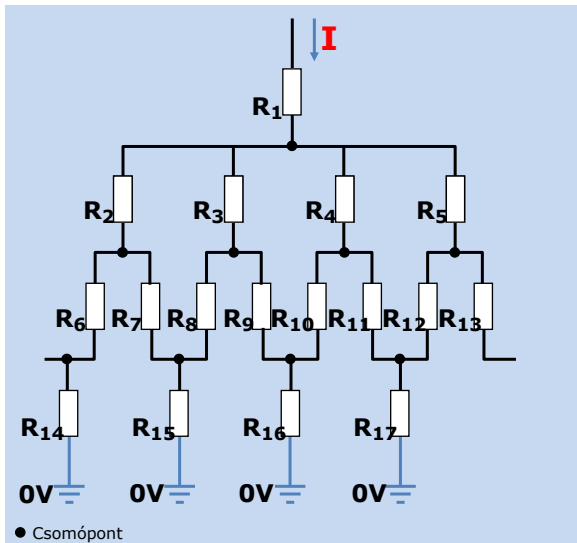
Villámvédelem

36

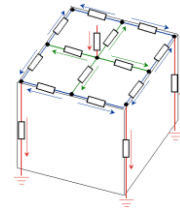
36



## Numerikus módszerek alkalmazása



Minden levezetőt egy ellenállás jelképez.  
Meghatározott villámáram beinjektálásával és a felállított egyenletrendszer matematikai megoldásával a csomóponti potenciálok, ezáltal a csomóponti potenciálok közötti különbségek kiszámításra kerülnek.



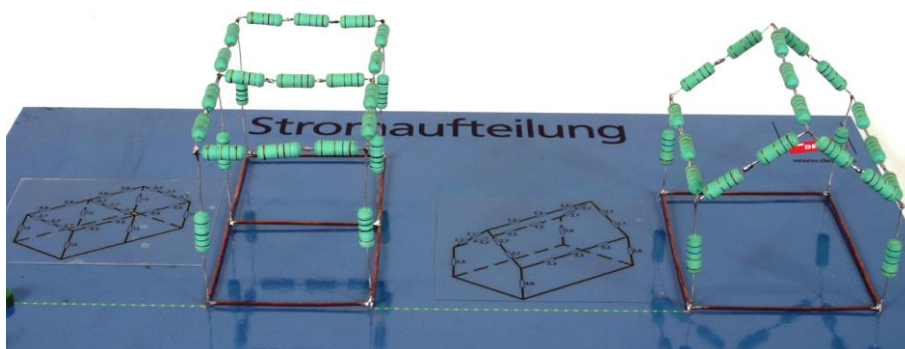
2023. április 24.

Villámvédelem

37

37

## Numerikus módszerek alkalmazása



2023. április 24.

Villámvédelem

38

38

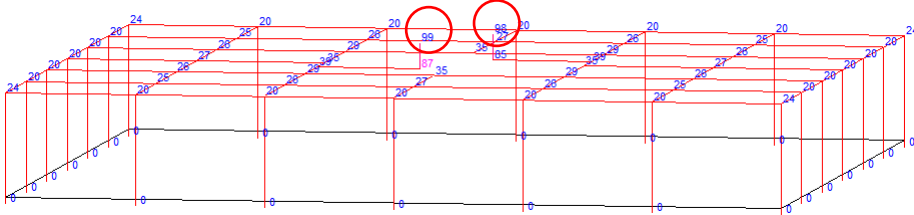
## s távolság számítása

Lapostetős épület, felépítmény két felfogó védett terében

**$k_m=1$  (levegő) felfogó egy bekötési ponttal**

Numerikus módszerrel számított „s” távolság=98 cm

Részletes megközelítéssel számolt „s” távolság=98 cm



**A felfogócsúcs csak egy helyen van a felfogóhálóba bekötve**

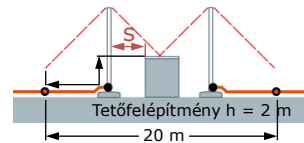
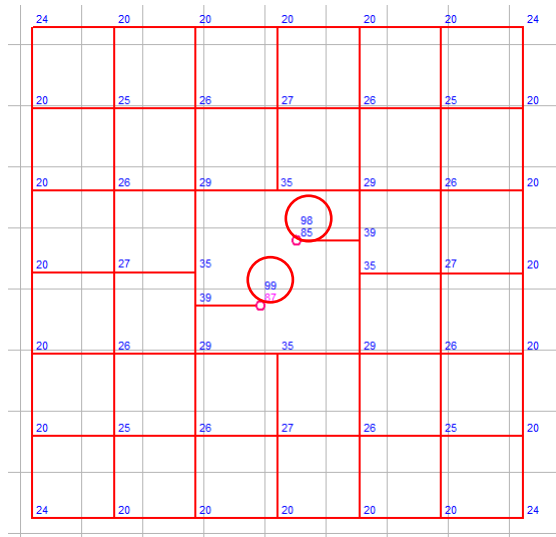
2023. április 24.

Villámvédelem

39

39

## s távolság számítása



2023. április 24.

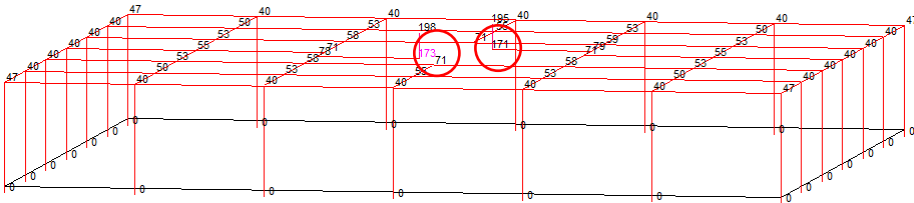
Villámvédelem

40

40

## s távolság számítása

Lapostetős épület, felépítmény két felfogó védett terében  
 $k_m=0,5$  (szilárd anyag), felfogó egy bekötési ponttal  
 Numerikus módszerrel számított „s” távolság=173 és 171 cm  
 Részletes megközelítéssel számolt „s” távolság=171 cm



A felfogócsúcs csak egy helyen  
 van a felfogóhálóba bekötve.

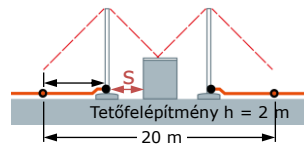
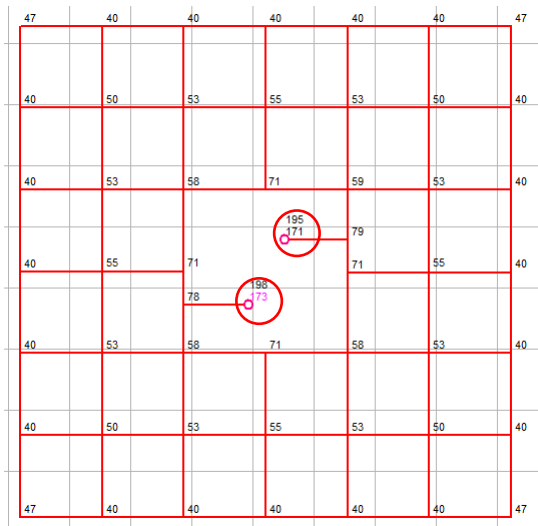
2023. április 24.

Villámvédelem

41

41

## s távolság számítása



2023. április 24.

Villámvédelem

42

42

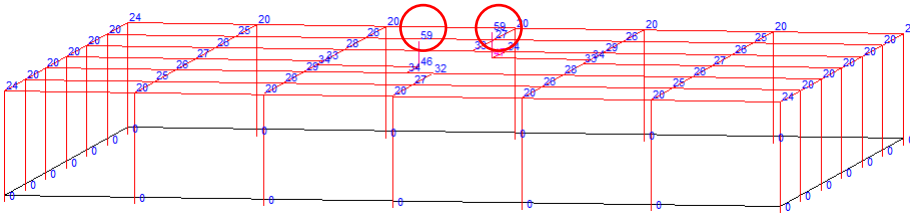
## s távolság számítása

Lapostetős épület, felépítmény két felfogó védett terében

$k_m=1$  (levegő), felfogó két bekötési ponttal

Numerikus módszerrel számított „s” távolság=59 cm

Részletes megközelítéssel számolt „s” távolság=55 cm



A felfogócsúcs két helyen van a felfogóhálóba bekötve.

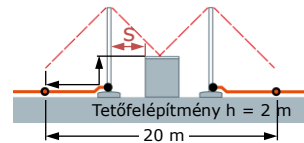
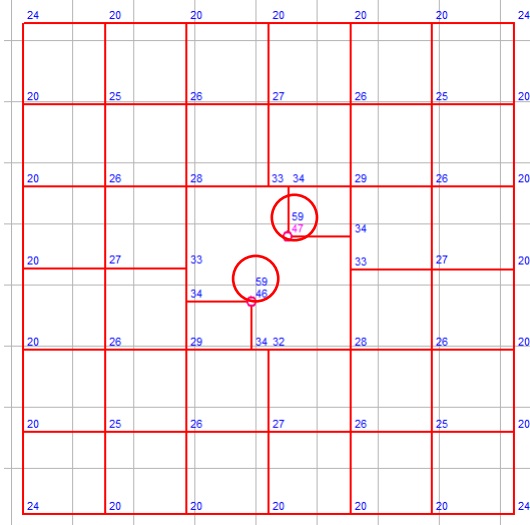
2023. április 24.

Villámvédelem

43

43

## s távolság számítása



2023. április 24.

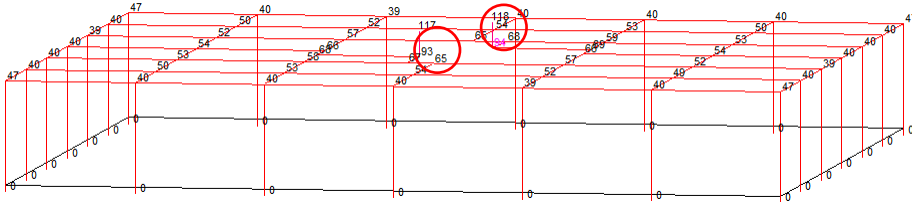
Villámvédelem

44

44

## s távolság számítása

Lapostetős épület, felépítmény két felfogó védett térben  
 $k_m=0,5$  (szilárd anyag), felfogó két bekötési ponttal  
 Numerikus módszerrel számított „s” távolság=93 cm és 94 cm  
 Részletes megközelítéssel számolt „s” távolság=87 cm



A felfogócsúcs két helyen van a felfogóhálóba bekötve.

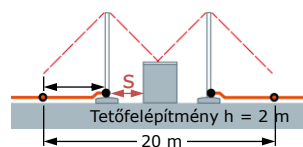
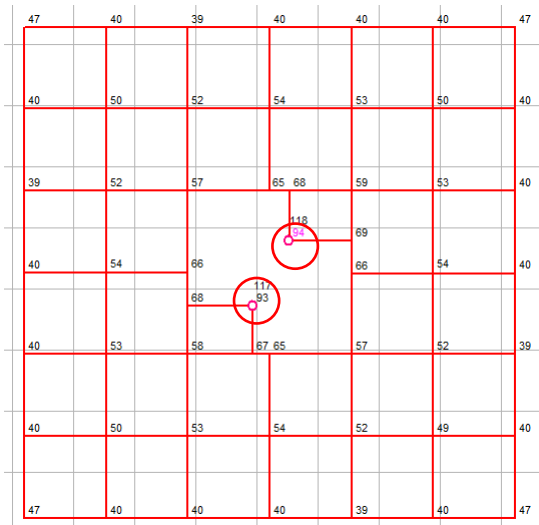
2023. április 24.

Villámvédelem

45

45

## s távolság számítása



2023. április 24.

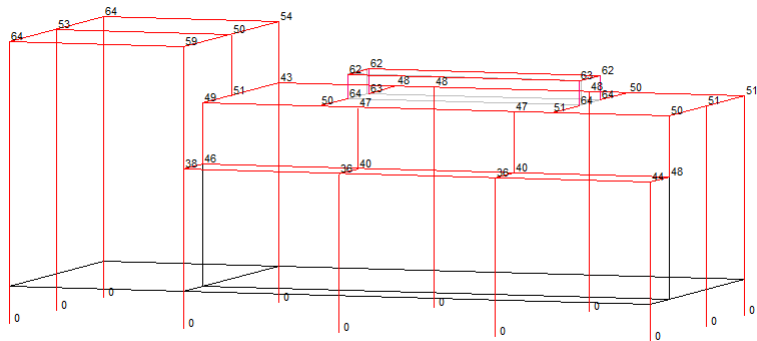
Villámvédelem

46

46

## Komplex épület - s távolság számítása

$k_m=0,5$  (szilárd anyag)



2023. április 24.

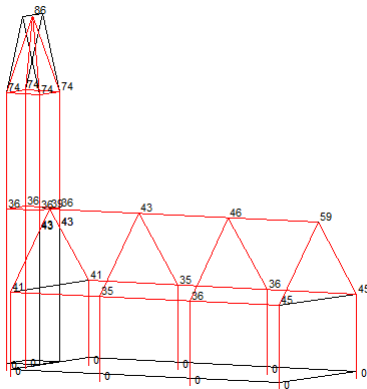
Villámvédelem

47

47

## Templom - s távolság számítása

$k_m=0,5$  (szilárd anyag)



2023. április 24.

Villámvédelem

49

49



Magyar Mérnöki Kamara  
**ELEKTROTECHNIKAI TAGOZAT**  
Kötelező szakmai továbbképzés 2023



**Köszönöm a figyelmet!**

**Dr. Kovács Károly**

+36 30 8242476

[karoly.kovacs@dehn.hu](mailto:karoly.kovacs@dehn.hu)