

**A nem norma szerinti villámvédelem
egységes műszaki
követelményrendszerének kialakítása
és javaslat a teljes villámvédelmi
szabályrendszer jövőbeli egységesítésére**



**Magyar Mérnöki Kamara
Kiadványsorozata 56.**

**A nem norma szerinti villámvédelem egységes műszaki
követelményrendszerének kialakítása
és javaslat a teljes villámvédelmi szabályrendszer
jövőbeli egységesítésére**

**MMK FAP azonosító:
2020/103-ELT**

Budapest, 2020. szeptember

A sorozat szerkesztője:
NAGY GYULA
a Magyar Mérnöki Kamara elnöke

Készült a Magyar Mérnöki Kamara Elektrotechnikai és Épületvillamossági Tagozatának gondozásában, a 2020. évi Feladat Alapú Pályázatok pénzügyi keretéből.

A kiadvány a Magyar Mérnöki Kamara tulajdona. Másolása, teljes terjedelmében való közzététele csak a Kamara engedélyével lehetséges. Minden jog fenntartva.

Szerzők:

Varga Tamás, 10-0398
Dr. Szedenik Norbert, BMGE
Dr. Kovács Károly, 01-15597
Kruppa Attila, 01-12171
Kulcsár Lajos, 13-13185
Kapitor György, 01-13862
Turi Ádám, 01-12466

Lektorálta:

Rajkai Ferenc, 01-1119

Kiadó:

Magyar Mérnöki Kamara
1117 Budapest, Szerémi út 4.
info@mmk.hu, www.mmk.hu

TARTALOMJEGYZÉK

1. Vezetői összefoglaló.....	7
2. Bevezető, előszó.....	9
3. Nem norma szerinti villámvédelem egységes műszaki követelményei (NNV-2020).....	14
3.1. Fogalommeghatározások.....	14
3.2. Építmények villámvédelmi csoportosítása.....	14
3.2.1. Rendeltetés szerinti csoportosítás.....	14
3.2.2. Magasság szerinti csoportosítás.....	15
3.2.3. Tető anyaga és szerkezete szerinti csoportosítás.....	16
3.2.4. Körítőfalak szerinti csoportosítás.....	19
3.3. A villámvédelmi rendszer fokozatának meghatározása.....	19
3.3.1. A villámvédelmi rendszer jelölése.....	19
3.3.2. A felfogó fokozata.....	20
3.3.3. A levezető és a földelő fokozata.....	21
3.3.4. Másodlagos hatások elleni védelem fokozata.....	23
3.4. A villámvédelmi rendszer kialakítása.....	24
3.4.1. Felfogórendszer.....	24
3.4.2. Levezetőrendszer.....	27
3.4.3. Földelőrendszer.....	30
3.4.4. Másodlagos hatások elleni védelem.....	33
3.5. Felülvizsgálat.....	36
4. A nem norma szerinti villámvédelem kivezetési lehetőségei.....	37
5. Villámvédelmi átsorolás.....	38
5.1. Az eljárásrendhez kapcsolódó új fogalmak.....	38
5.2. A villámvédelmi szabványossági felülvizsgálat új eljárásrendje.....	39
5.2.1. A felülvizsgálat megkezdése.....	39
5.2.2. Állapotrögzítő dokumentáció.....	40
5.2.3. Az átsoroló felülvizsgálat folytatása, lezárása.....	41
5.3. Tervezői átsorolás.....	44
5.3.1. Átsoroló tervdokumentáció elkészítése.....	44
5.3.2. Villámvédelmi átsoroló tervdokumentáció.....	45

6. Az átsorolt villámvédelemmel rendelkező építmények átalakítása.....	46
6.1. Átalakítás köre és mértéke.....	46
6.1.1. Tetőt érintő átalakítások.....	46
6.1.2. Homlokzatot érintő átalakítások.....	47
6.1.3. Földelők.....	48
6.1.4. Tervdokumentációra vonatkozó követelmények.....	48
7. Átsorolás műszaki követelményei (VVA-2020)	49
7.1. Építmények villámvédelmi csoportosítása.....	49
7.1.1. Rendeltetés szerinti csoportosítás	49
7.1.2. Magasság szerinti csoportosítás.....	51
7.1.3. Tető anyaga szerinti csoportosítás.....	52
7.2. A villámvédelmi rendszer átsorolás utáni fokozatának meghatározása.....	54
7.2.1. Külső villámvédelem átsorolás utáni fokozata	54
7.2.2. Másodlagos hatások elleni védelem fokozata	55
7.3. A villámvédelem kialakítása	56
7.3.1. Koordinált túlfeszültség-védelem.....	58
8. Irodalomjegyzék.....	59

1. Vezetői összefoglaló

Az elmúlt években – az MSZ EN 62305-re alapozó „norma szerinti” villámvédelem fogalmát is bevezető – 28/2011. (IX.6.) BM rendelet megjelenését követően a „nem norma szerinti” villámvédelem alkalmazása visszaszorulóban volt, de a hatályos szabályrendszer sajátosságai miatt alkalmazása mind a mai napig szükséges lehet, új (pl. bővítés), vagy átalakított építmény(rész)eknél is. Azon építmények esetében pedig, melyek korábban létesültek, a felülvizsgálatot és a karbantartást jellemzően a létesítéskor érvényben lévő követelményrendszer, a „nem norma szerinti” villámvédelem valamelyik változata alapján kell elvégezni, tehát a „nem norma szerinti” villámvédelem követelményrendszerének alkalmazása mindmáig a hétköznapi gyakorlat része.

Az alkalmazás azonban számos nehézségbe ütközik:

- A 30-35 évnél régebbi szabványok gyakorlatilag nem hozzáférhetők.
- A szabályrendszer alkalmazásához szükséges bemenő adatok egyre inkább hiányoznak.
- A létesítés során visszavont szabványokat, jogszabályokat kell alkalmazni, azokra kell hivatkozni, melyek további visszavont előírásokra hivatkoznak, emiatt nagyrészt elveszett a szabályrendszer jogi-műszaki „beágyazottsága”.
- Az oktatás és a gyakorló szakembergárda átalakulásával eltűnik az „értelmezési gyakorlat”, felszínre hozva a szabályrendszer hibáit, ellentmondásait.
- A műszaki fejlődés sok tekintetben túlhaladta a szabályrendszert.

A fentieket figyelembe véve a pályázat keretében elkészült pályamű célja egy

- egységes szerkezetű,
- korszerű,
- a gyakorlatban alkalmazható,
- az érvényben lévő szabványokkal, jogszabályokkal koherens,
- a szakmapolitikai célkitűzésekhez igazodó

műszaki követelményrendszer kialakítása volt, mely a jövőben alkalmazható a nem norma szerinti villámvédelmi rendszerek felújítása, áttervezése, felülvizsgálata esetén.

Jelen pályamű 3. fejezete tartalmazza azon módosított műszaki követelményeket, melyek a jelenlegi szabványi és jogszabályi környezetben koherensen alkalmazhatóvá teszik a leírtakat.

A módosított követelményrendszer alapja a 9/2008 (II.22) ÖTM rendelet villámvédelemre vonatkozó fejezete volt. Az anyag készítése során módosításra,

pontosításra kerültek mindazon előírások, melyek már nem voltak alkalmazhatók a jelenlegi szakmai alkalmazási környezetben, szem előtt tartva azt az igényt, hogy lehetőleg a szabályozás ne, vagy csak minimális mértékben szigorodjon az eredeti nem norma szerinti követelményekhez képest.

A pályamű elkészültét követően a cél az, hogy az elkészült új szabályrendszer az illetékes hatósággal történő mihamarabbi egyeztetést követően beágyazásra kerüljön a jogszabályi környezetbe, vagy egy hatóság által kiállított egyenértékűségi nyilatkozattal, vagy a Villamos Tűzvédelmi Műszaki Irányelvben történő megjelenéssel. Ezt követően lesz az elkészült új szabályrendszer a gyakorlat szempontjából ténylegesen alkalmazható.

Amennyiben a hatósági jóváhagyás megtörténik (melyre jó esélyt látunk, mert a Villamos TvMI kidolgozásában a pályázat készítőik többsége aktívan részt vesz), úgy jelen egységes előírásrendszer várhatóan ki fogja váltani az összes eddigi nem norma szerinti szabályozást, és megszűnik a legtöbb olyan bizonytalanság, téves, vagy kettős értelmezési probléma, mely a jelenleg hatályos szabályrendszerben fennáll és az alkalmazók nap mint nap szembesülnek vele.

A pályamű második részében javaslatot adtunk a Magyarországon meglévő „norma” – „nem norma” szerinti villámvédelmi követelményrendszerek egyfajta lehetséges közelítésére, egységesítésére.

A javaslat célja az, hogy hosszútávon egy olyan egységes villámvédelmi követelményrendszer alakulhasson ki, mely könnyen és egyértelműen alkalmazható bármely szakmagyakorló számára.

Ennek megalkotása során szintén előtérbe helyeztük a meglévő nem norma szerinti villámvédelmi rendszereknél az utólagos szigorítás lehetőség szerinti elkerülését, mint alapelveket és a szabályrendszert úgy építettük fel, hogy a nem norma szerinti villámvédelmi rendszerek átalakítása az új követelményekhez igazodva csak azokban az esetekben legyen majd szükséges, amikor az épületen, vagy a villámvédelmi rendszeren valamilyen szignifikáns módosítás következik be és az átalakítás szükséges mértéke ezekben az esetekben is a lehető legkisebb legyen.

2. Bevezető, előszó

A Magyarországi villámvédelmi szabályozás az 1950-es évekre nyúlik vissza. Az első villámvédelmi szabályrendszer (azaz az MSZ 274 szabványsorozat, jelenleg nem norma szerinti villámvédelem) kidolgozása és bevezetése Dr. Horváth Tibor professzor emeritus úr munkásságának köszönhető.

Horváth Tibor Rákosszentmihályon született 1928. március 18-án. Középiskoláit Baján, Tatán és a Budapesti Piarista Gimnáziumban végezte, ahol 1946-ban érettségizett. 1946-ban iratkozott be a Budapesti Műszaki Egyetem gépészmérnöki szakára, majd az akkor létesített Villamosmérnöki Karon folytatta tanulmányait. Az első magyarországi villamosmérnök évfolyam tagjaként végzett, 1950-ben kitüntetéses villamosmérnöki oklevelet szerzett az erősáramú szakon.

Tanulmányi eredményei alapján Verebély László professzor 1949-ben még hallgatóként hívta a Villamos Művek és Vasutak Tanszékre, ahol oklevelének megszerzése után tanársegédnek nevezték ki. Főállású munkaviszonya 1950-től folyamatosan a Budapesti Műszaki Egyetemen volt, de mellékállásban 1963-tól 1967-ig a Művelődésügyi Minisztérium Felsőoktatási Főosztályán is dolgozott.

1960-ban a műszaki tudomány kandidátusa lett, majd 1974-ben megszerezte a műszaki tudomány doktora tudományos fokozatot. 1974-től 1998-ig egyetemi tanárként dolgozott, 1967-től a Nagyfeszültségű Technika Tanszék vezetője lett.

Iskolateremtő egyetemi oktató és tudományos kutató volt, akinek hivatása a tanítás és a nevelés. A mintegy 70 éves Budapesti Villámvédelmi Iskola – melynek gyökerei a 18-ik századra nyúlnak vissza – megalapítója, szervezője és vezetője. A hazai szakmai fórumokon szereplő villámvédelmi szakemberek (több mint 100 fő) döntő része, és külföldiek közül számosan szerte a világon, az ő tanítványai. Volt hallgatói közül sokan ma a Műegyetem Villamosmérnöki és Informatikai Karának oktatói, több mint 20 fő ma egyetemi tanár a hazai és külföldi egyetemeken.

1998-tól professzor emeritusként is tevékenyen részt vett a fiatalok oktatásában.

Tudományos kutató munkáját 1950-ben a Budapesti Műszaki Egyetem nagyfeszültségű laboratóriumában kezdte. Tudományos kutatási tevékenységének kezdettől fogva központi témája a villámkutatás és villámvédelem. Verebély László professzor villámvédelmi kutatásai indították el, de rövidesen felismerte az elméleti alapok ellentmondásait és kereste ezek megoldását. Ebből eredt legjelentősebb tudományos eredménye a villám becsapási helyét valószínűségi alapon tárgyaló elmélet és számítási módszer, amelynek első változatát az 1960-as évek elején dolgozta ki. Gyökeresen szakított a villámvédelmi rendszer védett terét kereső korábbi

felfogással, helyébe a villámvédelmi rendszer vonzási terét, valamint a villámcsapást meghatározó fizikai folyamatokat helyezte. Az akkor éppen csak kibontakozó elektrogeometriai módszernek ez volt az első teljes és fizikailag megalapozott alkalmazása. További, fokozatos fejlesztés eredményeként hozta létre a Valószínűséggel Súlyozott Vonzási Tér elméletét, amely számítógép felhasználásával szinte korlátlan lehetőségeket nyit meg a villámvédelmi rendszerek hatékonyságának, illetve a kockázatnak a numerikus kiértékelésére. A világon elsőként vezette be a villámvédelmi rendszerek szerkesztésére a „gördülő gömb” eljárást, amely a magyar villámvédelmi szabványokban 1962 óta szerepel. Mára ezt az eljárást már világszerte elfogadták, és széles körben használják.

Egyetemi hallgatóként lépett be a Magyar Elektrotechnikai Egyesületbe. Folyamatos közéleti munkáján túl megalapította és vezette a villámvédelmi bizottságot. Aktív résztvevője volt mind a nemzetközi, mind pedig a hazai szabványosítási munkának. 16 hazai villámvédelmi konferenciát szervezett ezzel elősegítve a túlfeszültségvédelmi szakmakultúra itthoni terjesztését.

Sok évtizedes munkája során kiterjedt nemzetközi kapcsolatokat épített ki. Nemzetközi tudományos és szakmai szervezetekben (IEC, ISH) folyamatosan végzett munkái közül kiemelkedik tevékenysége az International Conference on Lightning Protection (ICLP) területén. A nemzetközi villámvédelmi szervezet elnöke volt 1981-1985 és 1994-1996 között. A Scientific Committee tagja 1991-től. Működésének sikerét mutatja, hogy 1969-ben, 1981-ben és 1994-ben Magyarország rendezte ezt a villámvédelmi világkonferenciát. E konferencia sorozaton 1963 óta minden alkalommal jelen volt. A konferenciákon a meghatározó vezetői, szervezői munka mellett összesen 39 előadást is tartott.

Forrás: <https://mta.hu/vi-osztaly/elhunyt-horvath-tibor-professzor-emeritus-a-muszaki-tudomanyok-doktora-109216>

A villámvédelem hazai szabályozása hosszú múltra tekint vissza. A ma is érvényben lévő MSZ EN 62305-ös villámvédelmi szabványsorozat 2006-os megjelenése és 2011-es bevezetése előtt a magyar villámvédelmi szabványok a 274-es jelzettel jelentek meg.

Ezeket a következő felsorolás tartalmazza:

- MOSZ 274, 1937. június (Biztonsági irányelvek villámcsapások romboló hatásának elhárítására);
- MNOSZ 274-52, 1953. február 15. (Biztonsági irányelvek villámcsapás káros hatásainak elhárítására)
- MNOSZ 274-52, Kiegészítés (1954)

- MSZ 274-62 1963. július 1. (Villámvédelem)
- MSZ 274-72 1973. július 1. (Villámvédelem)
- MSZ 274/1-77 1977. október 1. - 2009. február 1. (Villámvédelem, Fogalommeghatározások)
- MSZ 274/2-81 1982. január 1. - 2009. február 1. (Villámvédelem, Épületek és egyéb építmények villámvédelmi csoportosítása)
- MSZ 274/3-81 1982. január 1. - 2009. február 1. (Villámvédelem, A villámhárító berendezés műszaki követelményei)
- MSZ 274/3-81, 1. módosítás (1985)
- MSZ 274/3-81, 2. módosítás (2001)
- MSZ 274/4-77 1978. április 1. - 2009. február 1. (Villámvédelem, Felülvizsgálat)
- MSZ/T 274-5:1994 (Villámvédelem, Az elektromágneses villámimpulzus elleni védelem)

Érdekes áttekinteni a szabvány fejlődését. Míg az 1937-ben megjelent szabvány mindössze 16 oldalon foglalta össze az előírásokat, addig a 274-es sorozat utolsó kiadása – a módosításokat nem számítva – 54 oldalból állt. Ez még mindig kb. egy nagyságrenddel volt kisebb a jelenleg érvényben lévő MSZ EN 62305-ös villámvédelmi szabványsorozat közel 500 oldalánál, és akkor még nem beszéltünk a villámvédelemmel foglalkozó OTSZ és TvMI-k terjedelméről.

A szabvány tartalmi változásait is tanulságos vázlatosan végig követni. A villámvédelem alapelve már a kezdetekben is egyértelmű volt: a becsapás a villámvédelmi berendezést érje a védendő tárgy helyett. A villámvédő berendezés részei a felfogó, a földelővezeték – ezt ma már levezetőnek hívjuk – és a földelő. Ezek voltak hivatottak a villám áramát biztonságosan felfogni, levezetni majd a földben szétoszlatni. Természetesen 1937-ben a villámcsapások másodlagos hatásai még nem jelentettek akkora veszélyt, mint manapság, hiszen akkoriban nem léteztek érzékeny elektronikus eszközök. Ugyanakkor már az első kiadás is gondot fordít a villámvédelmi rendszer elemeinek elhelyezésére, azok minimális méretére, és a különböző csoportba sorolt épületek, sőt a jászágok védelmének módjára is.

A következő, 1952-es kiadás már pontosan meghatározza a lényeges fogalmakat. Ez vezet be például a levezető és a földelővezető fogalmát is. Érdekes, hogy itt már megjelenik a villám romboló (dinamikus) és gyújtó hatása mellett a közvetett hatása, amely kisülések révén károsíthatja a villamos berendezéseket, illetve gyulladást okozhat. A villamos berendezésekre vonatkozó utasítás szerint azok feszültségmentes részeit le kell földelni, és szikraközön keresztül össze kell kötni a villámvédelmi berendezés földelésével. A villámvédelmi berendezés felülvizsgálatáról már az első kiadás is rendelkezett. Eszerint az ellenőrzést gyártelepeken évente, nyilvános

épületeken két évente, míg az egyéb épületeken minden ötödik esztendőben kellett elvégezni. A felülvizsgálatnak ki kellett terjednie annak ellenőrzésére, hogy a berendezés a szabványnak megfelelően készült-e, és megegyezik-e a tervvel, továbbá meg kellett mérni a földelési ellenállásokat.

Az 1962-es kiadásban jelennek meg először Horváth Tibor professzor úr munkásságának köszönhetően az épületek és építmények villámvédelmének korszerű követelményei. Ettől a kiadástól kezdve csoportosítjuk az épületeinket a rendeltetés, a magasság, a tető, a körítőfalak és a környező levegő szennyezettsége szerint. Szintén ez a kiadás vezette be a villámvédelmi berendezés jelölését, mint pl. V3b-La-F2-n. A felfogók elhelyezését a két legszigorúbb fokozatnál már a gördülőgömbös módszerrel kellett meghatározni, amelynek a sugara a V5 fokozatnál 50 m, a V6 fokozatnál pedig 15 m volt. Ez az eljárás ma már széleskörűen elfogadott a nemzetközi szabványokban is. A levezetők számát az épület kerülete alapján kellett meghatározni (50 m-ig két levezető, minden további megkezdett 50 m után egy-egy újabb levezető), nem a később előírt levezetési áramút számítás szerint, ezért csak a helyzetfokozat szerepelt a jelölésben. A felülvizsgálati időtartamok nem változtak az előző kiadáshoz képest. Akkor még a felülvizsgálatot szakképzett villanyszerelő, technikus vagy mérnök végezhetette el.

Az 1972-es kiadás tovább finomította a követelményeket. Ezek elsősorban a gömbi szerkesztés részleteit, a fokozatok megállapítására szolgáló táblázatokat és az épületben lévő villamos berendezésekkel kapcsolatos teendőket érintették.

1977-ben jelent meg a négy részre bontott szabványsorozat első és negyedik része, a fogalom meghatározásokat és a felülvizsgálatot tartalmazó rész. Az időszakos felülvizsgálatok gyakoriságát már a hivatkozott OTSZ szerint kellett figyelembe venni, ami az épületek rendeltetésétől függően 3-6-9 évre nőtt. Ezt követte 1981-ben a 2. rész, az építmények villámvédelmi besorolása, amelyet még ebben az évben a másodlagos hatások szerinti csoportosítást tartalmazó módosítás követett. Szintén 1981-ben jelent meg a 3. rész, ebben már egységes formában szerepelt a szükséges fokozat meghatározása és azok követelményei. A gördülő gömbös szerkesztés már a V3 fokozattól előírás, kiegészítve egyszerűsített szerkesztési módszerekkel: a védőszög- illetve a körlap módszerrel. A legújabb kutatásoknak és mérési eredményeknek megfelelően a gördülő gömb sugara 100 m és 20 m között változott. Érdekes, hogy a szabvány a V5 és a V6 fokozatnál figyelembe vette, hogy az orientációs távolság függ az épület magasságától.

Az 1981-es 3. résznek időközben két módosítása jelent meg: az 1985-ös 1. módosítás kisebb pontosításokat, illetve kiegészítéseket tartalmazott, míg a 2001-ben megjelent

2. módosítás a belső villámvédelem fokozatának meghatározásával és követelményeivel foglalkozott.

Az MSZ 274 történetével kapcsolatban meg kell említenünk még a rövid életű MSZ/T 274-5 szabványtervezetet. Ez az MSZ IEC 61312:1977, Az elektromágneses villámimpulzus elleni védelem. 1. rész: Általános alapelvek című szabványnak lett volna a 274-es sorozatba beillesztendő része, amely a villámvédelemnek a túlfeszültség-védelmi vonatkozásaival foglalkozott. Ez a szabvány azonban a szabványosítás munka során – lényeges átdolgozásokat követően – a 2006-ban megjelent MSZ EN 62305-4 szabványnak képezte az alapját.

Láthatóan az MSZ 274 szabvány követelményrendszere az ötvenes évektől egészen 2008-ig – amikor az utolsó, még MSZ 274-re építkező jogszabály, a 9/2008. (II.22.) ÖTM rendelet megjelent – sokat változott, következésképp a „nem norma szerinti” villámvédelem többféle eltérő követelményrendszerű szabvány, illetve jogszabály együttese, melyek keletkezési dátuma csaknem 60 évet ölel fel.

E történeti háttér hozzájárult ahhoz, hogy a „nem norma szerinti” villámvédelem tartalma mára nagyon nehezen értelmezhetővé, alkalmazhatóvá váljon és előrevetítette egy egységes rendszer kialakításának szükségességét.

3. Nem norma szerinti villámvédelem egységes műszaki követelményei (NNV-2020)

Jelen fejezet célja, hogy kiváltható legyen a „nem norma szerinti” villámvédelemhez tartozó (és mára érvénytelenné vált vagy hatályon kívül helyezett) szabvány, jogszabály, előírás és ezek helyett egyetlen, ezáltal egyértelmű „nem norma szerinti” villámvédelmi szabályrendszer jöjjön létre.

3.1. Fogalommeghatározások

A jelen NNV-2020 dokumentációban használatos fogalmakat a hatályos jogszabályok és az érvényben lévő szabványok tartalmazzák (pl. OTSZ, Villamos TvMI, OTÉK, MSZ EN 62305)

3.2. Építmények villámvédelmi csoportosítása

E fejezet az épületek, műtárgyak, egyéb építmények és helyhez kötött tárgyak (a továbbiakban: építmények) villámvédelmi csoportosítására terjed ki.

Az építményeket villámvédelmi szempontból a villámvédelmi berendezés szükséges fokozatának meghatározásához csoportokba kell sorolni az építmény következő paraméterei szerint:

- rendeltetés
- magasság
- tető anyaga és szerkezete
- körítőfalak anyaga

3.2.1. Rendeltetés szerinti csoportosítás

Az építmények rendeltetésük szerint az alábbi öt csoportba sorolhatók:

R1	R2..R5 csoportba nem tartozó építmény (ideértve a gyárkéményt, fémtartályt)
R2	Az alábbiakban részletezett, az R3..R5 csoportba nem tartozó építmény: - az a közösségi épület, amelyben bármelyik tűzszakasz befogadóképessége meghaladja az 500 főt - a tömegtartózkodásra szolgáló építmény, - a talajszint feletti nagy forgalmú épület, - földfeletti közműépítmény, - tudományos, történelmi és művészeti értékű épület, ide értve a szobrokat, az emlékműveket

R3	A Villamos TvMI alapján „Korlátozott mértékű robbanásveszéllyel” rendelkező épületek, valamint olyan épületek, amelyekben „mérsékelt tűzveszélyes” tűzveszélyességi osztályú anyagokat állítanak elő, dolgoznak fel, használnak.
R4	Rendeltetésüket tekintve „fokozottan tűz- és robbanásveszélyes” tűzveszélyességi osztályba tartozó anyagok tárolására szolgáló építmények, és olyan, robbanásveszélyes térrészeket tartalmazó építmények, amelyek nem tartoznak az R3 csoportba
R5	Katasztrófával fenyegető építmény, amely robbanás, vagy a környezetbe kijutó veszélyes anyagok révén, villámcsapás esetén a vonatkozó jogszabály szerinti katasztrófahelyzetet idézhet elő

1. táblázat: NNV-2020 - Rendeltetés szerinti csoportosítás

3.2.2. Magasság szerinti csoportosítás

Az építményeket magasság szempontjából a lenti táblázat alapján kell besorolni az alábbiak szerint:

- az építmény saját legnagyobb magassága,
- az építmény környezetében lévő épületek, építmények és tárgyak (műtárgyak vagy tereptárgyak) magassága,
- a környezet villámcsapás veszélyét növelő hatása

A magasság szerinti besoroláskor külön épületnek lehet tekinteni azokat az egy épülethez tartozó részeket, amelyeknek magassága legalább 5 méterrel különbözik egymástól. Nem épületnek minősülő építmények (műtárgyak) esetén ez a szétbontás nem alkalmazható. A magasság szerinti besorolás szempontjából külön kezelt épületrészeket a rendeltetés szerinti besoroláskor egy épületnek kell tekinteni.

Amennyiben a tetőn gépészeti, vagy egyéb berendezés (klímaberendezés, kémény, antenna stb.) is van, a tetőfelület magasságát kell az épület magasságának tekinteni.

Becsapási veszélyt csökkentő környezet

Becsapási veszélyt csökkentő környezet hatásával lehet számolni az olyan építmény esetében, amelyet 20 m-es körzetben, legalább két ellenkező oldalról

- olyan épületek, építmények vagy tárgyak (műtárgyak, illetve tereptárgyak) vesznek közre, amelyeknek a magassága legfeljebb 2 m-rel kisebb, vagy
- a terepszint e távolságon belül az épület, illetve egyéb építmény legmagasabb pontjával azonos szintre emelkedik.

Becsapási veszélyt fokozó környezet

Becsapási veszélyt fokozó környezet hatásával kell számolni az olyan építmény esetében, amely

- hegytetőn, hegygerincen önmagában áll, vagy
- sík területen 100 m-es körzeten belül magában áll és magassága meghaladja a 10 métert.

Magasság szerinti csoportosítás

A magasság szerinti csoportosítást a 2. táblázat szerint kell elvégezni

Környezeti hatás	M ≤ 20 m	20 m < M ≤ 35 m	M > 35 m
	magasságú építmény magasság szerinti besorolása		
Nincs	M2	M3	M4
Becsapási veszélyt csökkentő környezet	M1	M2	M3
Becsapási veszélyt fokozó környezet	M3	M4	M4

2. táblázat: NNV-2020 - Magasság szerinti csoportosítás

3.2.3. Tető anyaga és szerkezete szerinti csoportosítás

A csoportosítás szempontjai szerint az építményt:

- a tetőfödém vagy a tetőszerkezet anyagaitól függően,
- a tetőfelület anyagaitól és szerkezetétől függően

kell besorolni.

Kémények, kürtők és tornyok besorolásánál a védendő felület szerkezeti anyagait kell figyelembe venni.

Ha a tető egyes részei anyaguk vagy szerkezetük alapján különböző csoportokba tartoznak, akkor az egész építményt a legmagasabb besorolású tetőrésznek megfelelő csoportba kell sorolni.

A tetőfödém vagy a tetőszerkezet szerint lehet:

- T.a: „A1” és „A2” vagy „B” és „C” tűzvédelmi osztályba tartozó anyag, fém alkatrészek nélkül,
- T.b: bármilyen anyag fém alkatrészekkel, kivéve a tetőfelület alatt 50 cm-nél nagyobb távolságra levő, „A1” besorolású anyagba ágyazott fémszerkezetet (különösen betonvasat),
- T.c: egyéb anyag, fém alkatrészek nélkül.

A tetőfelület (tetőfedés) szerint lehet:

- T.I.:
 - „A1” és „A2” anyag, vagy legalább „B roof (t1)” anyag fém alkatrészek nélkül,
 - fémlappal borított „A1” és „A2” anyag vagy legalább „B roof (t1)” éghető anyag, ha a fémlapp:
 - vastagsága kisebb, mint 0,5 mm,
 - vastagsága kisebb, mint 1,0 mm és olvadáspontja 800 °C alatti,
 - vastagsága kisebb, mint 3,0 mm és olvadáspontja 500 °C alatti,
- T.II.
 - fém egyedül,
 - fém „A1” és „A2” anyaggal vagy legfeljebb „B roof (t1)” anyaggal,
 - fémlappal borított „C”, „D”, „E”, „F” minősítésű anyag, ha a fémlapp:
 - vastagsága legalább 0,5 mm és olvadáspontja legalább 800 °C,
 - vastagsága legalább 1,0 mm és olvadáspontja legalább 500 °C,
 - vastagsága legalább 3,0 mm és olvadáspontja 500 °C alatti,
- T.III.
 - „C”, „D”, „E” és „F” tűzvédelmi osztályba tartozó, 400 °C-nál alacsonyabb gyulladási hőmérsékletű anyag fém alkatrészek nélkül.

- T.IV.
 - „C”, „D”, „E” és „F” tűzvédelmi osztályba tartozó, 400 °C-nál alacsonyabb gyulladási hőmérsékletű anyag fém alkatrészekkel, amelyek nem alkotnak zárt burkolatot,
 - „C”, „D”, „E”, „F” tűzvédelmi osztályba tartozó anyag fémllemezrel borítva, de az nem felel meg a T.II pontban előírt követelményeknek.

Megjegyzés: Általában T.IV. csoportba tartozik a cinklemez (horganylemez) attikaburkolat, amennyiben alatta éghető anyagú rétegek találhatók, vagy éghető anyagú réteg (pl. bitumenes lemez) van rá felhajtva.

A tető anyaga és szerkezete szerinti csoportosítás

A tető anyaga és szerkezete szerinti csoportosítást a 3. táblázat szerint kell elvégezni.

A tetőfödém, és a tetőszerkezet anyagát leíró pont száma	T.I.	T.II.	T.III.	T.IV.
	pont szerinti tetőfelületű tető besorolása			
T.a	T1	T2	T4	T5
T.b	T2	T2	T5	T5
T.c	T3	T2	T4	T5

3. táblázat: NNV-2020 - Tető anyaga és szerkezete szerinti csoportosítás

Fémtartályok tetejének villámvédelmi csoportosítása

T2 csoportba kell sorolni:

- az R1 csoportba tartozó tartályokat,
- az R3, R4, R5 csoportba tartozó fémtartályt, ha teteje:
 - legalább 10 mm vastag, 500 °C feletti olvadáspontú, vagy
 - legalább 5 mm vastag, 800 °C feletti olvadáspontú fémllemezről készült

és nem alakul ki fölötte robbanóképes légtér.

T4 csoportba kell sorolni azokat a fémtartályokat, amelyek tetejének vastagsága és anyaga nem elégíti ki az előző pontban T2 csoportra meghatározott feltételeket.

T5 csoportba kell sorolni azokat a fémtartályokat, amelyek felett robbanóképes légtér kialakulásával kell számolni.

3.2.4. Körítőfalak szerinti csoportosítás

- K1 csoport: „A1” és „A2”, tűzvédelmi osztályba tartozó anyagokból készült falszerkezet
- K2 csoport: Az a függőlegesen összefüggő, villamos szempontból vezetőképesen összekötött:
 - legalább 50mm² keresztmetszetű fémszerkezetet tartalmazó falszerkezet,
 - legalább 0,5 mm vastag fémllemezrel burkolt körítőfal,
 - fémtartály legalább 0,5 mm vastag fémllemez oldalfala,
 - olyan fal, amelyben a magasságuknál kisebb távolságban függőleges acéloszlopok, pillérek vagy összefüggő acélbetétellátott betonpillérek futnak végig, és ezek a fémszerkezetek legalább fölül fémesen össze vannak kötve egymással,
- K3 csoport: Nem K1, vagy K2 csoportba tartozó fal

3.3. A villámvédelmi rendszer fokozatának meghatározása

3.3.1. A villámvédelmi rendszer jelölése

A felfogó jele „V” betűjel. Ezt követi a felfogó általános elrendezésének fokozatát kifejező 0-tól 6-ig terjedő szám-fokozatjel, és az építményhez viszonyított helyzetének fokozatát kifejező „o”, ill. „a”-tól „d”-ig terjedő betű-fokozatjel.

A levezető jele „L” betűjel. Ezt követi a levezetők általános elrendezésének fokozatát kifejező 0-tól 5-ig terjedő szám-fokozatjel és az építményhez viszonyított helyzetének fokozatát kifejező „o”, ill. „a”-tól „d”-ig terjedő betű-fokozatjel.

A földelés jele „F” betűjel. Ezt követi a földelés általános elrendezésének fokozatát kifejező 0-tól 4-ig terjedő szám-fokozatjel és a földelési ellenállásra utaló „r” vagy „x” betűjel.

A másodlagos hatások elleni védelem jele „B” betűjel. Ezt követi villámvédelmi potenciálkiegyenlítési intézkedések fokozatát kifejező 0, és 2-től 4-ig terjedő szám-fokozatjel és a koordinált túlfeszültségvédelemre vonatkozó „e” betűjel.

A felfogóra, a levezetőre, a földelésre vonatkozó jelcsoportokat e felsorolás sorrendjében, egymástól kötőjellel elválasztva kell közölni.

A „0” fokozatjel azt jelöli, hogy villámvédelmi berendezés nincs. Ehhez az építményhez viszonyított helyzet szempontjából mindig „o” fokozat, földelési ellenállás szempontjából „x” tartozik. A villámvédelem nélküli építmény jele: „V0o-L0o-F0/x”.

A természetes felfogó, levezető vagy földelő fokozatjele az általános elrendezés szempontjából 1-es számjel, amihez, az építményhez viszonyított helyzet szempontjából mindig „o” fokozat tartozik.

3.3.2. A felfogó fokozata

A felfogó fokozatát a védendő építmény rendeltetése (R1–R5), magassága (M1–M4), továbbá a tető anyaga és szerkezete (T1–T5) szerinti csoportosítása alapján a 4. táblázat szerint kell meghatározni.

A tető anyaga és szerkezete szerinti csoport		T1	T2	T3	T4	T5
Rendeltetés szerinti csoport	Magasság szerinti csoport	A felfogó fokozata				
R1	M1	V0o	V0o	V0o	V0o	V0o
	M2	V0o	V1o	V0o	V0o	V2c
	M3	V2a	V1o	V2b	V2c	V2c
	M4	V3a	V1o	V3b	V3c	V3c
R2	M1	V0o	V1o	V0o	V2c	V2c
	M2	V2a	V1o	V2b	V2c	V3c
	M3	V3a	V1o	V3b	V3c	V3c
	M4	V3a	V1o	V3b	V3c	V3c
R3	M1	V3a	V1o	V3b	V3c	V3c
	M2	V3a	V1o	V3b	V3c	V4c
	M3	V3a	V1o	V4b	V4c	V4c
	M4	V4a	V1o	V4b	V4c	V4c
R4	M1	V4b	V1o	V4c	V4c	V4c
	M2	V4b	V1o	V4c	V5c	V5c
	M3	V5b	V1o	V5c	V5c	V5c
	M4	V5b	V1o	V5c	V5c	V6c
R5	M1	V4b	V1o	V4c	V5c	V5c
	M2	V4b	V1o	V5c	V5c	V6c
	M3	V5b	V1o	V5c	V6c	V6c
	M4	V5b	V1o	V5c	V6c	V6c

4. táblázat: NNV-2020 - A felfogó fokozata

A „V1o” fokozatú felfogórendszer helyett csak az építmény „R” és „M” csoportjának megfelelő, de csak a „T3–T5” csoportnak megfelelő, magasabb fokozatú felfogórendszer használható.

A felfogó építményhez viszonyított helyzete szempontjából szükséges „o”, „a-c” fokozat helyett bármelyik magasabb fokozat felhasználható.

3.3.3. A levezető és a földelő fokozata

A levezető fokozatát a védendő építmény rendeltetése (R1–R5), magassága (M1–M4), továbbá a körítőfalak anyaga (K1–K3) szerinti csoportosítás alapján kell megállapítani.

A földelés fokozatát a védendő építmény rendeltetése (R1–R5), a magassága (M1–M4) szerinti csoportosítás alapján kell megállapítani.

Rendeltetés szerinti csoport	Magasság szerinti csoport	K1	K2	K3	A földelés fokozata	
		(a körítő falak szerint) csoport esetén a levezető fokozata				
R1	M1	L0o	L0o	L0o	F0/x	
	M2	L0o	L0o	L0o	F0/x	
		L2a	–	L2b	F2/x	F1/x
	M3	L3a	L1o	L3b	F3/r	F1/x
L2a		–	L2b	F2/x	F1/x	
R2	M1	L3a	L1o	L3b	F3/r	F1/x
		L2a	–	L2b	F2/x	F1/x
		L3a	L1o	L3b	F3/r	F1/r
	M2	L4a	L1o	L4b	F3/r	F1/r
R3	M1	L5a	L1o	L5b	F3/r	F1/r
	M2	L3a	L1o	L4b	F3/r	F1/r
	M3	L4a	L1o	L5b	F4/r	F1/r
	M4	L5a	L1o	L6b	F4/r	F1/r
R4	M1	L4b	L1o	L4b	F4/r	
	M2	L4b	L1o	L4b	F4/r	
	M3	L5b	L1o	L5b	F4/r	
	M4	L5b	L1o	L5b	F4/r	
R5	M1	L4b	L1o	L4c	F4/r	
	M2	L4b	L1o	L4c	F4/r	
	M3	L5b	L1o	L5c	F4/r	
	M4	L5b	L1o	L5c	F4/r	

5. táblázat: NNV-2020 - A levezető és földelő fokozata

Az „L2–L4” fokozat helyett a levezetők elhelyezésének rendszere mindig lehet magasabb fokozatú is.

Az „L1o” fokozatú levezetők helyett csak az építmény „R” és „M” csoportjának megfelelő fokozatú, de az eredeti „K2” helyett a „K1” vagy „K3” csoportnak megfelelő levezetőrendszer használható.

A levezető építményhez viszonyított helyzete szempontjából szükséges „o”, „a–c” fokozat helyett bármelyik magasabb fokozat is használható.

„L0o” fokozat csak abban az esetben állapítható meg, ha a felfogó fokozata „V0o”, tehát villámvédelem nincs.

V3 fokozatú felfogórendszerhez kizárólag L3 fokozatú levezetőrendszer tartozhat.

A földelés fokozatának megállapításakor figyelembe kell venni a levezető megállapított fokozatát is, ezért a földelés fokozata csak a levezető fokozatával azonos sorban lévő változatok közül választható.

Az „F2” és „F3” fokozatú földelőrendszer helyett mindig lehet magasabb fokozatú földelőrendszert is használni.

Az „F1/x” vagy az „F1/r” fokozatnak megfelelő természetes földelő és a vagylagosan megadott más fokozatú mesterséges földelő minden esetben helyettesítheti egymást.

Ha a másodlagos hatás elleni védelem fokozata „B2”, „B3” vagy „B4”, akkor a földelés „F0/x”, „F1/x” vagy „F2/x” fokozata nem használható, hanem helyettük legalább „r” fokozatú földelőrendszert kell alkalmazni.

Az építményhez viszonyított helyzet szempontjából az „a–c” fokozatú villámvédelmet mindig helyettesítheti a „d” fokozatú építménytől elszigetelt, vagy építménytől független villámvédelmi rendszer is.

Az építménytől elszigetelt, vagy építménytől független villámvédelem esetén alacsonyabb fokozatú levezető és földelő is alkalmazható. A földelési rendszernek „r” fokozatúnak kell lennie.

3.3.4. Másodlagos hatások elleni védelem fokozata

A másodlagos hatások elleni védelem fokozatát a védendő építmény rendeltetése (R1–R5) alapján kell megállapítani, a 6. táblázat alapján.

Rendeltetés szerinti csoport	Másodlagos hatások elleni védelem fokozata	
	Villámvédelmi potenciálkiegyenlítés fokozata*	Koordinált túlfeszültségvédelem fokozata
R1 (nincs külső villámvédelem)	B0**	-
R1 (van külső villámvédelem)	B2	-
R2	B2	e
R3	B3	e
R4	B4	e

*Villámvédelmi potenciálkiegyenlítés: A fémes csatlakozóvezetékek közvetlen földelése, vagy – amennyiben a közvetlen földelés nem lehetséges – T1 típusú, ill. D kategóriájú túlfeszültség-védelmi eszközön keresztül történő földelése a táppont közelében.
A villámvédelmi potenciálkiegyenlítésbe be kell kötni továbbá az építményen belüli összefüggő fémes hálózatokat is.
Megjegyzés:
Csatlakozóvezeték: olyan fémvezetőt tartalmazó vezeték, amely az építményt a távoli földpotenciállal köti össze.
Táppont: Az építménynek az a pontja, ahol a csatlakozóvezeték be- vagy kilép az építményből.
**Az MSZ HD 60364-4-443, MSZ HD 60364-5-534 szabványok ebben az esetben is írhatnak elő potenciálkiegyenlítési intézkedéseket

6. táblázat: NNV-2020 - A másodlagos hatások elleni védelem fokozata

Az adott körülmények figyelembevételével a táblázatában meghatározott fokozatnál magasabb fokozat is megállapítható.

3.4. A villámvédelmi rendszer kialakítása

3.4.1. Felfogórendszer

A felfogó elrendezésének fokozatai:

- „V0”, sem természetes, sem mesterséges felfogórendszer nincs,
- „V1”, természetes felfogók rendszere, amely;
 - az építmény fémből készült teteje lehet vagy
 - a tetőfödém vagy a tetőszerkezet fém alkatrészeinek, vagy a tetőfelületen lévő egyéb fémrészeknek egymással összekötött olyan rendszere, amelytől a tető egyik pontja sincs 5 m- nél tovább,
- „V2”, egyszerűsített felfogórendszer, amely;
 - egyetlen, legalább 2 m magas felfogórúd a 20°-nál meredekebb lejtésű sátoztető (gúla, kúp) legmagasabb pontján, függetlenül a tető kiterjedésétől,
 - egyetlen felfogóvezető a 20°-nál meredekebb lejtésű tető legmagasabb élén (a tető gerincén), függetlenül a tető szélességétől

Megjegyzés: Lapostetős építmény védelmére V2 fokozat nem alkalmazható

- „V3”, normál felfogórendszer, amely felfogórudak, felfogóvezetők vagy természetes felfogók olyan rendszere, amely kielégíti a következő szerkesztési követelmények valamelyikét:
 - nem lehet egy $R = 100$ m sugarú gördülő gömböt a felfogó érintése nélkül a védendő felülettel kívülről érintkezésbe hozni,
 - nem lehet a védendő felületre egy $d = 20$ m átmérőjű képzeletbeli körlapot a felfogó érintése nélkül ráhelyezni;
 - az építmény legfeljebb 40 m magasságban lévő bármelyik pontján (különösen a tető szélén) a védőszög mindenütt kisebb, mint $\alpha = 45^\circ$; a védőszög szerkesztés $M = 40$ m-nél magasabb építmény esetén nem alkalmazható;

Megjegyzés: A különböző szerkesztési követelmények (gördülő gömb, körlap, védőszög) egy rendszeren belül együtt is használhatók.

- „V4” biztonsági felfogórendszer, a következő szerkesztési paraméterekkel:
 - $R = 80$ m,
 - $d = 15$ m,

- $\alpha = 30^\circ$

Megjegyzés: 30m-es építménymagasság felett csak gördülő gömbös módszer alkalmazható.

- „V5” növelt biztonságú felfogórendszer, a következő szerkesztési paraméterekkel:

- $R = 45 \text{ m}$

Megjegyzés: Kizárólag a gördülő gömbös szerkesztési módszer alkalmazható.

- „V6” különleges biztonságú felfogórendszer, a következő szerkesztési paraméterekkel:

- $R = 20 \text{ m}$

Megjegyzés: Kizárólag a gördülő gömbös szerkesztési módszer alkalmazható.

A felfogó építményhez viszonyított helyzetének fokozatai:

- „o” felfogóberendezés nincs, vagy csak természetes felfogó van.
- „a” a felfogóberendezés közvetlenül a védendő felületen van vagy a közöttük lévő távolság kisebb, mint 0,10 m.
- „b” a felfogóvezetők és a védendő felület közötti távolság legalább 0,10 m.
- „c” a felfogóvezetők és az építmény tetőfelülete között mindenütt legalább 0,5 m távolság van, a felfogórudak legalább 0,5 m magasak.
- „d” elszigetelt felfogórendszer: Mely lehet építménytől független, vagy építményre szerelt olyan felfogórendszer, amelynek fémből készült, villámáramot vezető (vagy azzal érintkező) részei és az építmény vezetőképes részei közötti biztonsági távolság betartásra kerül, így a villámáram a villámvédelmi rendszer elemein keresztül folyik a föld felé.

Megjegyzés: Az elszigetelt felfogórendszer kialakítható az építménytől független elhelyezéssel, vagy az építményen is, úgy, hogy a biztonsági távolság egyéb intézkedésekkel kerül betartásra, pl. szigetelt villámvédelmi vezeték, szigetelő távtartó alkalmazása stb.

Az „a”, „b”, „c” helyzetfokozatok helyett alkalmazható az MSZ EN 62305 szabvány 5.2.4 pontjának elhelyezési távolságra vonatkozó követelménye is:

„A védendő építménytől nem elszigetelt villámvédelmi rendszer felfogóit a következők szerint lehet kialakítani:

- *ha a tető anyaga nem éghető, akkora felfogókat a tetőfelületre lehet helyezni;*

- *ha a tető anyaga könnyen éghető, akkor ügyelni kell a felfogók és az éghető anyag közötti távolságra. Nádtetők esetén, ha acél lekötőelemet nem használtak a nád rögzítésére, akkor 0,15 m távolság elegendő. Más éghető anyagok esetén legalább 0,10 m tekinthető megfelelőnek;*
- *a védendő építmény könnyen éghető részei nem érintkezhetnek közvetlenül a külső villámvédelmi rendszer felfogóival, továbbá nem lehetnek közvetlenül olyan fémes tetőfedő lemez alatt, amelyet a villámcsapás átlukaszthat"*

A felfogórendszer kialakítása

A mesterséges felfogók mérete, anyaga teljesítse az MSZ EN 62561 szabványsorozat követelményeit.

A „V3” és magasabb fokozatú felfogórendszer esetén a tetőn lévő nagyobb fémtárgyakat nem szükséges összekötni a tetőn levő villámvédelmi rendszerrel, ha védett térben vannak és a biztonsági távolság tartható.

Ebben az esetben a fémtárgyak összekötéséről az MSZ HD 60364 követelményeinek megfelelően kell gondoskodni.

Megjegyzés: Javasolt a felfogórendszert úgy kialakítani, hogy a tetőn lévő berendezéseket lehetőleg ne kelljen összekötni a villámvédelmi rendszerrel.

Nagyobb fémtárgynak kell tekinteni:

- a legalább 1 m² felületű,
- legalább 1 m hosszúságú,
- legalább 0,5 m magasságú fémtárgyat.

A felfogóvezetők rögzítése biztosítsa, hogy az időjárás hatásai következtében a felfogóvezetők eredeti helyzete ne változzon meg.

A felfogórudakat függőleges vagy a tetőfelületre merőleges helyzetben kell rögzíteni úgy, hogy az időjárás és a karbantartással járó igénybevételek hatásai következtében az eredeti helyzetük ne változzon meg.

Levezetőnek kell tekinteni azokat a tetőn lévő összekötő vezetőket, amelyekre az előírt, de legalább „V3” fokozatú védőhatás érvényesül.

Az elhelyezési távolság szempontjából az MSZ EN 62305 szabvány szerinti követelményt kell alkalmazni.

Közös felfogórendszer

Egymás közelében álló építmények csoportja közös felfogórendszerrel védhető, ha az a csoport minden egyes tagjára biztosítja a megállapított, de legalább „V3” fokozatú védelmet.

A közös felfogórendszer elemei a védendő építményektől függetlenül vagy azok közül egyeseken is elhelyezhetőek.

A közös felfogórendszerrel védett építmények olyan képzeletbeli védendő felület alatt legyenek, amelyre teljesülnek a „V3-V6” fokozatra meghatározott sugarú gördülő gömbbel végzett szerkesztési követelmények.

Fémtartályok

Ha a fémtartály felett robbanásveszélyes légtér kialakulásával kell számolni, a felfogórendszer feltételezett becsapási pontjainak a robbanásveszélyes övezet felső határfelületétől legalább 0,5 m távolságra kell lennie.

3.4.2. Levezetőrendszer

A levezető elrendezésének fokozatai:

- „L0”, sem természetes, sem mesterséges levezető nincs,
- „L1”, csak természetes levezető van, amely;
 - az építmény fémből készült vagy fémmel burkolt fala,
 - olyan, fémből készült összefüggő épületszerkezet, amelynek függőlegesen végigfutó elemei (különösen oszlopok, pillérek, függőleges vázszerkezeti elemek) között a magasságuknál kisebb távolság van,
 - vasbeton épületszerkezet fémesen összefüggő acélbetétje
- „L2”, egyetlen levezető olyan helyen, ahol a felfogónak bármely pontjától a levezetőig – a vezetők mentén – mért áramút vízszintes vetülete nem hosszabb 20 m-nél
- „L3”, legalább két levezető olyan elrendezésben, hogy a felfogónak bármely pontjától legközelebbi levezetőig a vezetők mentén mért áramút vízszintes vetülete vagy a levezetőkig mért (több) áramút vízszintes vetületének eredője nem hosszabb 15 m-nél
- „L4”, legalább két levezető az „L3” fokozatnak megfelelő feltételekkel, ha a legközelebbi levezetőig a vezetők mentén mért áramút vízszintes vetülete vagy a

levezetőig mért (több) áramút vízszintes vetületének eredője nem hosszabb 10 m-nél

- „L5”, a levezetők olyan elrendezése, amely megfelel az „L4” fokozatnak, és
 - minden levezető felül (vízszintesen) össze van kötve egymással, a felfogóhoz való csatlakozástól 2 m-nél nem nagyobb távolságra;
 - a 20 m-nél hosszabb levezetők közben is össze vannak kötve (vízszintesen) egymással úgy, hogy az összekötések között a levezető mentén mért távolság 20 m-nél nagyobb nem lehet;

Megjegyzés: A felső és a közbenső összekötés mindig az építmény szerkezeti adottságaitól függően kialakítható a földémben, falon kívül, süllyesztve stb.

Eredő áramúthossz számítási módja

Több levezető esetén az eredő áramutat úgy kell kiszámítani, mintha a vízszintes vezetőszakaszok ellenállások lennének. Mivel az egyes vezetőszakaszok többnyire ugyanabból az anyagból készülnek és keresztmetszetük is azonos, az ellenállásuk a hosszukkal arányos. A számítás alkalmával ezért a hosszak ugyanúgy kezelhetők, mintha ellenállások lennének és az eredőt az ellenállások soros, illetve párhuzamos kapcsolására vonatkozó szabályok szerint lehet kiszámítani.

A párhuzamosan kapcsolódó áramutak eredőjét a párhuzamos ellenállásokra érvényes számítási módszerrel határozhatjuk meg, amelynek általános kifejezése:

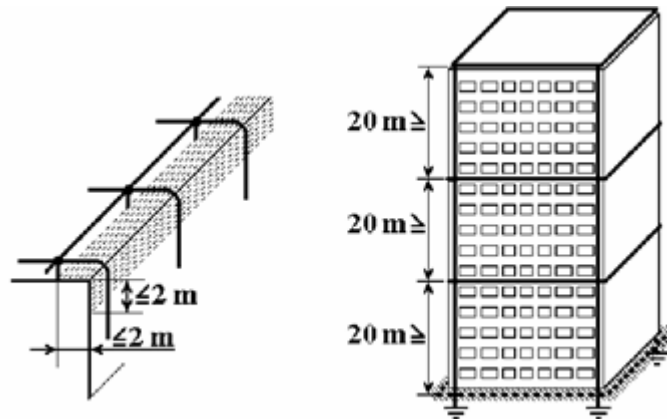
$$\frac{1}{l_e} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{l_i}$$

ahol

l_e – eredő áramút hossza [m]

l_i – az egyes áramutak hossza [m]

A levezető vízszintes összekötéseire „L5d” fokozat esetén, vagy az építménytől független villámvédelmi rendszer esetén nincs szükség.



1. ábra: „L5” fokozatú levezetők kialakítása

A levezető építményhez viszonyított helyzetének fokozatai:

- „o”, levezető nincs, vagy csak természetes levezető van,
- „a”, a levezető közvetlenül a fal felületén, vagy attól 0,1m-nél kisebb távolságra van, vagy be van építve a falba.
- „b”, a levezető és az építmény oldalfala között legalább 0,1m távolság van.
- „c”, a levezető és az építmény oldalfala között legalább 0,5m távolság van.
- „d”, Olyan levezetőrendszer, amelynek fémből készült, villámáramot vezető (vagy azzal érintkező) részei és az építmény vezetőképes részei közötti biztonsági távolság betartásra kerül, így a villámáram a villámvédelmi rendszer elemein keresztül folyik a föld felé.

Az „a”, „b”, „c” helyzetfokozatok helyett alkalmazható az MSZ EN 62305 szabvány 5.3.4 pontjának elhelyezési távolságra vonatkozó követelménye is.

A levezetőrendszer kialakítása

A mesterséges levezetők mérete, anyaga teljesítse az MSZ EN 62561 szabványsorozat követelményeit.

A levezetőket úgy kell rögzíteni, hogy az időjárás és a karbantartással járó igénybevételek hatásai következtében az eredeti helyzetük ne változzon meg.

Az építménytől független villámvédelmi rendszerhez tartozó levezetőket a védendő építménytől független tartószerkezetre vagy másik épületre, építményre kell elhelyezni vagy rögzíteni.

Természetes levezetőként használható a felfogóval és a földelővel összekötött, a környezeti és időjárási igénybevételeknek ellenálló függőlegesen villamosan folytonos fémtárgy, ha alkalmazásukkal teljesülnek a levezető fokozatára vonatkozó előírások.

Tornyok

Tornyok esetén a levezetők általános elrendezésére „L2” fokozat nem állapítható meg. Ha természetes levezető („L1” fokozat) és földelő nincs, ha ilyen nem alkalmazható, vagy nem felel meg a követelményeknek, a tornyok villámvédelmi berendezését legalább két levezetővel és két földelővel kell létesíteni és a levezetőket alul össze kell kötni egymással.

Megjegyzés: Torony: 20 m-nél magasabb építmény, ha kerülete nem éri el az 50 m-t

Kémények, kürtők

Kémények, kürtők esetén a levezető fokozatát úgy kell megállapítani, hogy:

- a levezető elhelyezésére 20 m-nél magasabb kémény, kürtő esetén „L2” fokozat nem állapítható meg (de természetes levezető „L1” fokozatú lehet),
- a levezető elhelyezésére 35 m-nél magasabb kémény, kürtő esetén „L5” fokozatú legyen,
- a párhuzamos levezetők a kéménynek, kürtőnek ugyanazon oldalán is futhatnak, de csak akkor tekinthetők külön levezetőnek, ha közöttük legalább 1 m távolság van.

3.4.3. Földelőrendszer

A földelés elrendezésének fokozatai:

- „F0”, sem természetes, sem mesterséges földelő nincs.
- „F1” csak természetes földelő van, amely lehet:
 - az épület, építmény vagy tárgy talajjal közvetlenül érintkező fémrésze,
 - az építmény beton alapföldelése.
- „F2”, egyetlen földelő van.
- „F3”, legalább két földelő, amelyek lehetnek különállóak vagy csoportosan egymással összekötöttek.

- „F4”, földelőrendszer, amely gyűrűsföldelő, keretföldelő, földelőháló vagy építmények betonalapföldelése vagy ezekkel összekötött egyedi földelők rendszere.

A földelési ellenállás értéke

- „x”, a földelési ellenállás értékére nincs követelmény
- „r”, a földelési ellenállás értéke a következő követelményeket elégítse ki:
 - egyetlen földelő („F2” fokozat), vagy földelőrendszerhez tartozó, vizsgáló összekötővel leválasztható egyedi földelő vagy földelőcsoport esetén

$$R \leq 2 \Omega \text{ vagy } R \leq 6 \frac{\rho}{\sqrt{A}} \Omega$$

- az építmény földelőrendszerének eredő értéke

$$R \leq 2 \Omega \text{ vagy } R \leq 3 \frac{\rho}{\sqrt{A}} \Omega$$

ahol:

„ ρ ” - a talaj fajlagos ellenállása [Ωm]

„A” - az építmény alapterülete [m^2]

A talaj fajlagos ellenállását a vonatkozó követelmények szerint végzett mérésekkel javasolt megállapítani.

Amennyiben a talaj fajlagos ellenállása nem ismert, úgy általánosan (sziklás, kavicsos talajok kivételével) 300 Ωm -nek vehető.

Megjegyzés: A fenti számítástól függetlenül telepítéskor egyedi földelők esetén javasolt az 50 Ohm alatti földelési ellenállás elérése.

A földelőrendszer felépítése

A mesterséges földelők mérete, anyaga teljesítse az MSZ EN 62561 szabványsorozat követelményeit.

Ha a földelési ellenállás fokozata „x”, azaz az értékére nincs előírás, a földelő keresztmetszete és anyaga feleljen meg az MSZ EN 62305 szabványnak, hossza a következő követelmények valamelyikének:

- legalább 2,5 m hosszú függőleges talajjal érintkező rúdföldelő, vagy

- legalább 5 m összes hosszúságú talajjal érintkező vízszintes földelővezető.

Az építmények betonalapja csak akkor felel meg betonalap földelőnek, ha az erre a célra felhasznált acélbetéteket körülvevő beton közvetlenül, vízszigetelés nélkül érintkezik a talajjal.

Megjegyzés: Betonalap földelő létesítése esetén figyelembe kell venni az MSZ 18014:2019 szabvány előírásait

Az „F4r” fokozat követelményeinek teljesítéséhez az szükséges, hogy az acélbetétek összefüggő hálózatot (különösen a keretföldelő a szükség szerint kialakított áthidalásokkal) alkossanak. Betonalap-földelés esetén a földelési rendszer a védendő építmény egész területére kiterjedjen.

A földelőrendszer fektetése a fagyhatár alatt történjen, rúdföldelő szondát min. 0,5 m mélyről javasolt indítani.

Megjegyzés:

Fagyhatár: Az a talajszinttől számított talajmélység, ahol a talaj az adott területen szokásos leghidegebb hőmérséklet esetén sem fagy át. Magyarországon ez az érték 50cm körüli.

A villámvédelmi földelőt lehetőség szerint össze kell kötni az épülethez és a földelőhöz 20 m-nél közelebb lévő minden más földelővel és a talajban 1 m-nél közelebb lévő nagy kiterjedésű fémtárggyal.

Amennyiben a földelőrendszer életkora valószínűsíthetően meghaladja a 20-25 évet, úgy – a mért földelési ellenállás értékektől függetlenül – a földelőrendszer feltárása és vizuális vizsgálata célszerű. Amennyiben ez nem lehetséges, vagy nem gazdaságos, úgy javasolt új földelési rendszer kiépítése.

Mérési hely

A villámvédelmi földelés vizsgálatára mérési helyet kell kialakítani, amely a levezető és a földelővezető között bontható vizsgáló összekötő vagy nem bontható (csak műszer csatlakoztatására szolgáló) vizsgáló csatlakozó legyen.

Bontható vizsgáló összekötőt célszerű alkalmazni, ha a levezető- és a földelőrendszer kialakítása olyan, hogy a földelés a villámvédelmi berendezésről leválasztható, és ez a leválasztás nem tilos (pl. robbanásveszély esetén).

Nem bontható vizsgáló csatlakozót kell kialakítani, ha vizsgáló-összekötő nem alkalmazható.

Mérési helyet kell kialakítani általában az építmény valamennyi levezetőjén vagy legalább annyin, hogy a mérési helyek (az építmény alapterületén) egymástól legfeljebb 40 m távolságra legyenek.

Csővezetékek

A földfelszín felett vagy nyitott árokban futó, fém csővezetékeket legalább „F2/x” fokozatnak megfelelő villámvédelmi földelőkkel kell ellátni.

Fémes nyomvonalas építmények

A 100 m-nél hosszabb összefüggő fémtárgyakat (pl. híd, csővezeték), függetlenül a magasságuktól, legalább 300 méterenként villámvédelmi földelőkkel kell ellátni. A földelők legalább „F2x” vagy „F1x” fokozatúnak kell lennie.

3.4.4. Másodlagos hatások elleni védelem

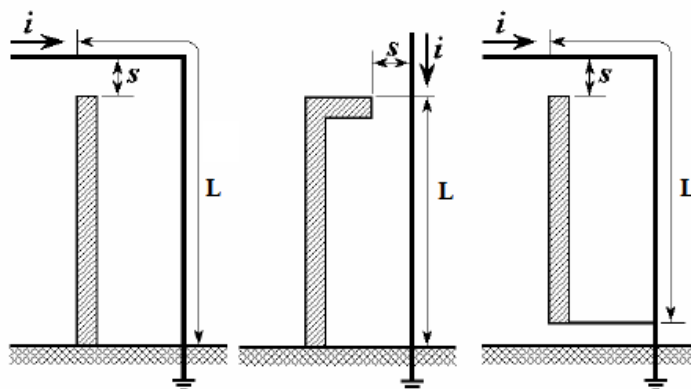
Biztonsági távolság (veszélyes megközelítés) meghatározása

A biztonsági távolság betartása esetén a villámcsapás hatása következtében másodlagos kisülés keletkezésével nem kell számolni.

Másodlagos hatásból eredő kisülés keletkezésével akkor kell számolni, ha a villámvédelmi rendszer felfogója, vagy levezetője és egy idegen vezetőképes szerkezet között az „s” biztonsági távolság kisebb, mint

$$s < L / 20$$

ahol „L” - a megközelítés helyétől a villámáram út mentén a földelésig vagy a legközelebbi összekötési pontig terjedő áramút



2. ábra: „s” biztonsági távolság értelmezése

Emellett a biztonsági távolság meghatározható az

$$s = L \times 0,04 \times k_c / k_m$$

képlettel is, ahol „ k_c ” értéke

- $k_c = 1$ a felfogórendszerhez csatlakozó egy levezető esetén,
- $k_c = 0,66$ a felfogórendszerhez csatlakozó kettő levezető esetén,
- $k_c = 0,44$ a felfogórendszerhez csatlakozó kettőnél több levezető esetén.

„ k_m ” értéke

- $k_m = 1$ levegő közeg esetén,
- $k_m = 0,5$ beton, téglá, fa esetén.

Biztonsági távolság betartása

Az építmény belsejében levő legalább 5 m hosszú függőleges fémszerkezeteket (különösen csőrendszert, felvonót, szellőzőt vagy szemétdobót) az alsó pontján össze kell kötni a villámvédelmi rendszerrel, vagy a védő-összekötő hálózattal. A felső pontján is össze kell kötni a villámvédelemmel, ha a tető fölé emelkedik, nem esik védett térbe és nem tartható be a biztonsági távolság.

A több elemből összeállított, szigetelő közdarabokkal fémesen összefüggő szakaszokra osztott függőleges belső fémszerkezet részeit (különösen szellőző-, szemétdobó csatorna), a szigetelő közdarabok áthidalásával össze kell kötni egymással.

Ha a tető fölé emelkedő és ezért közvetlen villámcsapásnak kitett fémszerkezet kifestültségű villamos berendezést tartalmaz, akkor villámvédelmét a következő módok valamelyikével kell megoldani:

- a fémszerkezet az építmény felfogó-rendszerének védett terén belül van, és a felfogótól, valamint a vele összekötött egyéb fémszerkezetektől a biztonsági távolság betartásra kerül,
- a fémszerkezet össze van kötve az építmény felfogórendszerével és a benne levő villamos berendezés, pedig olyan védelemmel (túlfeszültség-védelmi eszközökkel) van ellátva, amely kielégíti az MSZ EN 62305 szabványban a megfelelő LPZ 0/1 zónahatárra meghatározott követelményeket.

Villámvédelmi potenciálkiegyenlítés fokozatai:

- B0 – nem szükséges a csatlakozóvezetékek villámvédelmi potenciálkiegyenlítése

- B2 – Az építményhez csatlakozó fémes csatlakozóvezetékeket közvetlenül földelni kell. A közvetlenül nem földelhető, vagy nem földpotenciálú csatlakozóvezetékek villámvédelmi potenciálkiegyenlítését túlfeszültségvédelmi eszközök segítségével kell biztosítani, amelyeket LPL III-IV. szintre, azaz 100 kA-re (energiaátviteli hálózaton pólusonként 12,5 kA-re) kell méretezni.
- B3 – Az építményhez csatlakozó fémes csatlakozóvezetékeket közvetlenül földelni kell. A közvetlenül nem földelhető, vagy nem földpotenciálú csatlakozóvezetékek villámvédelmi potenciálkiegyenlítését túlfeszültségvédelmi eszközök segítségével kell biztosítani, amelyeket LPL II. szintre, azaz 150 kA-re (energiaátviteli hálózaton pólusonként 17,5 kA-re) kell méretezni.
- B4 – Az építményhez csatlakozó fémes csatlakozóvezetékeket közvetlenül földelni kell. A közvetlenül nem földelhető, vagy nem földpotenciálú csatlakozóvezetékek villámvédelmi potenciálkiegyenlítését túlfeszültségvédelmi eszközök segítségével kell biztosítani, amelyeket LPL I. szintre, azaz 200 kA-re (energiaátviteli hálózaton pólusonként 25 kA-re) kell méretezni.

Koordinált túlfeszültségvédelem

Koordinált túlfeszültségvédelem fokozatai:

„e” – A villamos rendszer átalakításának, bővítésének körében koordinált túlfeszültségvédelem kialakítása szükséges

Megjegyzés: A tervező dönthet úgy, hogy a teljes építmény villamos berendezésének koordinált túlfeszültségvédelmét előírja

Koordinált túlfeszültség-védelemmel védendő villamos berendezések:

- az építmény villamos elosztórendszere, melynél a villamos elosztóberendezések betáplálási pontjain 1-es vagy 2-es típusú túlfeszültség korlátozó eszközök alkalmazása szükséges (pl. a főelosztó betáplálásba 1. vagy 1+2. típus, alelosztókban 2-es típus) és esetenként az épületen, építményen kívüli területet is ellátó elosztóberendezésben vagy leágazásokban 1+2. típus.
- tűzvédelmi funkciójú jelző-, és vezérlőberendezések villamos betáplálása, melyeknél a 3-as típusú túlfeszültség korlátozó eszközök alkalmazása is szükséges. Ilyen pl. a tűzjelző vagy oltó központok betáplálása.
- Egészségügyi létesítményekben az alaprendeltetéssel összefüggő a hatályos ágazati szabvány szerinti 2-es csoport besorolású helyiségek végáramkörei.

Megjegyzés: Az egyes áramkörökön az MSZ HD 60364-5-534:2016 „10 m-es szabály”-ának (ld. 534.4.9. pont első bekezdés) figyelembevételével javasolt a túlfeszültségvédelmi készülékek beépítési helyét meghatározni.

Ezen minimum követelményen felül minden további zónahatárra az azon átlépő vezetésekre az MSZ EN 62305 szabványban előírt tervezési és kiválasztási elvek alapján lehetőség van további túlfeszültség-védelmi készülékek elhelyezésére is.

3.5. Felülvizsgálat

Meglévő villámvédelmi berendezés szabványossági felülvizsgálata:

Az időszakos, valamint az átépítést, bővítést követő szabványossági felülvizsgálatot az OTSZ és a „Felülvizsgálat és karbantartás” TvMI előírásai szerint kell elvégezni, dokumentálni.

4. A nem norma szerinti villámvédelem kivezetési lehetőségei

A „nem norma szerinti” és a „norma szerinti” villámvédelem párhuzamos alkalmazása során egyre gyakrabban jelentkezik az a bizonytalanság, hogy egy-egy építmény villámvédelmének mely szabályrendszer követelményeit kellene teljesítenie, ráadásul a „nem norma szerinti” követelményrendszer sokszor önmagában is nehezen értelmezhető.

Erre tekintettel az anyag következő részében olyan jövőbeli szabályozás kialakítására teszünk javaslatot, amely a fenti követelmények figyelembevételével együtt jelentősen csökkentené a „norma” - „nem norma” kettősséget és egy egységes, az érvényes villámvédelmi szabványon alapuló villámvédelmi szabályozást alakítana ki.

Ezen célt szolgálja a következőkben ismertetett „Villámvédelmi átsorolás” eljárásrend.

Az átsorolás csak olyan meglévő építményekre alkalmazható, amelyek nem norma szerinti villámvédelemmel rendelkeznek.

A villámvédelmi átsorolás egy adott építménynél egyszeri alkalommal történne meg, javasoltan a következő időszakos szabványossági felülvizsgálat során.

A villámvédelmi átsorolásról készült dokumentációkat – hasonlóan a norma szerinti villámvédelmi tervhez – a tulajdonosnak / üzemeltetőnek meg kell őriznie, hogy a jövőben a villámvédelmi rendszer bármilyen szükséges változása esetén rendelkezésre álljon.

5. Villámvédelmi átsorolás

5.1. Az eljárásrendhez kapcsolódó új fogalmak

Villámvédelmi átsorolás

Az az eljárás, melynek során egy építmény nem norma szerinti villámvédelme megfeleltetésre kerül az érvényes villámvédelmi műszaki követelményeknek.

Átsoroló felülvizsgálat

Az az egyszeri – a soron következő időszakos nem norma szerinti villámvédelmi szabványossági felülvizsgálat helyett elvégzendő – felülvizsgálat, melynek során a villámvédelem átsorolása megtörténik.

Állapotrögzítő dokumentáció

Az a felülvizsgáló által elkészített, rajzzal kiegészített felmérési dokumentáció, mely a meglévő nem norma szerinti villámvédelmi rendszer aktuális állapotát olyan részletességgel rögzíti, hogy

- ez alapján a tervezői átsorolás elvégezhető és
- a villámvédelmi rendszer és az építményben bekövetkező változások a jövőben azonosíthatók.

Tervezői átsorolás

Az tervezési feladat, melynek során a felülvizsgáló által elkészített állapotrögzítő dokumentáció alapján egy építmény nem norma szerinti villámvédelme megfeleltetésre kerül az érvényes villámvédelmi műszaki követelményeknek.

Átsoroló tervdokumentáció

Villámvédelmi tervezői jogosultsággal (Vn) rendelkező tervező által készített tervdokumentáció, mely rögzíti egy építmény villámvédelmének állapotát és azt, hogy a jövőbeni átalakításoknál milyen műszaki követelményeknek kell megfelelnie.

5.2. A villámvédelmi szabványossági felülvizsgálat új eljárásrendje

A jelen pontban ismertetett felülvizsgálati eljárásrend az összes jövőben elvégzendő felülvizsgálatra vonatkozik.

Az eljárásrend része az átsoroló felülvizsgálat is, mely felülvizsgálat javaslatunk szerint az eljárásrend hatályba lépésétől számított 6 évig lenne alkalmazható. Hat év alatt minden épület villámvédelmi felülvizsgálata megtörténik, és ha ez átsoroló felülvizsgálat, akkor minden építmény átsorolása is ezen időszakban zajlana le.

Amennyiben egy építménynek 6 éven belül nem történne meg az átsorolása, úgy annak villámvédelmére – az előéletétől függetlenül– javasoltan az MSZ EN 62305 szabvány alkalmazása lenne szükséges.

Kapcsos zárójelben mindig az 1. mellékletben található villámvédelmi felülvizsgálati folyamatábra vonatkozó blokkjának sorszámára szerepel.

5.2.1. A felülvizsgálat megkezdése

[F1]

A felülvizsgáló:

- megkezdni az építmény felülvizsgálatát
- bekéri a meglévő villámvédelmi dokumentációkat
- nyilatkozatot kér a tulajdonostól az építményben lévő robbanásveszélyről

[F2]

Megvizsgálja, hogy az építménynek van-e érvényes tervdokumentációja?

Ez lehet:

- MSZ 274 szabvány, 2/2002 BM, vagy 9/2008 ÖTM rendelet (nem norma) szerinti villámvédelmi kiviteli / megvalósulási tervdokumentáció
- MSZ EN 62305 szabvány (norma) szerinti kiviteli / megvalósulási tervdokumentáció
- VVA-2020 szerinti átsoroló tervdokumentáció
- VVA-2020 szerinti kiviteli / megvalósulási tervdokumentáció

[F3]

Megvizsgálja, hogy az építmény tervdokumentációja MSZ EN 62305 szabvány szerinti / átsoroló tervdokumentáció-e, vagy sem?

Megjegyzés: MSZ 274 szabvány, 9/2008 ÖTM, 2/2002 BM rendelet szerinti villámvédelmi kiviteli / megvalósulási tervdokumentáció megléte esetén villámvédelmi átsorolás szükséges.

[F4]

A felülvizsgáló:

- átsoroló felülvizsgálat esetén meghatározza az építmény csoportosítását, fokozatát az „NNV-2020” szerint
- felméri az építményt
- szemrevételezi és felméri az építmény meglévő villámvédelmi rendszerét
- elvégzi a szükséges méréseket
- fényképeket készít
- átsoroló felülvizsgálat esetén javasolt minősítést állapít meg az NNV-2020 szerint.

Ez a minősítés nem zárja le a felülvizsgálatot, a tervezői átsorolás ettől eltérő megállapítást is tartalmazhat. A minősítésnél hangsúlyozni kell, hogy ez a tervezői átsoroló dokumentáció elkészítése nélkül a felülvizsgálat nem tekinthető időszakos felülvizsgálatnak.

- ezek alapján elkészíti az állapotörögzítő dokumentációt és átadja a tervezőnek

5.2.2. Állapotörögzítő dokumentáció

Átsoroló felülvizsgálat esetén tartalmazza:

- Az építmény méreteit
- Tető és oldalfali rétegrendeket
- Lehetőleg szintkottás és méretarányos tető felülnézeti rajzot
 - a villámvédelmi rendszer részeinek azonosításával (V, L, F jelölésekkel),
 - a tetőn lévő tetőfelépítmények (liftgépház, kémény) pozíciójának, méreteinek jelölésével
 - a tetőn lévő gépészeti, villamos és egyéb berendezések pozíciójának, méreteinek jelölésével

- minden olyan további információval, mely az építmény villámvédelmi rendszerét érinti (pl. tetőn futó csővezetékek, szomszédos építmények elhelyezkedése, méretei stb.)
- Lehetőleg méretarányos földszinti / pinceszinti rajzot, a villámvédelmi rendszer részeinek azonosításával (V, L, F jelölésekkel)
- Fényképeket, melyek az építményt és a villámvédelmi rendszer állapotát, részleteit bemutatják (tető, tetőn lévő berendezések, oldalfal, építmény környezete stb.)
- Javasolt felülvizsgálói minősítést az NNV-2020 szerint

5.2.3. Az átsoroló felülvizsgálat folytatása, lezárása

[F9], [F10]

Ez az ág a 6 éven belüli átsoroló felülvizsgálatok esetén lép életbe.

A tervező által elkészített átsoroló tervdokumentáció alapján a felülvizsgáló további feladatai:

- elkészíti a villámvédelmi felülvizsgálati jegyzőkönyvet, melynek melléklete az állapot rögzítő dokumentáció és az átsoroló tervdokumentáció
- elkészíti a villámvédelem minősítését az NNV-2020 szerint lehet
 - Megfelelő
 - Hibajavítás után új felülvizsgálati eljárás szükséges
 - Nem megfelelő, áttervezést igényel
- a minősítésben felhívja a megbízó (tulajdonos/üzemeltető) figyelmét arra, hogy
- az építmény, vagy a villámvédelem megváltozása esetén az átsoroló tervdokumentáció alapján a villámvédelmet a változás körében és mértékében át kell tervezni, és át kell építeni az átsorolás eredményeképpen meghatározott fokozat alapján
- az átsoroló felülvizsgálat során készült dokumentációt meg kell őrizni, ellenkező esetben azt ismételt el kell készíteni

Áttervezés szükségességéről kapott tervezői állásfoglalás esetén a felülvizsgálatot követően egy új létesítési ciklus kezdődik (kiviteli tervezés, kivitelezés, ismételt felülvizsgálat).

Tervdokumentáció hiányában a felülvizsgálat folytatása, lezárása

[F11]

Ez az ág meglévő MSZ EN 62305 szabvány szerinti villámvédelmi rendszerrel rendelkező, de dokumentáció nélküli épületek esetén és az átsoroló felülvizsgálat kifutását (6 éven túl) követő felülvizsgálatok esetén lép életbe.

A tervező döntése alapján a felülvizsgáló további feladatai:

- elkészíti a villámvédelmi felülvizsgálati jegyzőkönyvet (MSZ EN 62305 szerint)
- elkészíti a villámvédelem minősítését, mely
 - Nem megfelelő, áttervezést igényel

Az áttervezés szükségességéről kapott tervezői állásfoglalás esetén a felülvizsgálatot követően egy új létesítési ciklus kezdődik (kiviteli tervezés, kivitelezés, ismételt felülvizsgálat).

Tervdokumentáció megléte esetén a felülvizsgálat folytatása, lezárása

[F5], [F6] – (folytatás [F3]-tól)

A felülvizsgáló ellenőrzi és összeveti a tervdokumentációban rögzített alap adatokat a helyszínen tapasztalt állapotokkal és megállapítja, hogy történt-e változás.

A tervdokumentáció lehet:

- MSZ EN 62305 szabvány (norma) szerinti kiviteli / megvalósulási tervdokumentáció
- VVA-2020 szerinti kiviteli / megvalósulási tervdokumentáció
- VVA-2020 szerinti átsoroló tervdokumentáció

[F7]

Amennyiben a rendelkezésre álló kiviteli / megvalósulási tervdokumentációban rögzítettekhez képest nincs változás, úgy a felülvizsgáló a meglévő villámvédelmi rendszert a tervdokumentáció és a vonatkozó előírások alapján felülvizsgálja.

Amennyiben csak átsoroló tervdokumentáció áll rendelkezésre, úgy feltételezhetően az építmény meglévő villámvédelmi rendszere csak az NNV-2020-nak felel meg (még nem norma szerinti).

Lehetséges megoldás 1:

Amennyiben a nem norma szerinti rendszer (NNV-2020) – az átsorolások lezárultával (6 év múlva) – teljeskörű kivezetése a cél, úgy a következő megoldás lenne alkalmazható:

A felülvizsgáló a felülvizsgálatot kizárólag az állapotrögzítő dokumentáció és az átsoroló tervdokumentáció alapján végzi, az annak való megfelelést vizsgálja. Nem vizsgálja a vonatkozó előírásoknak (pl. NNV-2020) való közvetlen megfelelést.

Az átsorolást követő felülvizsgálat megállapítja, hogy nem történt változás az épületen és annak villámvédelmi rendszerében az állapotrögzítő dokumentációhoz és az átsoroló tervdokumentációhoz képest, és a rendszer minősítését a felülvizsgáló ez alapján végzi el.

A villámvédelmi rendszer így a dokumentációkban rögzítetteknek megfelelő, áttételesen az NNV-2020-nak is megfelelő, de az NNV-2020 már ebben a felülvizsgálati dokumentációban már nem lenne feltüntetve, így a rendszerből kivezethetővé válik.

Lehetséges megoldás 2:

A felülvizsgálat az átsoroló tervdokumentációnak való megfelelés mellett vizsgálja a rendszer NNV-2020-nak való megfelelését is.

Ez esetben az NNV-2020 szerinti villámvédelmi rendszerek mindaddig fennmaradnának, amíg minden épületen nem történik olyan átalakítás, melynek következtében annak villámvédelmét át kell tervezni az átsorolásnak vagy az MSZ EN 62305-nek megfelelően.

[A két lehetséges alternatív megoldás közötti döntés még a jövőben történő szakmai és hatósági egyeztetések feladata.](#)

[F12], [F13], [F8]

A felülvizsgáló további feladatai:

- elkészíti a villámvédelmi felülvizsgálati jegyzőkönyvet
- elkészíti a villámvédelem minősítését, mely lehet
 - Megfelelő
 - Hibajavítás után új felülvizsgálati eljárás szükséges
 - Nem megfelelő, áttekintést igényel

5.3. Tervezői átsorolás

[T1]

A tervezőt megbízhatja az építmény tulajdonosa, vagy a felülvizsgáló is.

A tervező a felülvizsgálótól megkapja az állapotörögzítő dokumentációt.

[T3]

A tervező a rendelkezésre álló információk alapján, vagy további tervezői adatgyűjtést, helyszíni bejárást követően megállapítja, hogy az építmény villámvédelmének áttervezése szükséges-e?

Amennyiben nem szükséges áttervezés (csak az eljárásrend hatálybalépést követő 6 éven belül), úgy elkészíti az átsoroló tervdokumentációt.

[T4]

Amennyiben áttervezés szükséges, úgy dönt arról, hogy az áttervezés

- a VVA-2020 szerint (csak az eljárásrend hatálybalépést követő 6 éven belül), vagy
 - az MSZ EN 62305 szabvány szerint
- történjen-e.

5.3.1. Átsoroló tervdokumentáció elkészítése

[T2], [T5]

A tervező a rendelkezésre álló információk alapján elkészíti a villámvédelmi átsoroló tervdokumentációt, ennek részeként:

- meghatározza az építmény elérendő villámvédelmi fokozatát* a VVA-2020 dokumentum szerint, és
- a rendelkezésre álló információk alapján állást foglal arról, hogy
 - a meglévő villámvédelmi rendszer megfelelő, vagy javítással megfelelővé tehető (NNV-2020 szerint) [T2]], vagy
 - az építmény meglévő villámvédelmi rendszerét át kell-e tervezni az átsorolás utáni villámvédelmi fokozatnak megfelelően [T5]
- a fentieket az átsoroló tervdokumentációban rögzíti

**Az elérendő villámvédelmi fokozat azt mutatja meg, hogy az építmény jövőbeni átalakítása, átépítése során - az építmény, vagy a villámvédelem megváltozása esetén - a villámvédelmet a változás körében és mértékében milyen fokozatra kell átalakítani.*

Megjegyzés: A tervező a felülvizsgálótól kapott adatszolgáltatás kiegészítéseként további információkat is beszerezhet, felmérést készíthet.

Megjegyzés: Amennyiben a tervező az áttervezés mellett dönt, az átsoroló tervdokumentáció csak az áttervezés szükségességének megállapítását tartalmazza, magát a tervet nem. Az külön megállapodás keretében történik.

5.3.2. Villámvédelmi átsoroló tervdokumentáció

Tartalma:

- Kapott adatszolgáltatások
- Az építmény elérendő villámvédelmi fokozatának meghatározása a VVA-2020 szerint
- Az építmény NNV-2020 szerinti villámvédelmi csoportosítása és fokozata
- Tervezői állásfoglalás az építmény villámvédelmi rendszerének állapotával kapcsolatban, vagy a VVA-2020, ill. MSZ EN 62305 szerint szükséges áttervezésével kapcsolatban.

6. Az átsorolt villámvédelemmel rendelkező építmények átalakítása

Ez a szakasz vonatkozik azokra az esetekre, ahol az építmény villámvédelmi átsorolása már megtörtént és az építményen, vagy egy részén átalakítás történik (építészeti módosítás: hőszigetelés, tetőcsere; gépészeti változás a tetőn: új klímagép, új kémény stb.).

Ezekben az esetekben az építmény villámvédelmét az átsoroló tervdokumentációban rögzített villámvédelmi fokozatnak megfelelően kell átalakítani az átalakítás körében és mértékében.

A villámvédelmi rendszer átalakításához jogosult tervező (Vn) által elkészített, az átalakítás körére és mértékére vonatkozó kiviteli tervdokumentáció elkészítése szükséges.

6.1. Átalakítás köre és mértéke

6.1.1. Tetőt érintő átalakítások

Ide tartoznak azok az átalakítások, melyek során

- a tetőfelületen átalakítás történik (pl. tetőfedés cseréje)
- a tetőn gépészeti, villamos vagy egyéb berendezések/szerkezetek kerülnek elhelyezésre, cserére,
- közvetlenül az építmény homlokzata mellett vagy azon olyan szerkezet (pl. kémény) kerül elhelyezésre, amely túlnyúlik az érintett homlokzatrész magasságán.

A tető átalakításának következtében szükségessé váló villámvédelmi átalakítások

A tervező dönt arról, hogy a következő pontok közül melyik kerüljön alkalmazásra.

„A” - Amennyiben arra lehetőség van, az építmény egészén olyan villámvédelmet kell kialakítani, amely megfelel az átsorolás utáni fokozatnak.

„B” - Amennyiben a „A” pontban leírt intézkedésre nincs lehetőség, legalább az építmény tetején olyan felfogórendszert kell kialakítani, amely megfelel az átsorolás utáni fokozatnak. A levezetőrendszer tetőn lévő részét (a felfogókat összekötő levezetőket) is úgy kell átalakítani, hogy megfeleljen az átsorolás utáni fokozatnak. A levezetők száma nem lehet kevesebb kettőnél. A földelővel kapcsolatban ld. a 6.1.3 szakaszt.

„C” - Amennyiben az „A”. és B” pontokban leírt intézkedésre nincs lehetőség, az építmény tetején az átalakítás környezetében olyan felfogórendszert kell kialakítani, amely megfelel az átsorolás utáni fokozatnak. (Az átalakított tetőfelületnek és/vagy az azon lévő szerkezetnek az LPZ 0B zónába kell kerülnie. Kivételt képeznek azok az esetek, amikor a tetőfelület és/vagy az azon lévő szerkezet az MSZ EN 62305 szerinti természetes felfogóként szolgál.) Az „átalakítás környezete” alatt az átalakítás által érintett tetőrészt és az átalakítás által érintett tetőrész „r” sugarú környezetét kell érteni, ahol r értéke a villámvédelmi fokozat függvényében az alábbi:

Villámvédelmi fokozat	r [m]
LPS I	20
LPS II	15
LPS III	10
LPS IV	10
LPS V	5
LPS VI	5

7. táblázat: Az átalakítás környezete

A földelők és a felfogókat a földelőkkel összekötő független áramutak száma nem lehet kevesebb 2-nél. A földelővel kapcsolatban ld. a 6.1.3. szakaszt.

6.1.2. Homlokzatot érintő átalakítások

Ide tartoznak azok az átalakítások, melyek során

- az építmény valamennyi (szabad) homlokzatán átalakítás történik (pl. hőszigetelés),
- az építmény egy vagy néhány oldali homlokzatának egészén átalakítás történik
- egy vagy több homlokzaton olyan átalakítás történik, amely a homlokzatot teljes magasságában érinti
- az építmény homlokzata mellett olyan gépészeti, villamos vagy egyéb szerkezetek (pl. szellőzőcső vagy kémény) kerülnek elhelyezésre, cserére, amelyek függőleges hosszúsága a homlokzat teljes magasságának (az adott épületrészen) legalább 60 %-a.

A homlokzat átalakításának következtében szükségessé váló villámvédelmi átalakítások

A tervező dönt arról, hogy a következő pontok közül melyik kerüljön alkalmazásra.

„A” - Amennyiben arra lehetőség van, az építmény egészén olyan villámvédelmet kell kialakítani, amely megfelel az átsorolás utáni fokozatnak.

„B” - Amennyiben az „A”-ban leírt intézkedésre nincs lehetőség, legalább az építmény teljes homlokzatán olyan levezetőrendszert kell kialakítani, amely megfelel az átsorolás utáni fokozatnak, és biztosítja a lehetőségét a meglévő (vagy a tetőn végrehajtott esetleges átalakításokat követően később átalakított*) felfogórendszer szakszerű csatlakoztatásának. A kialakított levezetők és a földelők száma nem lehet kevesebb kettőnél. A földelővel kapcsolatban következő szakaszt.

**Megjegyzés: Az, hogy a tető későbbi átalakítását követően milyen felfogórendszer kialakítása lesz szükséges, általában nem ismert. Ezért – amennyiben a tető átalakítása nem a homlokzat átalakításával egyszerre történik – csak annyi várható el, hogy annyi levezető létesüljön, amennyi az átsorolás utáni fokozatnak megfelel, és a levezetők felső vége a homlokzat felső részén (vagy másutt, pl. a tetőn) egymással és a meglévő felfogórendszerrel összekötésre kerüljön.*

„C” - Amennyiben az „A” és „B” pontokban leírt intézkedésre nincs lehetőség, az építmény homlokzatán az átalakítás környezetében olyan levezető rendszert kell kialakítani, hogy teljesüljön a legalább 2 áramútra vonatkozó követelmény. (Amennyiben ez új levezető létesítése nélkül is teljesül, akkor új levezető létesítése nem szükséges.) A földelővel kapcsolatban következő szakaszt.

Az A”, „B”, „C” követelmények részben vagy egészben természetes levezetők alkalmazásával is teljesíthetőek, feltéve, hogy azok anyaga, mérete és folytonossága teljesíti az MSZ EN 62305 követelményeit.

6.1.3. Földelők

Azoknak az eseteknek a kivételével, ahol elszigetelt villámvédelmi rendszer létesül, teljesíteni kell a legalább két áramútra vonatkozó követelményt, és ebből eredően legalább kettő „A” típusú földelőt kell létesíteni, vagy a „B” típusú földelőn kell megfelelő helyen és számban kiállásokat létesíteni.

6.1.4. Tervdokumentációra vonatkozó követelmények

Átsorolás utáni fokozatra való részleges áttérés esetén a tervdokumentáció

- lehetőség szerint tartalmazza a teljes épület villámvédelmi rendszerét (vagy az átsoroló tervdokumentációt és felmérési dokumentációt),
- a részleges áttérésre vonatkozó terület terveit, továbbá
- egyértelműen jelölve azt a területet, ahol a villámvédelem már az átsorolás utáni fokozatnak felel meg

A tervezőnek a részleges áttérés határát, és a tervezés térbeli terjedelmét a tervben rögzítenie kell.

7. Átsorolás műszaki követelményei (VVA-2020)

7.1. Építmények villámvédelmi csoportosítása

Az építményeket villámvédelmi szempontból a villámvédelmi berendezés átsorolásához csoportokba kell sorolni az építmény következő paraméterei szerint:

- rendeltetés
- magasság
- tető anyaga

7.1.1. Rendeltetés szerinti csoportosítás

Az építmények a rendeltetésükre és a potenciális robbanásveszélyre tekintettel az alábbi négy csoportba sorolhatóak:

- R1A csoport: R2A..R4A csoportba nem tartozó építmény,
- R2A csoport: Az alábbiakban részletezett, az R3A..R4A csoportba nem tartozó építmény:

a.) az a közösségi rendeltetésű épület, amelyben bármelyik tűzszakasz befogadóképessége meghaladja a 300 főt, pl.: mozi, színház, koncertterem, stadion

Megjegyzés: Községi rendeltetésű épület: minden olyan épület, amely nem minősül lakó-, tárolási-, ipari-, mezőgazdasági épületnek.

b.) a tömegtartózkodásra szolgáló építmény

Megjegyzés: 253/1997. (XII. 20.) Korm. rendelet (OTÉK) 1. melléklet 131. pont: Tömegtartózkodásra szolgáló építmény: olyan építmény, amelyben tömegtartózkodásra szolgáló helyiség van, vagy amelyben bármikor egyidejűleg 300 főnél több személy tartózkodása várható. pl.: bevásárlóközpont, disco

c.) a talajszint feletti nagy forgalmú épület

Megjegyzés: Nagyforgalmú épület: Amelynek bejáratonkénti összesített személyforgalma bármely időszakban 10 perc alatt meghaladja a 300 főt.pl.: bevásárlóközpont, irodaépület

d.) földfeletti közműépítmény (Villamos TvMI-ből)

- Közműnek minősülő víz- és szennyvízhálózatok építményei: a szolgáltatás folyamatos üzemképességét biztosító számítástechnikai- és diszpécser-központok, gépházak, (pl. vízellátó- és vízkivételi mű, víztermelő telep, víz- és szennyvíz-kezelő létesítmény, nyomásfokozó állomás, víztorony), a

közműként működő elosztóhálózat részét képező olyan felszíni létesítmények, melyek nem egy-egy építmény vagy felhasználó ellátását biztosítják

- Közműnek minősülő gázhálózatok építményei: a szolgáltatás folyamatos üzemképességét biztosító számítástechnikai- és diszpécser-központok, gépházak, a közműként működő elosztóhálózat részét képező olyan nem robbanásveszélyes felszíni létesítmények, melyek nem egy-egy építmény vagy felhasználó ellátását biztosítják;
- Közműnek minősülő telekommunikációs hálózatok építményei: a szolgáltatás folyamatos üzemképességét biztosító számítástechnikai- és diszpécser-központok, a közműként működő elosztóhálózat részét képező felszíni létesítmények, (pl. mobilszolgáltató és egységes digitális rádiótávközlő rendszer (EDR) adó-, átjátszó- és bázisállomás), melyek nem egy-egy építmény vagy felhasználó ellátását biztosítják
- Közműnek minősülő villamos szolgáltatás építményei: az erőművek és az elosztóhálózat folyamatos üzemképességét biztosító számítástechnikai- és diszpécserközpontok, a közműként működő szolgáltatás részét képező felszíni létesítmények (pl. erőművek energiatermeléshez közvetlenül kapcsolódó építményei, alállomások, 1,6 MVA-nél nagyobb teljesítményű transzformátor állomások), melyek nem egy-egy építmény vagy felhasználó ellátását biztosítják
- Közműnek minősülő távhő szolgáltatás építményei

e.) Tudományos, történelmi és művészeti értékű épület, ideértve a szobrokat, valamint az emlékműveket is, pl. múzeum, képtár, templom, műemlék épület

f.) Oktatási rendeltetésű épületek, pl. bölcsöde, óvoda, iskola, egyetem

g.) Menekülésben korlátozott személyek elhelyezésére szolgáló épületek, pl. szociális otthon, szanatórium

h.) Egészségügyi rendeltetésű épületek, pl. kórház, rendelőintézet

i.) Kényszertartózkodásra szolgáló épületek, pl. börtön, javítóintézet

j.) Szállodák, kollégiumi épületek (50 fő befogadóképesség felett)

k.) Közigazgatás épületei, készenléti szervek épületei, pl. rendőrség, mentőszolgálat, katasztrófavédelem, tűzoltóság, önkormányzati épület, okmányiroda, bíróság, polgármesteri hivatal, minisztérium

l.) Nagyüzemi állattartás épületei, pl. istálló

m.) Olyan vegyes rendeltetésű építmény, mely az összesített szintterület 40%-át meghaladó mértékben az „a”-„l” pont szerinti építményrészt foglal magába

- R3A csoport: Az alábbiakban részletezett, az R4 csoportba nem tartozó építmény:
 - a.) korlátozott mértékű robbanásveszéllyel rendelkező épületek, a Villamos TvMI 9.6.1 pontja alapján;
 - b.) olyan építmények, amelyek ipari-mezőgazdasági, tárolási alaprendeltetésűek és „mérsékelt tűzveszélyes” tűzveszélyességi osztályú anyagok előállítása, feldolgozása, tárolása történik (nem értendő ide azon épületek, melyekben az ilyen anyagok használata, vagy forgalmazása történik)
 - c.) olyan vegyes alaprendeltetésű építmény, mely az összesített szintterület 40%-át meghaladó mértékben a b. pont szerinti építményrészt foglal magába (pl: papírgyár, nyomda, varroda, papírraktár, textilraktár, fatároló, műanyagüzem)

- R4A csoport: Olyan épületek, építmények, ipari technológiai berendezések, amelyek „fokozottan tűz- és robbanásveszélyes” tűzveszélyességi osztályú anyagok előállítása, feldolgozása, tárolása vagy forgalmazása történik.

Megjegyzés: Azon építményeket, amelyekben tárolnak/használnak/előállítanak stb. rb-s anyagokat, de amelyet a 13. sz. Robbanás elleni védelem TvMI nem minősít robbanásveszélyesnek, az R3A csoportba kell sorolni.

7.1.2. Magasság szerinti csoportosítás

Becsapási veszélyt csökkentő környezet

Becsapási veszélyt csökkentő környezet hatásával lehet számolni az olyan építmény esetében, amelyet 20 m-es körzetben, legalább két ellenkező oldalról

- olyan épületek, építmények vagy tárgyak (műtárgyak, illetve tereptárgyak) vesznek közre, amelyeknek a magassága legfeljebb 2 m-rel kisebb, vagy
- a terepszint e távolságon belül az épület, illetve egyéb építmény legmagasabb pontjával azonos szintre emelkedik.

Becsapási veszélyt fokozó környezet

Becsapási veszélyt fokozó környezet hatásával kell számolni az olyan építmény esetében, amely

- hegytetőn, hegygerincen önmagában áll, vagy
- sík területen 100 m-es körzeten belül magában áll és magassága meghaladja a 10 métert.

Magasság szerinti csoportosítás

A magasság szerinti csoportosítást a 8. táblázat alapján kell elvégezni

Környezeti hatás	$M \leq 20 \text{ m}$	$20 \text{ m} < M \leq 35 \text{ m}$	$M > 35 \text{ m}$
	magasságú építmény magasság szerinti besorolása		
Nincs	M2A	M3A	M4A
Becsapási veszélyt csökkentő környezet	M1A	M2A	M3A
Becsapási veszélyt fokozó környezet	M3A	M4A	M4A

8. táblázat: VVA-2020 - Magasság szerinti csoportosítás

A magasság szerinti besoroláskor a teljes épületet annak legnagyobb magasságával kell figyelembe venni, nem lehet külön épületrésznek tekinteni azokat az egy épülethez tartozó részeket sem, amelyeknek magassága legalább 5 méterrel különbözik egymástól.

7.1.3. Tető anyaga szerinti csoportosítás

A csoportosításnál a tetőfedést és a tetőfödémet, vagy a tetőfedést és a tető tartószerkezetét együttesen kell figyelembe venni.

A csoportosításnál nem kell figyelembe venni a tetőfedés feletti gépészeti, villamos és egyéb szerkezeteket, felépítményeket.

- T1A csoport (nem éghető tető):
 - Vastag (legalább t vastagságú) folytonos fémlemez, rajta max. 1 mm vastagságú éghető bevonat (pl. festék)
 - Vékony (legalább t' vastagságú) folytonos fémlemez, alatta nincs éghető réteg* és a tetőszerkezet acélból vagy vasbetonból készül
 - Zöldtetők, ha az attika nem tartalmaz éghető anyagokat és a talajréteg vastagsága eléri a 10 cm-t
 - Egyéb, csak A1/A2 anyagokat tartalmazó tető és tartószerkezet rétegrend esetén

**A fémlemez aljára kasírozott vékony filcréteget nem kell figyelembe venni (nem éghetőnek minősül)*

MSZ EN 62305-3: 2011, 5.2.5, 3. táblázat alapján

Anyag	„Vastag - t vastagságú”	„Vékony - t' vastagságú”
Acél	4 mm	0,5 mm
Réz	5 mm	0,5 mm
Alumínium	7 mm	0,65 mm
Cink	nem alkalmazható	0,7 mm

9. táblázat: VVA-2020 – Természetes felfogóként alkalmazott fémlemezek min. vastagsága

- T5A csoport (éghető tető): Minden olyan tető, mely nem tartozik a T1A csoportba.

Vegyes rétegrendű tetők

A vegyes rétegrenddel/tetőszerkezettel rendelkező építmények teteje T5A, ha a T5A besorolású tetőrészek vízszintes vetületének aránya nagyobb, mint a teljes tető 20%-a, egyéb esetben T1A.

Robbanásveszélyes térrészek a tető felett / a tető alatt

Ha a tető felett robbanásveszélyes térrészek kialakulásával kell számolni, akkor a teljes tetőt T5A-ba kell sorolni.

Ha a tető felülete alatt közvetlenül (a tető alsó síkjától számított 1m-en belül) robbanásveszélyes térrészek kialakulásával kell számolni (pl. épületen belüli robbanásveszélyes helyiség, fém tartályok) a tetőt T5A-ba kell sorolni.

Megjegyzés: A fémlemezt érő közvetlen becsapás esetén a fémlemez másik oldalán nem meghatározható hőmérsékletű melegpont (hotspot) alakulhat ki, ami gyújtóforrásként jelentkezhet és robbanásveszélyt okozhat.

7.2. A villámvédelmi rendszer átsorolás utáni fokozatának meghatározása

7.2.1. Külső villámvédelem átsorolás utáni fokozata

A külső villámvédelmi rendszer átsorolás utáni fokozatát a védendő építmény rendeltetése (R1A–R4A), magassága (M1A–M4A), továbbá a tető anyaga (T1A, T5A) szerinti csoportosítása alapján a 10. táblázat szerint kell meghatározni.

Külső villámvédelem átsorolás utáni fokozata			
A tető anyaga és szerkezeti csoport		T1A	T5A
Rendeltetés szerinti csoport	Magasság szerinti csoport		
R1A	M1A	-	-
	M2A	-	LPS VI
	M3A	-	LPS VI
	M4A	LPS VI	LPS V
R2A	M1A	-	LPS VI
	M2A	-	LPS VI
	M3A	LPS VI	LPS V
	M4A	LPS V	LPS IV
R3A	M1	LPS VI	LPS V
	M2	LPS V	LPS IV
	M3	LPS IV	LPS III
	M4	LPS III	LPS II
R4A	M1	LPS III	LPS II
	M2	LPS II	LPS II
	M3	LPS I	LPS I
	M4	LPS I	LPS I

10. táblázat: VVA-2020 – Külső villámvédelem átsorolás utáni fokozata

Megjegyzés: Az LPS V és LPS VI újonnan definiált fokozatok műszaki tartalma a 7.3 fejezetben kerülnek ismertetésre.

7.2.2. Másodlagos hatások elleni védelem fokozata

A másodlagos hatások elleni védelem fokozatát a védendő építmény rendeltetése (R1A–R4A) alapján a 11. táblázat szerint kell megállapítani.

Rendeltetés szerinti csoport	Másodlagos hatások elleni védelem fokozata	
	Villámvédelmi potenciálkiegyenlítés fokozata *	Koordinált túlfeszültségvédelem fokozata ***
R1A (nincs LPS)	nem szükséges**	-
R1A (van LPS)	LPL III-IV.	-
R2A	LPL III-IV.	LPL III-IV.
R3A	LPL II.	LPL II.
R4A	LPL I.	LPL I.
<p><i>*Villámvédelmi potenciálkiegyenlítés: A fémes csatlakozóvezetékek közvetlen földelése, vagy – amennyiben a közvetlen földelés nem lehetséges – T1 típusú, ill. D kategóriájú túlfeszültségvédelmi eszközön keresztül történő földelése a táppont közelében.</i></p> <p><i>Megjegyzés:</i></p> <p><i>Csatlakozóvezeték: olyan fémvezetőt tartalmazó vezeték, amely az építményt a távoli földpotenciállal köti össze.</i></p> <p><i>Táppont: Az építménynek az a pontja, ahol a csatlakozóvezeték be- vagy kilép az építményből.</i></p> <p><i>**Az MSZ HD 60364-4-443, MSZ HD 60364-5-534 szabványok ebben az esetben is írhatnak elő potenciálkiegyenlítési intézkedéseket</i></p> <p><i>***A villamos berendezés átalakításának, bővítésének körében és mértékében koordinált túlfeszültségvédelem kialakítása szükséges.</i></p>		

11. táblázat: VVA-2020 – A másodlagos hatások elleni védelem fokozata

Az adott körülmények figyelembevételével a táblázatában meghatározott szinteknél magasabb szint is megállapítható.

7.3. A villámvédelem kialakítása

A VVA-2020 villámvédelmi fokozatai és az MSZ EN 62305 szabvány villámvédelmi fokozatai közötti kapcsolat:

- LPS I.: Az MSZ EN 62305 szerinti LPS I. fokozat az alábbi kiegészítéssel:
 - A levezető elrendezésénél alkalmazható az eredő áramúthossz számítás is a 12. táblázat szerinti paraméterekkel
- LPS II.: Az MSZ EN 62305 szerinti LPS II. fokozat az alábbi kiegészítéssel:
 - A levezető elrendezésénél alkalmazható az eredő áramúthossz számítás is a 12. táblázat szerinti paraméterekkel
- LPS III.: Az MSZ EN 62305 szerinti LPS III. fokozat az alábbi kiegészítéssel:
 - A levezető elrendezésénél alkalmazható az eredő áramúthossz számítás is a 12. táblázat szerinti paraméterekkel
 - Feszített levezető alkalmazható (max. 30m-es feszítési hossz, 20m-nél hosszabb esetben középen megtámasztva)
- LPS IV.: Az MSZ EN 62305 szerinti LPS IV. fokozat az alábbi kiegészítéssel:
 - A levezető elrendezésénél alkalmazható az eredő áramúthossz számítás is a 12. táblázat szerinti paraméterekkel
 - Feszített levezető alkalmazható (max. 30m-es feszítési hossz, 20m-nél hosszabb esetben középen megtámasztva)
- LPS V.: Az MSZ EN 62305 szerinti LPS IV. fokozat az alábbi kiegészítéssel:
 - A felfogórendszer szerkesztésénél alkalmazható az $R=80$ m-es gördülő gömb
 - A levezető elrendezésénél a szabványos megoldás mellett alkalmazható az eredő áramúthossz számítás is a 12. táblázat szerinti paraméterekkel
 - Feszített levezető alkalmazható (max. 30 m-es feszítési hossz, 20 m-nél hosszabb esetben középen megtámasztva)
 - A 20m-nél távolabbi egyedi földelőket nem kell egymással és a fő földelősínnel összekötni
- LPS VI.: Az MSZ EN 62305 szerinti LPS IV. fokozat az alábbi kiegészítéssel:

- A felfogórendszer szerkesztésénél alkalmazható az R=100 m-es gördülő gömb
- A levezető elrendezésénél a szabványos megoldás mellett alkalmazható az eredő áramúthossz számítás is a 12. táblázat szerinti paraméterekkel
- Feszített levezető alkalmazható (max. 30 m-es feszítési hossz, 20 m-nél hosszabb esetben középen megtámasztva)
- A 20 m-nél távolabbi egyedi földelőket nem kell egymással és a fő földelősínnel összekötni

Megjegyzés: Az átsorolt épületeknél a villámvédelmi terveken ezeket az eltéréseket jelezni kell

Eredő áramúthossz számítási módja

Több levezető esetén az eredő áramutat úgy kell kiszámítani, mintha a vízszintes vezetőszakaszok ellenállások lennének. Mivel az egyes vezetőszakaszok többnyire ugyanabból az anyagból készülnek és keresztmetszetük is azonos, az ellenállásuk a hosszukkal arányos. A számítás alkalmával ezért a hosszak ugyanúgy kezelhetők, mintha ellenállások lennének és az eredőt az ellenállások soros, illetve párhuzamos kapcsolására vonatkozó szabályok szerint lehet kiszámítani.

A párhuzamosan kapcsolódó áramutak eredőjét a párhuzamos ellenállásokra érvényes számítási módszerrel határozhatjuk meg, amelynek általános kifejezése:

$$\frac{1}{l_e} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{l_i}$$

ahol

l_e – eredő áramút hossza [m]

l_i – az egyes áramutak hossza [m]

Az eredő áramúthossza vonatkozó követelmények

	Eredő áramúthossz maximális értéke	Vízszintes összekötés oldalfalon
LPS VI.	15m	nem szükséges
LPS V.	15m	35m magasság felett tetőn + 20m-enként
LPS IV.	10m	MSZ EN 62305 szerint
LPS III.	10m	MSZ EN 62305 szerint
LPS II.	5m	MSZ EN 62305 szerint
LPS I.	5m	MSZ EN 62305 szerint

12. táblázat: VVA-2020 – A vízszintes eredő áramúthossz elvárt paraméterei

7.3.1. Koordinált túlfeszültség-védelem

Koordinált túlfeszültség-védelemmel minimálisan védendő villamos berendezések az átalakítás körében és mértékében:

- az építmény villamos elosztórendszere, melynél a villamos elosztóberendezések betáplálási pontjain 1-es vagy 2-es típusú túlfeszültség korlátozó eszközök alkalmazása szükséges (pl. a főelosztó betáplálásba 1. vagy 1+2. típus, alelosztókban 2-es típus) és esetenként az épületen, építményen kívüli területet is ellátó elosztóberendezésben vagy leágazásokban 1+2. típus.
- tűzvédelmi funkciójú jelző-, és vezérlőberendezések villamos betáplálása, melyeknél a 3-as típusú túlfeszültség korlátozó eszközök alkalmazása is szükséges. Ilyen pl. a tűzjelző vagy oltó központok betáplálása.
- Egészségügyi létesítményekben az alaprendeltetéssel összefüggő a hatályos ágazati szabvány szerinti 2-es csoport besorolású helyiségek végáramkörei.

Megjegyzés 1: A tervező dönthet úgy, hogy a teljes építmény villamos berendezésének koordinált túlfeszültségvédelmét előírja

Megjegyzés 2:

Az egyes áramkörökön az MSZ HD 60364-5-534:2016 „10 m-es szabály”-ának (ld. 534.4.9. pont első bekezdés) figyelembevételével javasolt a túlfeszültségvédelmi készülékek beépítési helyét meghatározni.

Ezen minimum követelményen felül minden további zónahatárra az azon átlépő vezetésekre az MSZ EN 62305 szabványban előírt tervezési és kiválasztási elvek alapján lehetőség van további túlfeszültség-védelmi készülékek elhelyezésére is.

8. Irodalomjegyzék

- [1] MSZ 274 szabványsorozat
- [2] MSZ EN 62305 szabványsorozat
- [3] MSZ HD 60364 szabványsorozat
- [4] 2/2002 (I.23) BM rendelet
- [5] 9/2008 (II.22) ÖTM rendelet
- [6] 54/2014 (XII.5.) BM rendelet
- [7] TvMI 7.4:2020.01.22 - Villamos berendezések, villámvédelem és elektrosztatikus feltöltődés elleni védelem
- [8] TvMI 12.3:2020.01.22 - Felülvizsgálat és karbantartás
- [9] dr. Horváth Tibor: Felülvizsgálók kézikönyve, 2001
- [10] <https://mta.hu/vi-osztaly/elhunyt-horvath-tibor-professzor-emeritus-a-muszaki-tudomanyok-doktora-109216>

Ábrajegyzék

1. ábra „L5” fokozatú levezetők kialakítása
2. ábra „s” biztonsági távolság értelmezése

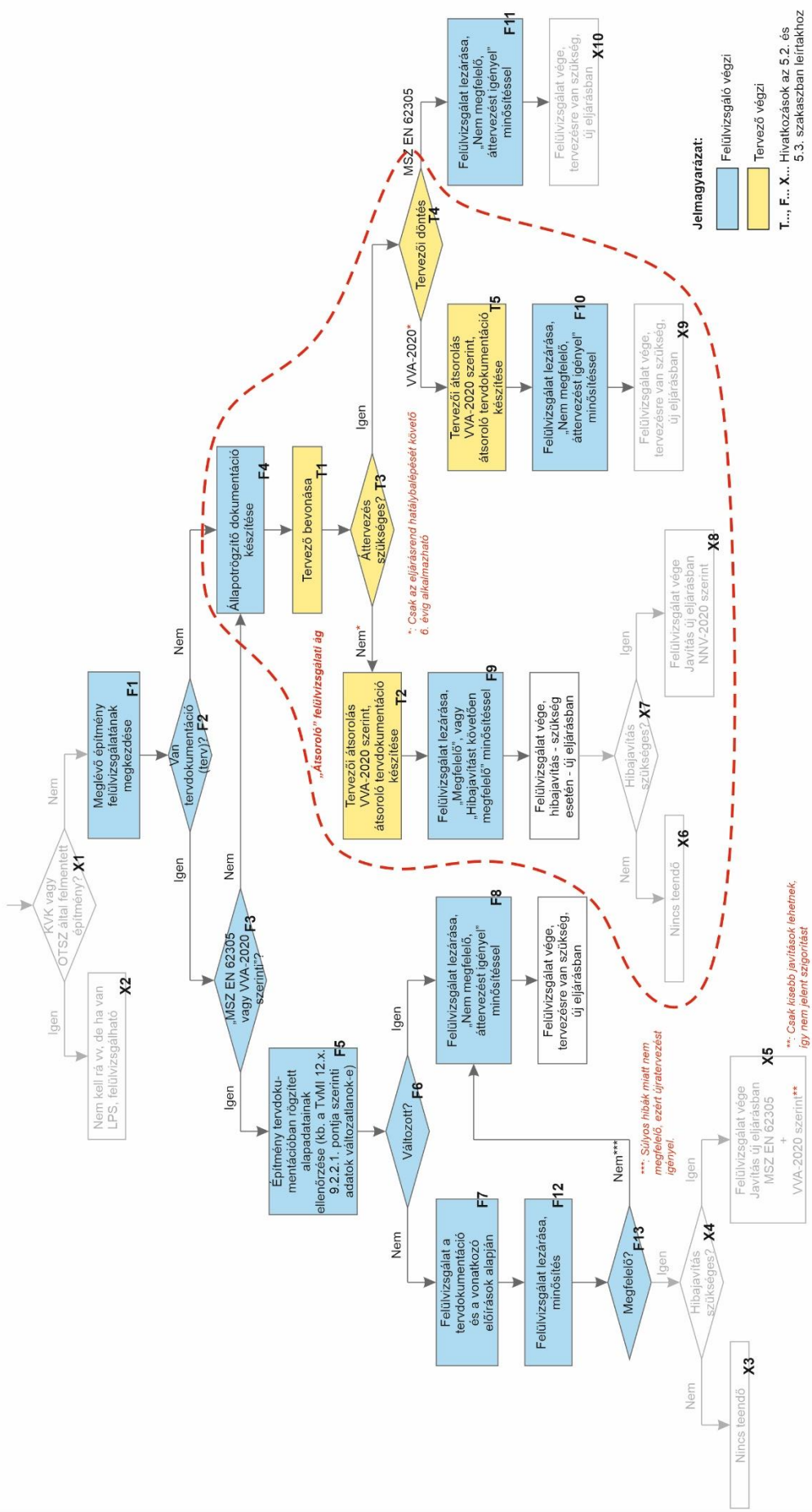
Táblázatok jegyzéke

1. táblázat NNV-2020 – Rendeltetés szerinti csoportosítás
2. táblázat NNV-2020 – Magasság szerinti csoportosítás
3. táblázat NNV-2020 – Tető anyaga és szerkezete szerinti csoportosítás
4. táblázat NNV-2020 – A felfogó fokozata
5. táblázat NNV-2020 – A levezető és földelő fokozata
6. táblázat NNV-2020 – A másodlagos hatások elleni védelem fokozata
7. táblázat Az átalakítás környezete
8. táblázat VVA-2020 - Magasság szerinti csoportosítás
9. táblázat VVA-2020 – Természetes felfogóként alkalmazott fémlemezek min. vastagsága
10. táblázat VVA-2020 – Külső villámvédelem átsorolás utáni fokozat
11. táblázat VVA-2020 – A másodlagos hatások elleni védelem fokozat
12. táblázat VVA-2020 – A vízszintes eredő áramúthossz elvárt paraméterei

Mellékletek jegyzéke

1. melléklet Villámvédelmi felülvizsgálat folyamatábrája / 1 lap

1. melléklet: A villámvédelmi felülvizsgálat folyamata, egységesen minden építményre



A sorozat keretében eddig megjelent kiadványok

2017.

1. NÉMETH András, MILÁVECZ Richárd Iparban használatos vízminőségek
2. DR. SZILÁGYI Zsombor, DR. SZUNYOG István Mérések a gáziparban
3. DR. BARNA Lajos, EÖRDÖGHNÉ DR. MIKLÓS Mária, DR. SZÁNTHÓ Zoltán, DR. BALLA József A biztonságos ívózellátás megteremtésének tervezési eszközei
4. BORBÁS Lajos Dr. Felépítés elvű (additív) gyártástechnológiák a gépészetben
5. BERENCSEI Miklós, BERECZKY Ákos, HORVÁTH László, KOVÁCS Gergely, MIHÁLFFY Krisztina Kerékpárosbarát közlekedéstervezés
6. TÚDÓS Tibor, DR. VARJÚ György, DR. PETRI Kornél, GÁBOR András A csillagpontkezelés legújabb külföldi és hazai eredményei (Útmutató és tervezési segédlet)
7. DR. GARBAI László, DR. JASPER Andor, VÁRADI András Fűtési és használati melegvíz-igények kockázati elvű méretezése példákkal
8. KÁDI Ottó, DOHÁNY Máté, JÓZSA Bálint, LÁSZLÓ Csaba Tibor, JAKKEL Ottó A közúti vasutak (villamos) tervezésével kapcsolatos kézikönyv

2018.

9. BLAZSOVSZKY László A gázfogyasztó készülékek égéstermék elvezetésével kapcsolatos szabályozások hiányosságai és ellentmondásai
10. CSORDÁS Szilveszter, FORGÁCS Lajos Dr., PÓLYA Endre ifj., RÉV Zoltán, UDVARDY Péter Orvostechnológiai továbbképzés ismeretanyaga
11. NÁDASDY Tamás, EGYHÁZY Zita, KOVÁCS Ákos Sándor, SZECSŐ Dániel Géza A közúti biztonsági audit (KBA) jelentések elkészítésének alkalmazási segédlete – A közúti infrastruktúra közlekedésbiztonsági kezeléséről szóló jogszabályhoz és útügyi műszaki előíráshoz kapcsolódó értelmezési, kidolgozási és elfogadtatási javaslatrendszer
12. DR. SZILÁGYI Zsombor, HORÁNSZKY Beáta Földgáz kereskedelem (mérnöki segédlet)
13. DR. SZILÁGYI Zsombor Az energiahordozók jövője – kőolaj, földgáz, megújulók
14. S. VÍGH Judit, DOHÁNY Máté Magános közlekedők baleseti súlyosságának csökkentése mobil applikáció segítségével
15. DR. BALIKÓ Sándor, DR. CSÚRÖK Tibor, NOVÁK Dániel, ORBÁN Tibor, DR. ZSEBIK Albin Ötletlapok I. – Energiahatékonyság növelő ötletek egyszerű energetikai és gazdasági számításai
16. DARABOS Zoltán, KOLTAI Henrik, SZABÓ Tamás, SZÁSZ Béla, VAJDA Sándor Felvonók felújítása és átalakítása – Műszaki segédlet
17. TÚDÓS Tibor, KRUPPA Attila Alapozásföldelők új tervezési elvei és kivitelezési módszerei – Tervezési segédlet és kivitelezési útmutató
18. FENYVESI Zsolt Tűzvédelmi tervek tartalmi szabályainak átdolgozása

19. GÁBORI László Dr., BEINSCHRÓTH József Dr., NÓGRÁDI Gábor, RÁTKAY Tamás Nagyméretű informatikai beruházásoknál (fejlesztéseknél) ajánlott szoftveroldali tervdokumentációk tartalmi elemeinek meghatározása (I. – II. kötet)
20. DR. DIVÓS Ferenc Az élő fák stabilitása – mérnöki megközelítés – Élő fák, mint teherhordó faszerkezetek
21. DR. KARÁCSONYI Zsolt Faanyagok tartós szilárdsága
22. BARNA Lajos Dr., ERDEI István, JASPER Andor Dr., TAKÁCS Gyula Segédlet épületek csatorna-berendezéseinek tervezéséhez
23. ANTÓK Péter István, FÜZÉR Ferenc, SÁRKÖZI András Fényvezető kábelszakaszok műszaki-minőségi ajánlás gyűjteménye
24. JANCSÓ Béla, DR. KULCSÁR Alexandra, NÉMETH Gábor, DR. VÍMI Zoltán, DÉRI Lajos, SZIMANDEL Dezső Vízigazgatási engedélyezési eljárással kapcsolatos dokumentációk és engedélyeztetéssel kapcsolatos követelmények a 2018.01.01-én hatályba lépett 41/2017. (XII.29.) BM rendelet alapján
25. DR. TAKÁCS Bence, DR. SIKI Zoltán, DR. ÉGETŐ Csaba, BÉNYI László Mérnökgeodéziában alkalmazott alapponthálózatok – A jó gyakorlat bemutatása mintapéldákkal
26. DR. MÓCZÁR Balázs, LAUFER Imre, TÓTH Gergő, WOLF Ákos Korszerű támszerkezetek tervezése
27. HALÁSZ Györgyné Dr., CSERVENYÁK Gábor, TUCZAI Attila, VIRÁG Zoltán Különböző funkciójú épületek klimatechnikája II.
28. KÁDI Ottó, JÓZSA Bálint Kerékpáros balesetek létesítmények szerinti vizsgálata
29. GARBAI László Dr., JASPER Andor Dr., PELLER József Bendegúz Hőteljesítményátviteli tényező alkalmazása távhőrendszerek optimális szabályozásának modelljében
30. GARBAI László Dr., SÁNTA Róber Dr., JASPER Andor Dr. A kompresszoros hőszivattyúk optimalizálása – Tervezés és üzemeltetés
31. LADÁNYI Gábor Dr. Diagnosztika a karbantartásban
32. MÉSZÁROS János, MOLNÁR Tibor, RITZL András KIÜRÍTÉSI ÉS MENEKÜLÉSI ÚTVONALBA ÉPÍTETT AJTÓK tervezési segédlet (2018)

2019.

33. BLAZSOVSZKY László Földgáz elosztóvezetékek üzemeltetése
34. DR. SZILÁGYI Zsombor A megújuló energiahordozók jövője Magyarországon
35. FORGÁCS Lajos Dr., HAIDEGGER Tamás Dr., PÓLYA Endre ifj. Új fejlesztések, innovatív megoldások az orvostechológia terén
36. VARRÓ Beáta, DR. KIS András Magyarországon előforduló, épületekbe beépített faanyagokat károsító gombák vizsgálata és azonosítása DNS diagnosztikával
37. MANNINGER Marcell, SZEPESHÁZI Attila, SCHEURING Ferenc, MOLNÁR György Munkatér határoló szerkezetek
38. KORSÓS András, RÁDULY Zsolt A közterületi és belterületi térfigyelő kamerarendszerek tervezési irányelvei
39. GERGELY Edit, DR. BEZEGH András Módszertani útmutató az üvegházhatású gázok közvetlen és közvetett kibocsátásának számítására
40. DR. BEZEGH András, BITE Pálné Dr., GERGELY Edit Városi környezetvédelem (Fenntartható és okos városok)

41. GÓDOR Balázs, DR. KÁSA László, SZÉKELY Bence Híddaruk méretezési segédlete (2019.)
42. FÜRJES Andor Tamás, KOTSCHY András, NAGY Attila Balázs, CSOTT Róbert Teremakusztikai méretezés gyakran előforduló szituációkban
43. DR. KARÁCSONYI Zsolt Faanyagok tartós szilárdsága
Faanyagok szilárdságának változása az idő függvényében
44. DR. BALIKÓ Sándor, ORBÁN Tibor, VARGA Péter, DR. ZSEBIK Albin Ötletlapok II. – Energiahatékonyság növelő ötletek egyszerű energetikai és gazdasági számításai
45. PRIMUSZ Péter, PhD. Hajlékony útpályaszerkezetek méretezése talajstabilizációk figyelembevételével
46. NÉMETH Balázs, HÁMORI Sándor, KOSTYÁK Attila, VÍGH Gellért Különböző funkciójú épületek klímatechnikája III.
Segédlet ipari épületek lég- és klímatechnikai rendszereinek tervezése
47. JANCSÓ Béla, KAVECZKI Gergely, KÓCZÁN Gábor, LABORCZI Tamás, KNOLMÁR Marcell, RAUM László Csapadékvízgazdálkodás tervezési követelményei
Hogyan tervezzünk városi csapadékelvezető rendszereket
48. DOHÁNY Máté, SCHVANNER Norbert Kerékpárosok sebességének felülvizsgálata jelzőlámpás csomópontokban
49. JÓZSA Bálint, S. VÍGH Judit Sebességcsökkentés hatásainak vizsgálata gyorsforgalmi utakon
50. DR. ZSEBIK Albin, NOVÁK Dániel Projektlapok I. – Energiahatékonyság növelő javaslatok projektlapjai
51. DR. MÓGA István Beruházási projektek szabályozási és szabvány környezete, Tervezési követelmények meghatározása
52. DR. GÁBORI László, DR. BEINSCHRÓTH József, NÓGRÁDI Gábor, RÁTKAY Tamás Informatikai Tervező szakmai minősítő rendszere (Informatikai szakmai terület illesztése a Mérnök Kamarai működési rendbe és rendszerekbe)
I. kötet: Konceptió és modell
II. kötet: Modell illesztése
III. kötet: Tudástár
53. VIRÁG Zoltán, GYURKOVICS Zoltán, SZAKÁL Szilárd, VIRÁG Zsolt, ORCSI Attila Országos Tűzvédelmi Szabályzat épületgépész értelmezése a szakmai gyakorlatban
Segédlet a gyakorló épületgépész mérnökök számára I.

2020.

54. DR. KISS Jenő, CSERMELY Gábor JAVASLAT az egyszerű bejelentésű lakóépület megvalósításának – tervezés építés – módszerére
55. DR. SZILÁGYI Zsombor A hidrogén a környezetbarát energiahordozó, Hidrogén az energetikában
56. VARGA Tamás, DR. SZEDENIK Norbert, DR. KOVÁCS Károly, KRUPPA Attila, KULCSÁR Lajos, KAPITOR György, TURI Ádám A nem norma szerinti villámvédelem egységes műszaki követelményrendszerének kialakítása és javaslat a teljes villámvédelmi szabályrendszer jövőbeli egységesítésére
57. KÁDI Ottó A gyalogsközlekedés közúti keresztezései
58. MOLNÁR Szabolcs „Hulladékból konnektorba” A települési szilárd hulladék energetikai hasznosításának lehetőségei

59. VÁRDAI Attila Segédlet szabadidős létesítmények tartószerkezeti tervezéséhez
60. DR. BEJÓ László Szénlábnyom-elemzés készítése a faiparban
61. JANCsó Béla, NÉMETH Gábor, SZIMANDEL Dezső Szakmai útmutató vízellátási-művelési tervezők számára a 2020 január 1-én hatályba lépett „VIZEK keretrendszer” használatához
62. FELLEGI Zsóka, KARAFÁ Balázs, KOCH Edina, KOVÁCS Gábor, MURINKÓ Gergő, TÓTH Gergely József Munkagödrök és földművek víztelenítése
63. HOLÉCZY Ernő, OLÁH Róbert, DR. SIKI Zoltán, DR. TAKÁCS Bence, DR. TÓTH Zoltán, VARGA Tibor Módszertani útmutató az elavult ingatlan-nyilvántartási térképek korszerű technológiákkal végzett felújításához
64. DR. GÁBORI László, DR. MOLNÁR Bálint, NÓGRÁDI Gábor, RÁTKAY Tamás Az Informatikai Tervező tervezési segédlete
65. NÁDASDY Tamás, TOMASCHEK Tamás, PALÁSTY István, SZECSÓ Dániel Géza Dinamikus forgalomirányítás tervezői segédlete gyorsforgalmi úthálózat esetén
66. LENGYEL István Szakmai útmutató szolgalmi jogok alapításához (mérnöki segédlet)
67. NÉMETH Balázs, SZLOVÁK Krisztián, VÍGH Gellért Épületgépészeti tervezéshez praktikus, gyakorlati adatbázis
68. FÜRJES Andor Tamás, BORSINÉ Arató Éva, NAGY Attila Balázs, ILLYÉS László, BORSI Gergely Teremakusztikai méretezés gyakran előforduló szituációkban (példatár)
69. DR. BORBÁS Lajos, GONDA Zoltán Optikai feszültségvizsgálat – Kísérleti eljárás a konstrukció fejlesztésére, szerkezetek anyagfelhasználásának és teherhordásának optimalizálására