



Villámvédelem

#5.

„s” biztonsági távolság számítása

2024. február 19.

Villámvédelem

1

1

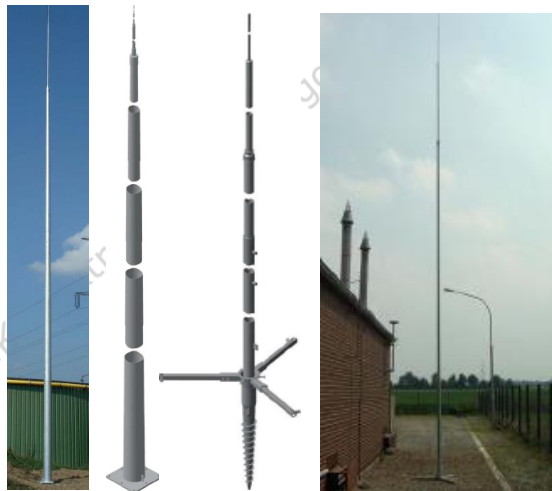
1. független villámvédelem

Teleszkópos független
villámvédelmi
felfogóoszlopok

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

Előnyök:
- nincs villám-részáram az
épületben

1.



2024. február 19.

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.

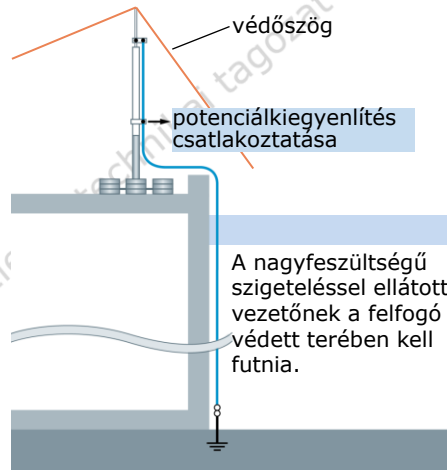
Lehetséges megoldás:

pl. nagyfeszültségű szigeteléssel ellátott vezeték (HVI)

Előnyök:

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

2.



2024. február 19.

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:

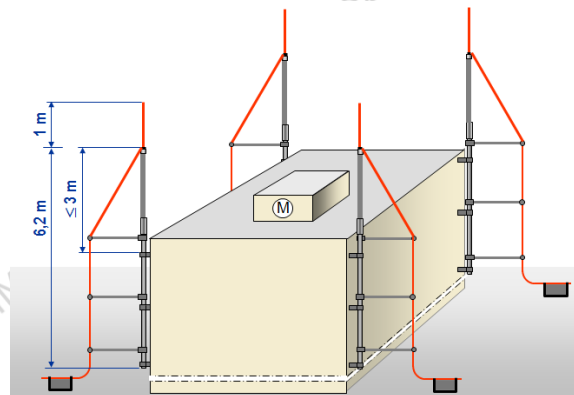
pl. üvegszál-erősítésű műanyagból (GFK) készült termékek, (GFK)/Alu felfogórudak

Előnyök:

- „s” biztonsági távolság be van tartva

*

3.



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

2024. február 19.

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



2024. február 19.

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.

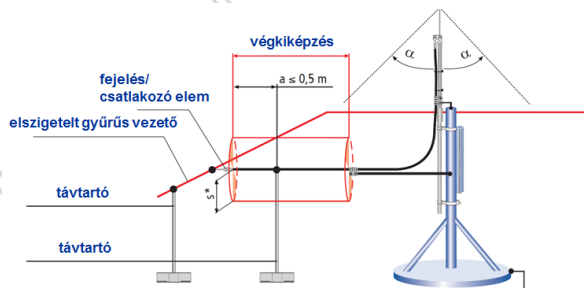
Lehetséges megoldás:
pl. üvegszál-erősítésű műanyag (GFK)/Alu felfogórudak nagyfesz. szigeteléssel ellátott levezetőkkkel (HVI)

Előnyök:

- nincs villám-részáram a védett tetőinstallációban
- elszigetelt villámvédelem

5.

Nagyfeszültségű szigeteléssel ellátott vezetékek a tetőszinten – természetes levezetők



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

kapcsolat az épület potenciál. Kiegészítő hálózatával

2024. február 19.

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:

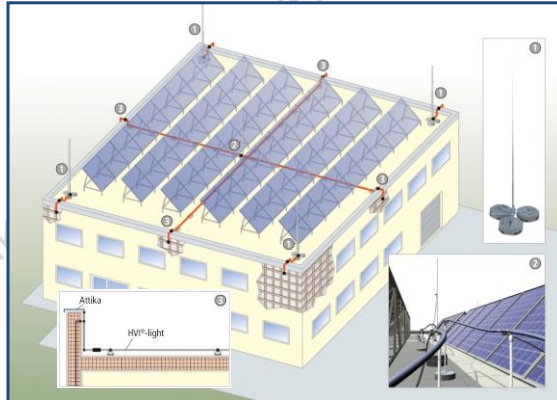
pl. üvegszál-erősítésű műanyag (GFK)/Alu felfogórudak nagyfesz. szigeteléssel ellátott levezetőkkel (HVI)

Előnyök:

- nincs villám-részáram a védett tetőinstallációban
- elszigetelt villámvédelem

5.

Nagyfeszültségű szigeteléssel ellátott vezetékek a tetőszinten – természetes levezetők



2024. február 19.

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.

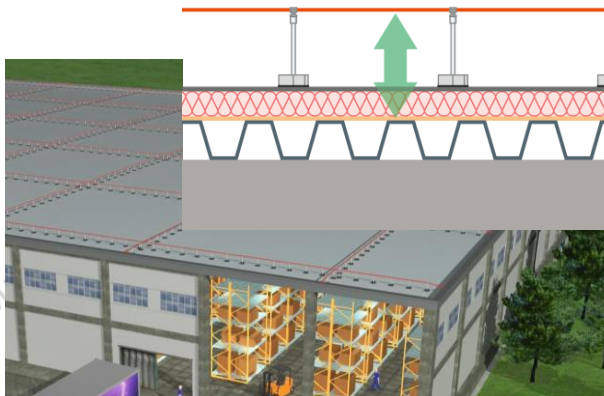
Lehetséges megoldás:
pl. üvegszál-erősítésű műanyagból (GFK) készült termékek, (GFK)/Alu felfogórudak

*

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.

2024. február 19.

Villámvédelem

9

9

7.: Nem elszigetelt vv.

igen

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

Betonkockák alkalmazása a tetőszinten, minden felfogónál tetőátvezetés a természetes levezetőként használt pillérhez

felfogó

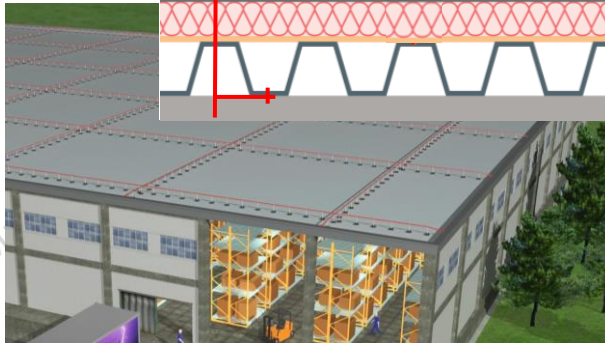
Minden egyes betervezett felfogórúdnál gondoskodni kell tetőátvezetés kialakításáról és a felfogórendszer és a tetőhéjalás alatt lévő fémszerkezet összekötéséről.

Lehetséges megoldás:

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

Előnyök:

- az „s” biztonsági távolságot nem szükséges betartani



7.

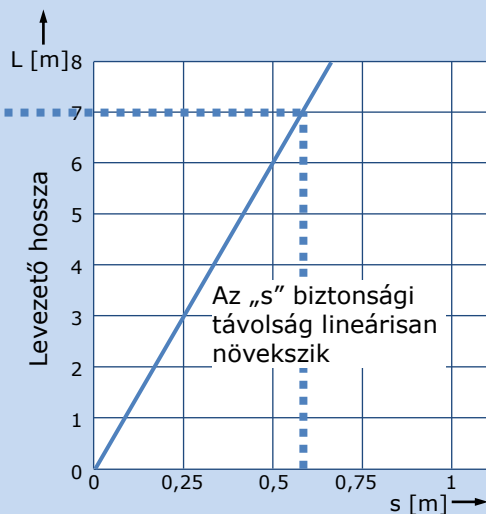
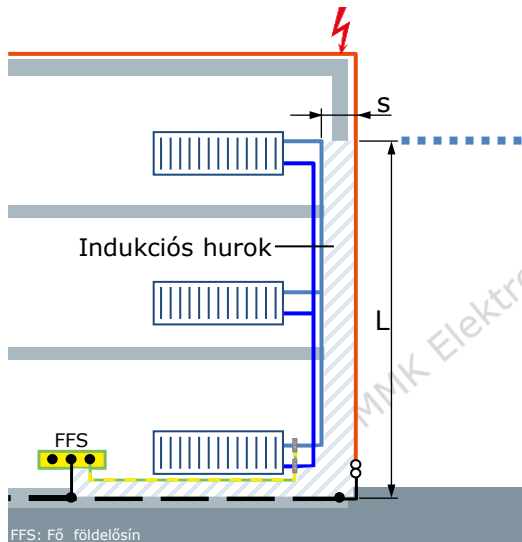
2024. február 19.

Villámvédelem

10

10

„s” biztonsági távolság



2024. február 19.

Villámvédelem

14

14

Külső villámvédelemi rendszer villamos elszigetelése

A villamos elszigetelés megvalósítható egyrésztől a felfogó elrendezés vagy levezető másrésztől 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 ²	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 vezetőkől, 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

...

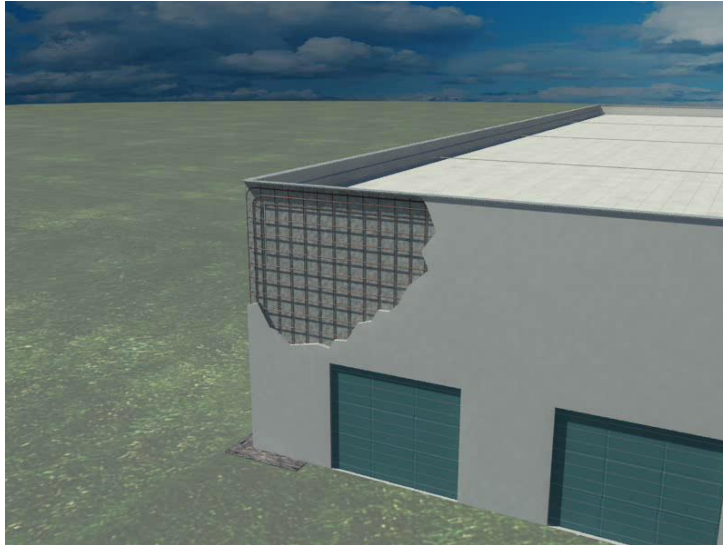
Fémes szerkezetű vagy villamosan folytonos, összefüggő vasbeton szerkezetű építmények esetén a biztonsági távolságot nem kell figyelembe venni.

E.6.2.2

A 4.3. szakasz szerinti vasbeton építményekben a betonvasalás felhasználható potenciálkiegyenlítésre. Ilyen esetben ajánlatos a falakban az E4.3. 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

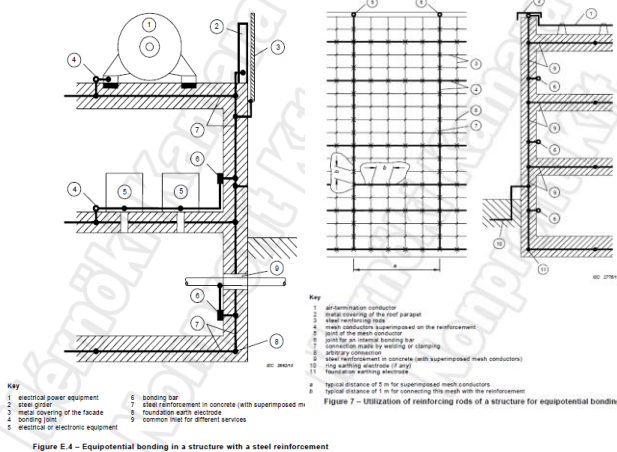
Olyan épületeknél, ahol a betonvasalás levezetőként használható, és a tetőn hálószerű felfogórendszer van kiépítve. A tetőn a hálószerű vezetékelrendezés egyes pontjaiban az „s” biztonsági távolságot ilyen esetben is ki kell számítani és a villámvédelem létesítésekor figyelembe kell venni. Ebben az esetben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

2. alkalmazási eset - acél épületburkolat felhasználása levezetőként

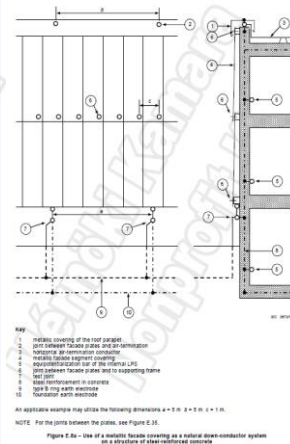
Egymással folytonos fémes kapcsolatban lévő acél épületburkolat, valamint fémtetős épületeknél a nulla potenciálszintet az épület tetőmagasságának szintjén lehet felvenni.

20

1. Alkalmazási eset – betonvasalás felhasználása levezetőként



2. alkalmazási eset - acél épületburkolat



2024. február 19.

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**.

2024. február 19.

Villámvédelem

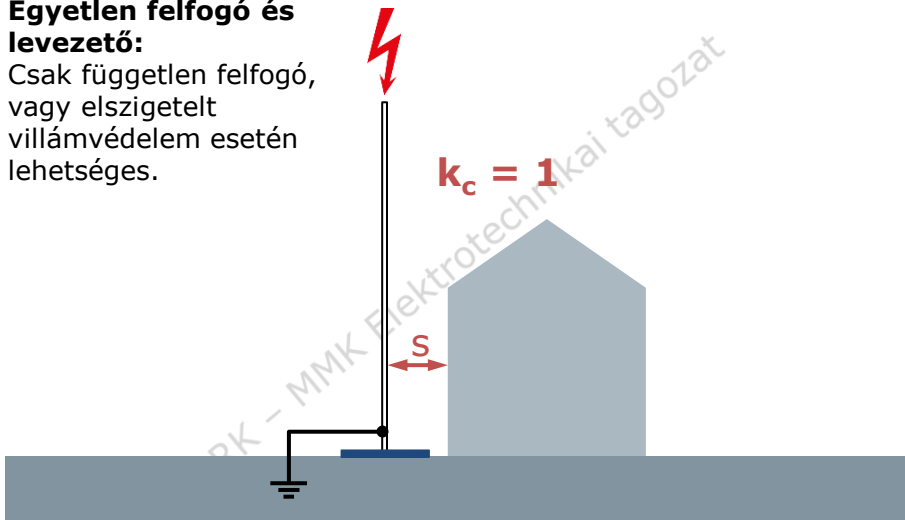
22

22

kc értékének számítása

Egyetlen felfogó és levezető:

Csak független felfogó, vagy elszigetelt villámvédelem esetén lehetséges.



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.

„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!

„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:

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

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:

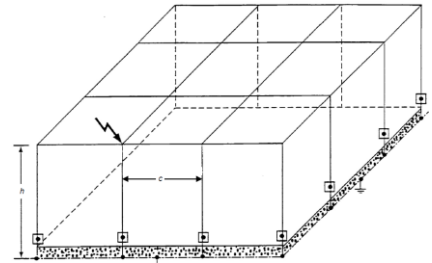
$$k_c = \frac{h + c}{2h + c}$$

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



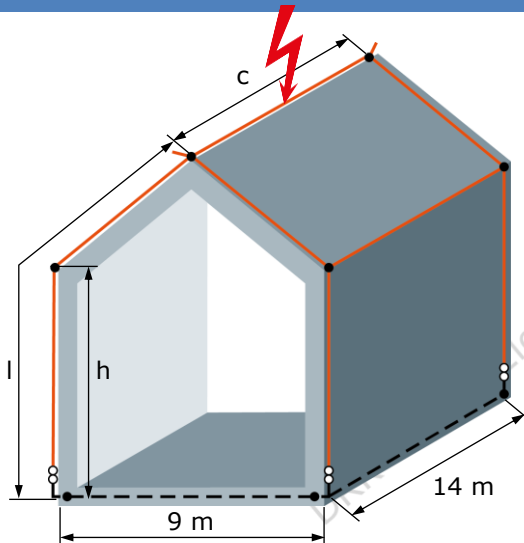
2024. február 19.

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 m Eresz magasság
- c = 14 m Épület hossza
- l = 12.7 m Távolság a gerincen lévő felfogóvezető vége és a földelőrendszer között

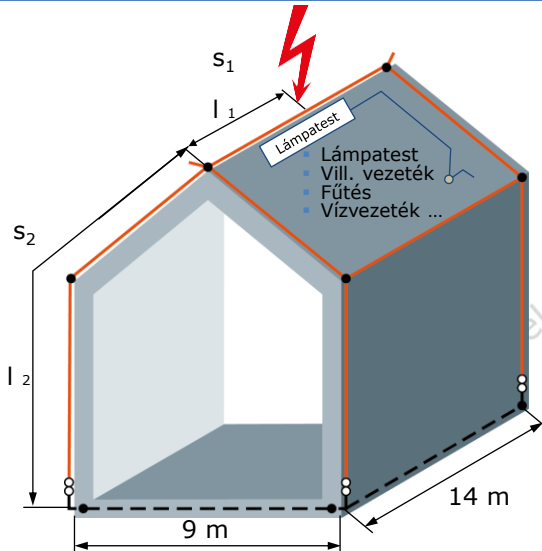
2024. február 19.

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

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

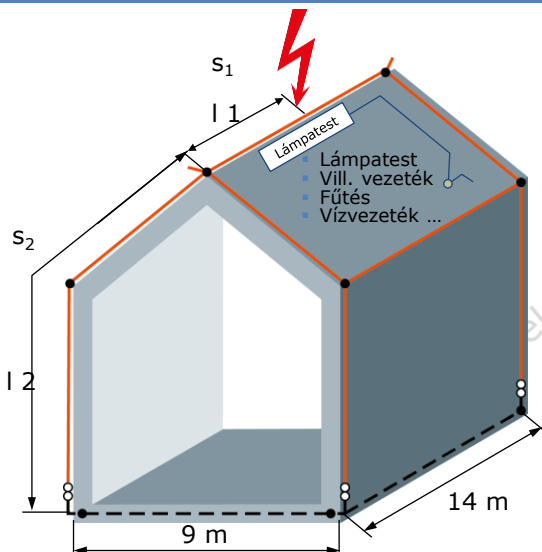
2024. február 19.

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

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

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

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

2024. február 19.

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:

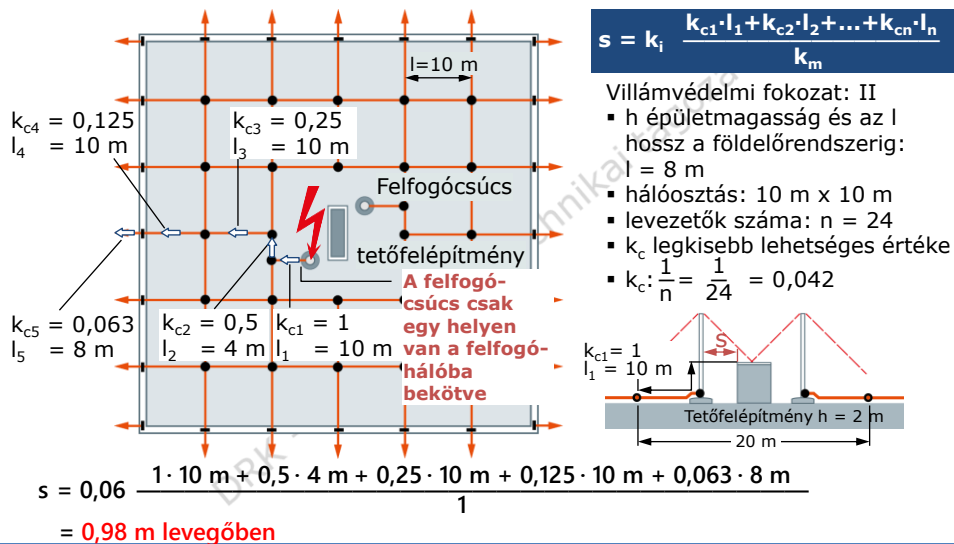
2024. február 19.

Villámvédelem

31

31

Részletes megközelítés – számítási módszer



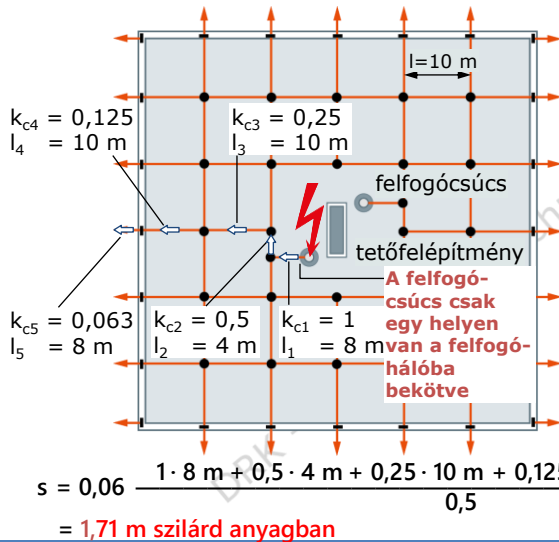
2024. február 19.

Villámvédelem

32

32

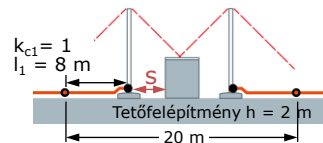
Részletes megközelítés – számítási módszer



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

Villámvédelmi fokozat: II

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



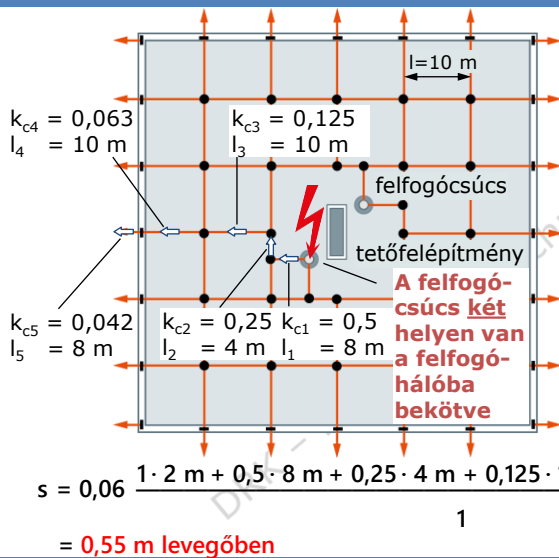
2024. február 19.

Villámvédelem

33

33

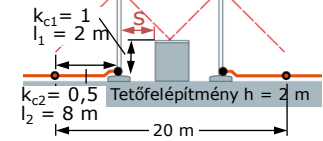
Részletes megközelítés – számítási módszer



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

Villámvédelmi fokozat: II

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



2024. február 19.

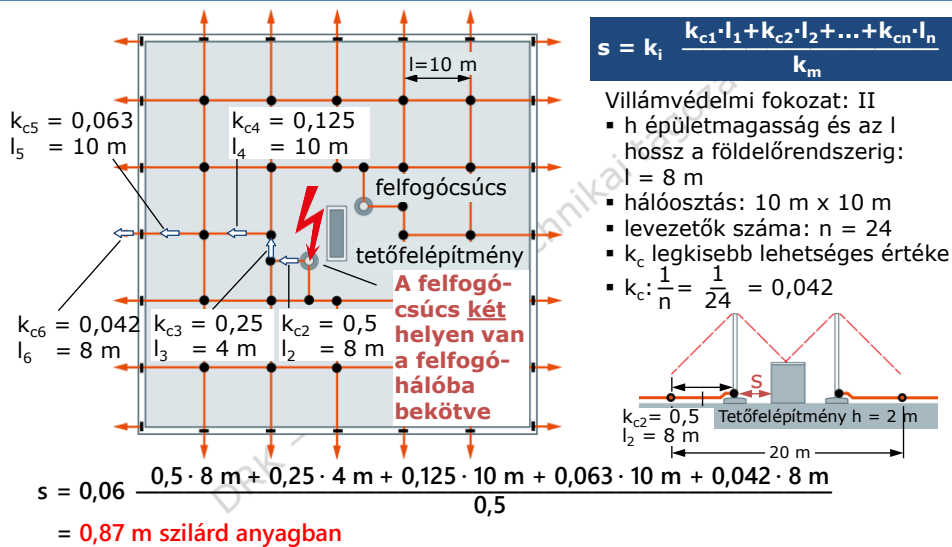
Villámvédelem

34

34

07.08.13 / 5586_D_7

Részletes megközelítés – számítási módszer



2024. február 19.

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.

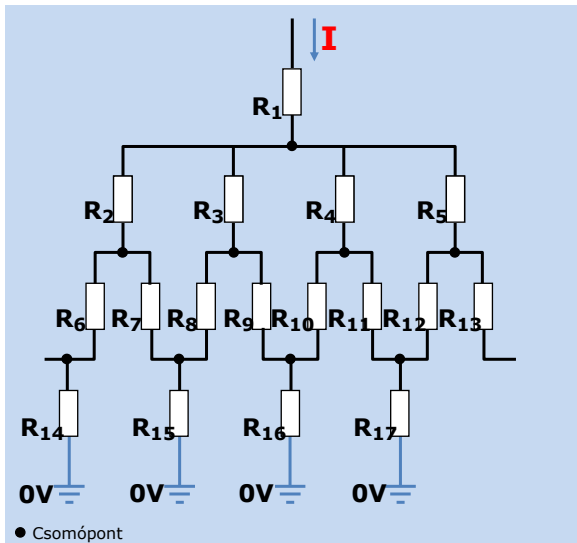
2024. február 19.

Villámvédelem

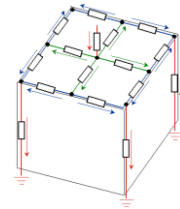
36

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.



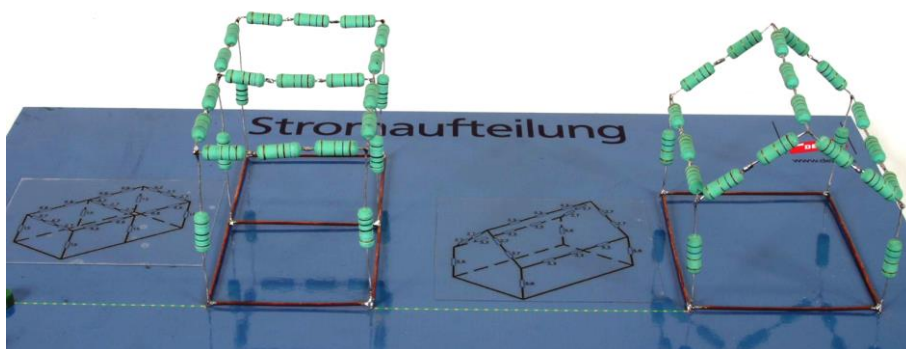
2024. február 19.

Villámvédelem

37

37

Numerikus módszerek alkalmazása



2024. február 19.

Villámvédelem

38

38

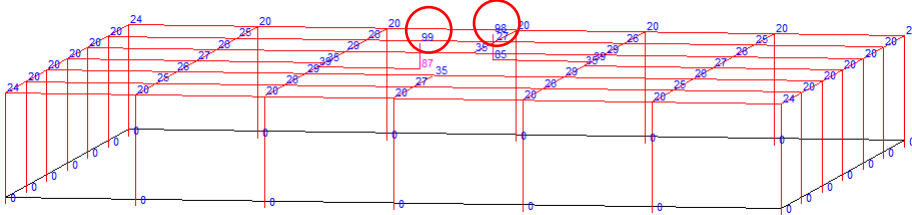
s távolság számítása

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

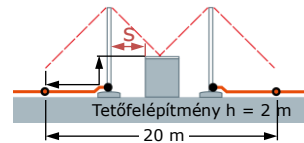
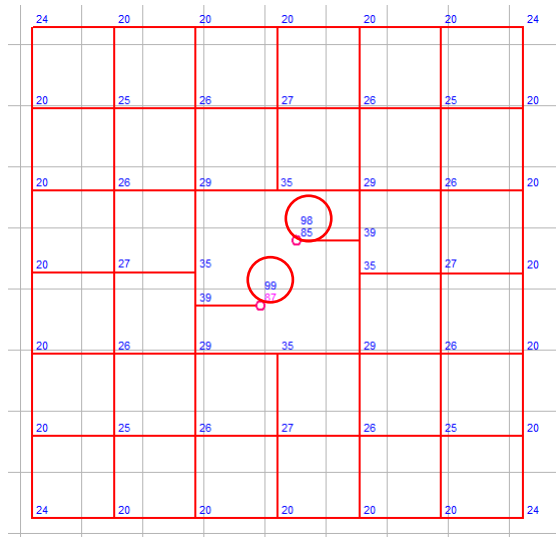
2024. február 19.

Villámvédelem

39

39

s távolság számítása



2024. február 19.

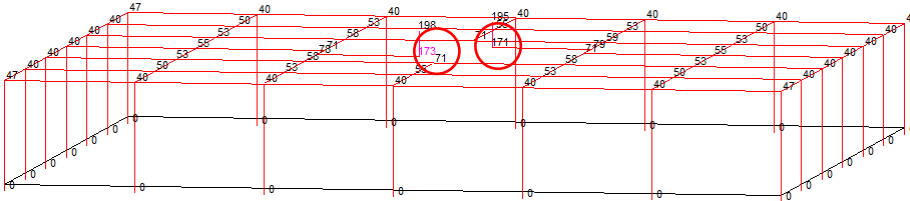
Villámvédelem

40

40

s távolság számítása

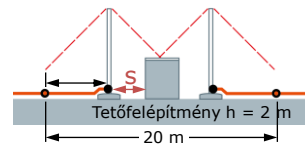
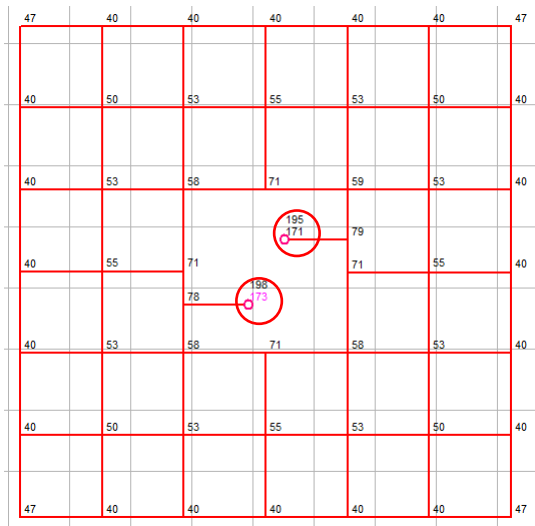
Lapostetős épület, felépítmény két felfogó védett terében
 $k_m=0,5$ (szilárd anyag), felfogó egy bekötési ponttal
 Numerikus módszerrel számított „s” távolság=173 és 171 cm
 Részletes megközelítéssel számolt „s” távolság=171 cm



A felfogócsúcs csak egy helyen van a felfogóhálóba bekötve.

41

s távolság számítása



42

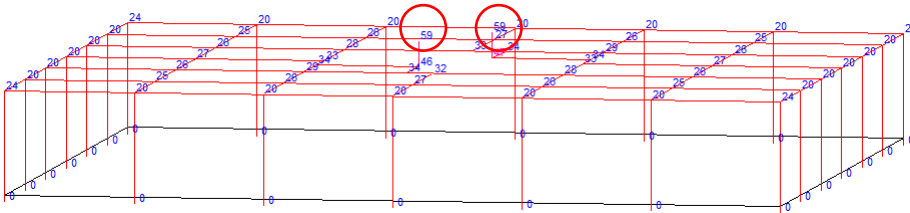
s távolság számítása

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.

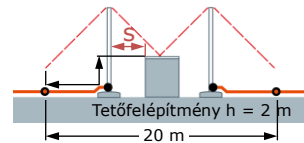
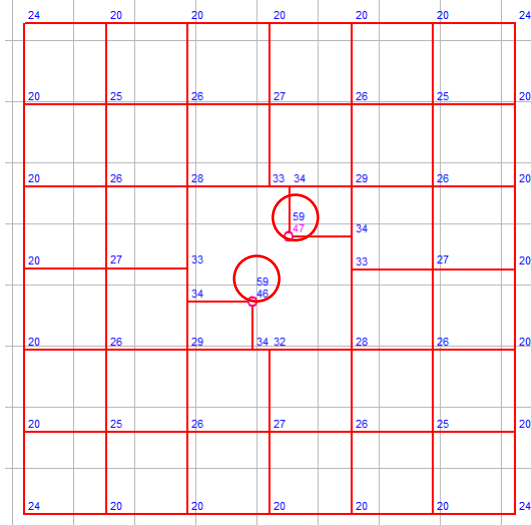
2024. február 19.

Villámvédelem

43

43

s távolság számítása



2024. február 19.

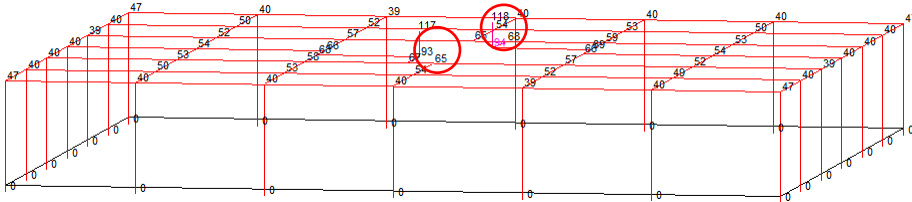
Villámvédelem

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.

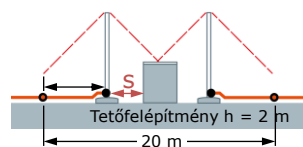
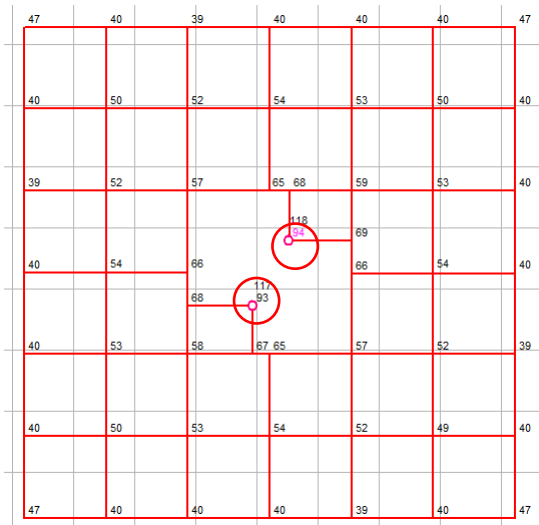
2024. február 19.

Villámvédelem

45

45

s távolság számítása



2024. február 19.

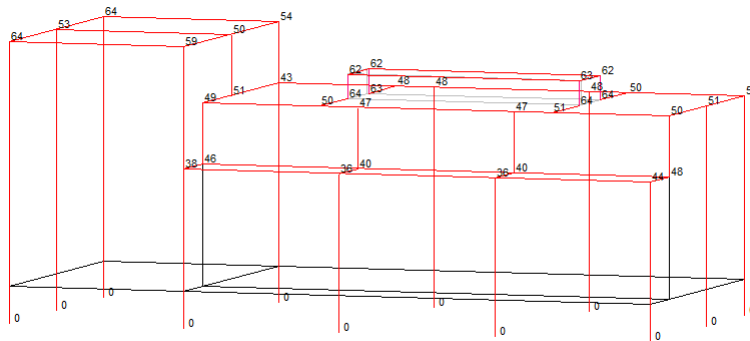
Villámvédelem

46

46

Komplex épület - s távolság számítása

$k_m=0,5$ (szilárd anyag)



2024. február 19.

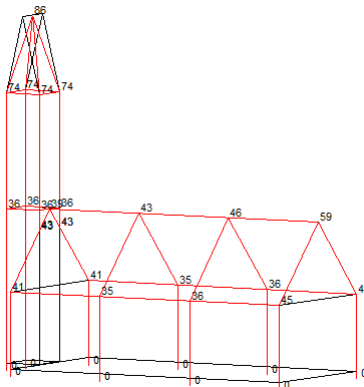
Villámvédelem

47

47

Templom - s távolság számítása

$k_m=0,5$ (szilárd anyag)



2024. február 19.

Villámvédelem

49

49



Magyar Mérnöki Kamara
ELEKTROTECHNIKAI TAGOZAT
Kötelező szakmai továbbképzés 2024



Köszönöm a figyelmet!

Dr. Kovács Károly

+36 30 8242476

karoly.kovacs@dehn.hu