

2.4 Napětí

Na vodiči, kterým prochází proud, se vytvoří úbytek napětí. Stačí. Jen abych to zkomplikoval: vzhledem k tomu, že proud blesku není konstantní velikosti, ale jedná se o pulzy, jeho chování a účinky jsou obdobné jako u střídavého proudu vysoké frekvence. Proto neplatí jen jednoduchý Ohmův zákon, ale záleží také na délce a tvaru vodiče. To ovlivní jeho výslednou indukčnost při zdánlivé frekvenci blesku a tím i velikost proudu při daném napětí. Neboli: pokud budou dva podobně dlouhé vodiče ze stejného materiálu, neznamená to, že se proud rozdělí na dvě poloviny, ale například jedním vodičem poteče 90 % a druhým jen 10 % proudu, a to jen proto, že se blesku nelíbí jeho tvar.

Tím také končí naše iluze a představy o rozdělení bleskového proudu. Nádherná je jen jistota, že v praxi bude při skutečném úderu blesku všechno jinak, než jsme „teoreticky“ předpokládali.

Pokud jsou dvě proudové cesty blízko sebe, může rozdílný proud a tím i rozdílné napětí proti zemi způsobit přeskok proudu z jedné cesty na jinou. To je ono výše zmíněné zajiskření mezi částmi stavby.

2.5 Dynamické účinky

Proud, elektromagnetické pole a teplota způsobují rozpínání. Jednotlivé proudové cesty se mohou odpuzovat nebo naopak přitahovat. Vodič protékáný proudem má také snahu se narovnat, stejně jako požární hadice při protékání vodou. V každém případě, ať je příčina jakákoliv, náhodné i strojné části namáhané bleskem se všelijak škubou, křiví, narovnávají atd.

Pak se nemůžete divit, že při úderu blesku létá i to, co by létat nemělo.

Proto, pokud ČSN EN 62305-3 ed. 2 stanoví, že nějaká část hromosvodu bude tak a tak velká, masivní nebo dimenzovaná, je nutné toto pravidlo dodržet a doufat, že to bude stačit.

Občas používám výraz „proudová cesta“ místo „vodič“. Je to proto, že bleskový proud si klidně dovolí téci mimo cesty, které jste mu určili a běží po čemkoliv vodivém i zdánlivě nevodivém. Proto se mi o kusu zdi nebo o nějaké konstrukci nechce mluvit jako o vodiči.

Závěr z poznání nepřítele je ten, že víme JAK, ale nevíme přesně KDE a KOLIK. Proto musím touto cestou ocenit firmy a lidi, kteří se výzkumem blesku do hloubky zabývají a vyvodili určitá pravidla, která budou dobrou zbraní proti většině výše popsaných nešvarů. Z naší strany to chce jednak uvědomit si a také respektovat taková pravidla.

V dalších částech se pokusím popsat hromosvod od návrhu po realizaci, od střechy až po zem. V podstatě to bude obsah norem řady ČSN EN 62305 ed. 2 podaný řečí běžného smrtelníka. Je trochu nespravedlivé, když se skupiny lidí za cenu velkých nákladů, náročných pokusů a času dopachtí k pravidlům boje proti blesku a my je pouze milostivě převezmeme – ale takový už je život. Tímto chci říct: děkujeme.

3. VÝPOČET RIZIKA A STANOVENÍ TŘÍDY LPS

Smyslem výpočtu rizika je vytvořit hromosvod dostatečně kvalitní pro dané podmínky. Již dříve existovalo Doporučení ESČ předkládající výpočet, na jehož konci byl výsledek – třída LPS (*dnešními slovy*). ČSN EN 62305-2 ed. 2 předkládá výpočet rizika, které se porovná se stanoveným limitem. Pokud je vypočítané riziko menší než limitní hodnota, hromosvod je dostatečně kvalitní pro dané podmínky.

Bleskem můžeme být poškozeni v několika směrech:

- újma na zdraví nebo na životě,
- ztráta služeb (plynárenský podnik, energetika, TV signál apod.),
- ztráta na kulturním dědictví (kostely, památky),
- finanční ztráta.

První tři zmíněná rizika se **musí** před stavbou hromosvodu vyhodnotit. Finanční ztrátu vyhodnotit můžeme.

Škodit může úder do stavby a v jejím okolí, úder do připojených vedení a jejich okolí a rovněž do staveb sousedících a jejich okolí.

Samotný výpočet je založen na správné volbě možností, které norma ČSN EN 62305-2 ed. 2 předkládá. Volby se týkají rozměrů stavby, okolí, staveb a vedení připojených k oceňované stavbě, množství lidí nacházející se uvnitř a vně stavby, provedení vnějšího a vnitřního LPS, nasazení protipožárních opatření atd.

Existuje několik programů řešících tento výpočet. Postup výpočtu (*správně: ocenění rizika*) spočívá v označení těch nabídek, které odpovídají skutečnosti. Musíte se například vyjádřit k materiálu podlah. Je vám nabídnut beton, mramor, keramika, mozaika, koberec, linoleum, dřevo. Vy označíte materiál použitý na podlahy ve stavbě. Program po provedení výběru z nabídky přepočítá výsledné riziko a srovná je se stanoveným limitem. Stejně to funguje u určení všech dalších charakteristik (vlastností) stavby. Pokud se do limitu nevejdete, je nutné některá opatření nebo podmínky změnit. Zdánlivým paradoxem je, že **třída LPS není výsledkem**, ale pouze jedním z mnoha vstupních zadání. Pokud však vypočítané riziko nevychází, můžete v zadání zvolit přísnější třídu LPS nebo zlepšit jiné opatření, které povede ke snížení rizika.

Norma opravdu nepředepisuje, že nemocnice musí být v LPS I a kozí chlívek stačí v LPS IV. Pokud se rozhodnu nemocnici provést v LPS IV a rizika mi vyjdou, pak mi v tom nic nebrání. Rovněž např. horší hromosvod, ale více hasicích přístrojů, může mít za následek stejný počet mrtvých jako pouze lépe provedený hromosvod.

Celý výpočet má logiku a používáním sami uvidíte, jaká opatření ovlivňují jaká rizika. Faktem je, že samotnému postupu nemusíte rozumět, a přesto se můžete za pomoci některého počítačového programu snadno dopracovat k cíli.

Celý postup je obsažen v ČSN EN 62305-2 ed. 2 na několika desítkách stran. Je to v podstatě velké množství hodnot a koeficientů, které se různě sčítají, násobí, porovnávají atd. Vzhledem k rozsahu této příručky není možné jednoduše popsat tento výpočet a stejně tak si nedovedu představit, že by jej někdo prováděl pomocí tužky a papíru.

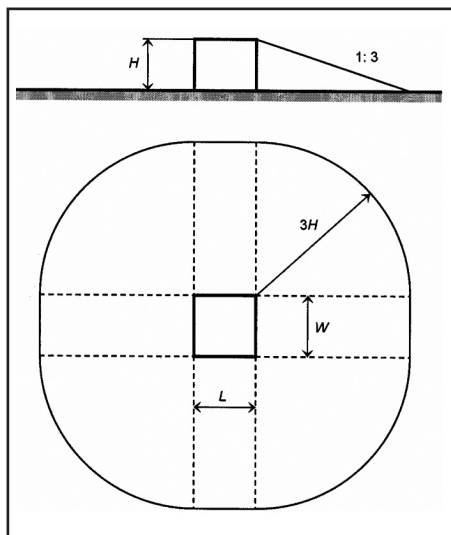
Norma dále předkládá poměrně jednoduchý postup výpočtu ekonomických ztrát. Smyslem je, aby hromosvod nebyl dražší než chráněný objekt. Celou záležitost je ale možné vidět z několika pohledů.

Pokud bude 100 stejných domů a shoří zrovna ten můj, pak mi bude malou útěchou, že v průměru je to OK.

Jiný pohled na věc bude mít majitel jednoho domu, který je mu všim a jiné to bude z pohledu nadnárodní firmy, pro niž je jeden objekt pouze částí celkového majetku.

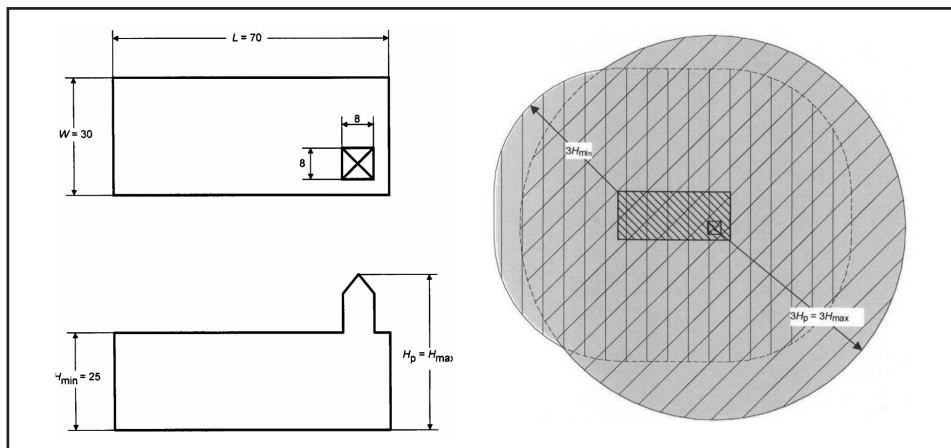
3.2 Rozměry objektu – sběrná plocha

Rozměr objektu se zadává proto, aby se stanovila tzv. sběrná plocha. Čím větší objekt, tím více blesků do něj udeří, tím větší riziko. Sběrná plocha podle normy je v podstatě půdorys zvětšený o trojnásobek výšky. Takže sběrná plocha čtverce nebo obdélníku je zase čtverec nebo obdélník, jen se zakulacenými rohy.



Obr. 2 Sběrná plocha kolem stavby jednoduchého tvaru

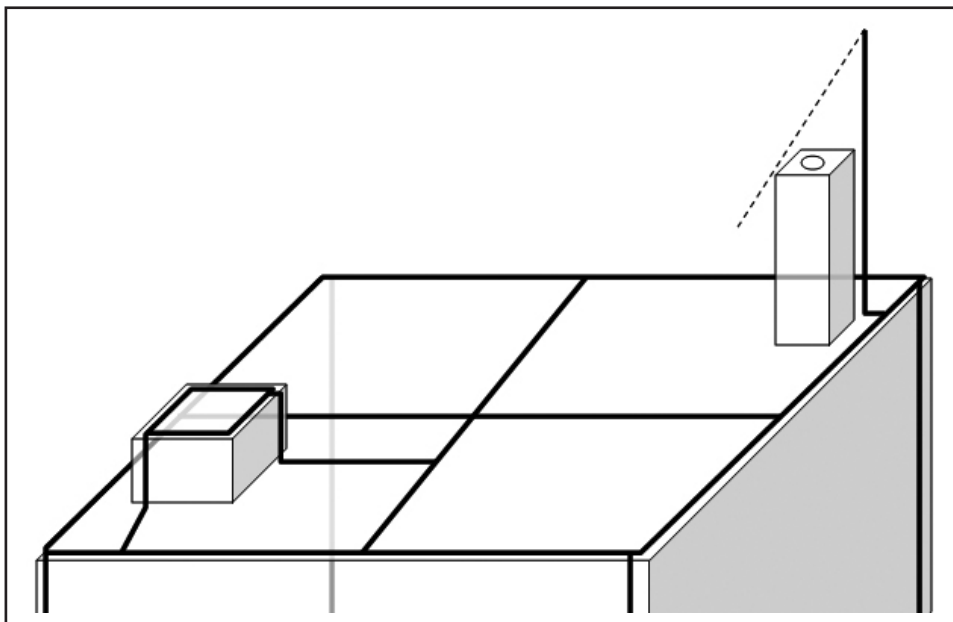
U složitějších tvarů nebo při různých výškách střechy daného objektu se sběrná plocha různě deformuje, ale dá se to pochopit.



Obr. 3 Sběrná plocha kolem stavby jednoduchého tvaru s věží

Jak tedy s objekty, které jsou členité nebo mají půdorys do L, U nebo jakkoliv jinak?

Klidně si představím, že U není U, ale obdélník. Pro určení pravděpodobnosti („ASI“) to bohatě stačí. Stejně tak se může, ale nemusí do detailů hrotit promítnutí různých výšek do výsledné sběrné plochy. Opět stačí zhruba, „ASI“.



Obr. 21 Kombinace různých typů jímáčů

Zvláštní řešení mřížové jímací sítě na ploché střeše nabízí ČSN EN 62305-3 ed. 2 v článku E.5.2.4.2.2: Je-li dovoleno krátkodobé (dočasné) mechanické poškození vodotěsné izolace na střeše stavby, může být mřížová jímací soustava nahrazena náhodnými jímacími vodiči tvořenými ocelovými armovacími pruty v betonu.

| *Popravdě řečeno: nevím, co si mám o tom myslet.*

Ted' vám prozradím, jak to nejlépe funguje v praxi, při konkrétním návrhu. Až budete přemýšlet nad stavebním výkresem, hod'te na chvíli za hlavu celou normu, výpočty, koule, vše. Zkuste prostě podle citu vymyslet, kde bude jímací vedení, kde budou tyčové nebo jiné jímáče. Pokud budete kreslit, udělejte jen pár čar, nezabíhejte do detailů. Pak teprve svůj návrh „změřte“ ve světle normy. Stavební výkresy jsou většinou docela nepřehledné. Udělejte si hrubý půdorys, nárys a bokorys na nový výkres nebo tužkou na papír od svačiny. Svůj návrh projděte a ted' již ve světle normy zkuste, zda vámi navržené jímáče budou vytvářet očekávaný ochranný prostor. Pokud ne, někde něco přidáte, tyče posunete, zvýšíte apod. Zvažte, jestli odtékající bleskový proud nevytvoří takový úbytek napětí, že by hrozil přeskok na nějakou vodivou část objektu. Až to budete mít ověřené, nakreslete to naostro se všemi pentlíčkami do výkresu.

Další důležitá věc. Při určování ochranného prostoru jímáče je zásadní vědět, jakou výšku jímáče zadáte do výpočetního programu. Pokud se koule k jímáči přivalí po střeše, pak zadáte výšku tyče od střechy. Pokud se koule přivalí po zemi, pak zadáte výšku tyče od země. U rodinných domů se sedlovou střechou je na 95 %, že budete zadávat výšku jímáče od země. Navrhujete třeba jímáč, který by vytvořil ochranný prostor nad střechou tak, aby se jí blesková koule vůbec nedotkla. Jedná se třeba o plechovou střechu, kde nechcete připustit průpal nebo o střechu pokrytou solárními panely. Cesty jsou dvě. Za prvé je možné v kreslicím programu k nárysu a bokorysu přisunout kružnici s poloměrem bleskové koule a uvidíte hned, jak to vyjde. Viz obr. 22

proudy, a fázové, resp. krajní vodiče nejsou napojeny z místa, kde se nebezpečná přepětí mohou vyskytnout (například kabely spojující dvě chráněné stavby). Velikost bleskových proudů v jednotlivých vodivých částech nebo vodičích kabelů a minimální průřez stínění a kovových kanálů doporučuji snadno vypočítat v některém programu.

Pakliže je stínění nebo kanál dostatečně masivní, schopný přenést bleskový proud vypočítané velikosti, pak ušetříte na svodičích bleskových proudů, kterými byste připojovali krajní vodiče kabelů k EP. Programy, zabývající se touto problematikou, dokážou vypočítat pravděpodobnou velikost bleskového proudu tekoucího daným vedením. Velikost proudu je závislá na počtu vedení, použití SPD, stínění a počtu žil. Potřebný průřez stínění pak vyplývá nejen z velikosti proudu, ale také z typu vedení (venkovní – v zemi), ze vzdálenosti k prvnímu uzemnění a z rezistivity půdy. Celé to má svou logiku. Na druhé straně, vše je opět pouze odhadem s určitou pravděpodobností.

Podle mne dlouhý a složitý odstavec kvůli výjimce, kterou často nevyužijete. Nic se nestane, když tento odstavec pustíte z hlavy.

Pokud vás zajímá odhad velikosti proudu celkově ve vedení, v jednom vodiči a ve stínění, tak:

- základní velikost proudu se bere podle třídy LPS I až IV: 200, 150, 100 a 100 kA,
- pokud udeří do vedení, velikost proudu zůstává, pokud udeří do stavby, bere se polovina,
- tato hodnota se vydělí počtem vedení (2 vedení = polovina, 4 vedení = čtvrtina),
- pokud existuje SPD typ 1, pak se proud rozděluje rovnoměrně mezi vodiče, a pokud je stínění, tak i mezi stínění.

Např. LPS I = 200 kA:

- úder do stavby = už jen 100 kA,
- počet vedení 2 = už jen 50 kA v jednom vedení,
- vedení je bez stínění, má 5 vodičů a je použito SPD typ 1 = 10 kA v jednom vodiči.

K ověření dostatečného průřezu stínění a vodičů pro vedení bleskového proudu lze využít přílohu B v ČSN EN 62305-3 ed. 2.

Vzorec pro stínění:

$$S_{c \min} = \frac{I_f \times \rho_c \times L_c \times 10^6}{U_w},$$

kde:

$S_{c \min}$ je minimální průřez stínění [mm²],

I_f je proud tekoucí stíněním [kA],

ρ_c je rezistivita stínění [Ωm],

L_c je délka kabelu [m]*,

U_w je impulzní výdržné napětí elektrického elektronického systému napájeného kabelem [kV] – viz tab. 11.

* L_c = délka kabelu k prvnímu uzemnění, pakliže je kabel veden ve vzduchu,

* L_c = maximální délka kabelu v zemi pro výpočet je $8 \times \sqrt{\rho}$.