

Különleges épületek villámvédelme

2021. szeptember 16.

Bevezetés

Az Energetikai Szakkollégium GPK 150 emlékfélévének első előadása a pandémia után végre jelenléti formában tudott megvalósulni.

Az előadás témája a villámvédelem, azon belül is a különleges épületek vagy objektumok villámvédelmi rendszereire összpontosult. Az előadó Dr. Berta István Professzor emeritus volt.

Dr. Berta István Professzor emeritus erősáramú villamosmérnökként végzett a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen. Kutatott a BME Erősáramú Intézet Nagyfeszültségű Technika tanszékén, volt a BME Villamosmérnöki és Informatikus karának dékánhelyettese és tanszékvezetője is. 2002-től 2019-ig volt a BME Villamosenergetika Tanszék Nagyfeszültségű Technika és Berendezések Csoportjának vezetője. Több, mint 20 évig volt az 1948-ban létrejövő Budapesti Villámvédelmi iskola vezetője, valamint számos disszertáció, szakkönyv és publikáció szerzője.

Áttekintés

A jelen kor egyik nagy kihívása a villámvédelem. Világszerte találunk olyan épületeket, melyeknek méreteik vagy az elhelyezkedésük miatt különleges védelmi rendszerek kiépítését indokolják. Az előadás során szó volt a villámok kialakulásáról, tulajdonságairól, a villámvédelmi rendszerek fajtáiról és különlegességeikről is. Az előadás időkerete 75 perc volt.

Villámok kialakulása

A villám egy elektromos gázkisülés, de még inkább egy természeti csapás. Sok természeti jelenség következményeképpen jöhetnek létre, ezek között vannak elég különlegesek is. Ilyenek például homokviharban, vulkáni hamufelhőben, de akár gejzírek gőzfelhőjében kialakult villámok. Az erdőtüzek jelentős részét is villámcsapások okozzák. A leggyakoribbak azonban a zivatarok következtében kialakuló villámcsapások. Ez nem véletlen, hiszen zivatar létezésének egyetlen feltétele, hogy a légköri tevékenységet villámcsapás kísérje.

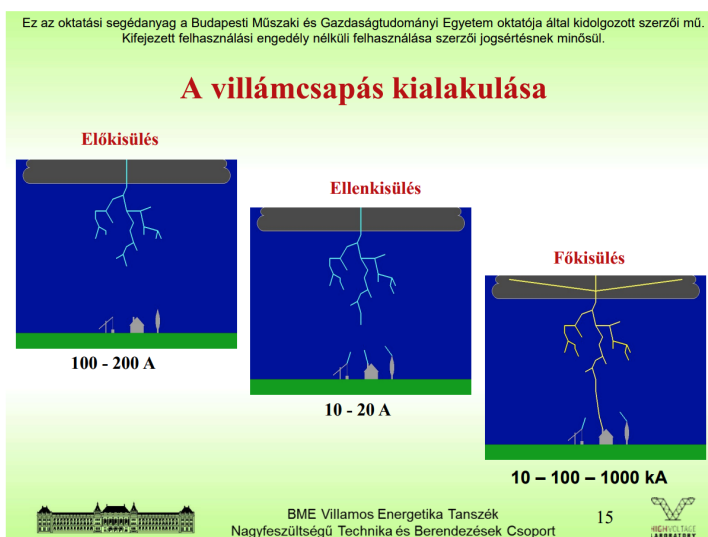


1. ábra: Villámok szerepe az erdőtüzekben



2. ábra: Villámcsapás egy homokvihharban

Két fő fajtája van a villámoknak. A felhő-felhő típusú és a felhő-föld típusú villám. A villámvédelmi szempontból fontos a felhő-föld villám, ami úgy alakul ki, hogy a légkörben a meleg, nedves levegő nagy sebességgel és erős turbulenciával áramlik felfele. Szélnyírások jelennek meg, melyek vízcseppeket és szilárd jégkristályokat tartalmaznak. A szélnyírások gyors irányváltztatásainak következményeképpen szupercellák alakulnak ki (forgó feláramlások). A **zivatarfelhőben** vízcseppek kicsapódnak (0 Celsius fok alatt jégkristályok), **töltés szétválasztódás jön létre**. Ezeknek a következményeképpen a felhő felső rétegeiből egy előkisülés indul el. Amikor az előkisülés feje nagyjából 200-300 méter távolságban van már a föld felszínétől, onnan több ellenkisülés indul el a felhő irányába. Amikor az előkisülés találkozik egy ellenkisüléssel, vezető plazmacsatorna jön létre, melynek ismertebb neve: villámcsapás. Fontos megjegyezni, hogy az áram iránya a villámcsapásnak nem a felhőtől vezet a föld irányába, hanem pont fordítva, a föld irányából tart a felhő irányába.



3. ábra: Villámcsapások kialakulása

Az előkisülés áramerőssége relatív kicsi, pár száz Amper maximum, az ellenkisülés még kisebb áramerősséggel rendelkezik, 10-20 A. Viszont a főkisülés (villámcsapás) áramerőssége akár a több ezer kA-es csúcsértéket is elérhetik. A villámcsapások túlnyomó többsége negatív töltésű, ami azt jelenti, hogy a felhőben szabadon mozgó töltések mennyisége csökken

Villámvédelem fajtái

Három fajta villámvédelmi rendszert különböztetünk meg. Létezik a külső, vagy másnéven primer, a belső (szekunder) és a preventív villámvédelem.

Primer (külső) villámvédelem

Az elsődleges (primer) vagy másnéven külső villámvédelem célja, hogy ne érje közvetlenül villámcsapás az adott létesítményt.

Az elsődleges villámvédelemet Franklin Benjamin találta fel, az első villámhárítóval egyetemben. Viszont a villámhárító működésére adott fizikai válasza tévesnek bizonyult.

A villámhárító szerepe lényegében az, hogy a villámnak 'felkínálunk egy biztonságos becsapási pontot' és egy biztonságos utat a villámáram levezetésére.

A villámhárítóval szeretnénk megvédeni az azt körülvevő létesítmény többi részét. Jóformán védett teret szeretnénk létrehozni. Az idők folyamán viszont a kutatások bebizonyították, hogy **nincs olyan, hogy védett tér**. Nem létezik olyan térrész egy adott objektumon belül, ami a villám **összes** káros hatásától védve van. Érdekesség, hogy sok esetben egy toronynál sem annak a csúcsába csap bele a villám, a közhiedelemmel ellentétben.

Belső (szekunder) villámvédelem

A szekunder vagy belső villámvédelem a villámcsapások másodlagos hatását hivatott kivédeni vagy minimalizálni.

Az érzékeny információs és kommunikációs készülékek és berendezések elterjedésével a szekunder villámvédelemnek egyre nagyobb a jelentősége és egyre jobban is ki vagyunk neki szolgáltatva. Lényegében az épületek belsejében elhelyezkedő, a túlfeszültségekre érzékeny objektumok védelmét jelenti a másodlagos villámvédelmi rendszerek.

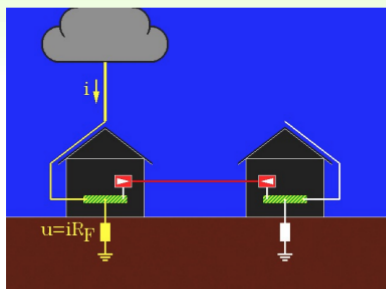
Többféle megoldás és csatolási mód létezik a villámcsapás által keltett túlfeszültségek elvezetésére. A három csatolási mód: a **konduktív**, **induktív** és **kapacitív** csatolás.

Újfatja megközelítési módja a szekunder villámvédelemnek a un. villámvédelmi zónák koncepciója, valamint a többfokozatú védelmi rendszer (a túlfeszültség elleni védelem 3 szintje) kialakítása.

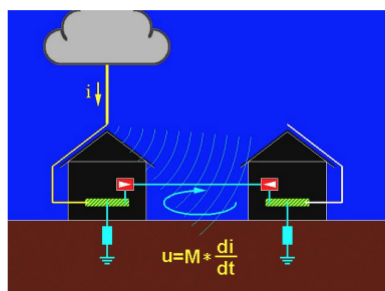
Ez az oktatási segédanyag a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem oktatója által kidolgozott szerzői mű. Kifejezett felhasználási engedély nélküli felhasználása szerzői jogsértésnek minősül.

CSATOLÁSI MÓDOK

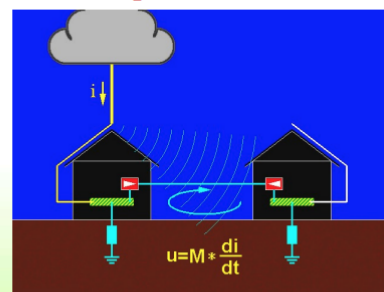
Konduktív csatolás



Induktív csatolás



Kapacitív csatolás



BME Villamos Energetika Tanszék
Nagyszűrésű Technika és Berendezések Csoport

32



4. ábra: Szekunder villámvédelem csatolási módjai

A szekunder villámvédelem újfajta megközelítése alapján alapvető hiányosságok merültek fel igényként. Emiatt többek között számszerűsíteni kell a villámvédelem védő hatását, mely összehasonlítási alapként szolgálhat a védett és védelem nélküli objektumok kitettségének, valamint a villámvédelmi rendszereket is össze kell hasonlítani költségeik szerint.

PMAS módszer

Az 1948-ben megalakult Budapest Villámvédelmi Iskola az elmúlt évtizedekben a villámkutatás és a villámvédelem egyik kiemelkedő központjává vált.

Dr. Horváth Tibor nevéhez fűződik a **PMAS** módszer/elmélet. A PMAS egy angol mozaikszó, jelentése: **P**robability **M**odulated **A**tttractive **S**pace theory. Vagyis: **valószínűséggel súlyozott vonzási tér**.

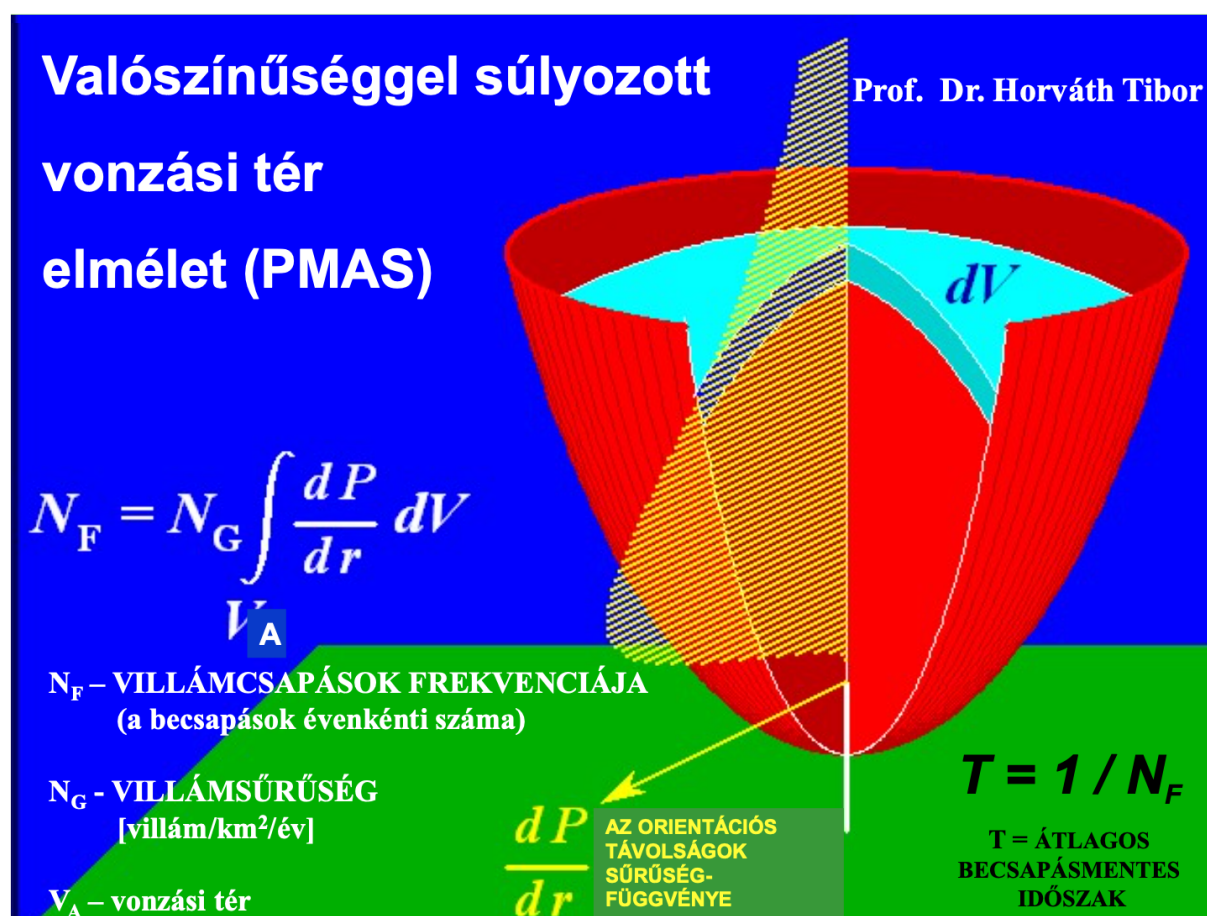
A PMAS módszer foglalkozik a kiépített villámvédelmet ellenőrző szerkesztési eljárással, a gördülő gömb módszerrel (RSM - Rolling Sphere Method), amely a világon elsőként a magyar szabványban jelent meg (MSZ 274-62). Vázolja az időben változó kockázatú objektumok villámvédelmére kialakított preventív villámvédelem (PLP - Preventive Lightning Protection) rendszerét.

A PMAS módszer kiindulási alapja, hogy a védett tér nem létezik, viszont van egy vonzási tér. Ez a vonzási tér meghatározható!

Vonzási tér meghatározása

A vonzási tér meghatározása lényegében a "villámcsapás valószínűségének meghatározása elméleti úton". A vonzási térrel számszerűsíthető a konkrét kockázat, valamint összehasonlíthatóak a különböző villámvédelmi rendszerek.

Egy adott objektum vonzási tere kiszámítható. A villámcsapás pontos helye az orientációs pontban (elő- és ellenkiszülés találkozásának helye) dől el. Ha az orientációs pont a vonzási térben helyezkedik el, akkor a vizsgált tárgyba csap bele.



5. ábra: Vonzási tér számítása

Kockázatszámítás

A villámcsapások frekvenciája a villámok évenkénti számát jelenti $N_F = N_G A_E$ [1/év] (ahol A_E az egyenértékű terület, amelyet minden évben ugyanannyi villámcsapás ér, mint a vizsgált objektumot). A kockázat $R = N_F \cdot P \cdot L$, ahol P az a valószínűség, amely megmutatja, hogy mekkora valószínűséggel okoz kárt a védendő objektumban a villámcsapás, L pedig a kár nagyságát jelenti (emberi életben és javakban) [Euro/év]

Preventív villámvédelem

A preventív villámvédelem lényegében a villámcsapások káros hatásainak speciális megelőző akciók révén való megakadályozása. Cél a károk és költségek csökkentése azáltal, hogy a megelőző intézkedéseket csak a zivatar idején alkalmazzuk. (tervezés, időzítés, végrehajtás).

Ilyen villámvédelemnek számítanak az olyan megelőző intézkedések, mint például az, hogy a repülőgépet zivatar idején nem tankoljuk, vagy tetőteraszok bezárása a zivatar idejében (még ha nem is teljesen nyitottak), de az űrrakéták fellövésének elhalasztása zivatar idejében is egy preventív villámvédelmi intézkedés (mint például a SpaceX Crew Dragon első emberes kilövésének első kísérlete)

Új villámvédelmi megoldások különleges objektumoknál

A közelmúltban megváltozott feltételek és igények miatt nagy hangsúlyt kapott néhány új kutatási eredmény, mely a különleges építmények és objektumok védelmét szolgálja. Emellett sajnos megjelentek olyan villámvédelmi megoldások is, amelyek figyelmen kívül hagyják a tudományos eredményeket, hatékonyságuk nem igazolható ilyen úton. Ilyen például az ESE (Early Streamer Emission) villámhárítók térnyerése.

Előtérbe kerültek a megújuló energiaforrásból áramtermelő létesítmények, a nagyobb feszültségű átviteli hálózatok, e-mobilitás és a smart megoldások. Az új kihívások új technológiai megoldásokat kívánnak.

A különleges villámvédelmi megoldások a nem szokványos geometriájú objektumoknál, különleges helyszínen elhelyezkedő létesítményeknél és a kiemelten érzékeny infokommunikációs technológiát használó berendezéseknél váltak fontossá.

Ilyen újfajta villámvédelmi megoldás lehet a rendkívül magas épületben tartozódó emberek preventív villámvédelme. Ez magában foglalja az olyan megoldásokat is, mint villámvédelmi táblák kihelyezése.

A nagyfeszültségű DC távvezetékeknek is különlegesebb a kialakítása, mint a hagyományos nagyfeszültségű AC társaiké, így azok is különleges villámvédelmi megoldásokat igényelnek, de a napelemparkok fizikai kiterjedésük miatt is különleges megoldásokat követelnek. A napelemparkokban ilyenfajta megoldás lehet a villámvédelmi oszlopok alkalmazása vagy a földelőháló kiépítése (primer védelem), de a csatlakozó berendezések kiegészítő épületekben való elhelyezésük villámvédelmi szerepet tölt be.

Domonkos Iván

Az Energetikai Szakkollégium tagja