



SZAKDOLGOZAT



ÓE-KVK

Hallgató neve: Batta Eszter Klára

2021.

Hallgató törzskönyvi száma: T007941/FI12904/K

Kötelezően választható tantárgycsoport: Villamosenergia-rendszerek modul



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem
Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar
Villamosenergetikai Intézet

SZAKDOLGOZAT FELADATLAP

Hallgató neve: Batta Eszter Klára
Szaktervezési száma: SZD21090213452316
Törzskönyvi száma: T007941/FI12904/K

Neptun kódja: XXXXXXXXXX

Szak: villamosmérnöki (magyar nyelven)
Specializáció: Villamosenergetikai specializáció

A dolgozat címe: Coop ABC villámvédelme
A dolgozat címe angolul: Lightning protection for Coop ABC
A feladat részletezése: 1. Szakirodalom felkutatása (szabványok, katalógusok, szakcikkek)
2. Kockázatkezelés elkészítése
3. Külső villámvédelem tervezése
4. Belső villámvédelem tervezése

Intézményi konzulens neve: Dr. Pálfi Judith

A kiadott téma elévülési határideje: -

Beadási határidő: 2021. 12. 15.

A szaktervezés: Nem titkos.

Kiadva: Budapest, 2021. 12. 07.

P.H

.....
Intézetigazgató

A dolgozatot beadásra alkalmasnak találom:

.....
Judith Pálfi
belső konzulens

.....
külső konzulens



HALLGATÓI NYILATKOZAT

Alulírott hallgató kijelentem, hogy a szakdolgozat saját munkám eredménye, a felhasznált szakirodalmat és eszközöket azonosíthatóan közöltem. Az elkészült szakdolgozatban található eredményeket az egyetem és a feladatot kiíró intézmény saját céljára térítés nélkül felhasználhatja, a titkosításra vonatkozó esetleges megkötések mellett.

Budapest, 2021. 12. 13.

.....
Balla Eszter Klára
hallgató aláírása

Tartalomjegyzék

Tartalomjegyzék	1
1. Bevezetés	2
2. A villám fogalma	3
3. A villámvédelem szükségessége	5
4. A villám jellemzői, fizikai tulajdonságai.....	7
5. Az MSZ EN 62305 szabvány.....	9
6. A villámvédelmi rendszer összetevői.....	11
7. A villámvédelmi kockázatkezelés, kockázatok.....	13
7.1. A védendő épület bemutatása.....	15
7.2. Kockázatkezelés az OBO ViKoP programmal	18
8. Külső villámvédelmi rendszer tervezése	26
8.1. Felfogórendszer.....	26
8.2. Levezetőrendszer.....	37
8.3. Földelőrendszer	43
9. Belső villámvédelmi rendszer tervezése	48
9.1. Túlfeszültségvédelem.....	48
10. Összefoglaló	55
11. Summary.....	56
12. Hivatkozások	57
13. Mellékletek	59

1. BEVEZETÉS

Szakdolgozatom témája a Tunyogmatolcs községben található Coop ABC MSZ EN 62305-ös szabvány (2. kiadás, 2011, 2012) szerinti villámvédelmének megtervezése.

Témaválasztásomat az indokolta, hogy előző féléves tanulmányaim alatt a villámvédelem volt az a szakmai témakör, ami leginkább felkeltette az érdeklődésemet. Emiatt szerettem volna ennek a területnek az ismeretanyagában jobban elmélyedni. A Projektmunka 2 tantárgy keretében is ennek a témának a feldolgozását választottam.

A konkrét feladat kiválasztását nehezítette, hogy nem olyan cégnél dolgozom, ami épületvillamossággal vagy villámvédelmi tervezéssel foglalkozik. Végül a konkrét feladatot Édesapám egyik ismerőse ajánlotta, aki többek között villámvédelmi tervezéssel is foglalkozik. 2021 nyarának elején volt szerencsém vele egy hosszabb beszélgetést lefolytatni, mely során elmesélte, hogy ő milyen módszerekkel, milyen lépések felhasználásával végzi a tervezést. Az ő elmondásai alapján kezdtem meg szakdolgozatom elkészítését.

A dolgozat írása közben igyekeztem a két általam ismert legnagyobb villámvédelmes cég – vagyis a DEHN és az OBO – anyagait behatóan tanulmányozni.

Szakdolgozatomat az ismeretek alapvető szintjéről kezdtem megírni és felépíteni, végig menve azon az ösvényen, ahogy a villámvédelemmel megismerkedtem. Így a dolgozatban elsőként a villámvédelemhez kapcsolódó alapvető elméleti ismereteket, fogalmakat dolgozom fel, ideértve az MSZ EN 62305 szabvány (2. kiadás, 2011, 2012) rövid bemutatását is. Ezt követően elkészítem a bolt kockázatkezelését, majd megtervezem a norma szerinti külső és belső villámvédelmét. Végül az összefoglalóban átvesszem a dolgozat részeit, eredményeit.

2. A VILLÁM FOGALMA

Átlagemberként mi jut eszünkbe először a „villám” szó hallatán? Valószínűleg egy csodálatos, ugyanakkor félelmetes égi jelenség, amely az ősidőktől kezdve meghatározó szerepet játszott az emberek életében. Elég csak arra gondolnunk, hogy a görög-római kultúrkör főistenének fegyvere éppen egy nagy erejű villám volt. De mi is pontosan a villám? Hogyan jön létre? Milyen fajtái vannak?

Fontos megjegyezni, hogy a műszaki nyelvben villámról, villámlásról akkor beszélünk, amikor az elektromos kisülés nem éri el a földet, míg villámcsapásról abban az esetben, ha a villám eléri a földfelszínt, vagy egy rajta elhelyezkedő objektumot, élőlényt. Habár a köztudatban e két szó szinonimaként szerepel, a műszaki szövegekben nem célszerű keverni őket.

A villám egy zivatarok idején kialakuló légköri jelenség, egy nagyfeszültségű elektromos ívkisülés. A zivatarfelhőben különböző töltéselválasztó folyamatok mennek végbe, amelyek eltérő polaritású töltésgócok kialakulását idézik elő a felhőn belül. Amikor ilyen eltérő töltésű gócok kerülnek egymáshoz közel, kisülések jönnek létre. Ezekből alakul ki az előkisülés, mely a felhőből kilépve, több helyen elágazva közelíti meg a földfelszínt. A föld közelébe érve a talajból vagy a rajta elhelyezkedő tárgyakból ellenkisülések fejlődnek. Villámcsapás akkor jön létre, ha egy ilyen előkisülés ellenkisüléssel találkozik, és együtt egy főkisülést hoznak létre. Ezeket nevezzük felhő-föld villámcsapásoknak. A villámlások másik fajtájába tartoznak a felhő-felhő villámok, amelyek felhők között jönnek létre, és a villámlások nagyobbik hányadát teszik ki. [1]

A felhő-föld villámcsapásnak szintén két fajtája van. Vannak negatív és pozitív töltésűek is, amelyek közül az előbbiek gyakoribbak. [1]

Negatívnak nevezzük a villámcsapást, ha a főkisülés töltése negatív. Fizikai tulajdonságait tekintve a pozitív és negatív villámcsapások nagyban különböznek egymástól. [1]

Másféle csoportosítást enged meg a villámcsapás kialakulási iránya szerinti rendszerbe sorolás. Magas épületek, magasban elhelyezkedő objektumok esetén előfordulhat az is, hogy az előkisülés nem a felhőből indul el a föld felé, hanem pont fordítva, így megkülönböztetünk egymástól lefelé ható és felfelé ható villámcsapásokat. [1]

A villámcsapás kísérője a hang és fényjelenség, – illetve a hőhatás – amely ezt a nagyfeszültségű ívkisülést félelmetessé teszi mind az emberek, mind az állatok számára, holott a villámlások nem az őket kísérő jelenségek miatt félelmetesek, hanem azon káros, romboló (dinamikus) hatásaik miatt, amelyek a villám becsapásakor érvényesülnek.

3. A VILLÁMVÉDELEM SZÜKSÉGESSÉGE

Annak megértéséhez, hogy miért elengedhetetlen a villámcsapásokkal szemben védekezni, tekintsük át röviden e jelenség káros hatásait. Ezek a következők:

- gyújtó hatás,
- olvasztó hatás,
- a villám dinamikus erőhatása, és
- az indukált feszültség. [1]

A villámcsapás gyújtó hatásáról a főkisülés rendkívül magas hőmérséklete miatt beszélhetünk. Ha ez a kisülés éghető anyaggal érintkezik, tűz kialakulását idézi elő. Abban az esetben is tűz üthet ki, ha a villámcsapás hője miatt megolvadt fém szétfröcsköl, és éghető anyaggal találkozik. [1]

A villámáram olvasztó hatása szintén a magas hőmérséklet eredménye, amely vagy a becsapás pontjában, vagy azon vezetőkben érvényesül, amelyeken a villámáram keresztül folyik. [1]

A villámcsapás dinamikus erőhatása az ívkisülés körül létrejövő mágneses tér miatt alakul ki. A villámárammal átjárt vezetőkre erő hat, amely erő – többek között - képes a vezetők szakadását, fémszerkezetek deformálódását, illetve a tartószerkezetből való kiszakadását okozni. [1]

A villámáram által létrehozott mágneses tér képes a villámárammal közvetlenül nem érintkező vezetőkben feszültséget indukálni, amely drasztikus esetben átütést is okozhat a rendszerben. [1]

Jól látszik tehát, hogy a fent felsorolt hatások veszélyt jelentenek az emberekre, élőlényekre, illetve az emberek által épített környezetre, értékekre is. Egy családi házat ért villámcsapás néhány óra leforgása alatt egy élet munkáját teheti tönkre.

A villámvédelem feladata, hogy a villám által sújtott épületet és a benne tartózkodók életét és javait megvédje. Ezt a villámvédelmi rendszer azáltal éri el, hogy a villámcsapást felfogja, a villámáramot pedig a földbe vezeti. [1]

Felmerülhet a kérdés, hogyha a villám valóban ekkora veszélyt jelent, akkor minden esetben kötelező a villámvédelem kialakítása? Mikor írja elő törvény, jogszabály a védelem kiépítését?

Magyarországon az Országos Tűzvédelmi Szabályzat vagyis az 54/2014 (XII. 5.) BM rendelet (hatályos: 2020.01.22-től) teremt jogi háttérrel a villámvédelem kialakítására. [2]

A hatályos OTSZ a következő esetekben írja elő villámvédelem létesítését:

- a 12. melléklet 1. táblázatában szereplő épületek esetén (ezek részére meghatároz egy minimális védelmi szintet is),
- minden olyan esetben, amikor a villámcsapásokkal szemben csak így védhető az építmény (vonatkozik ideiglenes és állandó építményekre egyaránt),
- azon ideiglenes építményeknél, amelyeknél a fennállás ideje április 1. és október 31. közé esik, és az elkészített villámvédelmi kockázatkezelés ezt indokolja. [3]

Vannak azonban olyan esetek is, amikor az OTSZ nem kötelez villámvédelmi rendszer kiépítésére. Ilyen eset például az, amikor a lakóépület gerincmagassága a 10 métert nem éri el. A további esetek megtalálhatók az OTSZ 144. paragrafusában. [3] Talán ennek is köszönhető, hogy az új építésű családi házakra inkább jellemző a nagyobb szélesség és hosszúság, – vagyis a nagyobb alapterület – minthogy a házat kétszintesre építsék.

Fontos azonban megemlíteni, hogy azért, mert a rendelet nem ír elő valamit kötelező jelleggel, még egyáltalán nem biztos, hogy adott esetben a villámvédelemről nem szükséges gondoskodni. [2]

Egy meglévő épület tulajdonosaként – legyen az bolt, műhely, raktár vagy családi ház – mindig mérlegelnünk kell, hogy a birtokolt javaink védelmében mekkora anyagi ráfordításra vagyunk hajlandóak.

4. A VILLÁM JELLEMZŐI, FIZIKAI TULAJDONSÁGAI

A villámcsapásoknak 4 olyan fizikai jellemzője van, amely a védelem kialakítása szempontjából meghatározó. Ezek a következők:

1. a villámáram csúcsértéke (I),
2. a villámáram növekedésének meredeksége (d_i/d_t),
3. a villámáram töltése (Q), és
4. a villámáram fajlagos energiája (W/R). [4]

Amikor a villámáram valamilyen vezetőképes felülettel érintkezik, a felület ellenállása révén potenciálkülönbség alakul ki, amely jelenséget legegyszerűbb esetben Ohm-törvényével írhatjuk le:

$$U = I * R$$

ahol I a villámáram csúcsértéke, R pedig az ellenállás. [4]

Ha a villám valamilyen vezető anyagba, – akár a talajba – csap bele, kialakul egy olyan terület, amelyen belül a feszültségesés a villám becsapási pontjától távolodva egy görbe szerint csökken. Ezen területen belül létrejöhet olyan lépésfeszültség, ami akár halálos áramütését is okozhat. Minél jobb a talaj vezetőképesége, annál kisebb lesz a potenciálkülönbség a villám becsapási pontja és egy attól távolabbi pont között, ezáltal csökkentve a veszélyes lépésfeszültség kialakulásának kockázatát. [4]

A villámáram növekedésének meredeksége meghatározza az áram által indukált feszültség nagyságát, amely nyitott vagy zárt vezető hurokokban jön létre:

$$U = M * \frac{di}{dt}$$

ahol M a hurok kölcsönös induktivitása, a d_i/d_t hányados pedig a meredekség. [4]

A villámáram töltése a következő képlettel adható meg:

$$Q = \int i dt$$

Végző soron ez a töltés felelős a villámcsapással sújtott felületek, anyagok megolvadásáért. A képlet alapján látható, hogy a töltés nagysága, és ezáltal az okozott kár mértéke is függ a villámcsapás időtartamától. [4]

A villámáram fajlagos energiáját az alábbi képlettel tudjuk kifejezni:

$$\frac{W}{R} = \int i^2 dt$$

A fajlagos energia felelős a villámáramot vezető anyagok hőmérsékletének emelkedéséért, illetve azon vezetőik között ébredő erőhatásokért is, amelyen a villámáram keresztül folyik. A vezető anyagok hőmérsékletemelkedése például tűz és robbanásveszély fennállása esetén fontos tényező. A hőmérsékletemelkedés előrejelzésekor azt feltételezzük, hogy a hőenergia egésze a villámvédelmi rendszer elemeinek ohmos ellenállásán állítódik elő, továbbá nincs hőcsere a környezettel, mivel a folyamat rendkívül rövid ideig tart. [4]

5. AZ MSZ EN 62305 SZABVÁNY

Szakdolgozatom és a benne hivatkozott források az MSZ EN 62305-ös szabványra (2. kiadás, 2011, 2012) épülnek, mely 4 részből áll. A szabvány alapján megtervezhető a teljes villámvédelmi rendszer. Ebben a fejezetben pár szóban ezt a szabványt fogom bemutatni.

A Magyar Szabványügyi Testület szabványkeresőjében a 62305-ös jelzetre rákeresve 12 találatot kapunk.

Ezek közül a jelenleg érvényben lévők a következők:

- MSZ EN 62305-1:2011 (Villámvédelem. 1. rész: Általános alapelvek),
- MSZ EN 62305-2:2012 (Villámvédelem. 2. rész: Kockázatkezelés),
- MSZ EN 62305-3:2011 (Villámvédelem. 3. rész: Építmények fizikai károsodása és életveszély), és
- MSZ EN 62305-4:2011 (Villámvédelem. 4. rész: Villamos és elektronikus rendszerek építményekben). [12]

Az MSZ EN 62305-1:2011 szól az általános alapelvekről, emellett képet ad magáról a teljes szabványsorozatról is. Leírja a villámok fizikai jellemzőit, a villámcsapások veszélyeit és azok hatásait is. [4]

Az MSZ EN 62305-2:2012 a kockázatkezelés témakörét taglalja. A villámvédelmi kockázatkezelés célja annak a meghatározása, hogy szükséges-e villámvédelmi rendszer kiépítése. A tervezési folyamat az adatok bekérése után mindig ezzel a lépéssel kezdődik. Amennyiben védelmi intézkedés szükséges, összevetik a lehetséges műszaki megoldásokat, és a pénzügyi szempontokat is figyelembe véve kiválasztják azt, amit a legmegfelelőbbnek vélnék.

A kockázatkezelés tárgya minden esetben a még teljesen védtelen épület, objektum. Az elemzés alapján adódó kockázatot ezután egészen addig csökkentik a különféle védelmi intézkedések kombinálásával, amíg a kockázat egy még vállalható, elviselhető szint alá nem csökken. [4]

Az MSZ EN 62305-3:2011 értekezik a villámcsapás által okozott életveszélyről és az épületekben okozott károkról. Megkülönböztet egymástól külső és belső villámvédelmet. A villámvédelmi rendszert hatékonysága alapján LPS (Lightning Protection System - villámvédelmi rendszer) osztályokba sorolja I-től IV-ig. E 4 osztály közül az LPS I jelenti

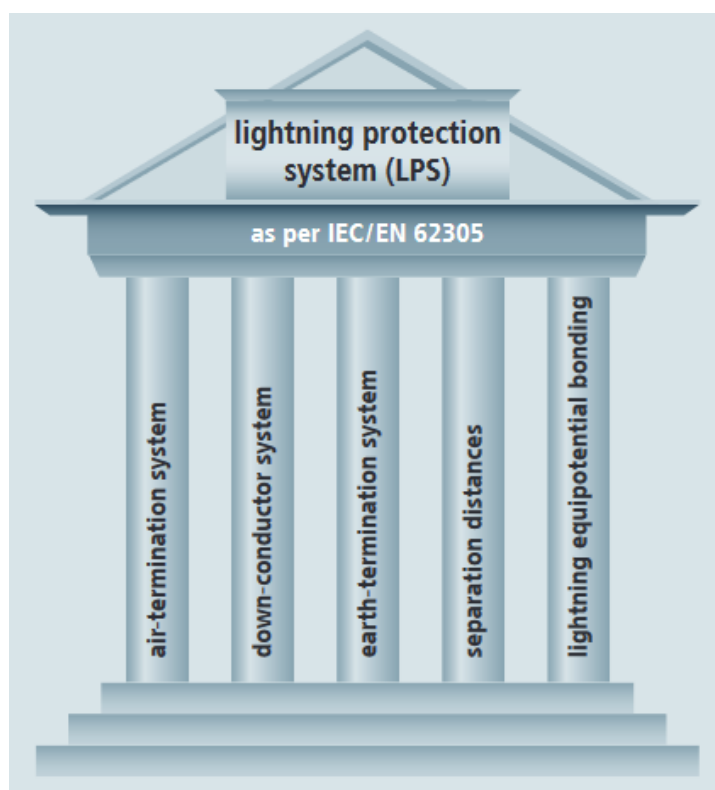
a leghatékonyabb védelmet, cserébe ez támasztja a legszigorúbb követelményeket a rendszerrel szemben. A szükséges és elégséges LPS osztályt az MSZ EN 62305-2:2012 szerint elvégzett kockázatkezelés segítségével határozzák meg. [4]

Végül pedig az MSZ EN 62305-4:2011 foglalkozik a villám elektromágneses impulzusának (LEMP - Lightning Electromagnetic Pulse) hatásával szembeni védelemmel, ami az építmények, épületek elektromos és elektronikus berendezéseit, rendszereit érinti. Az utóbbi évtizedek információtechnológiai fejlődése, az elektromos eszközök és elektronikai rendszerek egyre széleskörűbb elterjedése, és az egyre kisebb lökőfeszültség-állósági osztályú készülékek megjelenése tette szükségessé, hogy ne pusztán a villámcsapás elsődleges hatásaival foglalkozzanak a szakemberek, hanem a LEMP hatásaival is, amelyek főként ezeket az eszközöket és rendszereket érintik. [4]

6. A VILLÁMVÉDELMI RENDSZER ÖSSZETEVŐI

Mit várunk tehát tulajdonképpen a villámvédelemtől? Javaink és életünk védelmét olyan veszélyekkel szemben, amiket a villámcsapások hatásainak „köszönhetünk”. Ilyen például a kialakuló tűz, a különféle mechanikai károk, és a villámimpulzus káros következményei, amelyek kisüléseket és átütéseket okozhatnak. A rendszer elemeinek a villámáram számára olyan útvonalat kell biztosítania a föld felé, amelynek ellenállása kisebb, mint a védendő épületé. [4]

A villámvédelmi rendszer alapvetően két részből áll, a külső és a belső villámvédelemből.



1. ábra A villámvédelmi rendszer részei [4]

A villámvédelmi rendszer részei: felfogórendszer (air-termination system), levezetőrendszer (down-conductor system), földelőrendszer (earth-termination system), biztonsági távolság (separation distances) és potenciálkiegyenlítés (lightning equipotential bonding). [4]

A külső villámvédelem 3 része:

- felfogórendszer,
- levezetőrendszer,
- földelőrendszer.

A felfogórendszer elemei fogják fel az építményt érő közvetlen villámcsapásokat. A levezetőrendszer arra szolgál, hogy összeköttetést biztosítson a felfogó – és a földelőrendszer között. A levezetőn keresztül folyó áramot végül a földelőrendszer elemei fogják bevezetni és eloszlatni a földben. [4]

A földelőrendszerhez csatlakoztatni kell az épületben található minden olyan rendszert, amely fémes vezetőként szolgálhat, ez az egyenpotenciálra hozás vagy másként potenciálkiegyenlítés. Így a földelőrendszer nem csak a külső villámvédelmi rendszer többi komponensével van összeköttetésben. [4]

A belső villámvédelem felel azért, hogy az épületen belül ne alakuljon ki a különféle fém részek között átütés. Ezt vagy potenciálkiegyenlítéssel, vagy a villámvédelmi rendszer és az egyéb vezetőképes részek közötti megfelelő távolság megtartásával érik el.

A potenciálkiegyenlítés segítségével biztosítható, hogy a villámáram által létrehozott potenciálkülönbség ne alakulhasson ki az épületen belül. A kötések és minden vezetőképes rész közvetlen összekötésével, vagy túlfeszültségvédelmi eszközökön (Surge Protection Devices - SPDs) keresztül valósítják meg. [4]

7. A VILLÁMVÉDELMI KOCKÁZATKEZELÉS, KOCKÁZATOK

Villámvédelmi kockázatkezelést használunk arra, hogy összegyűjtsük és valamilyen séma szerint rendezzük azokat a veszélyeket, amelyek közvetlen és közvetett villámcsapások okozataként jelentkeznek. Ez a veszély érintheti magát az épületet, a benne tartózkodó személyeket, élőlényeket, de a különféle berendezéseket, rendszereket is. Segít annak az eldöntésében, hogy egy épületre egyáltalán szükséges-e villámvédelmi rendszert telepíteni. [4]

Az MSZ EN 62305-2:2012 tartalmazza a kockázatkezelésre vonatkozó előírásokat, amelyekkel biztosítható egy műszakilag megfelelő, és pénzügyi szempontból is optimális védelmi koncepció elkészítése. [4]

A kockázatkezelés legfontosabb alapfogalma a veszteség. Ebből a szabvány négyfélét különböztet meg az alábbiak szerint:

- L1 – emberi élet elvesztése,
- L2 – közműszolgáltatás kiesése,
- L3 – kulturális örökség elvesztése,
- L4 – gazdasági érték elvesztése. [4]

Mindenekelőtt azt kell átgondolni, hogy a felsorolt 4 veszteségtípus közül melyek azok, amelyek ellen a védelmet létre kívánjuk hozni.

A villámvédelmi kockázatkezelést számítógépes program segítségével készítik el, és minden villámvédelmi rendszer tervezésének ez kell legyen az első lépése.

Mind a DEHN, mint az OBO rendelkezik saját kockázatkezelő programmal, melyek közül én az OBO szoftverét használtam a kockázatkezelés elkészítéséhez.

Az OBO ViKoP villámvédelmi kockázatkezelő program [5] egy bárki számára elérhető, magyar nyelvű, online felület, melyhez használati útmutató, és egy „Villámvédelmi kockázatkezelés” [6] című útmutató is tartozik. Utóbbi segítséget nyújt a kockázatkezelés elkészítéséhez azáltal, hogy pontról pontra végig vezeti a felhasználót a kitöltés lépésein. Emellett hasznos és a gyakorlatban is alkalmazott tanácsokkal látja el a felhasználót. A szoftver az OTSZ-t, az MSZ EN 62305-2 szabványt, valamint a Villamos TvMI-t (Tűzvédelmi Műszaki Irányelvek) veszi alapul a villámvédelmi kockázatkezelés elkészítéséhez. [5]

Azt, hogy egy adott épület esetében mely veszteségtípust vagy típusokat kell figyelembe venni, a TvMI 9.2.2.-9.2.4. pontjai (hatályos 2020. 01. 22.-től) határozzák meg. [6]

Minden veszteségtípushoz egy-egy R kockázatot lehet hozzárendelni, ezek:

- R1 – az emberi élet elvesztése,
- R2 – közműszolgáltatás kiesése,
- R3 – kulturális örökség elvesztés
- R4 – gazdasági érték elvesztése. [6]

Ezen kockázatok mindegyike több, úgynevezett kockázati összetevő kombinációjaként jön létre. Kockázati összetevőből összesen 8-at különböztetünk meg, ezeket a 1. táblázat tartalmazza.

Kockázati összetevő jelölése	Kockázati összetevő jelentése
R _A	Az épületet érő közvetlen villámcsapás miatt fellépő veszélyes érintési és lépésfeszültség kockázata.
R _B	Az épületet érő közvetlen villámcsapás miatt kialakuló fizikai károsodás kockázata.
R _C	Az épületet érő közvetlen villámcsapás miatt bekövetkező meghibásodások kockázata az elektromos és elektronikus rendszerekben.
R _M	Az épülethez közeli villámcsapás miatt bekövetkező meghibásodások kockázata az elektromos és elektronikus rendszerekben.
R _U	Érintési feszültség kockázata a csatlakozóvezetékét érő közvetlen villámcsapás esetén.
R _V	A csatlakozóvezetékét érő közvetlen villámcsapás miatt kialakuló fizikai károsodás.
R _W	A csatlakozóvezetékét érő közvetlen villámcsapás miatt bekövetkező meghibásodások kockázata az elektromos és elektronikus rendszerekben.
R _Z	A csatlakozóvezetékhez közeli villámcsapás miatt bekövetkező meghibásodások kockázata az elektromos és elektronikus rendszerekben.

1. táblázat A kockázati összetevők [6] [4]

Az OBO ViKoP abban segít, hogy a felhasználó által megadott adatok, paraméterek alapján kiszámolja ezeket a kockázati összetevőket, és a kiválasztott kockázatot (R), amit utána összehasonlít a szabványban és jogszabályban meghatározott értékkel, az úgynevezett elfogadható kockázattal (R_T). [6] Az

$$R \leq R_T$$

feltételnek mindig teljesülnie kell! [4]

A veszteség típusa	Kockázat	R_T [1/év]
L1	R1	10^{-5}
L2	R2	10^{-3}
L3	R3	10^{-4}
L4	R4	10^{-3}

2. táblázat Az elfogadható kockázat tipikus értékei a különböző veszteségtípusok esetén [4] [3]

A kockázatkezelés végeredménye alapján a villámvédelmet tervező mérnök döntést hoz arról, hogy milyen védelmi intézkedéseket lát szükségesnek.

7.1. A védendő épület bemutatása

A szakdolgozatomban szereplő épület a Szabolcs-Szatmár-Bereg megye Fehérgyarmati járásában található Tunyogmatolcs község központi részén helyezkedik el. A Coop ABC-t építéskor az MSZ 274-es szabvány szerinti villámvédelemmel látták el.

A kis üzlet fokozatosan gyarapította vevőinek számát, ami végül annak a gondolatnak a megszületéséhez vezetett, hogy az ABC alapterületét bővíteni kell. A bővítésre vonatkozó építészeti tervek 2021 tavaszára meg is születtek, a kivitelezés pedig még 2021 nyarán megkezdődött. A helyszíni rajz a 2. ábrán látható.

A kívánt bővítés a meglévő épület hátsó homlokzatához fog csatlakozni, és lehetővé teszi majd, hogy az eladótér és a raktár alapterületét megnöveljék, illetve új, a munkavállalók kényelmét és a munkavégzés gördülékenyebbé tételét szolgáló helyiségeket alakítsanak ki. A bővítés érinti az épület villámvédelmi rendszerét is.

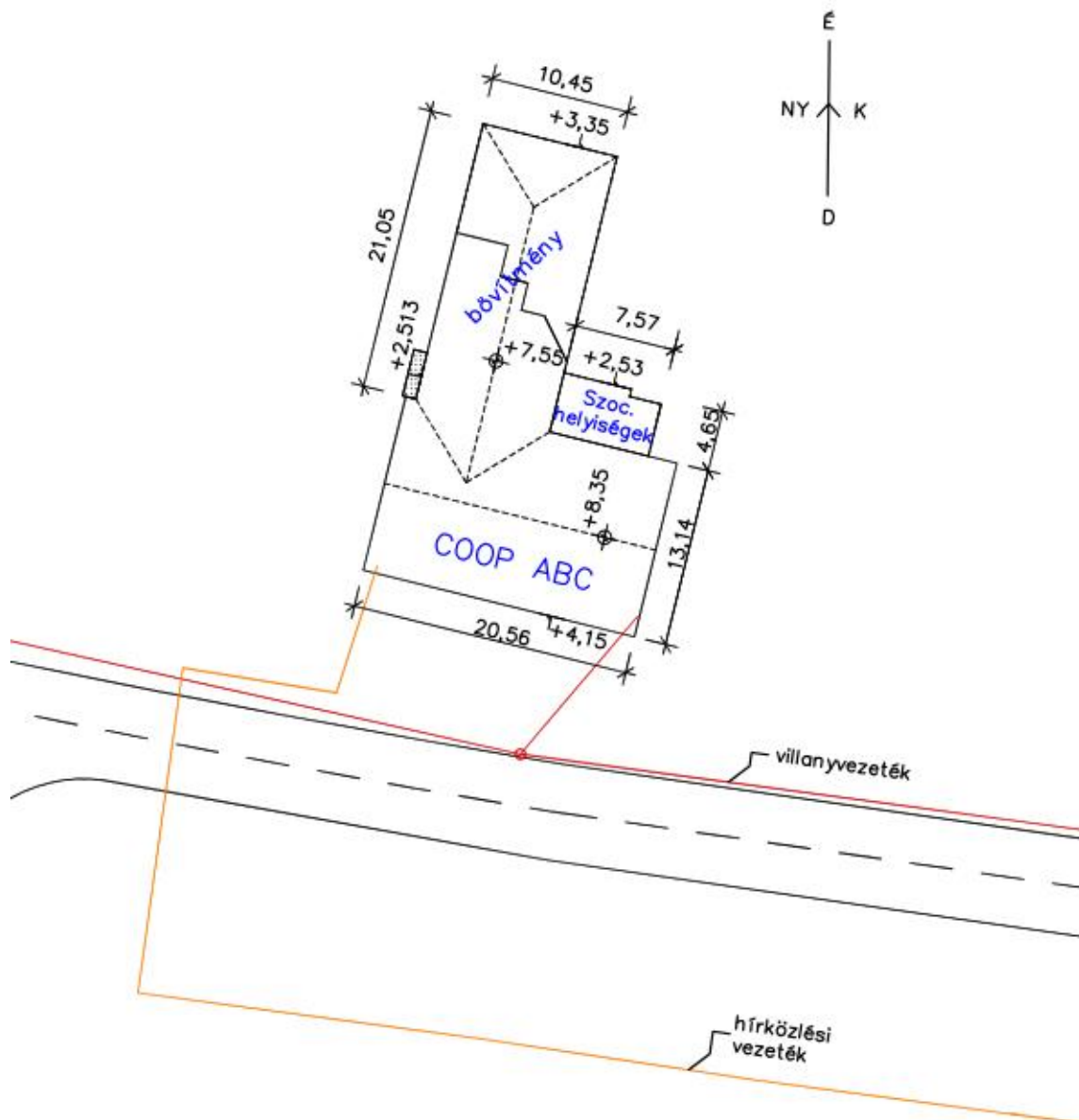
Az eredeti épület hasznos alapterülete $T_{meglévő} = 346,88 \text{ m}^2$, ami a bővítés után $T_{bővített} = 463,29 \text{ m}^2$ lesz.

$$\frac{463,29 \text{ m}^2}{346,88 \text{ m}^2} = 1,335592$$

Tehát az alapterület bővítés a 40%-ot nem haladja meg. Ez azért lényeges információ, mert a villámvédelemnek jogszabályi háttérrel adó hatályos OTSZ a következőképpen rendelkezik:

- Norma szerinti a villámvédelem, ha az MSZ EN 62305 szabványsorozat szerint kerül kialakításra.
- Norma szerinti villámvédelmet kell létrehozni a következő esetekben:

- újonnan épülő építmény esetén,
- akkor, ha megváltozik az építmény rendeltetése,
- illetve, ha a meglévő építményt úgy bővítik, hogy az eredeti tetőfelület vízszintes vetülete több, mint 40%-kal megnő.



2. ábra Helyszíni rajz a bővítéssel [13]

- Egyébként a meglévő épület villámvédelmét biztosíthatja nem norma szerint kialakított villámvédelem is.

- Nem norma szerinti villámvédelemről át lehet térni norma szerintire, de ebben az esetben a nem norma szerinti villámvédelem követelményei már nem használhatók az épületre. [3]

Mivel az alapterület bővítése nem éri el a 40%-ot, és az épület rendeltetése sem változott meg, a bolt tulajdonosa dönthet arról, hogy norma, vagy nem norma szerinti villámvédelmet kíván az épületre. Az MSZ EN 62305 szabvány (2. kiadás, 2011, 2012) az MSZ 274-nél szigorúbb előírásokat támaszt a villámvédelemmel szemben, amelynek anyagi vonzata is van, s mint tudjuk, a pénz nagy úr. Ebből kifolyólag a bolt tulajdonosa úgy határozott, hogy az épületen az MSZ 274 szabvány szerinti villámvédelmet szeretné megtartani a bővítés után is. Mi lenne azonban, ha nem így döntött volna? Hogyan kellene kialakítani a bolt norma szerinti villámvédelmét? Szakdolgozatomban ezt a kérdést járom körül.

Első körben mindenképpen egy kockázatkezelést kell elkészíteni a védendő épületről. Ezt én az OBO ViKoP program segítségével fogom megtenni. Előtte azonban vegyük sorra az épület néhány, a tervezés és a kockázatkezelés szempontjából lényeges fizikai és műszaki paraméterét.

A bolt épülete földszintes, hagyományos építési móddal tervezett, nyeregtetős épület, hagyományos építőanyagokból kialakítva. A tervezett bővítmény kialakításában követi az eredeti épület „trendjeit”, annyi különbség van csupán, hogy a bővítmény teteje kontyvető lesz, nem nyeregtető.

Az épület és a bővítmény kialakításához használt legfontosabb anyagok a következők:

- cserepeslemez tetőfedés,
- az alatta lévő ácsolat fából készült,
- állmennyezet gipszkartonból,
- kerámia és greslap burkolatok (irodában parketta, vizes blokkban csempe),
- bádogos szerkezetek: horganyzott acéllemez (függőeresz – és lefolyó csatornák),
- vakolat: homlokzati nemesvakolat,
- szerkezeti falak: 30 cm vastagságú blokkteglából.

Az átalakítás során a kazánház gépészeti helyiséggé válik, falazott kéménye pedig teljes egészében visszabontásra kerül, csak a meglévő, kör keresztmetszetű szerelt gázkémény

marad meg. (Tűzvédelmi terv minden valószínűség szerint készült, de ennek tartalmáról érdemi információval nem rendelkezem.)

Fontosnak tartom még megemlíteni az alábbiakat:

- Az ABC főbejárata DNY-i irányba, az utcafrontra néz.
- A villanyóra szekrény az épület DK-i oldalán a falon van elhelyezve.
- Napelemek nem kerülnek elhelyezésre az épületen.
- Az ingatlan a következő közművi csatlakozásokkal rendelkezik: víz, gáz, villany.

7.2. Kockázatkezelés az OBO ViKoP programmal

Az OBO ViKoP-ban projekteket tudunk létrehozni. Segítségével a következőképpen lehet a kockázatkezelést elkészíteni.

Kezdeként a rendszer megkérdezi, hogy a 2020.01.21.-ig hatályos, vagy a 2020.01.22.-től hatályos OTSZ alapján kívánjuk-e elkészíteni a kockázatkezelést. Én a szakdolgozatomhoz a 2020.01.22.-től hatályos OTSZ alapján történő készítést választottam.

Miután létrehoztuk a projektünket a ViKoP-ban, meg kell adnunk különböző alapadatokat, úgy, mint lényeges veszteségtípus(ok), épület rendeltetése és jellege.

Ezután meg kell adni a védendő épület bizonyos fizikai és műszaki paramétereit. Ezek közül az egyik legfontosabb a ház méreteinek meghatározása. Az OBO ViKoP szoftverhez tartozó „Villámvédelmi kockázatkezelés” című útmutató szerint nem kell centiméterre pontosan meghatározni egy épület méreteit, elegendő csupán a ház magába foglaló, elképzelt téglatest hosszát, szélességét és magasságát megadni. Az így képzett úgynevezett gyűjtőterület nagyobb lesz ugyan, mint az épület tényleges mérete, viszont nincs döntő hatása a számított kockázatra. Az útmutató ugyanakkor felhívja a felhasználók figyelmét arra, hogy a három méret közül a ház magasságának pontos meghatározása különös jelentőséggel bír, mivel a gyűjtőterület a magasság négyzetével arányosan nő. [6]

Megadandó továbbá az építmény helye, az elhelyezkedési tényező, vagyis, hogy az adott építményt milyen magasságú épületek veszik körbe. Be kell jelölnünk, hogy az adott

ingatlan el lett-e látva villámvédelmi intézkedésekkel korábban, és amennyiben a válasz igen, akkor milyen osztályúval.

Ezután következik a két sarkalatos pont, a csatlakozóvezetékek és az övezetekre bontás. A gyakorlatban egy épülethez kapcsolódó csatlakozóvezetékek pontos rendszerét, meghatározni lehetetlen, ezért a ViKoP a következő ajánlásokat teszi a felhasználónak:

- a csatlakozóvezeték hosszaként a szabványban megadott, maximális 1000 m legyen beállítva,
- általános esetben elegendő két csatlakozóvezetékkel számolni (villamos csatlakozás és telekommunikációs csatlakozás). [6]

Az építményt övezetekre bontani azért szokták, hogy ezzel optimalizálják a villámvédelmi intézkedéseket. A bontásnak azonban csak akkor van értelme, ha az övezetek között valóban vannak olyan különbségek, amik hatással vannak a kockázatkezelés végeredményére. Természetesen a teljes építményt lehet egyetlen nagy övezetnek is tekinteni. [6]

Miután megadtunk minden szükséges adatot, a rendszer kiszámolja a kiválasztott kockázatot és a kockázati összetevőket, színekkel jelölve, hogy adott kockázat vagy kockázati összetevő kisebb vagy nagyobb értékű, mint amit a jogszabály és szabvány meghatároz.

Ha mindennel készen vagyunk, elmenthetjük a projektünket, és később visszatérhetünk hozzá. Minden projekt a létrehozásakor kap egy projektazonosítót, amelyet az OBO ViKoP rendszerébe történő következő belépéskor megadva betöltődik a korábban elmentett projekt.

A ViKoP működésének általános áttekintése után most térjünk át a konkrét projektre.

A kockázatkezelést a 2020. jan. 22-től hatályos OTSZ alapján kértem, és elsőként a teljesen védtelen épületre készítettem el. Emiatt kezdetben semmilyen védelmi intézkedést nem állítottam be. Lényeges veszteségtípusok közül csak az L1 vehető figyelembe. Az OTSZ ilyen típusú épületre, kereskedelmi egységekre nem ír elő minimálisan kialakítandó védelmi szintet, rendeltetését pedig „Állandó” –ban határozza meg. [3]

Az épület szélességének, hosszúságának és magasságának adatai a helyszíni rajzról leolvashatók. Látható, hogy az épület alapterülete nem szabályos, gyűjtőterületének adatait a 3. táblázat tartalmazza.

Gyűjtőterület adatai	Számadat [m]	Kerekített számadat [m]
Hosszúság	34,19	35
Szélesség	20,56	21
Magasság	8,35	9

3. táblázat A gyűjtőterület adatai [15]

Mivel a ViKoP-ba számadat megadásakor nem vihető be tizedespont, illetve vessző, így az értékeket kerekítenem kellett.

A bolt a Fehérgyarmati járásban található, ez alapján kell a villámsűrűsége vonatkozó adatot megadni. Ennek meghatározása a hatályos TvMI F mellékletben található 25. ábra, valamint ezen ábra alapján készített F.1 – 1. táblázat szerinti történik. [6] [7] A villámsűrűség értéke a Fehérgyarmati járásban $0,7 \text{ db/km}^2/\text{év}$. [7] A boltot hasonló magasságú vagy kisebb épületek veszik körbe. LPZ 0/1 árnyékolás nincs.

A bolt 2 darab csatlakozóvezetékkel rendelkezik, az egyik a villamos csatlakozás, a másik pedig a hírközlési csatlakozás.

Az épület a közcélú kisfeszültségű hálózatra csatlakozik, föld felett, tetőtartós szigetelt szabadvezetékes – légkábeles – formában.



3. ábra A bolt villamos csatlakozása [14]

A vezeték hosszúságára a szabványban meghatározott maximális értéket, 1000 métert adtam meg. [6] A környezeti tényezőnél a „Vidéki” lehetőséget választottam. A további paraméterek megadásakor minden esetben az OBO Villámvédelmi kockázatkezelés című útmutatójának ajánlásait vettem figyelembe.

A hírközlési csatlakozás föld alatti, koax kábellel kiépítve. A vezeték hosszát ebben az esetben is 1000 méterben határoztam meg a ViKoP ajánlását figyelembe véve, hiszen pontos információ nem állt rendelkezésemre. A környezeti tényező szintén „Vidéki”. A további paraméterek megadásakor minden esetben az OBO Villámvédelmi kockázatkezelés című útmutatójának ajánlásait vettem figyelembe.

Ezután következik a külső és belső övezetek adatainak megadása. Mivel az épület esetén az L1 veszteségtípus, és ahhoz kapcsolódóan az R1 kockázat kiszámításra kerül, megkülönböztetünk belső és külső övezetet. Az épület jellege miatt én csak egy külső övezetet („kültér”), és egy belső övezetet („beltér”) vettem figyelembe a kockázatkezelésnél. Az OBO útmutatója alapján amúgy is célravezető egy épületet minél kevesebb övezetre bontani. [6]

Az épületben nincsenek robbanásveszélyes térrészek. A gépészeti helyiségben ugyan található egy gáztüzelésű kazán, azonban ennek a teljesítménye csupán 70 kW, ami jóval kevesebb a TvMI-ben (hatályos 2020. 01. 22.-től) szereplő 1400 kW-nál. Ez azaz összteljesítmény-szint, aminél nagyobb esetén a kazánt tartalmazó helyiség már robbanásveszélyesnek számít. [7]

Külső övezet esetén az övezetben tartózkodók számát 3 főben állapítottam meg. Ennél a paraméternél, ha csökkentem a számot, vagy nem adok meg számadatot, akkor az növeli a R1 kockázat értékét.

Az átalakított és bővített ABC körül előforduló, talajfelszínt borító anyagok a következők: fagyálló térkő (alatta térbeton), beton. Ez alapján a „Talajfelszín” paraméternél $R < 1 \text{ k}\Omega$ (termőtalaj, beton) lehetőséget választottam. A további paraméterek megadásakor minden esetben az OBO Villámvédelmi kockázatkezelés című útmutatójának ajánlásait vettem figyelembe.

Tekintettel arra, hogy a bolt épületét nincs értelme több övezetre felbontani, – mivel az övezetek között nem lenne lényeges különbség – én csak egy belső övezetet alkottam a kockázatkezeléshez. A belső övezetben tartózkodók számát 20 főre állítottam be, lévén, egy vidéki boltról van szó. Itt figyelembe kell venni mind az eladókat, vásárlókat, mind az irodai dolgozókat. Azt próbáltam meghatározni, hogy csúcsidőben egyszerre hány fő tartózkodhat bent az épületében. A bent tartózkodók számának emelése növeli az R1 kockázat nagyságát, de csak egy bizonyos szintig.

A tűz kockázata paraméter meghatározása előtt térjünk ki a tető anyagának éghetőségére, mivel e két paraméter egymással összefügg.

A tető anyagának éghetőségét – tetőfedés és tetőszerkezet együttese – a hatályos Villamos TvMI 9.2.5. pontja alapján lehet meghatározni. [6] Ennek értelmében a tető éghetőnek minősül, amennyiben a tető minimum 60 %-ára teljesül, hogy:

- B, C, D, E vagy F tűzvédelmi osztályú anyagot tartalmaz, vagy

- a fedélszerkezet fából készült. [7]

A meglévő épület tetőszerkezete fából készült, fűrészelt szerkezetű nyeregtető, a tetőhéjázat pedig cserepeslemez fedéssel készült. A bővítmény épületének tetőszerkezete egyedi tervezésű, 38°-os hajlásszögű kontytető, a héjázat pedig – igazodva az eredeti tető kiviteléhez – szintén cserepeslemez. Tehát mind az eredeti épület, mind a bővítmény tetőszerkezete fa. Ez a körülmény mindkét fenti feltételt kielégíti, így a tető éghető anyagúnak számít. Az OBO ViKoP-ban azonban nem csak magát az éghetőség tényét lehet megállapítani, hanem azt is meg kell adni, hogy a szabvány vagy a TvMI szerint számít-e éghetőnek a tető. Ha a szabvány szerintit választjuk, azzal nagyobb kockázatot érünk el, szemben a TvMI szerinti éghetőséggel, ami kisebb kockázatot realizál. Azonban ez az opció csak abban az esetben választható, ha a csatlakozó vezeték nem az éghető anyagú tetőn keresztül lép be az épületbe. [6] A Coop ABC tekintetében viszont éppen ez az eset áll fenn a villamos csatlakozás vonatkozásában, hiszen tetőtartós szigetelt szabadvezetéken keresztül történik a csatlakozás. Ezek alapján a tető anyagának éghetősége paramétert – a ViKoP szóhasználatával élve – „éghető anyagú, szabvány alapján” -ra állítottam. [6]

Visszatérve a tűz kockázata paraméterhez, a TvMI szerint abban az esetben, ha a tető anyaga éghető egy adott övezet felett, a tűz kockázata paramétert „Nagy” értékre kell beállítani, így én is ezt választottam. [7]

Az épületben nincs robbanásveszélyes térrész.

A következő paraméterben megadható, hogy milyen tűzvédelmi intézkedés van az épületben. A boltban kézi tűzoltó készülékek kerültek elhelyezésre.

A különleges veszély paraméternél a „Pánik vagy kiürítés kis veszélye” opciót választottam.

A veszteség fizikai kár következtében paraméternél a kereskedelmi jellegű, $L_f=0,02$ lehetőséget választottam, hiszen egy kisebb kereskedelmi egységről van szó.

A veszteség elektronikus hiba esetén paraméterre a „NINCS” értéket állítottam be, hiszen nem kórházról van szó, és a Coop ABC épületében nincs robbanásveszélyes térrész.

A belső övezethez kapcsolódó további paraméterek esetében az OBO Villámvédelmi kockázatkezelés című útmutatójának ajánlásait vettem figyelembe. Egyedül a járófelület anyagát állítottam át az eredetileg kiválasztott „ $R < 1 \text{ k}\Omega$ (beton)” -ról „ $1 \text{ k}\Omega < R <$

10 kOhm (márvány, kerámia)”-ra, tekintettel arra, hogy a padlóburkolatot kerámia és greslap alkotja.

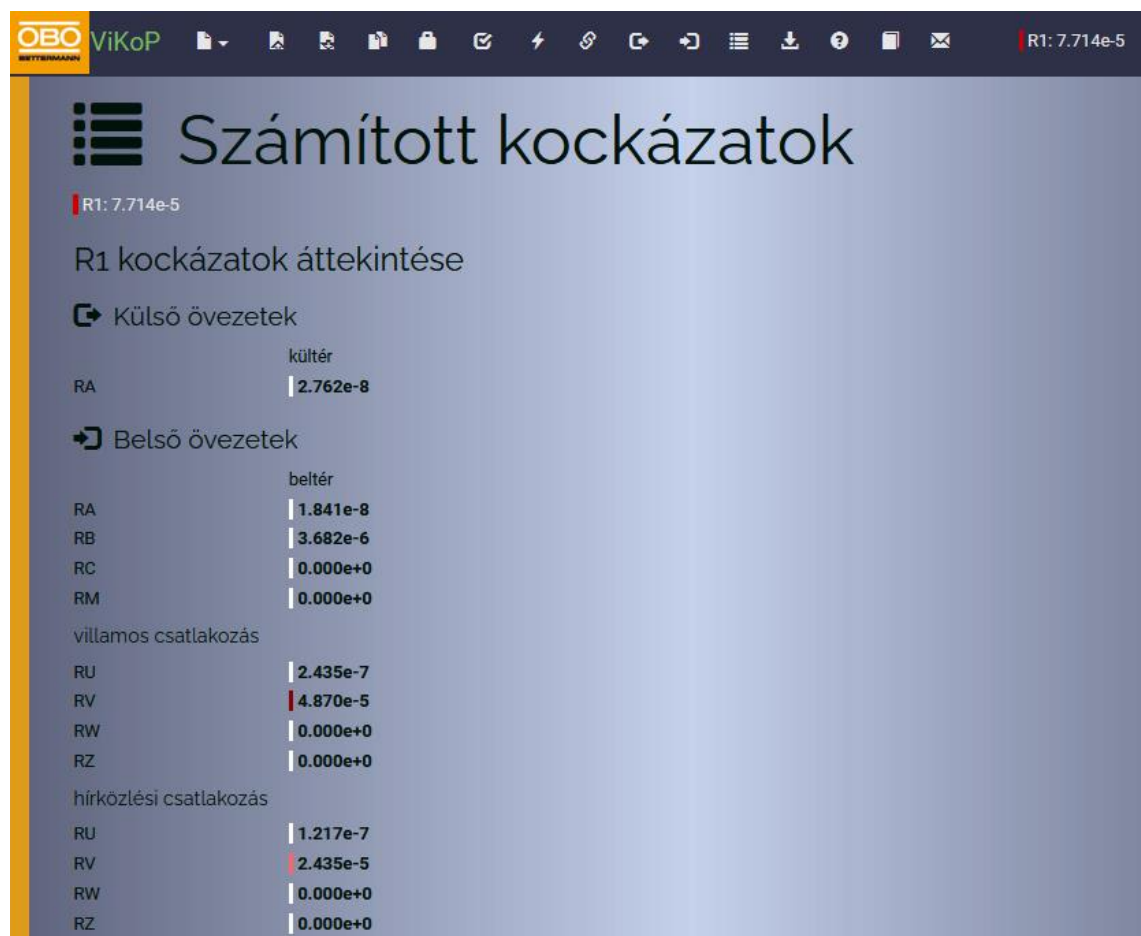
Ezzel tehát a ViKoP-ban beállítandó paraméterek végére értünk.

Mint korábban írtam, az OBO ViKoP-ban minden projekt egy egyedi azonosítót kap, amelyet az oldalon megadva elérhető az adott kockázatkezelés.

A projekt egyedi azonosítója: 20210926PBKY

A kockázatkezelés eredményeként R1 értéke a védelemmel nem rendelkező épületre:

$$R_1 = 7,714e-5$$



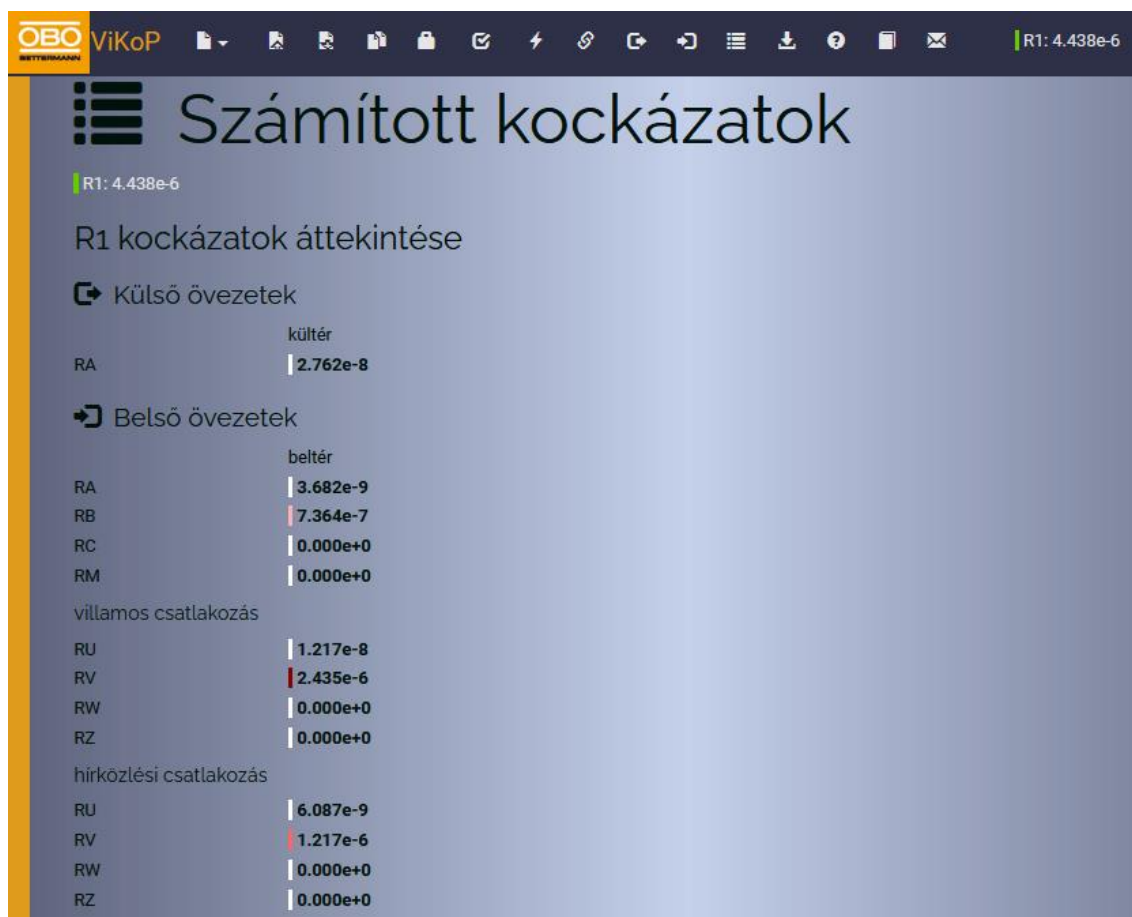
4. ábra A ViKoP által számított kockázatok [5]

A feladat ettől kezdve tehát az, hogy különböző védelmi intézkedések kombinációjával R1 értékét addig csökkentjük, amíg az a szabványban és jogszabályban meghatározott érték alá nem esik. Ez az érték R1 kockázat esetén a 2. táblázat alapján:

$$R_1 \leq R_T = 10^{-5}.$$

A hatályos OTSZ 12. melléklete nem határoz meg minimálisan elvárt védelmi szintet az épületre, hiszen az építmény rendeltetése nem felel meg a táblázatban felsoroltak egyikének sem. A bolt fizikai és műszaki paraméterei, valamint az OBO ViKoP-ban kiválasztható lehetőségek alapján a következő védelmi intézkedések kialakítását javaslom:

- LPS: LPS IV szintre méretezve,
- LPL: LPL III-IV szintre méretezve, (Lightning Protection Level – Villámvédelmi szint)
- csatlakozóvezetékek védelme: villámvédelmi potenciálkiegyenlítéssel (a csatlakozási ponton az LPL szintnek megfelelő SPD alkalmazásával).



5. ábra Számított kockázatok a védelmi intézkedések beállítása után [5]

A kiválasztott védelmi intézkedésekkel az emberi élet elvesztésének kockázata:

$$R1 = 4,438e-6$$

Ez az érték már kisebb, mint a szabványban meghatározott elfogadható kockázat, tehát a kockázatkezelés szerint a bolt épülete megfelelően védve lesz.

8. KÜLSŐ VILLÁMVÉDELMI RENDSZER TERVEZÉSE

A tervezésben nagy segítségemre volt Kruppa Attila – Villámvédelem a gyakorlatban [8] című munkája, amely az MSZ EN 62305 szabványsorozatra épül, emellett a gyakorlatban is alkalmazható tanácsokkal látja el az olvasót.

A tervezés leírásában először azokat az ismereteket, számításokat vettem sorra, külön tárgyalva a felfogó –, a levezető – és a földelőrendszert, amelyek számomra nélkülözhetetlenek voltak a villámvédelem elméletének megértésében. Ezután elvégeztem a tervezés folyamatát, amely magában foglalja a rendszer elemeinek a védendő épületen történő elhelyezését, pozicionálását, és a szükséges anyagok, elemek kiválasztását.

8.1. Felfogórendszer

A felfogórendszer részét képezhetik a felfogórudak, vezetékek, kábelek, vagy lemezfelületek. Elemeit a sarkok és élek, illetve a villámcsapás által leginkább veszélyeztetett helyek közelébe ajánlott telepíteni. [8]

A rendszer kialakításához a gyakorlatban háromféle módszert alkalmaznak, ezek a következők:

- gördülőgömbös szerkesztési módszer,
- védőhálós szerkesztési módszer,
- védőszöges szerkesztési módszer. [4] [8]

Ezeket természetesen kombinálni is lehet egymással, viszont vannak esetek, amikor egyik vagy másik módszer alkalmazása javallott. Gördülőgömbös szerkesztési módszert kell alkalmazni – és ez számunkra releváns információ – ha az épületet vagy annak egy részét fémlemez fedi, és a felfogórendszernek feladata ennek a fémlemeznek a védelme.

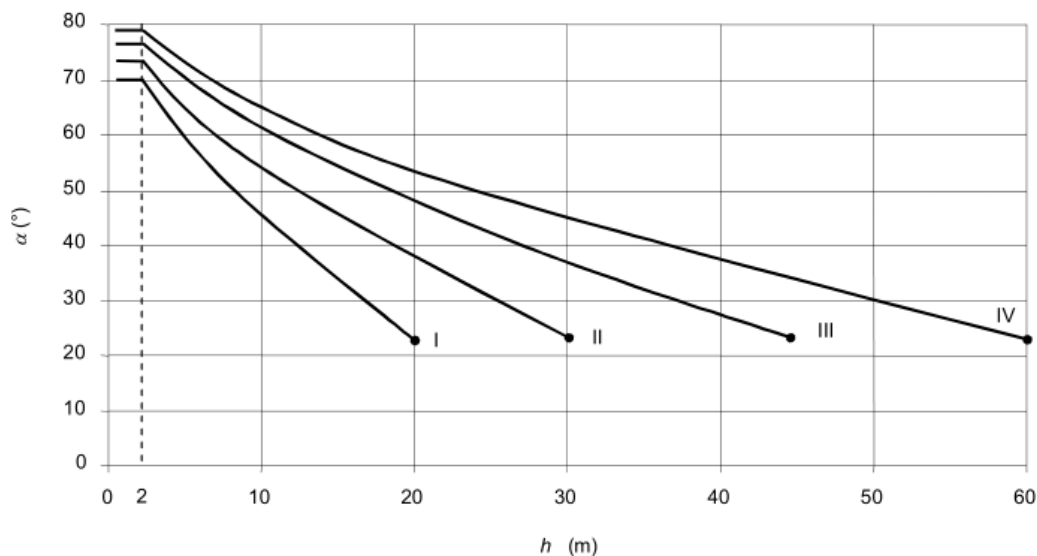
Védőhálós szerkesztési módszer használatát lapostetős építmények esetén ajánlják. [8]

A védőszöges szerkesztési módszert általában kiegészítő védelemként használják, például kémények, antennák védelmére. [8]

A háromféle szerkesztési mód LPS villámvédelmi fokozatokhoz rendelt paramétereit a 4. táblázat tartalmazza.

Villámvédelmi fokozat	Gördülőgömb sugara [m]	Hálóosztás [m x m]	Védőszög [°]
LPS I	20	5 x 5	a 6. ábra alapján számolható
LPS II	30	10 x 10	
LPS III	45	15 x 15	
LPS IV	60	20 x 20	

4. táblázat Paraméterek az LPS kialakításához [9]



6. ábra Védőszög meghatározása az LPS szintjének függvényében [9]

A „h” adja meg a felfogórúd referenciasíktól mért magasságát. Ez a sík lehet a tető felülete, de akár a talaj is. [4] A védőszög értéke ennek a magasságnak a függvényében változik.

Egy épület villámvédelmi rendszere lehet elszigetelt vagy elszigetetlen. [8]

Elszigetelt villámvédelmi rendszer esetén a villámáram csak a villámvédelmi rendszer elemein folyhat keresztül, a védett építmény egyéb fém szerkezetein nem. Nevesített részek között mindenhol tartani kell a kiszámított biztonsági távolságot. [8]

Elszigetetlen villámvédelmi rendszerről beszélünk, ha a villámáram nem csak a villámvédelmi rendszer elemein folyhat keresztül, hanem a védett építmény egyéb fém szerkezetein is, amik egyébként nem villámvédelmi célra készültek. [8]

A felfogórendszernek más követelményeket kell kielégítenie elszigetelt és elszigetetlen villámvédelmi rendszer esetén.

A felfogórendszer részeit az átjárható áramutak biztosíthatóságának érdekében egymással összekötni szükséges, a lehető legtöbb összekötést biztosítva a hatékony védekezéshez. Az összekötő vezetők esetében be kell tartani azt a szabályt, hogyha a vezetők a védett

térben helyezkednek el, akkor a szerkezeti kialakításukat a levezetőkre vonatkozó követelményeknek megfelelően kell elvégezni. Amennyiben viszont a védett téren kívül helyezkednek el, a követelményeknél a felfogóra vonatkozókat kell figyelembe venni. [8] Ha a kialakítás engedi, természetes felfogók alkalmazására is van lehetőség. Ez lehet például a lemezfedés, ha a megadott méretkövetelményeknek megfelel (5. táblázat), és biztosított a villamos folytonossága hegesztéssel, összecsavarozással, vagy más módon. Ha a lemezfedés természetes felfogóként nem alkalmazható, akkor mindenképpen a védett térben kell elhelyezni. [8]

Villámvédelmi fokozat	Anyag	Vastagság* [mm]	Vastagság** [mm]
LPS I-IV	ólom	-	2,0
	acél (rozsdamentes vagy horganyzott)	4	0,5
	titán	4	0,5
	réz	5	0,5
	alumínium	7	0,65
	cink	-	0,7
* a lemez közvetlenül érintkezhet éghető anyaggal ** a lemez nem érintkezhet közvetlenül éghető anyaggal és a lemez villámcsapás következtében való átlukadása megengedett			

5. táblázat Lemezek használata természetes felfogóként – teljesítendő méretkövetelmények [8]

[9]

Sőt, a tetőn található valamennyi szerkezetet – napelem, napkollektor, kémény – célszerű a védett térben elhelyezni. Ezeket szintén el kell szigetelni a villámvédelmi rendszertől a biztonsági távolság megtartásával, vagy amennyiben ez nem megoldható, úgy vezetőképes módon össze kell kötni a villámvédelmi rendszerrel. [8]

A fém kéményeket azonban – mint amilyen a boltnak is részét képezi – nem elegendő a védett térben elhelyezni, biztosítani kell azt is, hogy a biztonsági távolságnál távolabb helyezkedjenek el a villámvédelmi rendszer részeitől. [8]

Az 5. táblázat alapján természetes felfogóként alkalmazhatóak a lemezfedések, amennyiben eleget tesznek a méret – és folytonossági követelményeknek.

A tetőn alkalmazott cserepeslemez Lindab LPA típusú, amely egy acélból készült festett lemez 0,5 mm-es névleges vastagsággal. [10] Mind az eredeti épület, mind a bővítmény tetején ilyen cserepeslemezzel készült a fedés. Elsőként azt vizsgáltam meg, hogy ezt a lemezfedést lehet-e természetes felfogóként alkalmazni.



7. ábra Természetes felfogó a bővítés előtt [14]

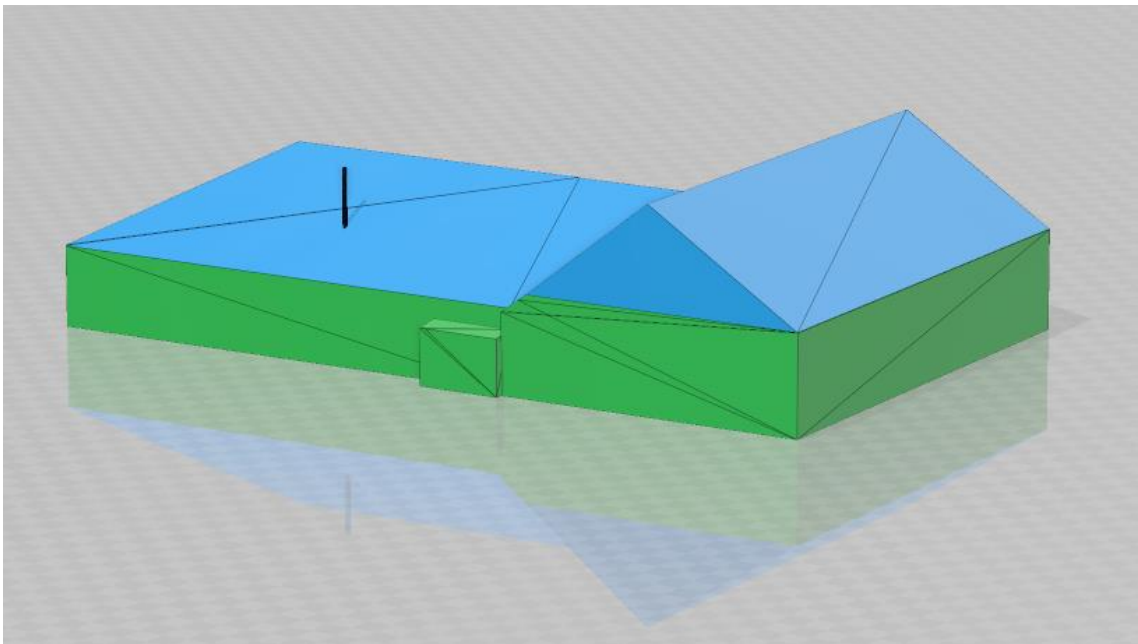
A 7. ábrán látható, hogy a bolt MSZ 274 szerint készült villámvédelme nem tartalmaz felfogót, felfogóvezetőt. A cserepeslemez fedés és az ereszcatorna kapocs segítségével rögtön a levezetőhöz csatlakozik, vagyis a régi szabvány szerint kialakított villámvédelem ezt a lemezfedést használja természetes felfogóként. Az MSZ EN 62305-ös szabvány (2. kiadás, 2011, 2012) azonban jóval szigorúbb követelményeket támaszt az elődjénél. Az 5. táblázatban látható, hogy ez a 0,5 mm-es névleges lemezvastagság abban az esetben lehetne megfelelő természetes felfogóként történő alkalmazásra, ha

megengedhető lenne a lemez villámcsapás következtében történő átllyukadása, és a lemez nem érintkezne éghető anyaggal. Fontos szempont az is, hogy a lemezfedés folytonos legyen. Esetünkben azonban a lemezfedés alatt fából készült ácsozat van. Emiatt döntöttem úgy, hogy ezt a cserepeslemez természetes felfogóként nem fogom alkalmazni (és levezetőként sem), tehát mesterséges felfogóra lesz szükség.

A cserepeslemez fedést teljes terjedelmében a védett térbe kell helyezni, és be kell kötni a villámvédelmi rendszerbe. [8] Ez azt is jelenti, hogy elszigetetlen villámvédelmi rendszert kell tervezni.

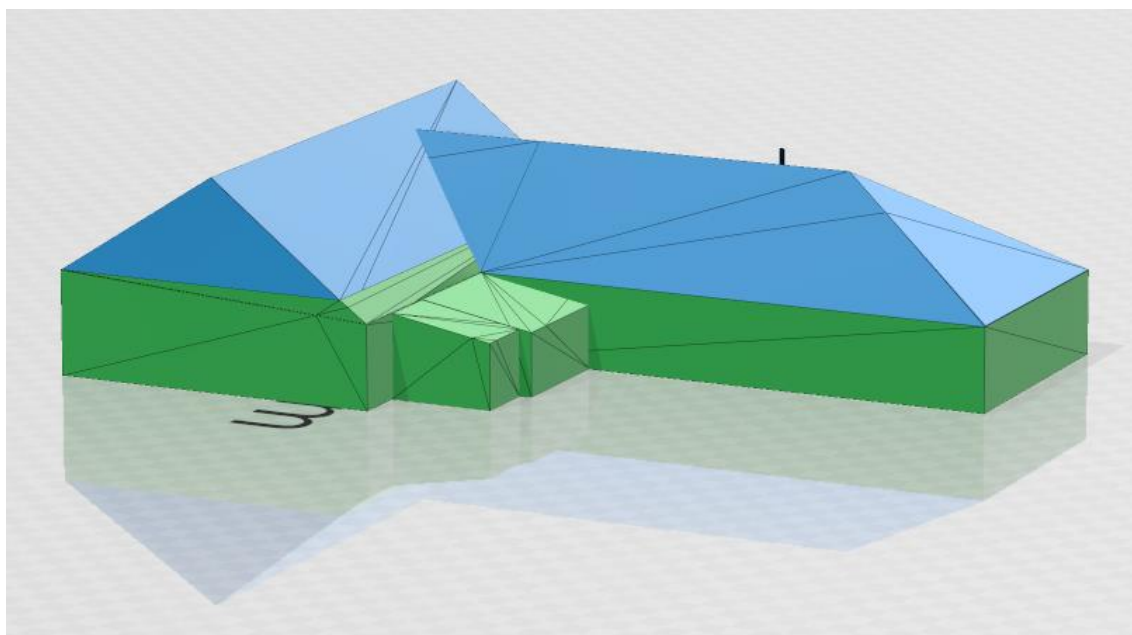
A felfogórudak hosszát, és pozíciójukat úgy kell megválasztani, hogy az LPS szinthez rendelt, adott sugarú gördülőgömb sehol ne érhesen hozzá az épülethez, azaz az épület teljes egészében legyen a védett térben. [8]

Ennek lemodellezéséhez elengedhetetlen az épület 3D modelljét elkészíteni, amelyhez én a Windows 3D Builder nevű programját használtam, a végeredmény pedig a 8. és 9. ábrán látható:



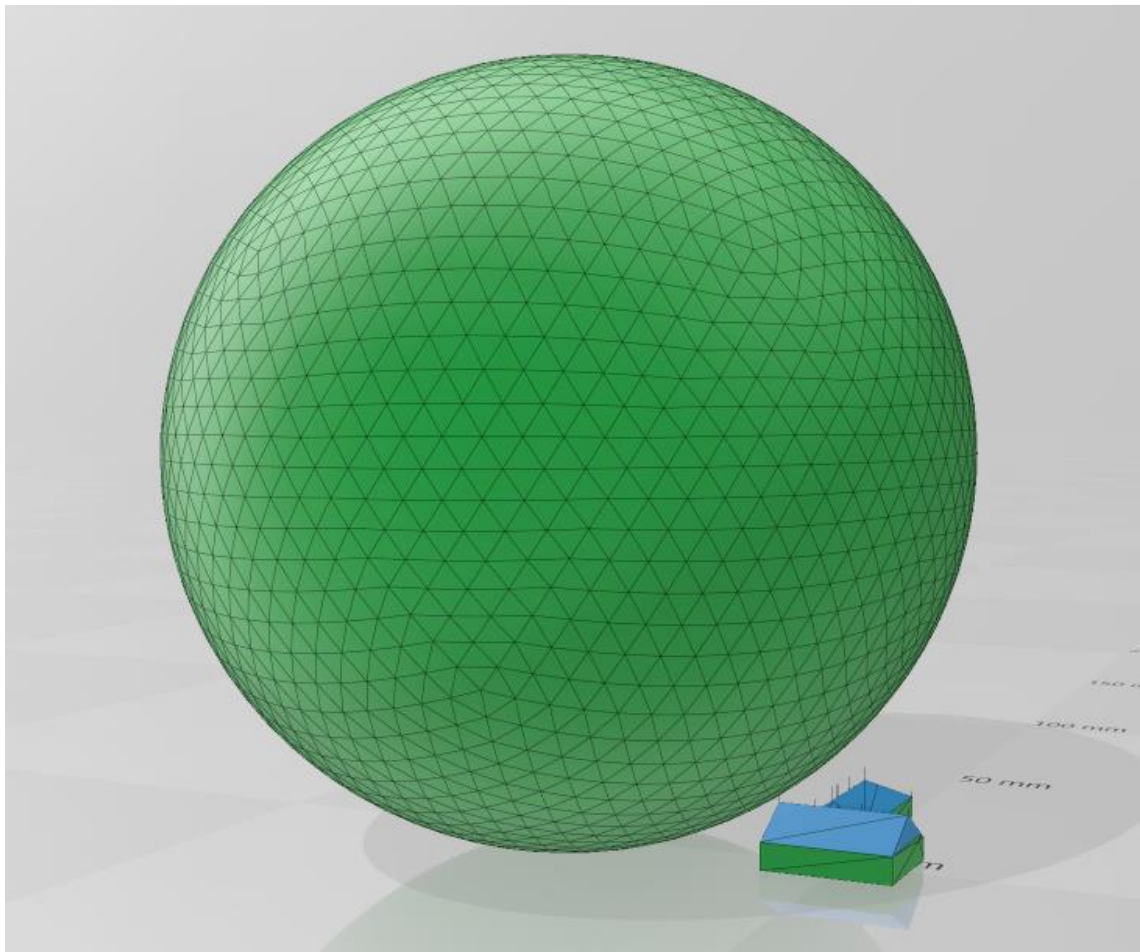
8. ábra A Coop ABC 3D modellje - DNY-i oldal [15]

Az épületen látszik a DNY-i oldalon elhelyezkedő kör keresztmetszetű fém gázkémény is.



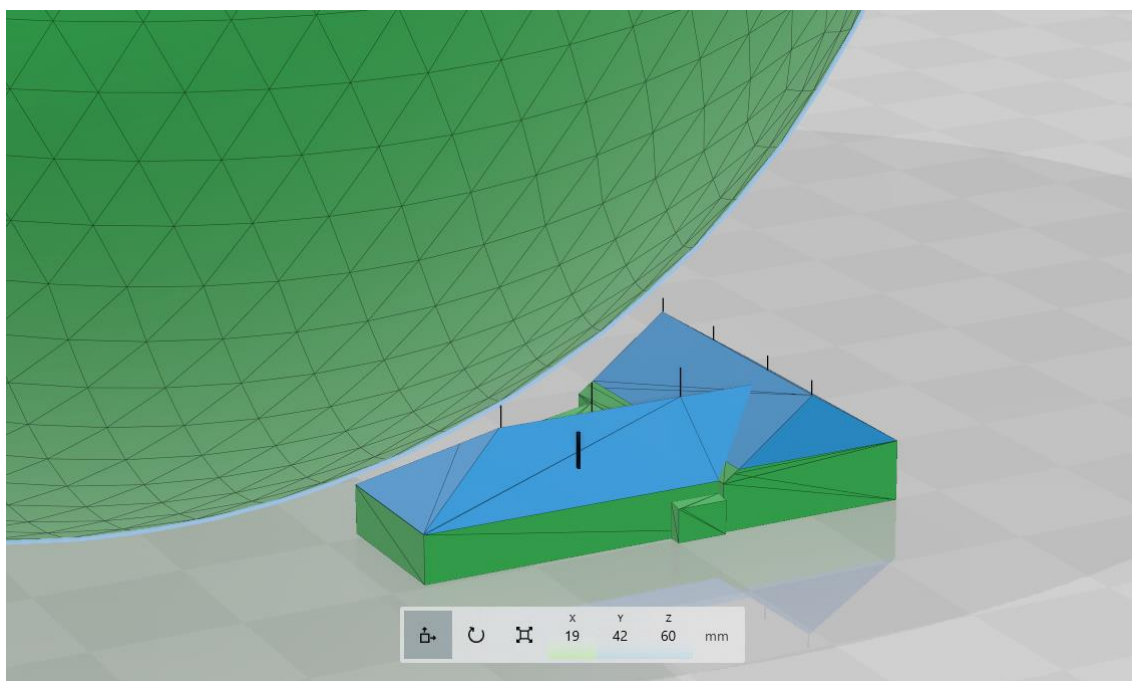
9. ábra A Coop ABC 3D modellje - ÉK-i oldal [15]

A modell elkészülte után felfogórudakat helyeztem el az épületen, és elkészítettem az LPS IV-nek megfelelő 60 m sugarú gördülőgömböt is. Ezután a gömböt pozicionálni kezdtem az x, y, és z koordináták megváltoztatásával úgy, hogy a gördülőgömböt egy pontban hozzáérintettem az egyik felfogórúd tetejéhez a DNY-i oldalon, majd innen mozgattam tovább úgy, hogy a gömb mindig legalább egy felfogórudat érintsen, és közben vizsgáltam, hogy magát az épületet érinti-e.

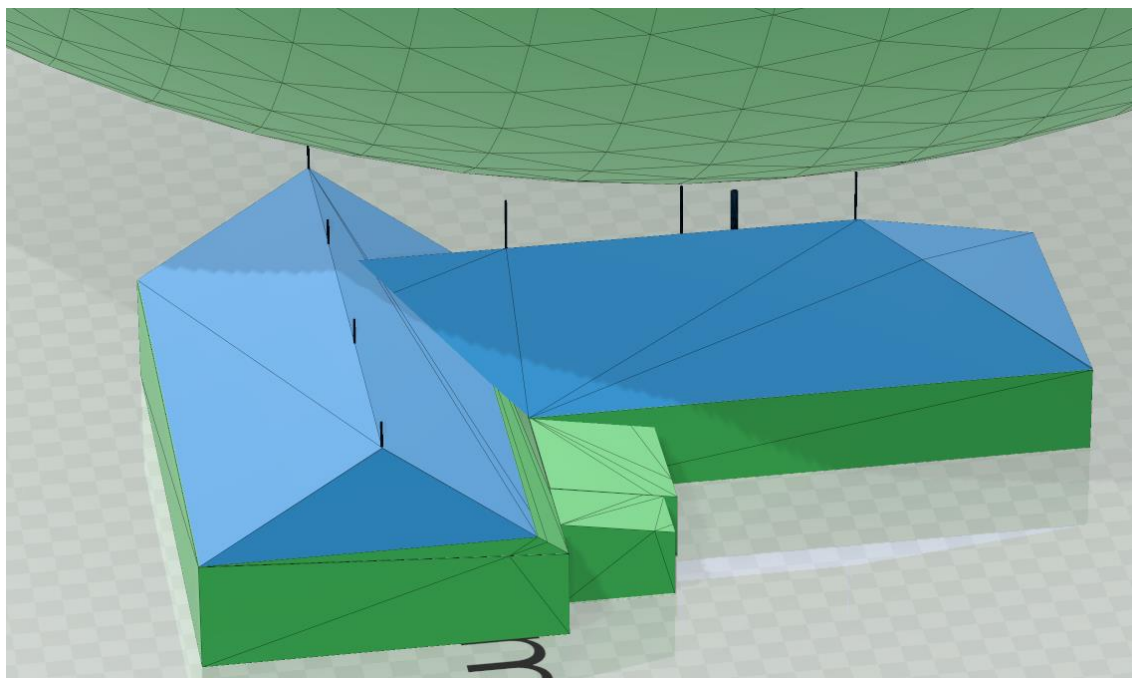


10. ábra A bolt épülete a gördülőgömbbel [15]

Először 1 méter hosszúságú felfogórudakat terveztem a nyeregtető és a kontytető gerincére is, illetve az ÉK-i oldal fekvő ereszcsonájára is. Erre a kontytető ÉK-i részének védelme miatt lett volna szükség. A gerinctetőre 4 db (V1, V2, V3, V4), a kontytetőre 3 db (V5, V6, V7), az ÉK-i oldal fekvő ereszcsonájára 2 db felfogót helyeztem. Ez a megoldás azonban nem vezetett kielégítő eredményre, ugyanis a fém kémény nem került teljes mértékben a védett térbe. Emiatt a kontytető gerince mentén elhelyezett felfogórudak hosszát 2 méterre változtattam, majd újra megvizsgáltam a gördülőgömb pozíciójának megváltoztatásával, hogy a gömb hozzá tud-e érni az épülethez vagy a kéményhez valahol. A vizsgálatot több mint 80 pontban végeztem el a koordináták megváltoztatásával. A konklúzióm az lett, hogy a 2 méteres felfogórudakkal a fém kémény már teljes egészében a védett térbe került, a gördülőgömb nem tudott hozzáérni, és az ÉK-i oldal fekvő ereszcsonájára tervezett 2 db felfogórúd is feleslegessé vált.



11. ábra A felfogók pozíciójának ellenőrzése - 1. pont [15]



12. ábra A felfogók pozíciójának ellenőrzése - 2. pont [15]

A 12. ábrán látszik a legkritikusabb rész, a kémény védett térbe helyezése. A 1 méteres felfogórúdak nem, a 2 métereseek viszont megoldották a problémát.

A villámvédelem felülnézeti rajza az 1. mellékletben található.

A felfogórúdak távolságát a 6. táblázat tartalmazza:

Felfogórúd közök	Távolság [m]
V1 – V2	5,868
V2 – V3	7,346
V3 – V4	7,346
V2 – V5	6,57
V5 – V6	6,54
V6 – V7	6,54

6. táblázat Tervezett felfogórúd távolságok [15]

A felfogórúdak rögzítése 1 méteres hosszra – esetünkben – a lemezfedésű tető gerincén vezetett huzalhoz történik, 1 méteres hossz felett pedig a lemeztető átfúrásával a fa gerendákhoz rögzítendő. [11]

Az OBO-nak a ViKoP mellett van egy másik, szintén bárki számára ingyenesen elérhető online programja, az OBO TS. A szoftver segítségével szerelési típusmegoldásokat választhatunk ki, illetve készíthetünk anyagkiírást is a projektünkhöz. [11]

A ViKoP-hoz hasonlóan az OBO TS is minden projekthez generál egy egyedi azonosítót, amelyet az oldalon megadva elérhető az adott munkához kapcsolódó anyagkiírás. A két program által generált azonosító azonban nem egyezik meg.

A szakdolgozat egyedi azonosítója az OBO TS-ben: 20211201ZTLT

Az OBO TS-be belépve ennek az azonosítónak a használatával tekinthetők meg azok a típusmegoldások, amiket kiválasztottam, de minden rendszerre külön-külön is kiírtam a típusmegoldásokat. A felfogórendszerre vonatkozókat a 7-12. táblázatok tartalmazzák. Minden TS azonosítóhoz tartozó típusmegoldás külön táblázatot kapott.

TS0238			
Megnevezés	Típus	Méret	Cikkszám
huzal	RD 8-ALU-T	8 mm	5021294
gyorsösszekötő	249 8-10 ST	8-10 mm	5311500
összekötő kapocs	287 DCT	82x30x26	5320707
felfogórúd	101 J1000	1000 mm	5401970

7. táblázat A TS0238 típusmegoldás tartozékai [11]

A felfogórúd hossza 1 m, átmérője 10 mm, anyaga alumínium. Ez a kialakítás eleget tesz a felfogóval szemben támasztott méretkövetelményeknek. [8] [9] A felfogórúdakat rögzítő és összekötő huzal átmérője 8 mm, keresztmetszete pedig 50 mm². A huzal rögzítése 1 méterenként történjen a 7. táblázatban feltüntetett összekötő kapocs segítségével. Mivel a huzal teljes mértékben a védett térben helyezkedik el, így a levezetőre vonatkozó követelményeknek kell megfelelnie. Átmérője és keresztmetszete

kielégítik az MSZ EN 62305 (2. kiadás, 2011, 2012) által támasztott, a 14. táblázatban is feltüntetett követelményeket. Ez a kialakítás a nyeregtetőre, tehát az eredeti épületre kerül, ahol 4 db felfogórúdra van szükség.

TS0213			
Megnevezés	Típus	Méret	Cikkszám
vizsgáló összekötő	226 8-10	8-10 mm	5336007
felfogórúd	101 VL3000	3000 mm	5401989
rúdtartó	113 Z-16	16 mm	5412609

8. táblázat A TS0213 típusmegoldás tartozékai [11]

A 8. táblázatban szereplő típusmegoldás 3 m hosszú felfogórúdra vonatkozik, habár a 3D modell szerint a védelem kialakításához elegendő a 2 m hosszúságú felfogórúd is. Az eltérés oka egy megjegyzés, amely minden, az OBO TS-ben található szerkezeten rögzített felfogórúd típusleírásában szerepel: nevezetesen, hogy a felfogórúd effektív hossza 0,7 méterrel rövidebb a feltüntetett hosszánál. [11] 3 m hosszú felfogórúd esetén ez 2,3 m effektív hosszt jelent, ami a bolt védelme szempontjából megfelelő.

A felfogórúd alsó 1 méteres része 16 mm átmérőjű, a felső 1 m viszont elvékonyított, az átmérője csupán 10 mm. Ez a kialakítás eleget tesz a felfogóval szemben támasztott méretkövetelményeknek, és a szélterhelés szempontjából is kedvező. [8]

A vizsgáló összekötő lehetővé teszi a felfogórúd összekapcsolását a levezetővel, illetve olyan huzalokkal, amik a levezetők méretkövetelményeinek kell, hogy megfeleljenek. Jelen esetben 8-10 mm átmérőjű huzal rögzíthető a felfogórúd 16 mm átmérőjű alsó részéhez. Ez a 3 méteres felfogórudakat tartalmazó kialakítás kerül a kontytetőre, tehát a bővítmény tetejére, ahol 3 db felfogórúdra van szükség.

A ténylegesen kiválasztott elemek ilyenek vagy ehhez hasonlóak legyenek.

Szükség van továbbá olyan huzalokra, amik a kontytetőn lévő felfogórudakat összekötik. Olyan huzal is kell, ami a nyeregtető és a kontytető egy-egy felfogóját köti össze, illetve olyan, is, ami a tető felületén fut végig, és az eresz környékén csatlakozik a függőleges, falon vezetett levezetőhöz. Mivel a gerinctetőn vezetett huzal 8 mm átmérőjű alumíniumhuzal, így a többi részen is ilyen huzal alkalmazását javaslom.

A kontytető gerince mentén elhelyezett 3 méteres felfogórudakat összekötő huzalra a TS0237 mutat egy megoldást.

TS0237			
Megnevezés	Típus	Méret	Cikkszám
huzal	RD 8-ALU-T	8 mm	5021294
gyorsösszekötő	249 8-10 ST	8-10 mm	5311500
összekötő kapocs	287 DCT	82x30x26	5320707

9. táblázat A TS0237 típusmegoldás tartozékai [11]

A huzal 8 mm átmérőjű és alumíniumból készült. Rögzítése a lemezfedésű tető gerincén, 60 cm-es távolságokban történik. Eltartás a gerinctől: 2 cm. [11]

A lemezfedésen rögzített levezető huzalra ad példát a TS0236-os számú típusmegoldás. Ez a megoldás azonban nem cserepeslemez tetőfedéshez készült, hanem állókorcos lemezhez. Az OBO TS kínálatában nem találtam cserepeslemez tetőfedésen rögzíthető típusmegoldást, csak korcolt lemezhez rögzíthetőt és hagyományos cserépfedéshez valót. (Utóbbira példa a TS0027 típusmegoldás.)

TS0236			
Megnevezés	Típus	Méret	Cikkszám
huzal	RD 8-ALU-T	8 mm	5021294
gyorsösszekötő	249 8-10 ST	8-10 mm	5311500
falckapocs	270 8-10 FT	8/10 mm	5317207

10. táblázat A TS0236 típusmegoldás tartozékai [11]

A TS0236 típusmegoldásból egyedül a rögzítés nem stimmel, minden más jó lehet a mi esetünkben is, hiszen a huzal 8 mm átmérőjű alumínium. Rögzítése itt is 60 cm-enként történik 2 cm-es eltartással a tető felületétől. [11]

Az ereszcatorna bekötésére ad típusmegoldást a TS0127.

TS0127			
Megnevezés	Típus	Méret	Cikkszám
rugós ereszcatorna-kapocs	RK-FIX	2x8 mm	5316450

11. táblázat A TS0127 típusmegoldás tartozékai [11]

Az ereszcatorna bekötése 8-10 mm átmérőjű horganyzott acél vagy alumínium huzalhoz lehetséges. [11]

A cserepeslemez tetőfedés villámvédelmi rendszerbe történő bekötésére ad példát a TS0041, amely lemezfelület bekötését teszi lehetővé a villámvédelmi rendszerbe.

TS0041			
Megnevezés	Típus	Méret	Cikkszám
huzal	RD 8-ALU-T	8 mm	5021294
összekötő kapocs	287 DCT	82x30x26	5320707

12. táblázat A TS0041 típusmegoldás tartozékai [11]

Ez a megoldás lehetővé teszi, hogy a cserepeslemez tetőfedés 8 mm átmérőjű alumíniumhuzallal bekötésre kerüljön a villámvédelmi rendszer 8-10 mm átmérőjű levezetőjébe vagy felfogójába. [11]

Ezek a típusmegoldások nem feltétlenül alkalmazhatóak a védendő épület valós fizikai paramétereit figyelembe véve, inkább csak példaként szolgálnak arra, hogy milyen eszközök, anyagok lennének szükségesek a kivitelezéshez.

8.2. Levezetőrendszer

A felfogó – és a földelőrendszert a levezetők kötik össze egymással. Az összeköttetés lehetőség szerint a legrövidebb úton, függőlegesen, egyenesen történjen, a lehető legkevesebb toldási pont beiktatásával. Az MSZ EN 62305-ös szabvány szerint – elszigetetlen villámvédelem esetén – legalább 2 darab levezetőt kell a rendszernek tartalmaznia, melyeken keresztül a villámáram elosztva juthat a földbe. A levezetőket az épület kerületén kell elhelyezni, egymástól a szabványban meghatározott távolságra, lehetőség szerint egyenletesen. [8]

Abban az esetben, ha ezen feltételek nem teljesíthetők, lehetőség van a levezetőket az épületen belül is elhelyezni, például befalazva, vagy a vasbeton szerkezeteket felhasználva. Utóbbiak természetes levezetőként is funkcionálhatnak. [8]

A levezetők szabványban meghatározott elhelyezési távolságát a 13. táblázat tartalmazza.

Villámvédelmi fokozat	Elrendezési távolság
LPS I	10 m
LPS II	10 m
LPS III	15 m
LPS IV	20 m

13. táblázat A levezetők elrendezési távolsága a villámvédelmi fokozat függvényében [9]

A szabvány annyi engedményt tesz, hogy a 13. táblázatban szereplő értékektől $\pm 20\%$ -kal el lehet térni azzal a kitéttel, hogy a levezetők elhelyezési távolságaiból számított átlagos távolság nem lehet nagyobb az adott LPS szinthez tartozó értéknél. [9]

A szabvány a levezetőkre is meghatároz betartandó méretkövetelményeket, ezek a 14. táblázatban láthatóak:

Anyag	Kialakítás	Minimális keresztmetszet [mm ²]	Megjegyzés
Réz	Szalag Huzal	50 50	min. 2 mm vastag d = 8 mm (átmérő)
Alumínium	Szalag Huzal	70 50	min. 3 mm vastag d = 8 mm (átmérő)
Horganyzott acél	Szalag Huzal	50 50	min. 2,5 mm vastag d = 8 mm (átmérő)
Rozsdamentes acél	Szalag Huzal	50 50	min. 2 mm vastag d = 8 mm (átmérő)

14. táblázat Levezetők és felfogóvezetők anyagai és méretkövetelményei [8]

A levezetők elhelyezésénél és rögzítésénél fontos szempont annak a felületnek az éghetősége, ahová a rögzítés történik, hiszen a levezetőn átfolyó villámáram a levezető hőmérsékletét megnöveli. [8]

A felület éghetősége alapján a következő esetek lehetségesek:

- ha a felület A1, A2 vagy B tűzvédelmi osztályú anyagból készült, – és így nem éghető anyagúnak számít – akkor ezzel a levezető közvetlenül érintkezhet,
- ha a felület éghető anyagú, de a hőmérséklet emelkedése nem kritikus, akkor szintén megengedett a közvetlen érintkezés,
- ha a felület éghető anyagú, és a levezető hőmérséklete nagymértékben megnő, akkor az éghető felület és a levezető között legalább 0,1 m távolságot kell tartani.

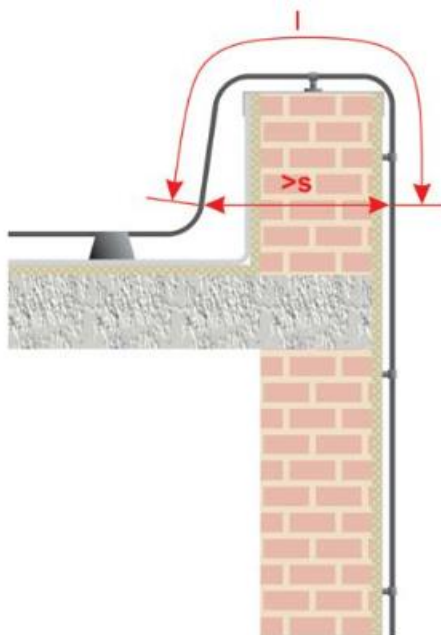
Ha a távolságtartás nem megoldható, akkor a levezető keresztmetszetét kell minimum 100 mm²-re növelni. [8]

Fontos megjegyzés, hogy alumíniumból készült levezető mésztartalmú közegbe nem kerülhet! [9]

A mesterséges levezetők rögzítése egymáshoz képest lehetőleg 1 méternél nem távolabbi rögzítési pontokban történjen. [8]

A levezetők elhelyezésénél a másodlagos kisülések kialakulását meg kell gátolni. Ebben segít a biztonsági távolság megtartása, ami nem csak az egyes levezetők és az épület vezetőképes részei, elektromos rendszerei és berendezései között szükséges, hanem a levezető hurkok esetén is. [8]

A 13. ábra egy ilyen levezetőhurkot szemléltet. A villámáramutat „l”, a biztonsági távolságot „s” jelöli.



13. ábra A "s" biztonsági távolság figyelembevétele a levezető nyomvonalán [8]

A levezető és a földelő csatlakozási pontjában mérési helyet kell kialakítani, amely kétféle módon készíthető el: vizsgáló összekötő (bontható kötés) vagy vizsgáló csatlakozó (bonthatatlan kötés) formájában. [8]

Vizsgáló összekötőt abban az esetben lehet kialakítani, ha a csatlakozó levezető és/vagy földelő mesterséges, vizsgáló csatlakozót pedig akkor, ha vizsgáló összekötő nem létesíthető, vagy ha természetes levezető és természetes földelő csatlakozik egymáshoz. [8]

A levezetőrendszer tervezésénél elsőként azt határoztam meg, hogy hány darab levezető szükséges a bolt kerületére az MSZ EN 62305 (2. kiadás, 2011, 2012) szerint. Az épület védelmét teljes egészében mesterséges levezetők látják el.

$$K_{bolt} = 109,673 \text{ m}$$

A felfogók elhelyezési távolsága LPS IV esetén 20 m kell legyen, a korábban már jelzett $\pm 20\%$ -os eltérést engedélyezve a szabvány által.

$$\frac{109,673 \text{ m}}{20 \text{ m}} = 5,48365$$

Vagyis 6 db levezetőre van szükség. Ezeket L1-L6 jelzéssel láttam el. A $\pm 20\%$ -os eltérés 20 m esetén azt jelenti, hogy a levezetők minimum 16 m, maximum 24 m távolságra lehetnek egymástól. A levezetők távolságát a 15. táblázat tartalmazza.

Levezető közők	Távolság [m]
L1 – L2	19,36
L2 – L3	16,27
L3 – L4	18,65
L4 – L5	17,55
L5 – L6	17,283
L6– L1	20,56

15. táblázat Tervezett felfogórúd távolságok [15]

$$d_{\text{átlag}} = \frac{19,36 + 16,27 + 18,65 + 17,55 + 17,283 + 20,56}{6} = 18,279 \text{ m} < 20 \text{ m}$$

A számított átlagos távolság tehát nem nagyobb, mint az LPS IV-hez rendelt távolság, vagyis ebből a szempontból a levezetők telepítési helye megfelelő.

Elhelyezésnél tekintettel kell lenni a biztonsági távolság betartására. Ezt az „s” távolságot az épület fém szerkezeteitől, a kéménytől, az épületen belül elhelyezett berendezésektől, sőt a nyílászáróktól is meg kell tartani.

A biztonsági távolság kiszámítása előtt a 16. táblázatban foglaltam össze az eredeti épület, a bővítmény és a szociális blokk adatait.

	Eredeti épület (nyeregtető)	Bővítmény (kontytető)	Szociális blokk
Szélesség	20,56 m	10,45 m	7,57 m
Hosszúság	13,14 m	21,05 m	4,65 m
Magasság	8,35 m	7,55 m	2,94 m

16. táblázat Fizikai méretek [15]

Mivel a bolt kibővített épületének részei között magasságbeli különbségek vannak, három biztonsági távolságot számítottam, egyet az eredeti épületre, egyet a bővítményre, egyet pedig a szociális helyiségeket tartalmazó épületrészre.

A biztonsági távolság a következő képlettel számolható:

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

ahol

- k_i értéke a villámvédelmi fokozattól függ,
- k_c értéke a levezetőkben folyó villámáramtól függ,
- k_m értéke a teret kitöltő villamos szigetelőanyagtól függ,
- l pedig a villámáramút hossza. [8] [9]

A villámáramútnak van függőleges és vízszintes vetülete is. Általában elég előbbi figyelembe venni a biztonsági távolság számításánál. A vízszintes vetülettel akkor kell számolni, ha az épület hossza vagy szélessége nagyobb, mint a magasság négyszerese. [8]

Függőleges áramútként az épületrészek magasságát vettem figyelembe.

Az eredeti épület magassága 8,35 m, ennek négyszerese 33,4 m, aminél mind a szélessége, mind a hosszúsága kisebb.

A bővítmény magassága 7,55 m, ennek a négyszerese 30,2 m, aminél mind a hossza, mind a szélessége kisebb.

A szociális blokk teteje nem egységesen magas, hanem lejt. Legmagasabb pontja 3,35 m, a legalacsonyabb pedig 2,53 m. Én e két érték átlagát, 2,94 m-t vettem alapul, ez került a 16. táblázatba is. Ennek a négyszerese 11,76 m, ami mind a szociális blokk hosszánál, mind a szélességénél nagyobb. Tehát mindhárom épületrész esetén elég a függőleges vetülettel számolni a biztonsági távolságot.

Biztonsági távolság az eredeti épületrész esetén:

- $k_i = 0,04$, LPS III és LPS IV esetén,
- $k_c = 0,44$, mivel összesen 6 levezető védi a bolt épületét,
- $k_m = 1$, mivel a teret kitöltő villamos szigetelőanyag a levegő, [9]
- $l_{eredeti} = 8,35 \text{ m}$.

$$s_{eredeti} = \frac{0,04 * 0,44}{1} * 8,35 \text{ m} = 14,7 \text{ cm}$$

Biztonsági távolság a bővítmény esetén:

- $k_i = 0,04$, LPS III és LPS IV esetén,
- $k_c = 0,44$, mivel összesen 6 levezető védi a bolt épületét,
- $k_m = 1$, mivel a teret kitöltő villamos szigetelőanyag a levegő, [9]
- $l_{bővítmény} = 7,55 \text{ m}$.

$$s_{bővítmény} = \frac{0,04 * 0,44}{1} * 7,55 \text{ m} = 13,3 \text{ cm}$$

Biztonsági távolság a szociális helyiségek épületrész esetén:

- $k_i = 0,04$, LPS III és LPS IV esetén,
- $k_c = 0,44$, mivel összesen 6 levezető védi a bolt épületét,
- $k_m = 1$, mivel a teret kitöltő villamos szigetelőanyag a levegő, [9]
- $l_{szoc.} = 2,94 \text{ m}$.

$$s_{szoc.} = \frac{0,04 * 0,44}{1} * 2,94 \text{ m} = 5,1744 \text{ cm}$$

A villámvédelmi rendszer elemeinek telepítésekor ezeknek a biztonsági távolságoknak a betartása kötelező!

A felfogórendszer kialakításának javaslatainál már kerültek kiválasztásra típusmegoldások a tetőn vezetett levezetőkre, így itt már csak a falon függőlegesen elhelyezett levezetőhöz szükséges típusmegoldást választani. Mivel eddig mindenhol 8 mm átmérőjű alumíniumhuzal használatát javasoltam, így ebben az esetben is ezt fogom tenni.

Az L1, L2, L4 és L6 felfogók mindegyike ejtőcsatorna közelében helyezkedik el. Mivel az ereszcatornák hozzá vannak kapcsolva a villámvédelmi rendszerhez, így ezen levezetők esetében olyan megoldás választására teszek javaslatot, ami a levezetőt az ejtőcsatornával összekötve vezeti a talajszintig.

Az L3 és L5 levezetők esetén falon történő levezetésre teszek javaslatot. Hiába helyezkednek el ezen levezetők is ejtőcsatorna közelében, a levezetők elhelyezési távolságára vonatkozó követelmény miatt ezeket nem lehetne az ejtőcsatornán levezetni. Minden levezető mesterséges, és falon kívüli van elhelyezve.

Ejtőcsatornához rögzített levezetőre kínál típusmegoldást a TS0489.

TS0489			
Megnevezés	Típus	Méret	Cikkszám
huzal	RD 8-ALU-T	8 mm	5021294
szorítóbak	324 S-FT	M8x25 mm	5326303
esőcsatorna-bilincs	301 V	420 mm	5350867

17. táblázat A TS0489 típusmegoldás tartozékai [11]

Ez a megoldás 60-130 mm átmérőjű ejtőcsatornákhoz történő rögzítést tesz lehetővé, ami széleskörű felhasználást biztosít. Az alkalmazott huzal 8 mm átmérőjű és alumínium. [11]

A falon történő levezető elhelyezésére ad példát az OBO TS0033-as típusmegoldás.

TS0033			
Megnevezés	Típus	Méret	Cikkszám
huzal	RD 8-ALU-T	8 mm	5021294
vezeték tartó	177 20 M8	20 mm	5207444
gyorsösszekötő	249 8-10 ST	8-10 mm	5311500

18. táblázat A TS0033 típusmegoldás tartozékai [11]

A megoldás 8 mm átmérőjű alumíniumhuzal oldalfalon történő levezetését teszi lehetővé. A rögzítés műanyagból készült távtartó bilincsel történik, 1 méteres távolságokban. Az eltartás 2 cm ebben a típusmegoldásban. [11]

8.3. Földelőrendszer

A levezetőn keresztül érkező villámáramot a földelő „teríti szét a földben”. Feladata továbbá a potenciálkiegyenlítés biztosítása, ami védelmet nyújt a veszélyes mértékű lépésfeszültség ellen, és segít a másodlagos kisülések kialakulásának meggátolásában is. [8]

A földelőrendszer elemeit egymással összekötni szükséges, amely összeköttetés történhet az épületen kívül, közvetlenül, de a központi földelősínen keresztül is. Amennyiben az összeköttetés az előbbi módon valósul meg (épületen kívül, közvetlenül), akkor gondoskodni kell a villámvédelmi földelő és a központi földelősín összeköttetéséről is. Ez az összeköttetés legalább egy helyen, a lehető legrövidebb nyomvonalat kiválasztva, a talajszint közelében valósuljon meg. [8]

A villámvédelmi célú földelőnek alapvetően két típusa van:

- „A” típusú földelő rendszer,
- „B” típusú földelő rendszer (a betonlap-földelő is ebbe a típusba sorolható).

A „B” típusú földelő egy megfelelő anyagból, megfelelő geometriai méretekkel az épület körül kialakított, zárt keret vagy gyűrű. Az „A” típusú földelő egy vagy több vezetőből áll, a talajban vízszintesen vagy függőlegesen elhelyezve. Általában földelőszondaként hivatkoznak rá. [8]

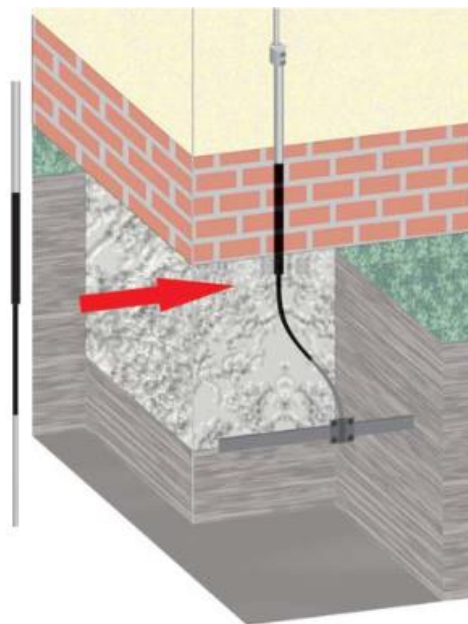
A szabvány földelő esetén is meghatározza azokat az anyagokat, fizikai és mechanikai paramétereket, amelyeknek a földelő meg kell, hogy feleljen. Így például a szabvány tiltja alumínium földelőként történő felhasználását. [9]

Hasonlóan a levezetők helyének megválasztásához, a földelők elhelyezésénél is körültekintően kell eljárni. Törekedni kell arra, hogy az épület bejáratainak közelébe ne kerüljön földelő. Ez főként az „A” típusú földelőnél fontos, hiszen a villámáram hatására olyan potenciál alakulhat ki ennek környezetében, ami veszélyes lépésfeszültség létrejöttét okozhatja. Hasonlóan kritikus hely a levezető és a földelő csatlakozási pontja. Ha például „B” típusú földelőt földelőrudakkal egészítenek ki, akkor ezen földelőrudaknak ott kell a „B” típusúhoz csatlakozniuk, ahol a levezető összekötésre került a földelőrendszerrel. [8]

A földelő felső része minimum 0,5 méterrel legyen a talajszint alatt, ezzel kiküszöbölve a földelési ellenállás értékének kedvezőtlen változását, amit a felszínt érő környezeti hatások válthatnak ki. [8] Ez gyakorlatilag a fagyhatár alatt történő elhelyezés, mely Magyarországon 0,7-1 méteres mélységet jelent.

A földelő típusának megválasztásánál általában a „B” típust részesítik előnyben. „A” típus választása csak akkor javasolt, ha „B” típusú földelőt valamilyen okból nem lehet kialakítani. Persze hasonlóan a felfogó és levezető rendszerhez, a földelő is lehet természetes földelő, azaz eredetileg nem villámvédelmi célra szánt, de fizikai paraméterei miatt annak megfelelő szerkezet. [8]

A levezető és a földelő csatlakoztatását földelő-csatlakozórúd segítségével is meg lehet oldani. A 14. ábra ezt szemlélteti.

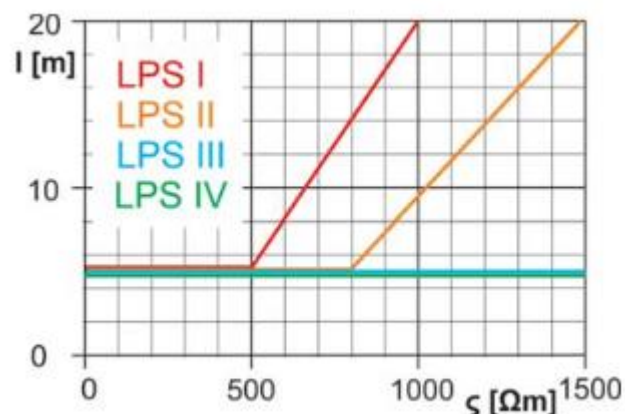


14. ábra Földelő-csatlakozórúd alkalmazása a földelő és levezető között [8]

Az „A” és „B” típusú földelők közül én utóbbi használatára teszek javaslatot. Egyrészt, mert alapvetően is ennek a használatát preferálják villámvédelmi célú földelések készítésénél, mivel elősegíti a talajban a hatásos potenciálkiegyenlítést. [8]

Másrészt mivel a bolt épülete teljes egészében körüljárható, így nem okozhat gondot a „B” típusú földelő telepítése.

A földelőkre vonatkozó, a szabvány által meghatározott minimális – számított – hosszúságot a 15. ábráról olvashatjuk le.



15. ábra A földelő minimális számított hosszúsága [8]

LPS III és LPS IV esetén ez az érték 5 m.

A földelő számított hosszúsága megadja, hogy a földelő szétterjedési ellenállása milyen hosszú „A” típusú, vízszintes földelővel mondható egyenértékűnek. [8]

„B” típusú földelő esetén a számított hosszúságot a következő képlettel számolhatjuk ki:

$$l = \sqrt{A}$$

ahol A a földelő által közrezárt terület m^2 -ben megadva. [8]

Az eredeti épület területe: $20,56 \text{ m} * 13,14 \text{ m} = 270,16 \text{ m}^2$.

A bővítmény területe: $10,45 \text{ m} * 21,05 \text{ m} = 219,97 \text{ m}^2$.

A szociális blokk területe pedig: $7,57 \text{ m} * 4,65 \text{ m} = 35,2 \text{ m}^2$.

Ezek alapján a terület:

$$A = 270,16 \text{ m}^2 + 219,97 \text{ m}^2 + 35,2 \text{ m}^2 = 525,33 \text{ m}^2$$

Amiből a számított hosszúság:

$$l = \sqrt{525,33 \text{ m}^2} = 22,92 \text{ m}.$$

Mivel $5 \text{ m} < 22,92 \text{ m}$, így a „B” típusú földelő eleget tesz a számított hosszúságra vonatkozó követelménynek.

A „B” típus földelőre vonatkozóan kiválasztott típusmegoldás a TS0119.

TS0119			
Megnevezés	Típus	Méret	Cikkszám
körvezető	RD 10-V4A	10 mm	5021642
keresztösszekötő	253 8-10 V4A	60x60	5312582
adalék 25 kg zsákos kiszerelés	OEC 25	25 kg	5009200

19. táblázat A TS0119 típusmegoldás tartozékai [11]

A huzal anyaga rozsdamentes acél, átmérője 10 mm. Ez megfelel az MSZ EN 62305-ös szabvány által támasztott méretkövetelménynek. A kiírás részét képezi továbbá egy földelésjavító adalékanyag, ami a földelő szétterjedési ellenállásának értékét hivatott csökkenteni. [11]

A „B” típusú földelőt úgy kell telepíteni, hogy felszín alatt minimum 0,5 m-es mélységben legyen – hazai viszonylatban javasolt az 1m –, és mindenhol tartson 1 m-nél nagyobb távolságot a védendő épület falaitól. [8]

A levezető és a földelő csatlakoztatásánál több szempontot is figyelembe kell venni. Egyrészt minden ilyen csatlakozásnál – lévén esetünkben mesterséges levezetőkről és földelőről beszélünk – vizsgáló összekötőt kell létesíteni, ami mérési helyként funkcionál. [8] Másrészt a levegő-talaj határon átmenő vezetők korrózióvédelmének megerősítéséről gondoskodni kell, olyan módon, hogy ez 30 cm hosszon mind a levegőn, mind a talajban megtörténjen. A földelő-csatlakozórúd alkalmazása ezt lehetővé teszi. [8]

A TS0042 típusmegoldás ezekre nyújt megoldást.

TS0042			
Megnevezés	Típus	Méret	Cikkszám
vizsgáló összekötő	223 DIN ZN	8-10 mm x 16	5335205
rúdtartó (földelő-csatlakozórúdhoz)	113 Z-16	16 mm	5412609
földelő csatlakozórúd	204 KS-2500	2500 mm	5430062

20. táblázat A TS0042 típusmegoldás tartozékai [11]

Ez a típusmegoldás 8-10 mm átmérőjű levezetőhuzalhoz tudja hozzácsatlakoztatni az összesen 2,5 m hosszúságú, felső 1,5 méteren 16 mm átmérőjű, alsó 1 méteren pedig 10 mm átmérőjű csatlakozórúdat egy vizsgáló összekötőn keresztül. A földelő-csatlakozórúd megerősített korrózióvédelmét PVC-bevonat látja el, a felső 1,5 méteren és az alsó 1 méteren is 40 cm hosszúságban. Vagyis a PVC bevonat összesen 80 cm-en védi a rudat. A földelő-csatlakozórúd anyaga tűzihorganyzott acél. A talajban a csatlakozórúd és a „B”

típusú földelő huzalja összeköthető például a 5312310 cikkszámú keresztösszekötővel.

[11] Az 1. mellékletben található felülnézeti villámvédelmi rajzon a földelő-csatlakozórudak jelölése: F1-F6.

A kiválasztott típusmegoldásokban szereplő anyagok és alkatrészek a cikkszámok megadásával megtekinthetők az OBO honlapján, vagy böngészhetők a [17] számmal hivatkozott katalógusban.

Zárásként itt foglalom össze néhány szóban a veszélyes érintési feszültség (ÉF) és lépésfeszültség (LF) elleni védekezés módszereit. Érintési – és lépésfeszültség kialakulásával a levezetők, a földelőrudak, valamint a levezető és földelőrendszer csatlakozási pontjainak közelében számolhatunk. ÉF és LF ellen is megfelelő védelmet biztosít a talajfelszín villamos szigetelése 5 cm vastag aszfalt vagy 15 cm vastag kavicsréteg segítségével. Érintési feszültség ellen védekezhetünk a levezető szigetelésével, amelynek a talajfelszíntől számított 2,5 méteres magasságig kell a levezetőt borítania. A lépésfeszültség ellen megfelelő védelmet nyújthat a „B” típusú földelő használata. [8]

9. BELSŐ VILLÁMVÉDELMI RENDSZER TERVEZÉSE

A belső villámvédelem részét képezi a veszélyes megközelítés elleni védekezés (biztonsági távolság betartása) és a potenciálkiegyenlítés. Mindkét módszer a másodlagos kisülések kialakulásának megakadályozását szolgálja. [16]

Az „s” biztonsági távolság számításáról már szó volt a levezetőrendszer bemutatásánál. Lényege, hogy a villámvédelmi rendszer részei helyezkedjenek el a védendő épület vezetőképes részeitől annyira távol, hogy másodlagos kisülés ezen részek között már ne jöhessen létre. Alapvetően ezt a másodlagos kisülések elleni védelmi módot részesítik előnyben, és csak akkor következik a villámvédelmi potenciálkiegyenlítés, ha a biztonsági távolság betartása kivitelezhetetlen. [16]

A villámvédelmi potenciálkiegyenlítés keretében mind a fémszerkezeteket egymással, mind a fémszerkezeteket a földelőrendszerrel össze kell kötni. Az összeköttetésnek mind a célja, mind a kivitelezése más, mint a hibavédelmi célra kialakított EPH hálózaté, és ezt nem szabad elfelejteni! [16]

A villámvédelmi potenciálkiegyenlítő hálózat részeként a villámvédelmi földelőrendszert össze kell kötni az egyéb célú földelésekkel és a védett objektum fém szerkezeteivel is. Utóbbival az összeköttetést a talaj szintjén, vagy ahhoz nagyon közel kell megvalósítani. Ez 3 módon alakítható ki: közvetlenül, szikraközön, vagy SPD-n keresztül. [8]

9.1. Túlfeszültségvédelem

Túlfeszültséget okozhatnak a villámcsapások által generált elektromágneses impulzusok, amelyek negatív hatást gyakorolhatnak az épületekben található gyenge – és erősáramú rendszerekre. Gyengeáramú alatt jelen esetben az elektronikus rendszereket értjük, míg erősáramú alatt a villamos rendszereket. [8]

Ezek a túlfeszültség-impulzusok rendkívül rövid idejűek, – fennállási idejük nem haladja meg az 1 ms-ot – viszont csúcserőértékükre jellemző, hogy:

$$\hat{U}_{imp.} = 3 - 5 * \hat{U}_{üzemi}.$$

Azaz 3-5-szöröse az üzemi feszültség csúcserőértékének. Rövid fennállási idejük és értékük miatt ezeket tranziens túlfeszültségimpulzusnak nevezzük. [8]

Védekezni ellenük a villámvédelmi zónakoncepció használatával lehet. A villámimpulzus csatolás révén tud kárt tenni a rendszereinkben, ezért a csatolás mértékét csillapítani kell egy olyan szintig, amit a villamos és elektromos rendszereink már képesek meghibásodás nélkül elviselni. [8]

Csatolás bekövetkezhet akkor, ha a védendő épület egyik csatlakozóvezetékét, vagy egy hozzá közeli építményt éri villámcsapás (vezetékes csatolás), de akkor is, ha közeli villámcsapás mágneses tere fejt ki hatást a rendszerre (mágneses csatolás). [8]

A tranziens túlfeszültségimpulzusokkal szembeni védekezőképességet a készülékek, berendezések lökőfeszültség-állóságával definiálhatjuk. A villámvédelmi zónakoncepció értelmében a csatlakozási ponton a ΔU legyen olyan értékű, ami nem okoz kárt a készülékekben, berendezésekben.

Az MSZ HD 60364-4-443-as szabvány alapján 4 lökőfeszültség-állósági osztályt különböztetünk meg I-IV sorszámokkal. [16] Minden osztályhoz tartozik egy névleges lökőfeszültség-állásági érték, ezeket a 21. táblázat tartalmazza:

Osztály	Érték
IV	6 kV
III	4 kV
II	2,5 kV
I	1,5 kV

21. táblázat Lökőfeszültség-állásági értékek az osztály függvényében [16]

A IV. osztályba tartoznak a táppontban lévő szerkezetek (pl. fogasztásmérő), a III. osztályba az elosztóáramkörök és végáramkörök részei (pl. csatlakozóaljzatok), a II. osztályba a különféle készülékek (pl. háztartási vagy hordozható), az I.-be pedig a túlfeszültségimpulzusokra legérzékenyebb eszközök és berendezések. [8]

Mivel többféle lökőfeszültség-állósági osztály van, evidens, hogy villámvédelmi zónából is többnek kell lennie egy épületen belül. Ezek számozása 0-3 között változik, és minél nagyobb a sorszám, annál jobb védelmet biztosít a zóna a benne elhelyezkedő berendezéseknek. [8]

A túlfeszültségvédelmet az alábbi intézkedések kombinációjával lehet biztosítani:

- megfelelően kialakított földelőrendszer megléte,
- potenciálkiegyenlítés, amelynek két része van:
 - összekötő hálózat létesítése (a védendő épület vezetőképes részeit kapcsolja össze a földelőrendszerrel),

- és koordinált túlfeszültség-védelem (túlfeszültség védelmi eszközök alkalmazása).
- elektromágneses árnyékolás,
- nyomvonalkialakítás (a védendő építmény vezetőképes hálózatait érinti). [16] [8]

A gyakorlatban a felsorolt intézkedések közül a potenciálkiegyenlítésnek (és természetesen a földelőrendszer meglétének, melynek fontosságát a külső villámvédelemnél már megismertük) van nagy jelentősége. [8]

A túlfeszültség védelmet ellátó készülékek működési elve az, hogy normál körülmények között szigetelőként viselkednek, a villámcsapás következtében kialakuló túlfeszültségre viszont vezető állapotba kerülnek, ezzel biztosítva, hogy a rendszerben különböző potenciálok ne jelenhessenek meg. [16]

Külön csoportot alkotnak az erősáramú és a gyengeáramú SPD-k. Előbbieket típusokba, utóbbiakat kategóriákba sorolják, ezek összefoglalását a 22. táblázat tartalmazza. [16]

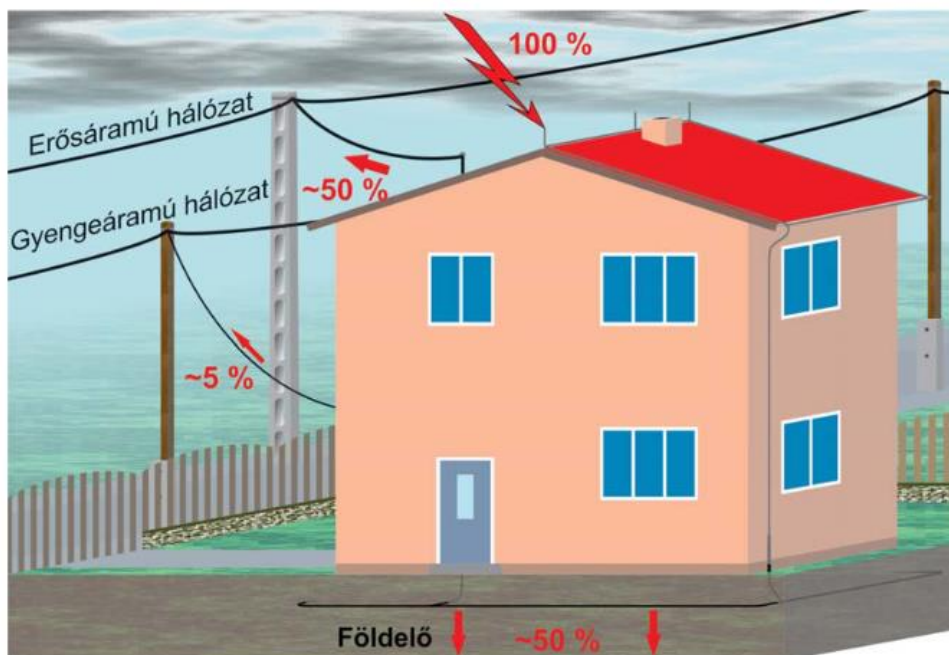
Erősáramú SDP	Gyengeáramú SPD	Beépítési hely
1. típus	D. kategória	LPZ 0/1 zónahatár
2. típus	C. kategória	LPZ 1/2 zónahatár
3. típus	C. kategória	LPZ 2/3 zónahatár

22. táblázat Villámvédelemben használt SPD-k csoportosítása [16]

Az SPD-k méretezésének alapja az az áramimpulzus nagyság, ami a beépítési helyen jelenhet meg. A legkedvezőtlenebb esetet alapul véve, amikor a védendő épület közvetlen villámcsapást szenved, a szabvány szerint a következő modellt lehet alapul venni az SPD-k kiválasztásánál:

- az LPZ 0/1 zónahatáron megjelenő villámáramot 100%-nak vesszük,
- a távoli földpotenciál felé folyik:
 - ~50% az erősáramú csatlakozóhálózaton keresztül,
 - ~5% a gyengeáramú csatlakozóhálózaton keresztül.
- a maradék közel ~50% pedig a földelőn keresztül jut a talajba. [16] [8]

Ezt a modellt szemlélteti a 16. ábra.



16. ábra A villámáram megoszlásának modellje [8]

Külön kell tehát tárgyalni az erősáramú és a gyengeáramú hálózatok SPD-kkel történő védelmét és a méretezést.

Elsőként nézzük az erősáramú hálózatokat!

Az LPZ 0/1-es zónahatárnak általában tekinthetjük az épület főelosztóját, amibe így 1. típusú SPD-t kell beépíteni. Ennek méretezéséhez elsőként azt kell megállapítani, hogy a készüléknek mekkora villámáram levezetését kell biztosítania. Ehhez a kiindulási információ a maximális villámáram csúcsérték, amit adott SPM fokozathoz rendelnek.

Villámvédelmi szint	LPS fokozat	SPM fokozat	Villámáram maximális csúcsértéke
LPL I	LPS I	SPM I	200 kA
LPL II	LPS II	SPM II	150 kA
LPL III	LPS III	SPM III	100 kA
LPL IV	LPS IV	SPM IV	100 kA

23. táblázat Maximális villámáram csúcsérték a villámvédelem szintjéhez rendelve [8] [16]

A Coop ABC villamos csatlakozóvezetéke a villanyóráig TN-C rendszerű, ami L1, L2, L3 és PEN vezetők meglétét jelenti. A kockázatkezelés alapján kiválasztott villámvédelmi szint LPL III-IV, amihez SPM IV fokozat tartozik 100 kA-es maximális villámáram csúcsértékkel. A 16. ábrán szemléltetett modell szerint ennek 50%-a folyik az erősáramú csatlakozóvezetéken keresztül, vagyis 50 kA. Ennek egynegyede jut

minden vezetőre, ami 12,5 kA-t jelent. TN-C rendszerű hálózatban az SPD 3 pólusból áll, ezért a minimális levezetőképesség $3 \cdot 12,5 \text{ kA} = 37,5 \text{ kA}$. [8]

A bolt hibavédelmét TN-S rendszer biztosítja.

A főelosztóba telepített SPD kerülhet a méretlen és a mért oldalra is, de az OBO ajánlása szerint érdemesebb a mért oldalra telepíteni, mivel ez már nem a hálózati engedélyes fennhatósága alá tartozik. Ezzel kiküszöbölhető az összetűzés a hálózati engedéllyessel, – hiszen a méretlen oldalon az ő engedélyéhez kötött az SPD-k beépítése – és biztosítható az is, hogy az SPD állapota rendszeresen ellenőrizhető legyen, maga a készülék pedig szükség esetén bármikor cserélhető. [8]

A fent leírtak miatt – és mert a zónahatárokon befelé haladba egyre érzékenyebb berendezéseket és készülékeket találunk – én a következő javaslatokat teszem a túlfeszültségvédelmi készülékek kiválasztására: [17]

Zónahatár	OBO TS típusmegoldás
LPZ 0/1	TS0196
LPZ 1/2	TS0198
LPZ 2/3	TS0243

24. táblázat Zónahatárokhoz kiválasztott típusmegoldások [11][17]

A TS0196 típusmegoldás 1.+2. típusú SPD-t ajánl a III.-IV. fokozatú LPS-sel védett, 3 fázisú TN-S rendszerű épületekhez, melynek levezetőképessége pólusonként 12,5 kA (10/350 μ s), összesen pedig 50 kA (10/350 μ s). [11] [17]

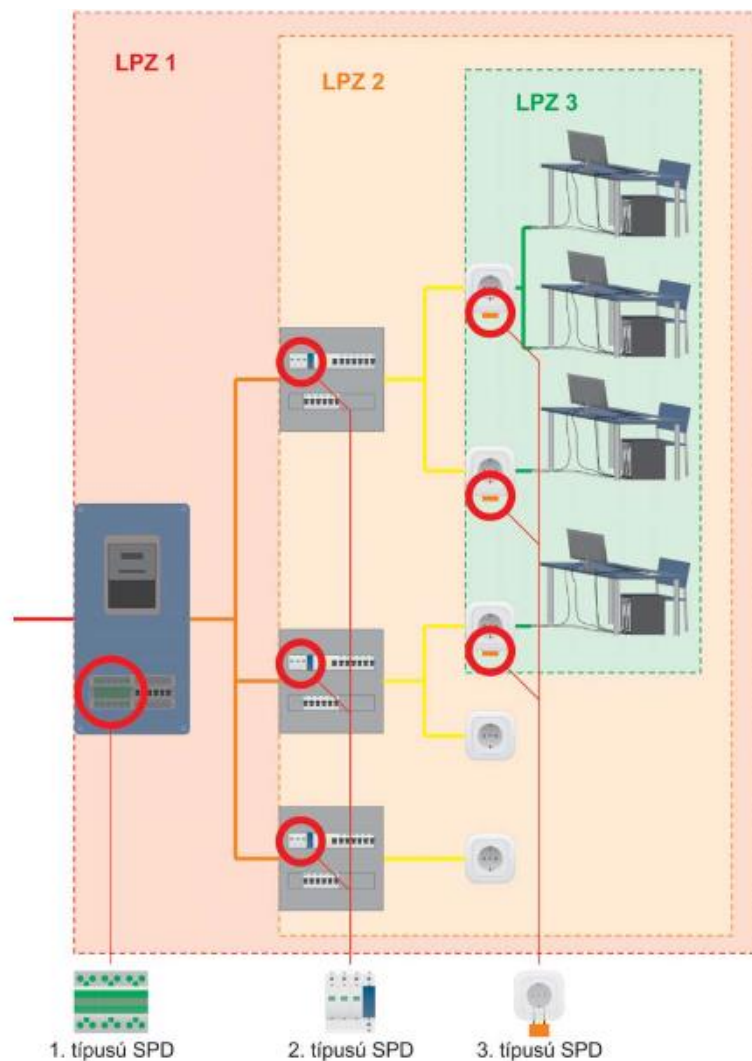
A TS0198-as típusmegoldás 2. típusú SDP-t ajánl 3 fázisú TN-S rendszer védelméhez maximum 40 kA-es levezetőképességgel (8/20 μ s). A készülék fő- és alelosztókba egyaránt telepíthető. [11] [17]

A TS0243 típusmegoldás 3. típusú SDP-t kínál 1 fázisú TN-S rendszerekhez, maximum 6 kA-es levezetőképességgel (8/20 μ s). A készülék szerelvény mögé építhető, és minden installációs rendszerhez használható. [11] [17]

TS azonosító	Megnevezés	Típus	Cikkszám
TS0196	Combi Controller V50	V50-3+NPE-280	5093526
TS0198	Surge Controller V20	V20-3+NPE-280	5095253
TS0243	túlfeszültségvédelmi modul	ÜSM-A	5092451

25. táblázat Típusmegoldásokhoz rendelt készülékek [11]

Az erősáramú SPD beépítésének általános helyeit a 17. ábra mutatja be.

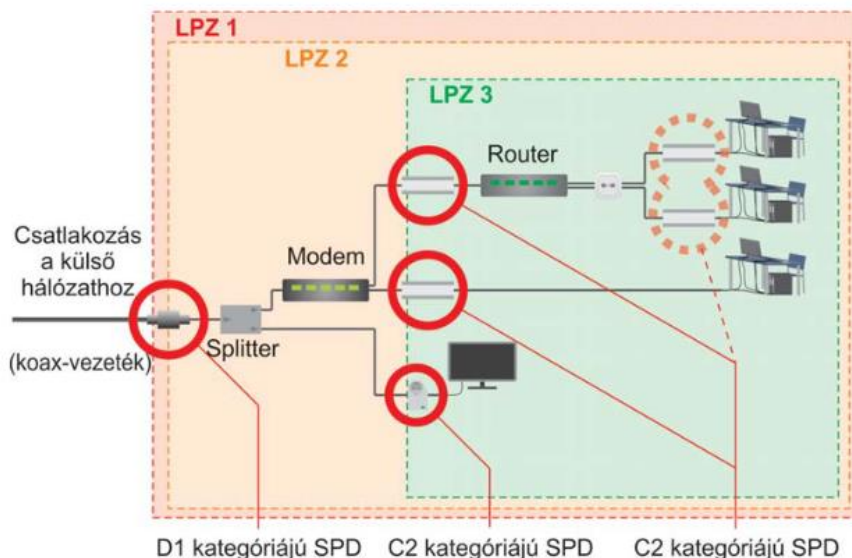


17. ábra Erősáramú SPD-k beépítése [8]

A gyengeáramú hálózatok túlfeszültségvédelme nagyban eltér az erősáramú rendszerekétől, mivel a beépítésre kerülő SPD-k befolyásolhatják a rendszerek fizikai minőségét. Elsősorban az informatikai rendszerek jelátvitelének minőségét befolyásolhatják kedvezőtlen irányba. [8] A 16. ábra szerinti méretezésnél a gyengeáramú csatlakozóhálózatnak a villámáram csúcsértékének 5 %-át kell elviselnie, ami az SPM IV fokozathoz rendelt 100 kA-es maximális villámáram csúcsérték esetén 5 kA-t jelent.

A bolt esetében a hírközlési csatlakozás föld alatt, koax kábelrel valósul meg az épület DNY-i oldalán. Az OBO ajánlása szerint amennyiben nagyobb üzembiztonságot szeretnénk elérni, és ezt az épület mérete is indokolja, nem elegendő a csatlakozási ponton D kategóriájú SPD-t telepíteni, hanem ezt érdemes kiegészíteni C kategóriájúval is egy másik zónahatáron. [8]

A koax kábeles csatlakozás túlfeszültség védelmére ad példát a 18. ábra.



18. ábra Koax kábeles csatlakozás túlfeszültségvédelme általános esetben [8]

Az OBO TS ajánlását gyengeáramú hálózatok védelmére a 26. táblázat tartalmazza:

TS azonosító	Megnevezés	Típus	Cikkszám
TS0200	védőkészülék	DS-F M/W	5093275
TS0477	Net Defender, alapvédelem	ND-CAT6/E-B	5081804
TS0515	Net Defender	ND-CAT6A/EA	5081800

26. táblázat Gyengeáramú hálózatok védelme az OBO TS szerint [11]

A TS0200 típusmegoldás egy D kategóriájú SPD-t tartalmaz, mely koaxiális csatlakozású hálózatok alapvédelmét tudja ellátni. Levezetőképessége: $2 \times 2,5 \text{ kA}$ (10/350 μs). [11]

A TS0477 típusmegoldás szintén egy D kategóriájú SPD-t ajánl, mely adatátviteli védelmet képes ellátni nagysebességű hálózatokon. [11]

A TS0515-ös számú típusmegoldás C1+C2 kategóriájú SPD-t ajánl az LPZ 1/3 zónahatárra nagysebességű hálózatok adatátvitelének védelmére. [11]

Tekintettel arra, hogy a Coop ABC villamos és gyengeáramú hálózatának felépítéséről nem kaptam konkrét adatokat, a védelem tervezésével kapcsolatban csupán általános javaslatokat tudok tenni.

10. ÖSSZEFOGLALÓ

Szakdolgozatomban a Fehérgyarmati járás Tunyogmatolcs községében található Coop ABC MSZ EN 62305-ös szabvány (2. kiadás, 2011, 2012) szerinti villámvédelmének elkészítésével foglalkoztam. A témaválasztás indoka a bolt bővítése volt, amely érintette a meglévő villámvédelmi rendszert is. Mivel a bővítés az eredeti alapterület 40%-át nem érte el, és nem történt rendeltetésváltozás sem, így a tulajdonos döntése értelmében az MSZ 274-es szabvány szerinti villámvédelem maradt kialakítva a bolton, ami lehetőséget adott számomra a norma szerinti villámvédelem megtervezésére.

Ennek első lépéseként az OBO ViKoP programmal elkészítettem a bolt kockázatkezelését, amelynek végeredménye szerint az R1 kockázat értéke nagyobbra adódott, mint a jogszabályban és szabványban meghatározott érték. Emiatt LPS IV fokozatú villámvédelmi rendszer tervezése mellett döntöttem. A kockázatkezelés megtekinthető a 20210926PBKY projektazonosító megadásával az OBO ViKoP oldalon. Következő lépésként elkészítettem az épület 3D modelljét, és hozzá a gördülőgömböt, amit az egyik felfogóhoz hozzáérintve, a gömb pozíciójának folyamatos változtatásával ellenőriztem, hogy a bolt épülete – a kéményt is beleértve – teljesen a védett térbe került-e. A megfelelően kiválasztott magasságú felfogórudakkal ezt a célt sikerült elérni.

Az épület alakja miatt a szükséges 6 db levezető elhelyezése nem volt problémamentes, de törekedtem az egyenletes elhelyezésre.

A földelőrendszer tervezésekor a „B” típusú földelő kiválasztása mellett döntöttem.

Az OBO TS program segítségével kiválasztottam a szabványnak és a célnak megfelelő eszközöket és anyagokat. A kiválasztott típusmegoldások megtekinthetőek a 20211201ZTLT projektazonosító megadásával az OBO TS honlapján.

A villámvédelem rajza az 1. mellékletben található.

A belső villámvédelem tervezésénél általános szempontokat vettem figyelembe, lévén az épület villamos és elektromos hálózataról nem rendelkezem kellő mennyiségű információval.

A szakdolgozat célja a tervezés mellett az volt, hogy tudásomat elmélyítsem a villámvédelem témakörében, amelyről úgy érzem, sikeresen megvalósult.

11. SUMMARY

In my thesis I was engaged in the preparation of the lightning protection system of Coop ABC according to MSZ EN 62305 standard (2nd edition, 2011, 2012) in the village of Tunyogmatolcs in the district of Fehérgyarmat. The choice of topic was caused by the expansion of the store, which also had an impact on the existing lightning protection system. Since the enlargement has not reached 40% of the original floorspace, according to the owner's decision lightning protection according to the MSZ 274 standard remained established on the store. That has given me the opportunity to design lightning protection MSZ EN 62305 (2nd edition, 2011, 2012) standard.

Firstly, I prepared the risk management of the store with OBO ViKoP. According to the result, the value of R1 risk was higher than the value specified in law and in the standard. Therefore I decided to design LPS IV level lightning protection system. Risk management can be viewed by entering the 20210926PBKY project ID on the page of OBO ViKoP. As the next step I made the 3D model of the building and add the rolling sphere. I touched it to one of the air-termination rods. I changed the position of the rolling sphere continuously to see if the building, including the chimney, was completely in the area protected from direct lightning strikes. With the appropriately selected air-termination rods, this goal was achieved.

Due to the shape of the building, the placement of the required 6 pieces of down-conductor was not so easy, but I tried to place them equally.

When designing the earth-termination system, I decided to choose type B earth electrodes. With the help of OBO TS I have selected the tools and materials appropriate to the standard and purpose. Selected solutions can be viewed by entering the 20211201ZTLT project ID on the page of OBO TS.

The plan of lightning protection system is in annex 1.

In the design of internal lightning protection system I took general considerations, since I did not have enough information about the electrical network of the building.

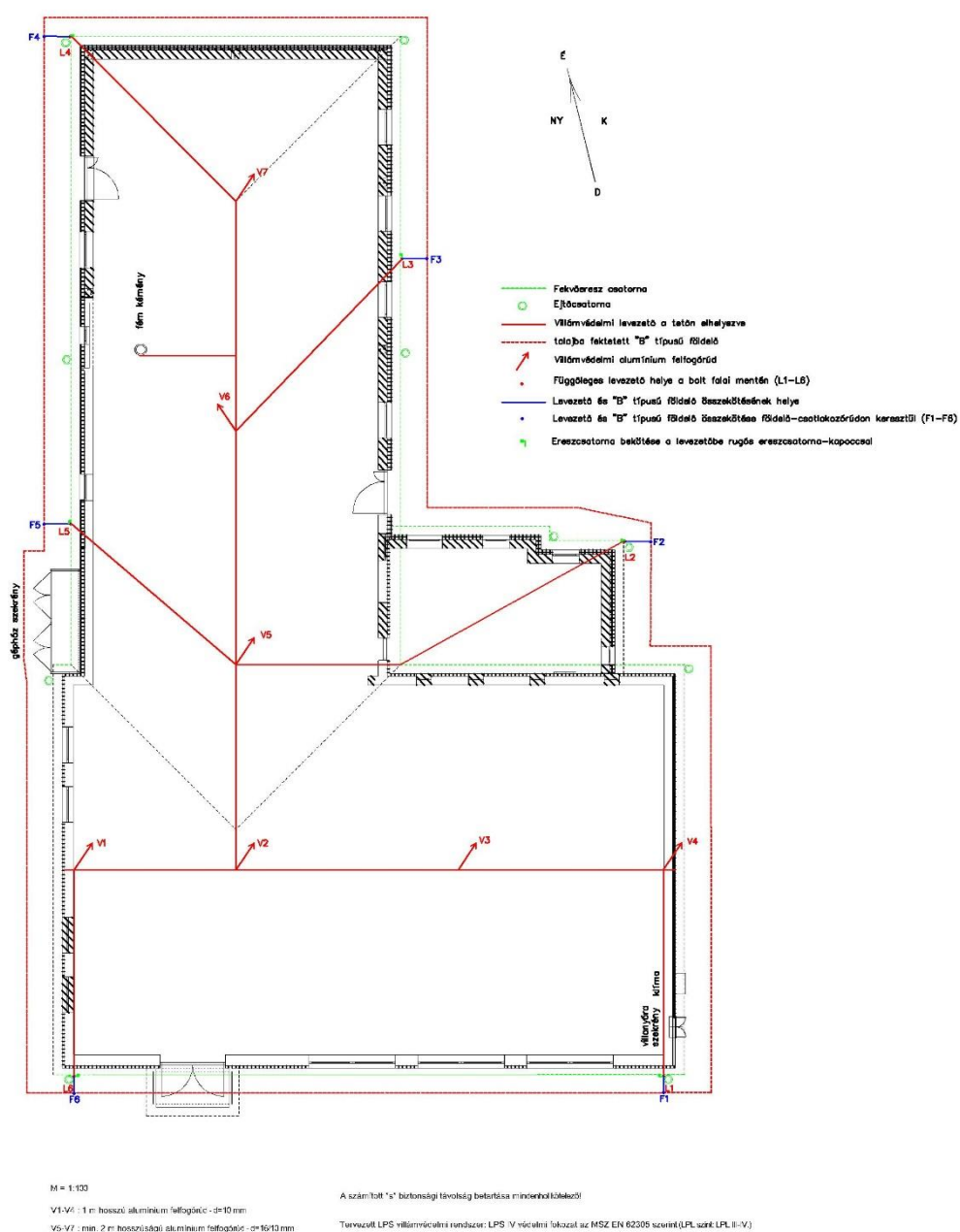
The purpose of the thesis was also to deepen my knowledge in the topic of lightning protection, which I feel successfully realized.

12. HIVATKOZÁSOK

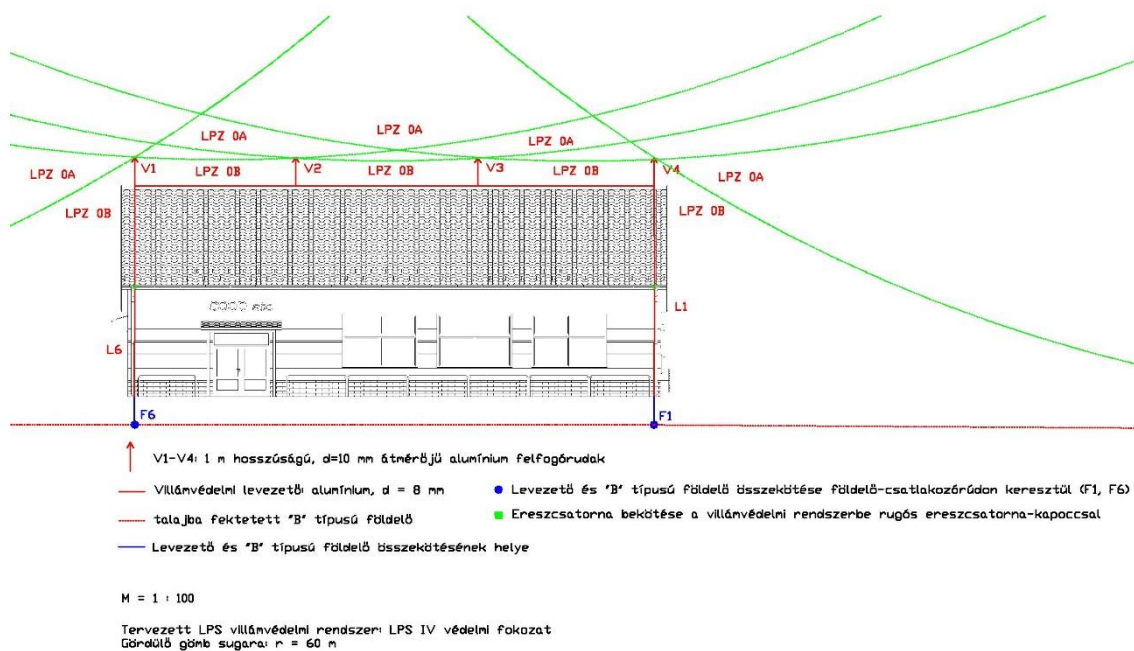
- [1] Magyar Elektrotechnikai Egyesület, Dr. Horváth Tibor, Villámvédelem, felülvizsgálók tankönyve, 1997
<https://docplayer.hu/5732501-Magyar-elektrotechnikai-egyesulet-villamvedelem-felulvizsgalok-tankonyve-dr-horvath-tibor.html>
- [2] DEHN, https://www.dehn.hu/sites/default/files/media/files/gyik2016_04_0.pdf
- [3] 54/2014. (XII. 5.) BM rendelet az Országos Tűzvédelmi Szabályzatról, <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1400054.bm>
- [4] DEHN, <https://www.dehn-international.com/sites/default/files/media/files/lpg-2015-e-complete.pdf>
- [5] OBO ViKoP, <https://www.obovikop.hu/#/>
- [6] OBO ViKoP Villámvédelmi kockázatkezelés, https://www.obovikop.hu/Vill%C3%A1mv%C3%A9delmi%20kock%C3%A1za%20kezel%C3%A9s_0516.pdf
- [7] Tűzvédelmi Működési Irányelv, <https://katasztrofavedelem.hu/application/uploads/documents/2019-12/67056.pdf>
- [8] Kruppa Attila: Villámvédelem a gyakorlatban, https://www.obots.hu/Villamvedelem_2013_online.pdf
- [9] MSZ EN 62305-ös szabvány (2. kiadás, 2011, 2012)
- [10] Lindab cserepeslemezek, termékkatalógus, <http://www.lindab.com/hu/Documents/Profil/Topline/LPA/Topline-cserepeslemez-muszaki-katalogus.pdf>
- [11] OBO TS, <https://www.obots.hu/#/>
- [12] Magyar Szabványügyi Testület – Szabványkereső, <https://ugyintezes.mszt.hu/search>
- [13] A Coop ABC tulajdonát képező rajzból készített, saját átdolgozású ábra
- [14] A Coop ABC tulajdonát képező fénykép
- [15] Saját készítésű ábra, táblázat
- [16] Dr. Novothny Ferenc (PhD), Villamosenergia-ellátás II, 1. kötet Villamos biztonságtechnika, Budapest, 2011, ÓE KVK 2079/I.

- [17] OBO TBS Katalógus 2016 – Túlfeszültség- és villámvédelem,
https://www.obo.hu/out/media/Katalog-TBS_hu_2016.pdf

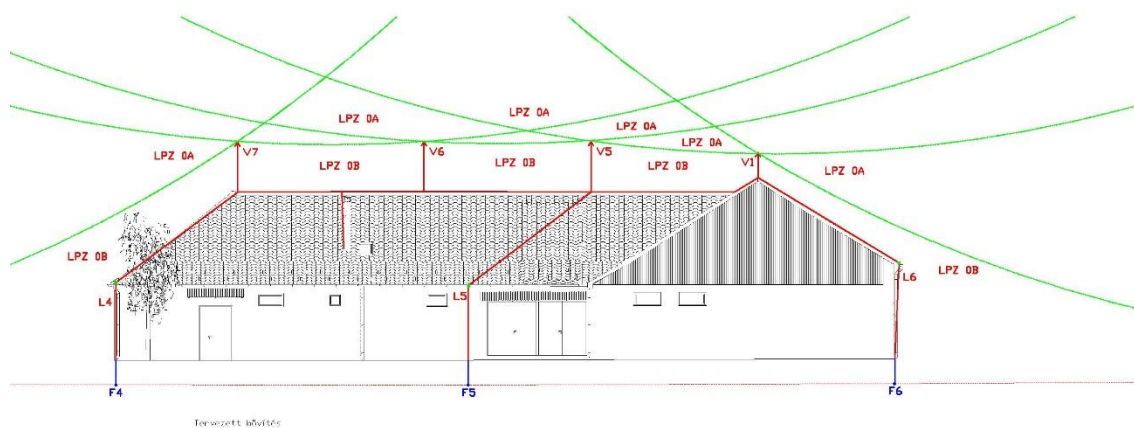
1. melléklet – Felülnézet



2. melléklet – DNY-i oldal



3. melléklet – ÉNY-i oldal



- ↑ V5-V7: min. 2 m hosszúságú, d=16/10 mm átmérőjű alumínium felfogórúdak és V1: 1 m hosszúságú d=10 mm átmérőjű alumínium felfogórúd
- Villámvédelni levezető alumínium, d = 8 mm
- Levezető és "B" típusú földelő összekötése földelő-csatlakozórúdon keresztül (F4-F6)
- talajba fektetett "B" típusú földelő
- Ereszcatorna bekötése a villámvédelni rendszerbe rugós ereszcatorna-kapoccsal
- Levezető és "B" típusú földelő összekötésének helye

M = 1 : 100

Tervezett LPS villámvédelni rendszer: LPS IV védelmi fokozat
Gördülő gömb sugara: $r = 60$ m