Tipy a triky při instalaci přepěťových ochran (část 18)

Izolovaný hromosvod a plechová či jinak vodivá střecha – jak na to?

Dalibor Šalanský, člen ILPC, Luma Plus, s. r. o.,
Jan Hájek, organizační složka Praha, Dehn + Söhne GmbH + Co. KG

Nejdříve si popišme klasické řešení, se kterým se lze setkat na každém kroku. Nejtypičtějším objektem s plechovou střechou jsou různé užitkové stavby, vyskytující se kdekoliv a často sloužící jako sklady, garáže nebo i jako výrobní haly. Nejjednodušším řešením je opravdu velmi důkladné pospojování jednotlivých krycích plechů a jejich vodivé spojení s nosnou, většinou ocelovou nebo železobetonovou konstrukcí. V tomto

Obr. 1. Propálení plechu z důvodu nedostatečné tloušťky

ideálním případě se vytvoří Faradayova klec a jediné, co se dá nazvat hromosvodem, je umístění jímacích tyčí nebo mřížové soustavy na této vodivé střeše. Toto opatření zabrání jejímu propálení při vnikání bleskového proudu. Bleskový proud se v takovéto stavbě chová právě jako ve Faradayově kleci – dochází k jeho postupnému rozdělení na velmi malé hodnoty, takže případný rozdíl potenciálu mezi konstrukcí stavby a vodičem vnitřní elektrické instalace je snadno zvládnutelný buď samotnou izolací, nebo pouhým svodičem přepětí na polovodičovém principu. Potud tedy ideální případ, který je doménou průmyslových nebo jiných účelových staveb a nepředstavuje na tomto poli žádný podstatný problém.

To, co platí při vývoji v elektronice – např. že součástka vyvinutá původně k zabezpečení funkce v družici se nyní běžně používá u velmi levných hraček pro děti –, platí i ve stavebnictví. Již celá léta se používá plech jako střešní krytina i pro obytné domy a jako součást střech se používá i jiný vodivý materiál. Nejčastějším „problémem“ z hlediska ochrany před bleskem jsou kovové nosné konstrukce, nosné či spojovací profily pro střešní krytinu nebo izolaci, ale i pokovené izolační fólie nebo plechové tašky. Tyto prvky bývají chráněny proti korozi vícenásobnými laky nebo vrstvou plastu, což znemožňuje jejich spolehlivé propojení.

Pozor na dostatečnou vzdálenost *s*!

Obr. 2. Vodič HVI-light uložený v nosné trubce

Jak jsme tedy byli nuceni postupovat v případě rodinných domů dosud?

Prvním krokem bylo zabezpečení co nejkvalitnější jímací soustavy (pozor – plech použitý na hořlavém podkladu jako náhodný jímač musí mít tloušťku zabraňující jeho propálení – tab. 1, jinak hrozí situace znázorněná na obr. 1), co nejdokonalejšího vodivého propojení jednotlivých plechů mezi sebou navzájem a přichránění kritických míst, jako např. komínků ze slabého plechu, dekorativních plechových prvků nebo stožárků s anténami. Pak se nám na střeše povedlo sice vytvořit dokonale vodivou desku, ale co dál?

Určitým vodítkem bylo předválečné (před 2. SV) doporučení (např. sovětské předpisy RU MES, VEI, RU NKES…, jež mimochodem řeší tloušťku ocelového plechu, u kterého nedojde vlivem blesku k propálení – tloušťka 5 mm), že pokud je střecha z vodivého materiálu, měli bychom počet svodů navýšit nejméně na dvojnásobek, abychom zabránili vytváření paralelních cest pro bleskový proud vnitřkem domu, elektrickou instalací nebo jinými vodi-

Obr. 3. Příklad systému pro ochranu anténního stožáru

vými cestami. Jinými slovy, pozor na dostatečnou vzdálenost *s*! Ovšem obecné znalosti bleskového proudu v té době ještě neumožňovaly přesný výpočet této vzdálenosti.

Protože nebylo dosud možné jednoduchým způsobem dodržet dostatečnou vzdálenost, nebylo ani možné zajistit korektní a spolehlivou ochranu před bleskem. Uživatel objektu musel akceptovat velké riziko, přestože řešením bylo masivní použití svodičů bleskových proudů na všechna vedení, která jsou přímo ohrožena možným přeskokem blesku neboli převážně vedení uložená těsně pod plechovou krytinou. Bohužel toto řešení nebude

Tab. 1. Minimální tloušťka kovových oplechování nebo kovových potrubí jímacích soustav

Třída LPS	Materiál	Tloušťka[a] *t* (mm)	Tloušťka[b] *t'* (mm)
I až IV	ocel (pozinkovaná)	4	0,50
	titan	4	0,50
	měď	5	0,50
	hliník	7	0,65
	zinek	–	0,70

[a] *t* zabrání propálení, přežhavení nebo zapálení.
[b] *t'* jen pro kovové oplechování, není-li nutno zabránit propálení, přežhavení nebo zapálení.

www.kniSka.eu

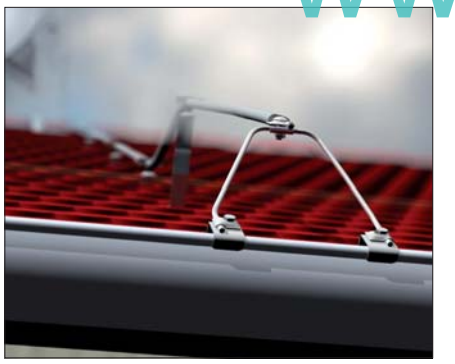
zrovna finančně nejvýhodnější, nehledě na to, že žádný svodič bleskových proudů nezabrání možnému přeskoku kdekoliv v průběhu vedení. Jakžtakž jde vyřešit problém se zavedením např. koaxiálních vedení skrz plechovou krytinu, ovšem s tou podmínkou, že pod střechou již nedojde k jeho přiblížení.

V případě umístění velmi citlivých a proti impulzu málo odolných fotovoltaických panelů na plechovou střechu, jejichž impulzní odolnost se v lepším případě pohybuje kolem 1 000 V, se jakýkoliv úder blesku rovná zničení tohoto zařízení. Právě na případu fotovoltaických zdrojů, které jsou pro jejich majitele ve velké míře spíše zajištěnou dlouholetou investicí, je hezky vidět, že problém není problém uvažovat v delším než několikaletém horizontu. Z hlediska ochrany před bleskem doporučujeme se ptát tzv. dlouholetých místních zdrojů. Člověk žijící v dané lokalitě maximálně desetiletí, je schopen se bít

Obr. 4. Přizemnění na ekvipotenciální pospojování domku

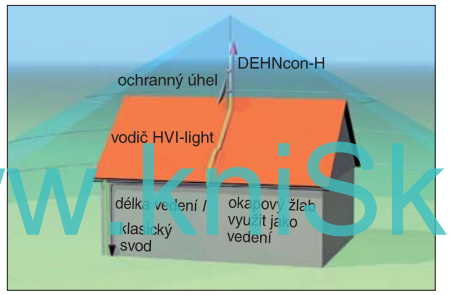
v prsa a tvrdit, že tady nikdy blesk neuhodil. Optáte-li se jeho rodiče, tak začne ukazovat – tam bouchlo, tam, tam a tam. Z vlastních zkušeností víme, že na vytvoření základního přehledu ohrožení bleskem v dané lokalitě je potřeba znát údaje alespoň za posledních 20 až 30 let. Investice do fotovoltaického zdroje je záležitost minimálně na 12 až 15 let, a tak ohrožení bleskem dostává konkrétnější podobu.

V okamžiku, kdy uživatel objektu není ochoten toto riziko převzít a není pro něj přijatelné ani riziko snížené o instalaci svodičů bleskových proudů na všechny vodiče vstupující plechovou střechou do objektu, zbývalo před nedávnou dobou pouze jediné řešení: oddálený hromosvod se stožárovými



Obr. 5. Uchycení konce vodiče na okap

jímači nebo izolovanými podpěrami. Řešení sice technicky korektní, ale zcela se vymykající představám, jaké o rodinném domě běžně míváme. Toto řešení lze nazvat i „ježatou hrůzou“. Naproti tomu u administrativních vícepatrových budov s plochou střechou je toto řešení naprosto esteticky přijatelné, protože



Obr. 6. Využití okapu jako vedení

Obr. 7. Vedení vodiče HVI-light až k zemi

ze země většinou není vidět.

Díky technickému pokroku, který se projevil i v oboru ochrany před bleskem, lze pro tyto případy zvolit řešení, které sice původně bylo vyvinuto pro průmyslové zákazníky, ale většina těchto případů na rodinných domech se za jeho pomoci dá spolehlivě a elegantně vyřešit. Tímto je volba oddáleného hromosvodu s vodiči HVI, popř. jeho odlehčená varianta DEHNcon-H a HVI-light.

Pro začátek – takto řešený hromosvod by měl navrhovat pouze projektant s dostatečnou zkušeností a znalostí věci. Jakýkoliv omyl ve výpočtu by se mohl neblaze vymstít. Stejně jako u klasických hromosvodů, i zde rozhoduje zařazení objektu do třídy ochrany před bleskem LPL (*Lightning Protection Level*) a s tím související maximální hodnota bleskového proudu (tab. 2), kterou budeme uvažovat pro přesný výpočet dostatečné vzdálenosti *s*. Rovněž hodnota zemního odporu je nezanedbatelnou položkou a vytvoření co nejlepší „země“ je klíčovou podmínkou.

Tab. 2. Hodnoty bleskového proudu podle třídy ochrany před bleskem (LPL)

LPL	I	II	III	IV
min. bleskový proud (kA)	3	5	10	16
max. bleskový proud (kA)	200	150	100	100

Několik variant řešení ochrany před bleskem při využití systému DEHNcon-H

Základním stavebním kamenem tohoto systému je vodič HVI-light uložený v nosné trubce (obr. 2). Je možné zvolit výšku pomocného jímače v rozsahu 0,5 a 1 m, dále výšku nosné trubky 2,055 a 2,705 m. Vedení je realizováno odlehčenou (nejen parametry, ale i cenově) variantou již známého vodiče HVI. Tento vodič HVI-light nahrazuje vypočítanou dostatečnou vzdálenost *s* pro vzduch 0,45 m, pro pevný materiál 0,9 m. Zjednodušeně – vyjde-li skutečná vypočítaná vzdálenost stejná nebo menší než uvedené údaje, je možné tento systém využít. V opačném případě lze využít průmyslovou

Obr. 8. Napojení vodiče HVI-light na svod 1 m pod úrovní střechy

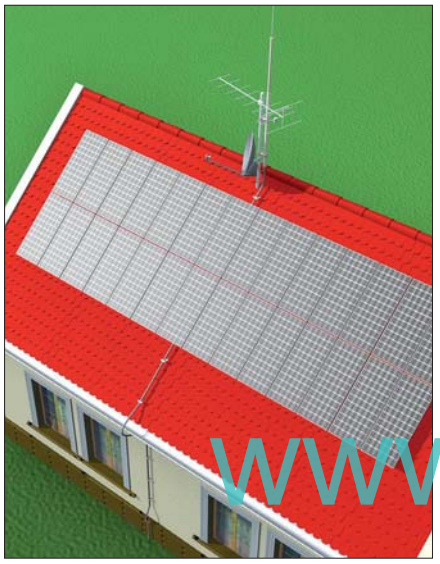
variantu vodiče HVI.

Výpočet *s* a použití systému DEHNcon-H

Jak může celý systém pro ochranu např. anténního stožáru vypadat, je patrné z obr. 3. To je pouze jedna z možných variant řešení. Dalším důležitým faktorem – konkrétně v tomto případě, je ochranný prostor tvořený jednou jímací tyčí. Domek se musí celý nacházet v tomto ochranném prostoru. Je nasnadě, že právě tento případ bude určen spíše pro malé přízemní domky. Dále je dobře vidět, že jako vodorovné vedení je využit okapový žlab čili věc do současné doby neslýchaná. Ovšem doporučujeme pro toto řešení zvolit buď měděný nebo titan-zinkový okap bez jakékoliv povrchové úpravy. Jakýkoliv přechodový odpor na svorkách je nepřijatelný. Od okapu jsou taženy dva svody klasickým ho-

www.kniska.eu

lým drátem až k uzemňovací soustavě. I u vodiče HVI-light je třeba na začátku a na konci respektovat ochranná pásma. V praxi to znamená, že se ani jeden konec nesmí ve vzdálenosti asi 0,9 m přiblížit k žádným kovovým hmotám na vzdálenost menší, než je vypočítaná *s*. Začátek vodiče je vyřešen uložením do nosné trubky, jejíž horní nevodivá část je celá instalována nad vršek anténního stožáru. Plášť vodiče HVI-light je třeba přizemnit na ekvipotenciální pospojování domku. Možné řešení je vidět na obr. 4 (předpokladem je připojení anténního stožáru na ekvipotenciální přípojnici). Plášť na konci vodiče není třeba přizemňovat, jak tomu bylo u klasického vodiče HVI, ale je třeba dbát na jeho správné



Obr. 9. Situace s FV panely

uložení. Řešení na obr. 3 znázorňuje situaci, kdy pod střešní krytinou je např. izolační fólie z hliníku nebo ocelová pozednice apod. Uchycení konce vodiče na okap je vidět na obr. 5. V případě, že se v tomto prostoru nevyskytují velké kovové hmoty (hřebíky a vruty nepředstavují zřetelný problém), je možné uložit celý vodič na normální nízké podpěry a jednoduše jej připojit na okap. Tolik jedna z možných variant. Nyní ale postupně od nejjednodušší až po složité, tvořené třeba dvěma stožárky se systémem DEHNcon-H.

Varianta první:

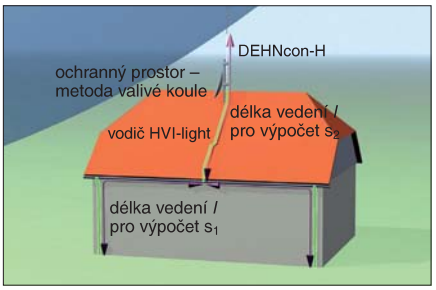
Jak jsme již uvedli, limitujícím faktorem je *s* (předpokladem je kontrola ochranného prostoru jímací tyče). Že jde o skutečně nevídané řešení, je patrno z obr. 6. Objekt má jeden svod.

Výpočet *s*:

$$s = (k_i \cdot k_c / k_m) \cdot l$$

Za k_i se dosadí číslo 0,04 (pro LPL III), za k_c číslo 1 (jeden svod), za k_m číslo 1 (dráha přeskoku vzduchem) a za *l* délka celého vedení – viz obr. 7. Takže hraniční hodnota *l* pro výpočet s max. 0,45 m je 0,45 = (0,04 × × 1/1) × 11,25. Opravdu malý baráček.

Variantu na obr. 6 nelze použít u celokovových střech. V případě takové střechy je třeba vést vodič HVI-light až k zemi (obr. 7) nebo alespoň 1 m pod úroveň střechy a zde jej napojit na svod (obr. 8). U řešení na obr. 8 je rovněž třeba kontrolovat dostatečnou vzdálenost *s*, ovšem pouze pro konec vedení – řekněme pro výšku 4 m. Dostatečná vzdálenost *s* je v tom případě 16 cm pro vzduch a 32 cm pro pevný materiál (zeď). Bude-li vodič sveden až k uzemnění (popř. těsně nad zem přes zkušební svorku), není třeba dbát v dolní části na *s*. Toto řešení ale nabízí jednu skvělou možnost – uložení tohoto vodiče pod střešní krytinu, na půdu a dále do zdi až k zemi. Na obr. 9 je další výhoda tohoto řešení. Skutečně je možné FV panely takto uložit bez rizika, že by na ně přeskočil bleskový výboj. Bude-li krytina plechová, stáhne se vodič HVI-light až k zemi a vyřeší se všechny problémy s hromosvodem. Jenomže tak malé domky se často nevidí. Podívejme se tedy na výpočet *s*, popř. délky vedení *l* pro situaci naznačenou na obr. 3. Podrobně je zakreslena na obr. 10.



Obr. 10. Výpočet s, popř. délky vedení l pro situaci naznačenou na obr. 3

Varianta druhá:

Jeden svod se dělí u okapu na dva. To už vypadá lépe. Objekt má dva svody, které se nedělí – jak bývá zvykem – na hřebeni domku, ale až u okapu. Je třeba tedy vypočítat *s* dvakrát a pak je sečíst ($s_{celk} = s_1 + s_2$, kde s_1 je pro vodič HVI-light a s_2 pro dva svody od okapu k zemi). Výpočet podle obr. 11:

$s_1 = (0{,}04 \times 1/1) \times 7 = 0{,}28$ m,

$s_2 = (0{,}04 \times 0{,}5/1) \times 8{,}5 = 0{,}17$ m.

Tedy vzhledem k tomu, že $s_{celk} = 0{,}45$ m, je vše v pořádku. Povšimněme si, že pro s_2 je za k_c dosazeno 0,5 – svod se dělí na dvě cesty. Tento výpočet je možné použít pouze v případě, že svod vodičem HVI-light bude napojen přibližně uprostřed okapu mezi dvěma svody k zemi. V případě nesymetrie se k_c zvyšuje až k hodnotě 0,7 až 0,9 a zkracuje se délka *l*. Toto řešení je tedy možné použít již na větší domy, přibližně o rozměrech 9 × 9 m a výšce asi 6 m. Výhodou je valbová nebo polovalbová střecha, hrany sedlové střechy mohou způsobit problém s ochranným prostorem jímače. Popsanou variantu není možné použít na plechovou střechu!

www.kniSka.eu