

olvadt kristályokat is látni. A Vezúv hamujában is találunk, habár ritkábban, szintelen, éles, szögletreszeket, a melyek polározott fényben tökéletesen úgy viselkednek, mint a kvarcshomok.

A Vezúv hamujában horzsa-köre emlekeztető töredékeket, azaz hosszan elnyúló légbuborékkal telt üvegszilánkokat alig találni, míg a Krakatoa hamujának minden egyes darabja horzsa-kő jellemű.

Átlátszó, temérdek sok légbuborékkal telt üvegdarabok ezek, a melyekhez elvétve más vulkáni ásványból álló halmazok is sorakoznak, tömeges magnetittartalommal. A míg tehát a kriokonit, az izlandi hamu és a csáczai por az ú. n. száraz vulkáni termékek közül való, addig a Krakatoa a víz alatti vulkáni kistörések termékeit tünteti elő.

DR. WARTHA VINCZE.

A VILLÁMHÁRÍTÓ KELLÉKEI ÉS FÖLSZERELÉSE.

A villámnak s a villámokozta veszély elhárításának ma már, mondhatni, külön irodalma van. Megkísérlem az eddig szerzett tapasztalatoknak és ismereteknek *lényegét*, a legújabb irodalmi források alapján, egy cikkbe összeszerítva, röviden előadni.

Az őskor népeinek felfogása szerint a villám s a dörgés a haragvó Úr hatalmas szózata; a menyköcsapás boszúálló kezének munkája. Nem csodálom, hogy az őseink szent borzalommal rejtőzött el az ismeretlen erő elől, mikor a mai »vad ember« is csakúgy tesz. És a »művelt« vén Európának is hány lakója nem lát tisztábban e dologban. Hány vidéken, hány babonával (harangozással, szentelt barkával, lövésekkel stb.) igyekeznek ma is elhárítani árva fejökről a közelgő veszt! Még a felvilágosodott elme is bámulatba ejtő erőnyilvánulásnak tartja az említett tünetenyeket; de mihelyt lényegét megismerte, nem retteg többé tőle, sőt azon van, hogy a féktelen erőt ártalmatlanná tegye. S ebbeli fáradozása nem is egészen sikertelen.

Igen, a menyköcsapás kérdése napnapság már meglehetősen prózaivá vált. Statisztikai adatok alapján kiszámították, hogy a bejelentett villámcsapások okozta károk egyedül Németországban évenként 6—8 millió márkára rúgnak s hogy a számuk folyton-folyvást növekedvén, az utolsó száz év lefolyása alatt a veszély mintegy megháromszorozódott.

A villám tehát nemzetgazdasági tényező, még pedig ártalmas egy tényező. Védekezzünk ellene, a hogy tudunk!

Mindjárt az elektromos gép feltalálása után a vele foglalkozók közül többen azt a nézetet vallották, hogy a villám és a gép szikrája azonos tünetény, s hogy a kétféle szikra s az őket kísérő jelenségek csak quantitative különbözőnek egymástól. Akadtak olyanok is, a kik eme föltevés helyes voltát kísérletekkel igazolták. (Dalibard, Delor, Franklin 1752, de Romas 1753). A kísérlet abban állott, hogy közelgő zivartkor rézcúccsal fölszerelt papirosárcskányt eresztettek föl és a hosszú zsinog végére a talajtól elszigetelt vascsövet erősítették. Mikor az elektromos felhőből aláhullott eső a zsinogot jó vezetővé tette, a vascsőből csak úgy pattogtak az ölnyi hosszú szikrák. Hogy a gép szikrája és a villám egy s ugyanaz a dolog, ehhez már többé kétség sem fér; csakhogy míg a mi gépeink szikrája legfölsőbb 1 m. hosszú, a villám pedig 200—1000, sőt némelyek szerint 10,000 m. hosszú szikra. A villám lényegét ismervén, kérdés támad: *hogyan védekezzünk ellene?* A felelet ismeretes: állítsunk fel *villámhárítót*.

A villámhárító feladatát és szerkezetét meg nem érthetjük, ha a gépeink szolgáltatja elektromosságnak némely tulajdonságaival elébb alaposan meg nem ismerkedünk. Lássuk tehát elébb ezeket.

Az elmondandóknak könnyebb meg-

értése végett képzeljük, mintha az elektromosság valami rendkívül finom folyadék volna. Ez a feltevés nem felel ugyan meg a valóságnak, de nagyban megkönnyíti feladatunkat. Tapasztalatból tudjuk, hogy kétféle elektromosság van, pozitív és negatív, és hogy az egyfajta (pl. a pozitív) elektromos részecskék egymást taszítják, a különeműek pedig egymást vonzzák. Eme taszításnak szükségképeni eredménye az, hogy az elektromosság az egyik testről a vele érintkező nem elektromosra is átmegy, s ha mindkettő jó vezető, a testek felületén helyezkedik el, mert hiszen csak úgy lesznek az elektromos részecskék a körülményekhez képest lehető legnagyobb távolságban egymástól. Számtalan kísérlet bizonyítja a tényt: *a nyugvó elektromosság a testnek külső felületén foglal helyet.**

De hogyan oszlik meg az elektromosság a vezető felületén? Az elektromosság, a gömbfelület kivételével, nem oszlik el egyenletesen a felületen; egyik helyen több, másikon kevesebb az elektromosság; más szóval az elektromosság sűrűsége a felület különböző pontjain különböző. Erre vonatkozólag a számítás és a kísérlet a következő törvényt szolgáltatta: *az elektromos sűrűség annál nagyobb, mentől kisebb a felület kérdéses helyén a görbület sugara.* Ha tehát valamely határtalan felület görbületi sugara végtelen nagy (ilyennek vehetjük földünk felületét), akkor azon az elektromos sűrűség $= 0$, azaz a felületen nem mutatkozik elektromosság, és tényleg ha egy testet jó vezető közbenjárásával a Földdel összekötök, bármennyi elektromosságot közöljek is vele, nem lesz elektromossá.

* Így pl. már Faraday készítettett magának léczekből egy koczkalakú szobácskát, melynek falait stanióllal vonta be. A ketreczet egy nagy teremben állította fel, s maga ment be a ketreczbe egy igen érzékeny elektroszkóppal. De bármennyire töltötték is meg a ketreczet elektromossággal, készüléke bent sehol sem mutatta az elektromosságnak még csak a legkisebb nyomát sem. Hogy ez a tény nagyfontosságú, az magában világos.

Ellenkezőleg, ha a felület görbületi sugara végtelen kicsiny, — ilyen pl. valamely éles csúcson, tűnek a hegye, — akkor azon a sűrűség végtelen nagy. Ámde a taszítás törvénye szerint, a felületen elhelyezkedett elektromosság a felületre merőleges irányban akar távozni. A csúcson tehát az elektromosság nekifeszül a rossz vezetőnek, rendszeren a levegőnek, s ha feszültsége elegendő nagy, a csúcsból kiáramlik, mindaddig, míg az elektromosság lassanként mind el nem távozik. A most mondottakból tehát világos, hogy *éles csúcscsal felszerelt, elszigetelt test nem válhat elektromossá.* A csúcs eme hatása még fokozható is, ha a csúcsot a testnek oly pontjára illesztjük, melynek különben is nagy a görbületége.

A csúcsoknak fontos szerepök van az elektromos *megoszlás* jelenségében is. Ez tudvalevőleg abban áll, hogy az elektromos test a szomszédságában levő testeket is megelektromozza, noha velök közvetlenül nem is érintkezik. Ha üveglábon álló fémgolyót megtöltök pozitív elektromossággal, s melléje egy elszigetelt s két végén félgömbben végződő hengert állítok, az utóbbi is elektromossá válik, még pedig a golyó felé fordított végén ellenkező, tehát negatív, s a golyótól elfordított végén egynemű, tehát pozitív elektromossá. Az elsőt a golyó vonzza, a másikat taszítja. A golyót eltávolítván, vagy pedig kisütvén, a henger két fajta elektromossága azonnal kiegyenlítődik. Mi történik, ha a hengerre csúcsot illesztünk? Ha a csúcsot a golyótól elfordított végére illesztem, a golyótól taszított pozitív elektromosság azon kiáramlik s rajta marad a negatív, miközben a golyó állapota nem szenved változást. Ha ellenben a csúcsot a golyó felé fordult végére illesztem, az ellentétes elektromosságok vonzása következtében a hengernek negatív elektromossága a levegőn át a golyó felé áramlik.* A csúcstól valóságos légáram-

* Hasonló, bár gyöngébb hatásúak az élek, a füst; de a láng hatása felülmúlja a legjobb csúcset is.

lás indul meg. Ez az elektromos szél tünényé. Rövid idő múlva a hengernek negatív elektromossága egészen és a golyónak pozitív elektromossága részben eltűnik; kiegyenlítődtek az elektromos szél közbenjárásával, míg a pozitív a hengeren marad. Ha a henger összeköttetésben állott volna a Földdel, a pozitív is elveszett volna róla.

Ezt a kísérletet így is módosíthatjuk. Ha elszigetelt gömb közelébe a talajjal közlekedő tűt állítunk, nem leszünk képesek a gömböt elektromossággal megtölteni, szikra sem fog átpattanni a türe, mert a megoszlásból keletkező ellenkező elektromosság a tűn keresztül a gömbre áramlik s így ennek elektromosságát kiegyenlíti. Vagy más szóval, *csúcs közelében a testek elektromosságukat elveszítik*. Gondoljunk a gömb helyébe egy elektromos felhőt, a tű helyébe egy villámhárítót s akkor tisztán áll előttünk a villámhárító egyik fontos feladata, mely abban áll, hogy a *felhőnek és a megoszlás útján a ház födelébe húzott elektromosságnak feszültségét csökkentse, nehogy azok villám alakjában egyesüljenek*.

Csúcsok alkalmazásával a felhő elektromosságát tehát ártalmatlanná lehet tenni. Ez a gondolat először Franklin agyában szülemlett meg. Ugyanerre a gondolatra jött a cseh születésű Divisch Prokop is, ki Pranditzben (Znaïm mellett) pap volt, s ott már 1754-ben egy igen elmésen kigondolt, valóságos villámhárítót állított fel, melynek hatalmas villámoszlató hatásáról sok embernek volt alkalmja meggyőződni. De a találmány nem keltett figyelmet; a berlini akadémia még feleletre sem méltatta a hozzá beküldött munkát. Neve is feledésbe ment, és így Franklint tartjuk a villámhárító első feltalálójának, noha ő csak 1760-ban állította fel az első villámhárítót Philadelphiában.

A csúcsok hatásának ismerete azonban még nem elegendő; még egy más jelenséggel is meg kell ismerkednünk. A fentebb leírt kísérletben említett henger legyen közepén szétválasztható.

A golyóval közlök elektromosságot; ez oszlatólag hat a hengerre, a melyen tehát pozitív és negatív elektromosság keletkezik. Most a hengert ketté választom (de a távolság csak kicsiny legyen) s hirtelen eltávolítom a golyót. A megoszlást előidéző erő eltávolításának az lesz az eredménye, hogy a henger két-féle elektromossága szikra alakjában egyesül. A villámhárító szerkesztésében erre is kell gondolni. Mert ha pl. a ház felett álló felhőből egy másik felhőre, vagy közel a földre csap le a villám, a ház tetejéig vonzott elektromosság nagy-hirtelen visszaömlik a földre. Ez az *elektromos visszacsapás*, mely ép oly romboló lehet, mint a közvetlen villámcsapás.

A csúcsok oszlató hatása mellett is megeshetik, hogy a menykő beleit a villámhárítóba; gondoskodni kell tehát arról, hogy kártétel nélkül juthasson le a földre. Mikor az elektromosság hosszú vezetón ekként végigömlik, több nevezetes tünény következhetik be, melyeket kísérletileg lehet bemutatni. Így ha a vezető több ágra oszlik, az *elektromosság valamennyi ágban szétoszlik*, és ha ezek a mellékdrótok meg vannak szakítva, mindegyik helyen egy-egy szikra jelenik meg. Hogy mekkora lesz a szikra, az a kérdéses drót vezető-képességétől függ. Ha az egyik drót jobban vezet, több elektromosság ömlik rajta át, s így a szikra is erősebb lesz. Ámde efféle mellékvezetékek az épületben is lehetnek; ilyenek a gáz- és a vízvezeték csövei; gondoskodni kell tehát arról, hogy *oldallagos kísülés ne jöhessen létre, azaz*, hogy a villám reájok, mint jobb vezetőkre, át ne ugorjék. A vezetóban áramló elektromosság azonkívül a mellette lévő jó vezetőkben úgynevezett *gerjesztett áramokat* is hoz létre, s azért a villámhárító felállításakor ezzel a körülménnyel is számolni kell.

Az eddig mondottak alapján most már pontosan megmondhatjuk: *mi a villámhárító feladata*. A ház fölött ott lebeg az elektromos, vészthozó felhő, mely a föld felületére oszlatólag hat, s

ez kivált a jó vezetőkben, a milyenek a nedves föld, a víz, s különösen a fémek, hatalmasan nyilvánulhat. A megoszlásból keletkezett elektromosság a vonzásnak megfelelőleg, a mennyire csak lehet, közeledik a felhőhöz; tehát a talaj fölé kiemelkedő magas tárgyakra ömlik és a legmagasabb pontokon nagy feszültséget ér el. Ha a feszültség rög-tönösen ér el bizonyos fokot, a kiegyenlítődésk meg történik villám alakjában, vagyis a villám beüt. A kiemelkedő tárgyra csúcsot illesztvén, az ellentétes elektromosságok, ha idő van rá, kiegyenlítik egymást s így elektromos szikra nem üt be. Ha a felhő elektromosságát a csúcs nem egyenlítheti ki s így a villám mégis beüt, akkor a villámhárító feladata az, hogy az elektromosságot a legrövidebb úton és biztosan a földbe vezesse. Feladata tehát kettős: *ha bírja, gátolja meg a villámcsapást és ha nem bírja, vezesse le a földbe.*

A felhő folytonosan s olykor rendkívüli mértékben megújuló elektromosságának óriási mennyiségére való tekintetből némelyek ma már kicsinylőleg szólnak a villámhárító elsőnek említett feladatáról. Vannak azonban teljesen megbízható régi* s új észleletek, melyek kétségtelenné teszik, hogy a villámhárítók csúcsaiból a zivatar alatt roppant mennyiségű elektromosság áramlik ki, a »szent Elmo tüzének« nevezett fénybokréta alakjában. Karsten szerint azért ritkák a villámütések nagy városokban, mert ott minden ház, kémény, füstoszlop oszlató hatású; ugyan-

* A múlt század közepén Beccaria a Valentino palota (Turin) feléinek két egymástól távol eső pontján két vastag drótot erősített meg függőlegesen. Mindkettőtől bizonyos távolságra volt egy más drót, a mely jó mélyre nyúlt a földbe. Erős zivatarban a drótvégeken hatalmas szikrák, valóságos kis villámok ugrottak át szakadatlanul, még pedig oly sűrűn, hogy a szem alig bírta őket elkülöníteni. Számítása szerint egyedül e két dróton annyi »elektromos anyag« áramlott ki egy óra alatt, a mely elég lett volna 3240 embert agyonjuttatni.

így az erdőkben is, hol a levelek és gallyak milliói mindmégannyi villámhárítók, ha kissé tökéletlenek is.

A villámhárító feladatát ismervén, nem lesz már nehéz a *kellékeit és szerkezetét* is megérteni.

A villámhárítón négy alkatrészt különböztetünk meg; ezek: a *csúcs*, a *felfogó rúd*, a *föld feletti* és a *föld alatti vezeték*.

A *csúcs* akkor felel meg rendeltetésének teljesen, ha éles, ha jó vezető (ezüst, réz), ha nehezen olvad (platina, vas), s ha oly anyagból készül, mely a levegőn sem változik egyhamar (ezüst, platina, arany). De még olcsó is legyen. Az elektromosságot annál jobban kisugározza, mentől hegyesebb, élesebb a csúcs. Ámde az ilyen tűforma csúcsot, még ha jól vezető s nehezen olvadó anyagból készül is, már a kisugárzó elektromosság is megolvasztja, hát még ha villám érné. A csúcs tehát nem lehet túlságosan vékony. A csúcs anyagának egyik a platinát, másik az ezüstöt, harmadik a rezet, más meg a vasat ajánlja, s mindenik a magáét állítja legjobbnak. Van is egész csomó szabadalmazott csúcs; ezeket itt mind tárgyalni lehetetlen; épen így mellőznöm kell az ez ügyben eddig működő bizottságok véleményének kimerítő ismertetését. Teljesen megbízhatónak bizonyult a következő szerkezet. A csúcs 20 cm. hosszú, hengeralakú tiszta rézpálcza, a melynek vége 30 mm-ternyi magas kúppá van csiszolva. A pálcza 13 mm. vastag, és a kúp felületét teljesen hozzátapadó vékony platinalemez borítja. A csúcsot különben arannyal vagy ezüsttel is be lehet vonni, hogy a rozsdásodás meg ne tomptítsa. Ha a csúcs más anyagból készült mint a rúd, a rúdra rá kell csavarni s gondoskodni, hogy az egymással pontosan érintkező fémlapok tiszták legyenek. A csúcsot azután forrasszuk össze a rúddal és a forrasztás helyére húzzunk rá szorosan egy vastag, széles rézgyűrűt, s ezt is forrasszuk vele össze. A nikkel nem ajánlható csúcsnak,

mert nagyon rossz vezető.* Melsens 5—7 csúcsot használ, melyeket bóbítaszterűleg, vagy legyező formára helyez el a középső hosszabb csúcs körül úgy, hogy ezzel 45°-nyi szöget alkotnak. Eme csúcsok alapjokon 6—7 mm. vastagok és $\frac{1}{2}$ —2 m. hosszúak; anyaguk tiszta réz, vagy galvánózott vas. A csúcsok azért oly hosszúak, mert Melsens a rudat, mint szerinte szükségtelent, elveti. Végül megemlítem még, hogy Zenger tojásalakú (ovoid) csúcsokat használ.

A villámhárító rúdja hengeralakú (nem négyszögletes!); kovácsolt vasból készül és egész hosszában egyenlő vastag, vagy pedig felfelé kúpalakúlag keskenyedő. Az utóbbi esetben arra kell ügyelni, hogy a rúdnak felső vége ne legyen vékonyabb, mint a tetőn végig futó vezető. Az elmélet eme követelményéből, hogy a rúdnak egész hosszában egyazon vezetőképessége legyen, az következik, hogy a rúd egy darabból álljon. Ha több darabból kellene összetenni, az egyes részeket okvetlenül hegeszteni kell; az összesrófolás nem elegendő. A rúd alsó végét zinklemezből készült köpönyeggel vehetjük körül; így egyrészt tetszetősebb külsejű lesz, másrészt pedig megóvja a rudat tartó gerendát a nedvességtől s a rothadástól. Ha a tetőre szélkakast, lobogót tartó árboczokat stb. terveznek, legjobb mindjárt ezeket használni fel villámhárítóknál. Ilyenkor tartasuk meg szigorúan azt, hogy a rúd álljon mozdulatlanul, a szélkakast, stb. alkalmazzuk úgy, hogy az forogjon a mozdulatlan rúd körül.

Ha tornyot kell villámhárítóval felszerelni, ugyanezeket a szabályokat kell megtartani. A torony sisakjának csúcsán keresztültölt vasrúdon van a kereszt, s e fölött a szélkakás. A sisakba nyúló rúd bent a gerendák közt köttetik össze a vezetékkel, mely azután a fedelet átörve, kívül vezet le a földbe. Ha a tor-

* Karsten szerint, ha a réz vezetőképessége 0°-on = 100, akkor az ezüsté 136'25, az óné 30'84, a sárgarézé 29'33, a vasé 17'74, az ólomé 14'62, a platínáé 14'16 és a nikkelé körülbelül csak 10.

nyot utólagosan akarjuk villámhárítóval felszerelni, nem követhetjük ezt az utasítást. Ilyenkor legczélszerűbb közvetlenül a gomb fölé egy 4 vagy több, körülbelül 45°-nyira széthajló csúccsal felszerelt erős rézgyűrűt erősíteni. Ha a torony legteteteje csúcsokban s élekben végződik, a gyűrű el is maradhat, és a vezetéket közvetlenül az ékítményekhez csatolhatjuk, föltéve, hogy a csúcsok és élek a rozsdásodástól meg vannak óva.

Igen fontos a rúd hosszának kérdése. *Mekkora területet biztosít a villámhárító?* Az elektromos feszültségről és a kisülésről fentebb mondtak alapján, és megfontolva azt is, hogy a villám mindig azt az utat választja, a melyen a legcsekélyebb ellenállással találkozik, a theoretikus imígy válaszolna: a rúd olyan magas legyen, hogy a csúcsa közelebb essék a felhőhöz, mint a megvédendő épületnek bármelyik más pontja. A felelet, úgy látszik, egészen szabatos és kimerítő. De ne feledjük, hogy a felhő nem áll vesztog épen házunk felett, hanem mozog. A felhő jön és megy, és mozgását nem mi szabjuk meg. Azonkívül a felhő különböző pontjain más-más lehet az elektromosság feszültsége. Így tehát kénytelenek vagyunk bevallani, hogy a fentebbi kérdésre ma még kielégítő feleletet adni nem tudunk. Szabály azonban van több. Az egyik így szól: »Az épületnek legmagasabb pontján felállított villámhárító akkora kört védelmez, melynek sugara kétszer akkora mint a csúcsnak a rúd megerősítése helyétől számított távolsága«. Ehhez Buchner azt jegyzi meg, hogy ezt a szabályt nem lehet ugyan az elektromosságról eddig ismert törvények alapján megokolni, de azért megfelel a tapasztalatnak.

»Holtz és Preece egyező formulázása szerint a villámhárító hatásteret egy olyan kúp, melynek csúcsa a felfogó rúd csúcsa, és a magassága, valamint az alapkörnek sugara is egyenlő a felfogó rúd hosszával.* Firmin Lar-

* L. Term. tud. Közl. 224. f. 106. l.

roque és Melsens a villámhárító magasságának egyáltalában semmi fontosságát sem tulajdonítanak (mert a felhő távolságához képest ez elenyésző csekély) és a villámhárító rendeltetésének azt tekintik, hogy a lecsapó villámot biztosan a földre vezesse.

A villámhárító csak úgy felelhet meg rendeltetésének, ha a föld feletti vezeték kifogástalanul működik, azaz, ha a lecsapó villámot baj nélkül vezeti a földre. A jó vezeték kellékeit több hírneves fizikus tanulmányozta. Az eredmények, röviden összefoglalva, a következők: A drótokon át kiegyenlítő erő töltésnek kétféle hatása van: a drótot melegíti (esetleg megolvasztja) és ha a töltés nagyon erős, vagy a drót nagyon vékony, a drótot meghajlítja, sőt szét is porlasztja. Az utóbbit mechanikai hatásnak nevezik. A hőhatás az áram mennyiségének következménye; a mechanikait a feszültség okozza. Mivel nagy felületű vezetők gyorsan megy végbe a kiegyenlítő hatás: a vezetőnek oly nagy felülete s keresztmetszete legyen, hogy a nagy mennyiségű elektromosság gyorsan rohanhasson át rajta, mert akkor elmarad a szomszéd testekben a gerjesztés, s a villám nem ugrik át a szomszéd vezetőre.

Csak az a baj, hogy a villámnak sem mennyiségét, sem pedig feszültségét nem ismerjük, s így megint csak a tapasztalatra vagyunk utalva. Különböző dolog természetéből foly, hogy a vezetőket lehetőleg jól vezető, nehezen olvadó s a levegőn nem változó anyagból kell készíteni, és hogy az hajlékonysága mellett kellő szilárdságú is legyen. Az ára sem másodrendű kérdés. — Itt tulajdonképpen csak a réz és a vas között lehet választani és tényleg használnak rudakat és drótköteleteket vasból és rézből. — Első pillanatra a réz hasznosabbnak látszik, mert jobban vezet, a levegőn nem igen változik és könnyen hajlik. Ellenben a vas nagyobb szilárdságánál fogva jobban ellent áll a mechanikai hatásoknak, nehezebben olvad és az elektromos áramok a szerkezetét még

szilárdítják, holott a rézet rideggé, törékennyé teszik. A rozsdásodásnak elejét vehetjük akként, hogy galvánizált vasat használunk, és hogy könnyebben hajlítható legyen, drótkötelet alkalmazhatunk. (A drótköteletnek az a baja, hogy a németi szakadások nehezen ismerhetők meg rajta.) A vezeték anyagának vezetőképesége csakis az elektromos áram okozta melegedés miatt veendő számításba. A vas rosszabb vezető, a villám tehát jobban hevíti. De ezt a bajt kikerülhetjük, ha körülbelül 2·5-szer nagyobb keresztmetszetű vasat veszünk. Ezen okokból a berlini akadémia is a vasat ajánlotta. Vezetékeknek is *hengeralakú* rudakat használjunk, ne pedig szögleteseket.

Mekkora legyen a földfeletti vezeték keresztmetszete? Erre is csak a tapasztalatra támaszkodva felelhetünk. Az Arago-tól gyűjtött statisztikai adatok szerint 20—30 m. hosszú és 13·54 mm. átmérőjű vasrudakon többszöri erős villámcsapások után sem mutatkozott az olvadásnak még a nyoma sem. Ha ezt a számítás alapjául elfogadjuk, a rézből készült vezetéknek 5·53 mm. átmérőjűnek kell lennie. Minthogy a vezeték hosszával annak ellenállása is nő, szükséges az ilyen esetben vastagabb vezetőket alkalmazni. Tájékozás végett álljon itt a következő táblázat, melynek gr.-rel jelölt rovata a vezeték 1 m. hosszú darabjának súlyát adja grammokban; s melynek egyes adatai már bizonyos igazításnak vannak alávetve, nehogy a vezeték súlya túlságos arányban növekedjék.

	V a s		R é z	
	gr.	átmérő mm.	gr.	átmérő mm.
30 m.-ig	1200	14·1	250	5·9
30—40 »	1500	15·9	280	6·3
40—50 »	1900	17·7	350	7·1
50—60 »	2280	19·4	420	7·8
60—70 »	2660	21·0	490	8·4
70—80 »	3040	22·4	560	9·0
80—90 »	3420	23·8	630	9·6

Végül megjegyzendő, hogy a közölt adatok csak rendes viszonyokra vonatkoznak. Mocsaras talajon álló házon, vagy péld. hajón mások lesznek a méretek.

Nagy gondot kíván a földalatti vezeték. Ha ez el van hibázva, a különben helyesen szerkesztett villámhárító nemcsak hogy meg nem védi az épületet, de sőt inkább veszélyezteti. A felhő ugyanis nemcsak az épületen választja szét az elektromosságot, de általában az egész talajban, sőt épen a talajnak jól vezető részeire, milyen az álló és a folyó víz, a talajvíz, a nagyon nedves föld, legnagyobb az oszlató hatás. A villámhárító tehát csak akkor felelhet meg rendeltetésének, ha a talajban felköltött elektromosság a vezetéken és a csúcson át ömölve, a kiegyenlítőds munkáját tényleg elvégezheti és villámcsapás esetén a villámot egészen a földnek jól vezető rétegeibe vezetheti. Ebből önként következik, hogy a talajban keletkezett elektromosságnak könnyűvé kell tenni a vezetékbe való átömlést, a mit úgy érünk el, hogy a talajnak jól vezető réteget lehet nagy felületen köljük össze a föld feletti vezetékkel.

Ezt a jó vezetést jókora átmérőjű, kívül s belül erősen galvánózott vascsővel, vagy pedig legalább 2 mm. vastag rézlappal létesíthetjük. A francia bizottság (1855) utasítása szerint az ilyen csövet a háztól egy-két méternyire ásott kútba kell beállítani, a melyben legnagyobb szárazság idején is legalább 1 m.-nyire álljon a víz. A vezetékét a cső felső végén keresztben álló vashoz erősítjük és a cső belsejében egészen a kút fenekére vezetjük. A rézlapot hasonlóan kell elhelyezni. Felülete legyen átlag $\frac{1}{2}$ m². Egy ilyen kútba több vezeték is vezethető. Arról is szükséges gondoskodni, hogy a csőhöz, illetőleg rézlaphoz megvizsgálásuk végett könnyen hozzáférhessünk. Ha nagyon mélyen van a talajvíz és mi csak ezt kötjük össze a vezetékkel, megtörténhetik, hogy az esőáztatta talajnak felső rétege nagyobb feszültségű elektromossággal telik meg, mint a mélyen fekvő talajvíz, és a villám oda ugrik a vezetékről a helyett, hogy a talajvízbe rontana. Jó tehát azt is számításba venni. Ha nagy terjedelmű gáz- vagy vízvezeték van közel, legjobb a

földfeletti vezetékét mindjárt ehhez csatolni.

Különös elővigyázatot követel a sziklás, száraz talaj. Ilyen esetben a sokfelé szétágazó vezetékét a föld alatt kellene elvezetni az épülettől lehetőleg távol s a talajnak legmélyebb pontjain fúrt kutakba. Még czélszerűbb az épületet jól vezető réteggel, pl. koksszal körülvenni, s elég vastag termőfölddel betakarni. A földalatti vezeték minden csinját-binját itt természetesen nem lehet tárgyalni. Csak azt akarom még megemlíteni, hogy a berlini tudományos akadémia javaslata (1876—80) által ösztönözve, U l b r i c h t elméletileg foglalkozott a földalatti vezeték kérdésével. Számításainak később kísérletekkel is igazolt eredménye az lett, hogy ő a vezeték tömör végződése helyett dróthálót ajánlott, a mi olcsóbb is. A drótháló 2.5 mm. vastag rézdrótból készül; egyes szemei körülbelül 40 cm.-nyiek. A talajviszonyok szerint lehet a háló henger vagy lapos gyűrű alakú. Végül még kell vallani, hogy a földalatti vezetékét illetőleg általános érvényű utasításokat a tudomány ma még nem adhat, és hogy minden egyes esetben a talaj pontos ismerete feltétlenül szükséges.

A villámhárító egyes alkotó részeivel megismerkedvén, szólanom kell most összekapcsolásuk és megerősítésük módjáról.

Hogy lehetőleg közel lehessen a felhőhöz, a rudat az épület legmagasabb helyén, a fedélgerinczen kell megerősíteni. Megerősítésének módja természetesen a fedélszék szerkezetétől függ. Vagy közvetlenül a szarufákhoz erősítik a rudat, vagy pedig egy a fedél alá tetzés szerint mélyen lenyúló a feszítő boronához erősített s a gerincz fölé 1—2 m.-nyire emelkedő faoszlopra. Az első esetben arra kell ügyelni, hogy a villámfogó rúd ne érjen le mélyen az épület belsejébe, mert különben a villám könnyen átugorhatnék az épületnek más fémrészeire. Faoszlopot kivált akkor tanácsos használni, ha a házban a gáz- vagy vízvezeték magasan van, ha az épület alacsony, ha a fedél lapos, és

kivált a puskapor-magazinok tetején. Az is jó benne, hogy a netán nagyon hosszú rúdnak oldalról való megtámasztását feleslegessé teszi. A rúd megerősítésének módját illetőleg az olvasót terjedelmesebb munkákra kell utalnom.

A vezeték körülbelül 15—20 cm. magas, és 1 1/2—2 cm. vastag, fönt villaalakú tartókba helyezik, arra ügyelvén, hogy a tartókból ki ne emelkedhessék, és hogy esetleges melegedéskor és erős villámcsapás mechanikai hatása következtében szabadon tágulhasson. A vezeték tehát nem szabad nagyon szorosan meghúzni. A tartókkal való elkerülhetetlen surlódás okozta kopásnak elejét vehetjük, ha a tartók villaalakú részét vastag ólomlemezrel béleljük. A vezeték sehol se formáljon szögletet vagy sarkot; ép ez okból nem is símulhat az épület körrajzához. A hol irányváltozás szükséges, ott a vezeték *ívet* alkosson, melynek görbületi sugara semmi esetre se legyen kisebb 30—40 cm.-nél. Ugyanazt kell szem előtt tartani, ha több vezeték találkozik egymással. A tetőről azután *a lehető legrövidebb úton* kell a vezeték *kivülről* függőlegesen levezetni a földbe, még pedig az épületnek azon az oldalán, a honnan a legtöbb zivatar érkezik,* vagy a hol a villámot vonzó valamiféle hely van (kút, tó, mocsár, folyóvíz, zagyva, nedves talaj stb.).

A vezeték elszigetelni felesleges, de talán egy kicsit nevetséges is, ha meggondoljuk, hogy 1 cm.-nyi kaucsuk vagy porcellán réteggel útját akarjuk állni a villámnak, a mely több száz méter hosszú és hatalmas falat is keresztül bír törni.

A villámhárító több részből áll; maga a vezeték sem lehet egy darabból, mert olyan hosszú rudakat nem készítenek. Az egyes részeket tehát össze kell kötni egymással, a mi a legnagyobb gondot követeli meg. Az összeköttetésnek ezer a módja, ezzel tehát itt tüze-

* Az eső ugyanis legelőször ezt a falat áztatja meg, mi által az jó vezetővé válik, és akkor megeshetnék, hogy a vezetékről a falra ugrik át a villám.

tesen nem lehet foglalkoznunk, de annyit meg kell említeni, hogy *az összeköttetés ne csökkentse a vezetőképeséget*. Ebből folyólag azon kell lenni, hogy a végek nagy felületen tökéletesen érintkezzenek; csavarokkal erősen egymáshoz szorítandók s ráadásul még össze is forrasztandók. Vasvezetéken legjobb az egyes részeket összehegeszteni, ha ugyan a körülmények ezt megengedik. Az egyes részeket egyszerűen összeforrasztani nem tanácsos.

A villámhárítónak egyes alkatrészeivel, feladatukkal és szerepökkel megismerkedvén, hátra van még az a kérdés, *hogyan szereljünk fel egy bizonyos épületet villámhárítóval?* E kérdésre sem lehet minden esetre érvényes utasítást adni, mert a felszerelés attól függ, mennyire van a kérdéses épület veszélyeztetve a villámtól, a miért is pl. közönséges lakház, torony és telegráf-állomás mind más berendezést kíván. Így tehát csak általános szempontokra lehet itten figyelmeztetnem.

A villámhárító felállításában számításba veendő tényezők: *az épület kiterjedése, alakja, anyaga, fekvése*, sőt még a *környezete* is.

Az épület kiterjedése meghatározza a felállítandó rudak számát, mely a rudak hossza szerint más és más lehet. Mivel a hosszú rudak szilárd felállítása bajjal jár, czélszerűtlen 2—4, és csak kivételesen 5 m. hosszú felfogó rudakat használni. Szabályos alakú, egyszerű födelű ház, a felfogó rúd hatásköréről fent elmondottak értelmében, meg van védelmezve, ha a rudat kétszer egymásután vízszintesen lefektetve az épület szélén túl ér, vagy egy másik rúd hatáskörét érinti. Azonban lapos fedelű, vagy talán veszedelmes anyagok rejtő épület (puskaporos-torony) az ilyen berendezéssel nincs kellően biztosítva. Ilyenkor tanácsos a rudaknak hosszát és számát olyformán megszabni, hogy hatáskörük sugarát a rúd csak egyszerű hosszával vesszük egyenlőnek. Ha a födel közepső része magasabbra emelkedik, oda hosszabb felfogó rudat

kell állítani, mint az alacsonyabb szárnyakra. A felfogó rudak felállításáról szóló szabály módosítást szenved, ha a földél ormos. A megoszlás törvényei szerint ugyanis épen az ormokban (csücsfalak) lévén a legnagyobb feszültségű elektromosság, ezek leginkább vannak veszélyeztetve, a miért is czélszerű a felfogó rudakat hozzájuk közelebb vagy talán épen reájok helyezni, ha mindjárt a tetőgerincz ezáltal némileg elhanyagoltnak látszanék is. Gazdagon tagolt, kirúgó erkélyekkel, tornyocskákkal, magas kéményekkel stb. bővelkedő födelek, kivált ha fémlemezekkel földvék külön tanulmányt kívánnak; ilyeneknek felszerelését csakis szakemberre kellene bízni. Kisebb fajta, pl. 25 m.-nél nem hosszabb épületen elég egy, függélyesen a földbe szolgáló vezeték; nagyobb épületre több kell.

A villámhárító berendezésére az épület anyaga is nagy hatással lehet. Némely épületben ugyanis nagy fémtömegek vannak felhasználva, illetőleg elhelyezve. Ilyenek: a vasfödélszék, magasra nyúló vasoszlopok, vasgerendák, vaslépcsők és karfák, továbbá csőhálózatok, gépek, ereszcsovek, fémből készült tarajok, fémfödél stb. Mindezekre a felhő nagyon hat, és a megoszlás útján bennök keletkezett elektromosság könnyen veszélybe döntheti az épületet, ha kellő figyelmet nem fordítottak reájok. Minthogy ezeket elszigetelni lehetetlen, legczélszerűbb őket is mellékvezetékül a fővezetékhez csatolni. Mi módon? — azt egy tapasztalt és a nagy feszültségű elektromosság törvényeit alaposan ismerő szakember mondhatja meg legjobban. Annyit említek meg csupán, hogy az épület belsejében elhelyezett fémtömegeket nem szabad a fővezetéknek oly pontjával összekötni, mely amazoknál magasabban fekszik. Vas, illetőleg rézfödél feleslegessé teszi a gerinczen elhelyezett vezetékét, feltéve, hogy a lemezek egymáshoz vannak forrasztva. Ilyenkor a földbe vezető rúd, illetőleg rudak közetlenül a földélhez erősíthetők. A ház vízvezetékét okvet-

lenül bele kell vonni a vezetékbe; erre már a tapasztalat is tanít, mert tudunk eseteket, mikor a házba csapó villám a falakat áttörve maga készített magának utat a vízvezetékhez. Az is megesett, hogy jól berendezett és kifogástalanul működő villámhárítók felmondták a szolgálatot, mikor a házba a vízvezeték bevezették. Épen azért Melsens a vízvezeték is belevonta a vezeték hálózatába, mikor 1865-ben a brüsszeli városházat villámhárítóval felszerelte.

A villámhárító tervezésekor tekintettel kell lenni végül a *helyi viszonyokra* is. Könnyen belátható, hogy kiterjedt sík területen, és domb vagy hegy tetején magánosan álló épület inkább van a villámcsapásnak kitéve, mint a helység közepén vagy völgyben fekvő; amazoknak felszerelése tehát sokkal nagyobb gondot kíván, mint ezeké. Szintén elvül kellene tekinteni ezt a tanácsot, hogy a villámhárító tervezése előtt tanulmányozzuk lelkiismeretesen s alaposan a helyi viszonyokat, a talajt és a meteorológiai viszonyokat. Ez már abból is következik, a mit a földfeletti vezeték elhelyezését, és a földalatti vezeték végződését illetőleg fentebb elmondottunk. Így tehát számot kell vetni a netalán közel levő álló vagy folyó vizekkel, kertekkel, ércztelepekkel stb., s ezekbe kell lerakni a földalatti vezeték végeit, mert az ilyenek erősen vonzzák a villámot. Ha az épülettől való távolságuk a 20—25 m.-t meghaladná, akkor az elővigyázati szabály felesleges. Mondottuk fentebb, hogy a vezetékét azon fal mellett kell levezetni, melyet az eső legelébb megnedvesít. Ha a vezeték e miatt túlságosan hosszú találna lenni, vagy ha ott a földi vezetékre alkalmas talaj nincs, czélszerű még egy, esetleg két és több vezetékét készíteni, mert hiszen a villámnak az a szokása, hogy a lehető leg-rövidebb úton siet a földbe. A leg-rövidebb legyen a fővezeték, a hosszabb és kanyargósabb legyen a mellékvezeték. Ha nem figyelünk ezekre az intésekre, a villámhárító felállításával még fokozzuk a villámcsapás valószínűségét.

Ezek a villámhárító felállítására vonatkozó főelvek, melyekre minden egyes esetben tekintettel kell lenni. Hogy bizonyos speciális esetekben, pl. mikor gyárkémenyt, nagyobb szabású emlékoszlopokat, szélmalmot, telegráf-állomást és oszlopokat, hajót, világító tornyot stb. kell a villámtól megóvni, — miként járjunk el: annak a tárgyalásába itt természetesen nem bocsátkozhatunk. E kérdésekre meglegjük a feleletet az ezen szakba vágó folyóiratokban s nagyobb szabású munkákban.

Záradéku! meg kell még emlékezneni, ha csak futólag is, a *villámhárító megvizsgálásáról*. Ez a kérdés kivált a biztosító társulatokra nézve elannyira fontos, hogy ezek mind sűrűbben követelik a villámhárítók hatósági ellenőrzését. A vizsgálatkor szem előtt tartandó elvek az eddig elmondottakban elő vannak tüntetve. Ha a villámhárító a felsorolt kellékeknek megfelel, akkor rendben van. A villámhárító azonban ki van téve az időjárás hatásának, a miből az időről időre megteendő vizsgálatnak szükséges volta kiderül. Megvan-e a villámfogó rúdtól kezdve a földalatti vezetékig a szükséges folytonosság? Ezt úgy tudhatjuk meg, hogy galván-áramot vezetünk rajta keresztül és beleigtatunk egy galvanométert. Ha a tű kitér, akkor rendben van a vezetés; ha nem, akkor a vezetés valahol meg van szakítva. A tű arról is felvilágosít, mekkora ellenállásra talál az áram, mikor a véglapokból a földbe ömlik. Azért még sem szabad e módszer becsét túlbecsülni, mert a tű kitérést fog mutatni akkor is, ha több méternyi hosszúságban talán csak vékony dróthál áll is a vezetés, a mi nagy hiba lenne.

Ellenben nem mozdul ki, ha a vezeték csak rendkívül kis darabon van is megszakadva. Tehát még a helyes vezetésről sem ad biztosan számot, arról meg még kevésbé, vajjon rendben van-e a csúcs, s vajjon az egyes részek egyáltalában megfelelnek-e az elméletből és a tapasztalatból levont követelményeknek. Mindamellet a galvanométer tetemesen megkönnyíti a vizsgálatot. Szerkesztettek is többen (Keiser és Schmidt, Siemens testvérek Berlinben, Czeija & Nissl Bécsben; Fein Stuttgartban) külön e célra szolgáló eszközöket, melyeknek leírásába itt nem bocsátkozhatunk.

A ki elég türelmes volt e sorokat végig olvasni, észrevehette, hogy a villám elleni védekezés nem olyan egyszerű dolog és hogy jó s a várakozásnak megfelelő villámhárító berendezése sokoldalú vizsgálódást, érett megfontolást és kivált szakértelemet kíván. Ha tehát valamely, talán nagyon féltett épületet a villámcsapások ellen védelmezni akarunk, ne bizzuk a munkát egyszerűen az iparosra, ha még oly ügyes is, mert megeshetik, hogy a tőle telhető lelkiismeretességgel berendezett villámhárító fogja a féltett kincset épen veszélybe dönteni.*

RATH ARNOLD.

* Idevágó munkák: Dr. W. Holtz: Ueber die Theorie, die Anlage und die Prüfung der Blitzableiter. — G. Karsten: Gemeinfassliche Bemerkungen über die Elektrizität des Gewitters und der Wirkung der Blitzableiter. — Firmin Larroque: La foudre et les paratonnerres. La lumière électrique. T. XIV. — A. Calaud: Traité des paratonnerres. — O. Buchner: Die Construction und Anlegung der Blitzableiter. — Dr. A. von Urbanitzky: Blitz und Blitzschutzvorrichtungen.

APRÓ KÖZLEMÉNYEK.

A kőrösmezei petróleumvidékről. A kőrösmezei petróleumvidék Máramaros megye északkeleti szögletének azon katlanjában terül el, melyben a

Fekete Tisza és a beleömlő patakok folynak. Gyönyörű havasítájék, mely szépség dolgában kiállja a versenyt az Alpések legszebb vidékeivel. Délkelet



Creative Commons License Deed

Nevezd meg! - Így add tovább! 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

Ez a [Legal Code \(Jogi változat, vagyis a teljes licenc\)](#) szövegének közérthető nyelven megfogalmazott kivonata.

[Figyelmeztetés](#)



A következőket teheted a művel:

szabadon másolhatod, terjesztheted, bemutathatod és előadhatod a művet

származékos műveket (feldolgozásokat) hozhatsz létre

kereskedelmi célra is felhasználhatod a művet

Az alábbi feltételekkel:



Nevezd meg! — A szerző vagy a jogosult által meghatározott módon fel kell tüntetned a műhöz kapcsolódó információkat (pl. a szerző nevét vagy álnévét, a Mű címét).



Így add tovább! — Ha megváltoztatod, átalakítod, feldolgozod ezt a művet, az így létrejött alkotást csak a jelenlegivel megegyező licenc alatt terjesztheted.

Az alábbiak figyelembevételével:

Engedélyezés — A szerzői jogok tulajdonosának engedélyével bármelyik fenti feltételtől [eltérhetsz](#).

Közkinccs — Where the work or any of its elements is in the [public domain](#) under applicable law, that status is in no way affected by the license.

Más jogok — A következő jogokat a licenc semmiben nem befolyásolja:

- Your fair dealing or [fair use](#) rights, or other applicable copyright exceptions and limitations;
- A szerző [személyhez fűződő](#) jogai
- Más személyeknek a művet vagy a mű használatát érintő jogai, mint például a [személyiségi jogok](#) vagy az adatvédelmi jogok.

- **Jelzés** — Bármilyen felhasználás vagy terjesztés esetén egyértelműen jelezned kell mások felé ezen mű licencfeltételeit.