

# PRVNÍ ELEKTRONICKÁ



[www.kniska.eu](http://www.kniska.eu)

## O OCHRANĚ PŘED BLESKEM

VERZE 2.0  
AMPER 2008

Jan Hájek  
Dalibor Šalanský

### Bonusy

software + články  
od Milana Kauckého  
animace o hromosvodech  
od Dalibora

## Editorial – Kníška 2.0

Vážení čtenáři, přátelé a kolegové z oboru elektrotechniky,

člověka vždy potěší, když se přesvědčí, že se ve svém vlastním úsudku nemýlil. Když jsme totiž před dvěma lety, konkrétně v Elektro číslo 7 roku 2006, začali uvádět seriál „Triky a tipy“, považoval jsem výhledově dlouhodobou spolupráci s kolegy a odborníky z praxe za přínos nejen pro časopis Elektro, ale zejména pro celou odbornou čtenářskou obec. A ejhle! Předpoklad se naplnil s účinností vysokou, i v elektrotechnice v podstatě nevídanou. Seriál čítá již patnáct dílů a další díly jsou připraveny k uvedení. Co může být pro šéfredaktora příjemnějšího, než tvůrčím potenciálem napěchovaný autor? Tedy v tomto případě autoři dva, a ještě navíc autoři přiměřeně pilní a termínově disciplinovaní.

Řeklo by se: „... jak jednoduché! Vždyť ochrana před bleskem a přepětím v současné době představuje nejmodernější způsob zabezpečení budov a objektů a sortiment a typy prostředků ochrany před bleskem a přepětím jsou tak rozsáhlé.“ Ale, pozor! Seriál si klade vyšší cíle, než pouhé vyjmenování prostředků ochrany nebo jejich kategorizování. Seriál se postupně zabývá nejčastěji používanými typy a také nejčastěji kladenými otázkami z této problematiky. Na praktických příkladech uvádí způsoby instalací, využití přepětových ochrany a typy řešení konkrétních provozních situací. Sama praxe nastoluje problémy a vynucuje si adekvátní způsoby, jak vůči nim postupovat. A protože je většina z těchto způsobů již ověřena a profesně osvědčena, je vhodné využít zkušeností a k jejich zvládnutí použít již profesionálně připravených prostředků. To bylo koncepčním záměrem autorů i redakce Elektro již při prvním vydání Kníšky 1, a je to i nadále koncepčním záměrem této autorsky čerstvé Kníšky 2. I ta bude pokračovat v uvádění na stránkách časopisu Elektro, i ta bude pokračovat v úsilí o formování profesionálních názorů a přístupů k ochraně před bleskem a přepětím. V této souvislosti si dovoluji předpokládat, že ti z elektrotechniků, kteří se problematice ochrany před bleskem a přepětím věnují kvalifikovaně nepřehlédli závažnou informaci o založení Hromosvodního centra v Chomutově (Elektro 3/08).

Veletrh Amper 2008 je vhodnou příležitostí jednak k rekapitulaci dílu odvedené práce, a za druhé k započetí druhé etapy spolupráce mezi redakcí Elektro, autory a elektrotechnickou čtenářskou obcí.

Prostřednictvím Kníšky 2 se tak odborné veřejnosti dostane další vydatné porce informací, které se týkají problematiky ochrany před bleskem a přepětím a profesnímu sepětí mezi redakcí a autory dalšího potvrzení, že jejich práce a úsilí věnované jak tomuto tématu, tak způsobu předávání do elektrotechnického terénu má svůj odborný význam a nese své předpokládané plody.

Ing. Jiří Kohutka,  
šéfredaktor Elektro  
[www.odbornecasopisy.cz](http://www.odbornecasopisy.cz)





# TIPY A TRIKY PŘI INSTALACI PŘEPĚŤOVÝCH OCHRAN

Dalibor ŠALANSKÝ, člen ILPC, LUMA Plus s.r.o.

Jan HÁJEK, organizační složka Praha, DEHN + SÖHNE GmbH + CO. KG.

**OBSAH:** Obsah je interaktivní. Jednotlivé odkazy umožňují jednoduchou orientaci v knišce a zároveň jsou zde obsaženy odkazy

O autorech seriálu	<a href="#">strana 5</a>
Věnování	<a href="#">strana 7</a>
Trocha historie	<a href="#">strana 8</a>
O svodičích přepětí	<a href="#">strana 16</a>
Tipy a triky, článek první Svodiče bleskových proudů pro bytové domy	<a href="#">strana 31</a>
<i>Rozhovory</i>	<a href="#">strana 36</a>
Tipy a triky, článek druhý Světelné reklamy versus ochrana před bleskem a přepětím	<a href="#">strana 42</a>
<i>Rozhovory</i>	<a href="#">strana 51</a>
Tipy a triky, článek třetí Připojit, či nepřipojit? Je to vůbec otázka?	<a href="#">strana 56</a>
<i>Rozhovory</i>	<a href="#">strana 63</a>
Tipy a triky, článek čtvrtý Parkoviště a bazény na střechách budov	<a href="#">strana 67</a>
<i>Rozhovory</i>	<a href="#">strana 72</a>
Tipy a triky, článek pátý Elektricky vyhřívané příjezdové cesty, okapy, zatravněné střechy	<a href="#">strana 76</a>
<i>Rozhovory</i>	<a href="#">strana 84</a>
Tipy a triky, článek šestý Oddálené hromosvody pro jiné, než průmyslové objekty	<a href="#">strana 89</a>
<i>Rozhovory</i>	<a href="#">strana 96</a>

a internetová propojení na www stránky našich partnerů.

Tipy a triky, článek sedmý Rekonstrukce bytových domů v návaznosti na nový soubor norem	<a href="#">strana 100</a>
<i>Rozhovory</i>	<a href="#">strana 106</a>
Tipy a triky, článek osmý Fotovoltaické elektrárny a ochrana před bleskem - část první	<a href="#">strana 110</a>
<i>Rozhovory</i>	<a href="#">strana 117</a>
Tipy a triky, článek devátý Fotovoltaické elektrárny a ochrana před bleskem - část druhá	<a href="#">strana 120</a>
<i>Rozhovory</i>	<a href="#">strana 125</a>
Tipy a triky, článek desátý Skruté svody - žhavé téma	<a href="#">strana 129</a>
Tipy a triky, článek jedenáctý LPZ 0c - co to vlastně je?	<a href="#">strana 142</a>
Tipy a triky, článek dvanáctý Ochrana před bleskem pro kamerové "sledovací" systémy	<a href="#">strana 150</a>
Tipy a triky, článek třináctý Jímací tyč - součást, kterou začíná hromosvod	<a href="#">strana 162</a>
Tipy a triky, článek čtrnáctý Mřížová soustava na plochých střechách krytých fólií	<a href="#">strana 173</a>
Tipy a triky, článek patnáctý Ochrana před bleskem pro stanice na výrobu bioplynu	<a href="#">strana 183</a>
	<a href="#">Na stranu 2 obsahu</a>

# TIPY A TRIKY PŘI INSTALACI PŘEPĚŤOVÝCH OCHRAN

Dalibor ŠALANSKÝ, člen ILPC, LUMA Plus s.r.o.

Jan HÁJEK, organizační složka Praha, DEHN + SÖHNE GmbH + CO. KG.

**OBSAH:** Obsah je interaktivní. Jednotlivé odkazy umožňují jednoduchou orientaci v knižce a zároveň jsou zde obsaženy odkazy

Logika vnitřní ochrany	<a href="#">strana 195</a>
Revize a kontroly SPD	<a href="#">strana 200</a>
Často uváděné nepřesnosti v souvislosti s SPD	<a href="#">strana 205</a>
Nebezpečí skrytá v zákonech	<a href="#">strana 209</a>

## Bonusy:

Animace první	<a href="#">strana 38</a>
Animace druhá	<a href="#">strana 54</a>
Animace třetí	<a href="#">strana 65</a>
Animace čtvrtá	<a href="#">strana 74</a>
Animace pátá	<a href="#">strana 87</a>
Animace šestá	<a href="#">strana 98</a>
Animace sedmá	<a href="#">strana 108</a>
Animace osmá	<a href="#">strana 119</a>

Software první	<a href="#">strana 39</a>
Software druhý	<a href="#">strana 55</a>
Software třetí	<a href="#">strana 66</a>
Software čtvrtý	<a href="#">strana 75</a>
Software pátý	<a href="#">strana 88</a>
Software šestý	<a href="#">strana 99</a>
Software sedmý	<a href="#">strana 109</a>

Návody k použití k jednotlivým software	<a href="#">strana 213</a>
---	----------------------------

Doslov	<a href="#">strana 220</a>
--------	----------------------------

a internetová propojení na www stránky našich partnerů.

## Naši partneři:

LUMA Plus s.r.o.	<a href="#">strana 30</a> <a href="http://www.lumaplus.cz">www.lumaplus.cz</a>
DEHN + SÖHNE	<a href="#">strana 37</a> <a href="http://www.dehn.cz">www.dehn.cz</a>
Nakladatelství FCC Public	<a href="#">strana 52</a> <a href="http://www.odbornecasopisy.cz">www.odbornecasopisy.cz</a>
ELEKTRIKA.CZ	<a href="#">strana 64</a> <a href="http://www.elektrika.cz">www.elektrika.cz</a>
LP ELEKTRO	<a href="#">strana 73</a> <a href="http://lpelektro.cz">lpelektro.cz</a>
Terinvest s. r. o.	<a href="#">strana 86</a> <a href="http://www.terinvest.com">www.terinvest.com</a>
ČVUT Praha	<a href="#">strana 97</a>
El Soft	<a href="#">strana 107</a> <a href="http://www.klimsa.cz">www.klimsa.cz</a>
Centrum	<a href="#">strana 194</a>

[Na stranu 1 obsahu](#)

## O AUTORECH SERIÁLU

Autorská dvojice Dalibor Šalanský a Jan Hájek se poprvé spolu sešla u článku o ochraně před bleskem a přepětím pro Wi-Fi aplikace počátkem roku 2005.

Dvojice těží z vlastních zkušeností z praxe a na rozdíl od jiných autorů v elektrotechnickém oboru témata jednotlivých článků vždy volí dle aktuálních požadavků projektantů a montážních firem. V každém z dílů "Tipů Triků" nabízí pro danou problematiku několik různých, avšak technicky rovnocenných řešení.

Snaží se vždy poskytnout čtenáři maximum informací, aby byl schopen stejný nebo podobný případ sám vyřešit. Seriál vychází v časopisu ELEKTRO a na [www.elektrika.cz](http://www.elektrika.cz). Seriál je natolik úspěšný, že je publikován i v zahraničním odborném tisku.

Hájek a Šalanský spolu i přednášejí a díky poutavému stylu přednesu, jsou

vítaným zpestřením mnohdy jednotvárných konferencí. Vzhledem k tomu, že seriál „Tipy Triky“, je živoucím projektem, dovolují si Vás autoři požádat, abyste je neprodleně kontaktovali, pokud budete potřebovat cokoli z článků upřesnit, napadnout či rozporovat. Autoři samozřejmě uvítají jakýkoliv námět na další díl seriálu. Pište autorům na následující e-mailové adresy.

[jan.hajek@dehn.cz](mailto:jan.hajek@dehn.cz)

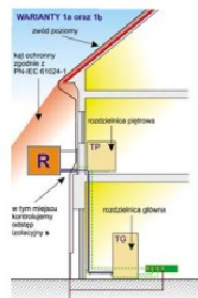
[honza@elektrika.cz](mailto:honza@elektrika.cz)

[lumaplust@lumaplust.cz](mailto:lumaplust@lumaplust.cz)

[dalibor@elektrika.cz](mailto:dalibor@elektrika.cz)

### Ochrona przepięciowa reklam świetlnych – wskazówki praktyczne (1)

Dalibor Szalanski, Jan Hajek



#### OCHRONA PRZECIWPŁYCIOWA

##### Ochrona przepięciowa reklam świetlnych – wskazówki praktyczne (1)

Dalibor Szalanski, Jan Hajek  
Niniejszy artykuł jest pierwszą częścią publikacji, będącej tłumaczeniem opracowania zamieszczonego w czeskim czasopiśmie Elektro nr 8-9 / 2006. Przedstawia problematykę ochrony reklam świetlnych umieszczonych na zewnętrznych ścianach i dachach różnych obiektów oraz wykorzystanie produktów firmy Dehn w tym zakresie.

#### OCHRONA PRZECIWPŁYCIOWA

##### Ochrona przepięciowa reklam świetlnych – wskazówki praktyczne (2)

Dalibor Szalanski, Jan Hajek  
Niniejszy artykuł jest drugą częścią publikacji, będącej tłumaczeniem opracowania zamieszczonego w czeskim czasopiśmie Elektro nr 8-9 / 2006. Przedstawia problematykę ochrony reklam świetlnych umieszczonych na zewnętrznych ścianach i dachach różnych obiektów oraz wykorzystanie produktów firmy Dehn w tym zakresie. Część pierwsza artykułu opublikowana została w wydaniu listopadowym (11/2006) magazynu ELEKTROSYSTEMY.







## Jan Hájek

Po absolvování SPŠ Dopravní, oboru zabezpečovací a sdělovací technika a ročního pokusu na ČVUT – Fakulta strojní, počal svou profesní kariéru u firmy AEG Domácí spotřebiče, organizace servisu a servisních prací. Po roce přešel k firmě J.Fröschl & Co. s.r.o., kde prošel pozicemi - přímé služby zákazníků, obchodní zástupce, vedoucí oddělení, vedoucí prodeje Praha, vedoucí prodeje ČR.

Od roku 2002 pracuje pro firmu DEHN + SÖHNE.

Autor fotografie : Jan Veselý – Ring



## Dalibor Šalanský

Původním zaměstnáním Mechanik automatizační techniky. V letech těsně před “sametovou revolucí” se zúčastnil pokusů o rozjetí sovětské odsiřovací jednotky na elektrárně Tušimice II jako mechanik měření a regulace. Po ukončení neúspěšných pokusů pracoval dále na ETU II jako provozní elektrikář nn a vn. V roce 1993 založil společně s kolegy Ing. Zemanovou, panem Zemanem a panem Skleničkou firmu LUMA Plus s.r.o., kde vyvíjí svoji činnost do dnešních dnů.

# TIPY A TRIKY PŘI INSTALACI PŘEPĚŤOVÝCH OCHRAN

Dalibor ŠALANSKÝ, člen ILPC, LUMA Plus s.r.o.

Jan HÁJEK, organizační složka Praha, DEHN + SÖHNE GmbH + CO. KG.

**Věnování**



**Věnování:**

**V první řadě našim rodinám, které trpělivě snáší naši činnost.**

**Pánům :**

**Thomasi Dehnovi a jeho předkům, díky nimž vlastně můžeme tvořit  
Peteru Respondkovi, který může za to, že jsme se setkali**

**Lidem, kteří nás hodně naučili:**

**Zdeněk Rous**

**Thomas Smatloch**

**Klaus-Peter Müller**



**Lidem, z jejichž prací jsme při psaní vycházeli:**

**Peter Hasse**

**František Popolanský**

**Šéfredaktorovi časopisu ELEKTRO Jiřímu Kohutkovi za spolupráci a vytváření  
potřebného “tlaku”**

**Josefu Košťálovi za korektury**

**Nakladatelství FCC Public – časopis ELEKTRO**

**Odbornému serveru ELEKTRIKA.CZ – Mirkovi Minaříkovi a jeho týmu.**

**Jiřímu Kutáčovi za poskytnutí a vytvoření množství podkladů.**

**Paní Jaroslavě Gregořicové za nevděčnou jazykovou korekturu.**



**In memoriam : Ladislav V. Říhánek – za to, že začal**

Autoři fotografií: Margita Boháčová, Roman Budín, Mirek Minařík

## TROCHA HISTORIE

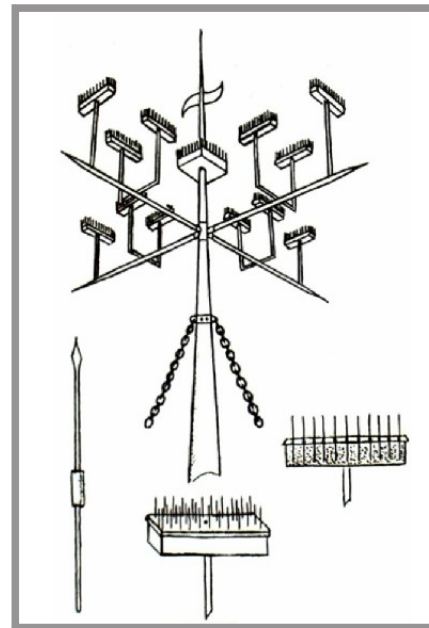
Dříve, než lidstvo zjistilo fyzikální vlastnosti blesku jako elektrického jevu, snažili se lidé na základě praktických zkušeností a spíše metodou pokusů a omylů chránit svá obydlí před tímto elektrickým jevem.

Jako nejzajímavější zkušeností se jeví Josefem Flaviem zmiňovaná stavba v jeho „Historii židovského národa“ Šalamounova chrámu. Šalamounův chrám byl pokryt zlatými deskami a dešťová voda byla zachycována ze střechy velkým množstvím kovových rour a sváděna do zásobních cisteren. I když se tento chrám nacházel na blesky velmi exponovaném místě, po dobu jeho existence od r. 925 do 587 před n. l. nebyly na něm zaznamenány žádné škody způsobené bleskem. Teprve v 17. století, kdy bylo objeveno, že blesk je elektrický jev a po půl století později, kdy anglický fyzik Stephen Gray (1670 - 1736) jako první rozlišil vodivé materiály od nevodivých, netrvalo dlouho a byly realizovány první hromosvody na základě fyzikálních principů blesku.



Zcela na začátku oboru ochrany před bleskem jsou dvě velmi důležité jména: Prokop Diviš (1696 - 1765) a Benjamin Franklin (1706 - 1790).

**Diviš předpokládal, že několik set hrotů na koruně hromosvodu bude vysávat elektřinu z mraků, a tím zabrání výbojům blesků.**





Přímětický hromosvod plnil dle dnešních znalostí blesku funkci jímáče se svody zakončenými na zemnicí soustavě, tvořené zakopanými kovovými kužely

Železná konstrukce na dřevěném stožáru, „machina meteorologica“, byla 42 m vysoká a byla spojena řetězy s železnými kužely zakopanými do země, byl to první uzemněný hromosvod.

Benjamin Franklin, uznávaný vynálezce hromosvodu, zastával zpočátku podobný názor jako Prokop Diviš, jak vyplývá z dopisu obchodníkovi Collinsonovi r. 1749: „Na základě svých pokusů jsem dospěl k přesvědčení, že hroty mohou zajistit bezpečnost domů, lodí, věží, kostelů apod. před úderem blesku. Jestliže budou dřevěné nebo kovové koule umístěné na špičce korouhvice, na tyčích a stožárech, nahrazeny železnou tyčí 8 nebo 10 stop dlouhou, zaostřenou v hrot, pozlacenou proti zrezivění a budou elektrický oheň odvádět z mraků klidně, aniž by se mohl přiblížit natolik, aby udeřil“.

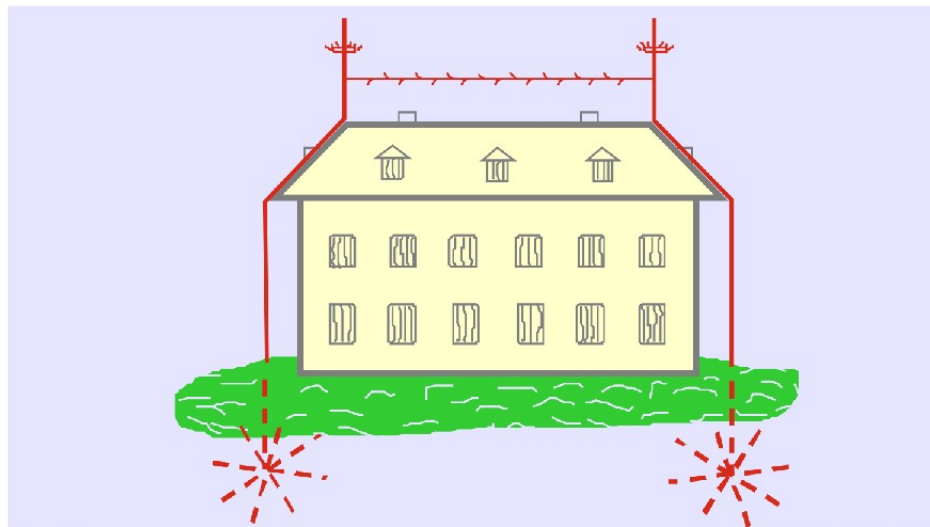
V roce 1753, již Franklin přidával k první vlastnosti i druhou, „chránit budovu před škodou, jestliže nastane do tyče

úder blesku“. I v konečném popisu hromosvodu píše Franklin v r. 1767: „Tedy jímáče buď zabrání úderu z mraku, nebo když nastane úder, odvede jej bezpečně z budovy.“ Druhý Franklinův požadavek, kladený na

hromosvod, se stal rozhodující pro praktickou ochranu běžných objektů s dnešním provedením hromosvodu.

Jako klíčová stavba se jeví ochrana před bleskem od Benjamina Franklina, kterou

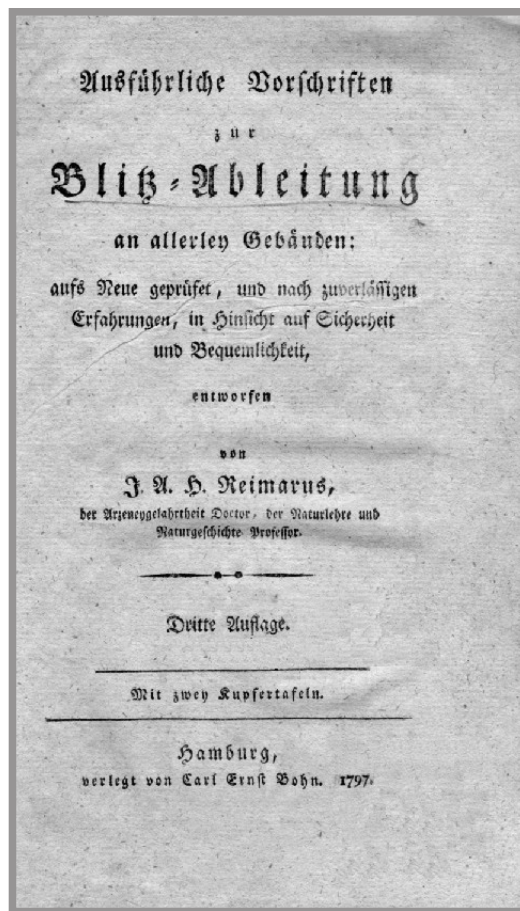
## G. Ch. Lichtenberg ochrana objektu rok 1778



byl maják v roce **1766 Plymouth**. Byl tak jednou z prvních referenčních staveb hromosvodu a vzhledem k tomu, že se nacházel na velice frekventované obchodní cestě, tak díky veřejné prezentaci své funkce ochrany tohoto majáku došlo také k rychlému rozšíření tohoto konceptu.

První předpisy pro ochranu před bleskem J. A. H. Reimarus zveřejnil v r. 1769 – „Popisy škod způsobených bleskem“. Na základě zadání Chur – Bayernischen - Akademie der Wissenschaften v Mnichově sestavil Ph. P. Guden pravidla pro ochranu před bleskem a za tuto práci byl vyznamenán zlatou medailí. V r. 1778 zveřejnil filozof a experimentální fyzik G. CH. Lichtenberg svou publikaci "Pravidla chování při blízké bouři". V ní doporučoval jímání tyče ze železa nebo mědi s pozlacenými jímacími špičkami se svody, které mají být vedeny do země co nejbližší k úrovni hladiny spodní vody, nebo do blízkosti nějakého vodního zdroje.

J. A. H. Reimarus po té v r. 1797 vydal první "Předpisy pro hromosvody".



V nich bylo např. uvedeno toto: chránit krov střechy až po jeho konec, jakož i na střeše se nacházející nástavby, komíny a věžičky nebo altány a pokrýt je kovovými navzájem pospojovanými součástmi tak, že když blesk udeří do jakéhokoliv z těchto míst, nalezne jistou cestu na svody. Ty byly realizovány hlavně olověnými pásy, které měly mít šířku 3 - 6 coulů. Celá cesta svodů měla být, jak jen to bylo možné, vedena shora dolů těmito pruhy olova nebo mědi. Tyto pásy byly spojovány jednoduchými falci a u měděné varianty bylo doporučeno tyto jednoduché falce nýtovat nebo provést jako dvojité. Svody měly být vedeny nejenom na kamenných stěnách, ale i na dřevě, pokud nebyla jiná možnost a měly být upevněny hřeby. Bylo upozorováno, že pokud je vnější plocha pásu nezakrytá, blesk putuje bez poškození svodů na zemní soustavu. Také v těchto předpisech byla už zavedena podmínka připojování kovových součástí budovy na systém svodů, pokud nebylo možno svod od nich oddálit. Pro systém svodů byly předepsány druhy spojování jako jsou nýty a falce provedené tak, aby měly co největší pevnost. Také byla pro

hromosvod předepsána vizuální kontrola minimálně každé jaro. I pro zemní soustavu bylo důležité umístit ji co nejblíže nějakému vodnímu zdroji nebo zavést co nejhlouběji do země. Tyto předpisy byly vydány hlavně pro ochranu kostelů, skladišť střelného prachu, pro slámové střechy, větrné mlýny, jeřáby, cestovní vozy a lodě.

Počátkem 19. století, kdy začala vznikat síť pojišťovacích ústavů, které pojišťovaly i proti požáru, počalo velké rozšiřování tohoto systému ochrany před bleskem získávat na popularitě. Takže např. v r. 1827 bylo v Bavorském království chráněno již 1253 budov hromosvodem, z čehož bylo 392 aplikací ve Stuttgartu. Jako ochranný prostor, který vytvořila jakákoliv jímací tyč, byl brán poloměr zhruba 40 stop (ca 12,5 m) od paty každého jímače. Jako zemnič se používala železná tyč, dlouhá 4 - 5 stop (ca 1,3 - 1,7 m) zapuštěná v zemi.

Již belgický fyzik Melsens doporučoval svody na všech stranách objektu a tento princip byl dále rozvíjen. Stručný přehled prvních realizací hromosvodu jejich autorů:

- 1754 [Přímětice Znojmo](#), Kostel [Václav Prokop Diviš](#)
- 1760 [Philadelphia](#), obytný dům pana Westa, [Benjamin Franklin](#)
- 1733-1763 [Dresden](#), [Dresdner Schloss](#) 1774, 1. obnova
- 1765 [Newbury \(Berkshire\)](#), Kostel
- 1766 [Plymouth](#), Maják
- 1769 [Žagaň](#), Kostel, [Johann Ignatz von Felbinger](#)
- 1769 [Hamburg](#), [St.-Jacobi-Kirche](#), [Johann Albert Heinrich Reimarus](#)
- 1770 [Wien](#), [Penzing](#), Kostel
- 1776 [Trippstadter Schloss](#), [Johann Jakob Hemmer](#)
- 1779 [Mannheim](#), obytný dům
- 1779 [Hamburg](#), [St.-Petri-Kirche](#)
- 1780 [Georg Christoph Lichtenberg](#) in [Göttingen](#)
- 1782 [Wien](#), [Narrentum im alten Allgemeinen Krankenhaus](#)

Zdroj : <http://de.wikipedia.org/wiki/Blitzableiter>



V českém (československém) prostředí považují autoři za klíčovou publikaci knihu **Hromosvody** od **Ing. Ladislava Vojtěcha Řihánka** z roku 1951 (druhé rozšířené vydání), jejíž první vydání bylo v roce 1940 prakticky ihned rozebráno. Každé její další vydání bylo vždy aktualizováno o nejnovější poznatky v oboru. Vyšla v roce 1950 jako doplněk předpisů ESČ.

**Spolupracovníci** Ladislava V. Řihánka:  
**Ing. Bedřich Fröhlich, Praha; Ing.**

**Vojtěch Kulda, Plzeň; Ing. Jaromír Nováček, Praha; Ing. Bohumír Novák, Praha; Jaroslav Svoboda, Praha; Rudolf Vodička, Praha.**

V této publikaci autor zmiňuje v té době několik nejrozšířenějších typů staveb hromosvodů.

### Gay-Lussacův hromosvod

několik jímacích tyčí vzájemně pospojovaných s několika svody, hlavně v rozích budov.

### Faradayův způsob

utvořená síť z jímacích vodičů nad chráněným objektem.

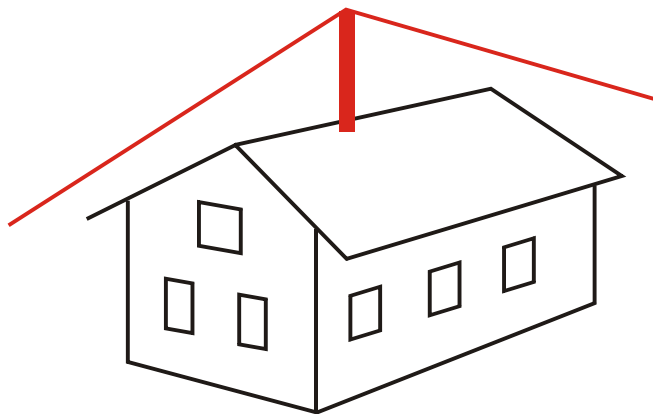
### Findeisenův hromosvod

nepoužití jímacích tyčí, kovové části střech jsou vodičivě pospojeny na svody (v padesátých letech nejvíce doporučovaný způsob).

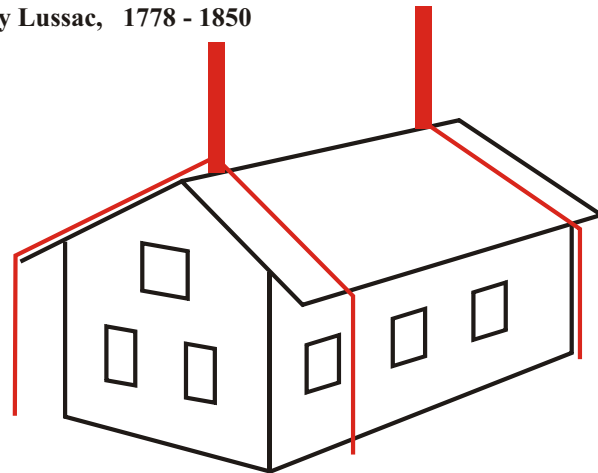
### Radioaktivní hromosvody

zaváděné například ve Francii (zrušeno v poslední zemi EU: Velká Británie cca 2004)

Benjamin Franklin, 1706 - 1790



Gay Lussac, 1778 - 1850



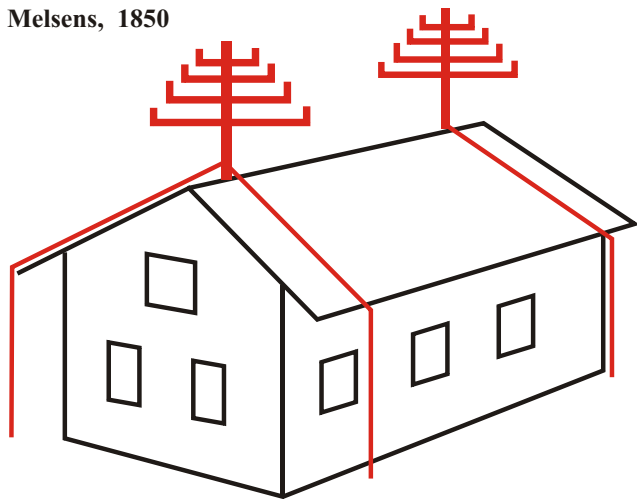
# TIPY A TRIKY PŘI INSTALACI PŘEPĚŤOVÝCH OCHRAN

Dalibor ŠALANSKÝ, člen ILPC, LUMA Plus s.r.o.

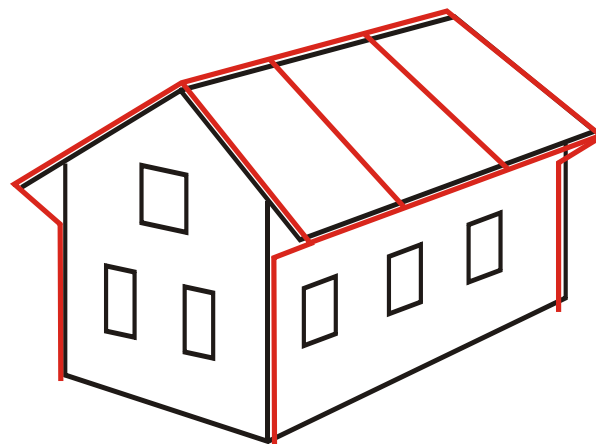
Jan HÁJEK, organizační složka Praha, DEHN + SÖHNE GmbH + CO. KG.

*Trocha historie*

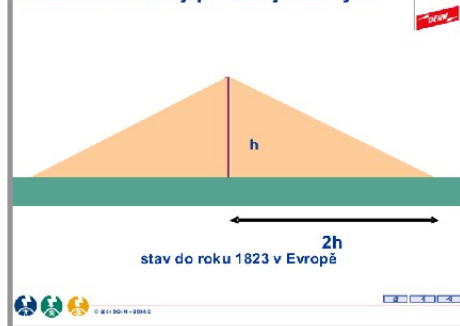
Melsens, 1850



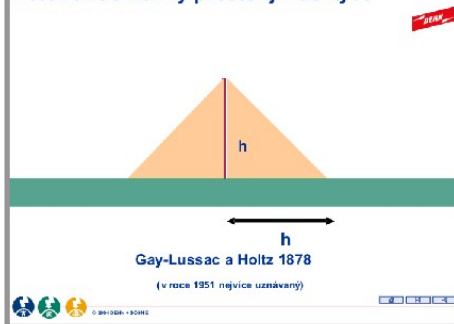
Michael Faraday, 1791 - 1867



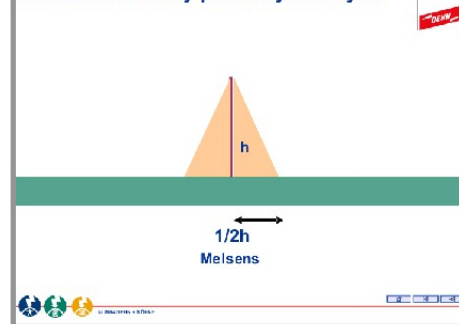
Historie: Ochranný prostor jímací tyče



Historie: Ochranný prostor jímací tyče



Historie: Ochranný prostor jímací tyče



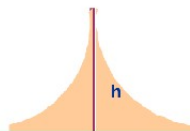
### Historie: Ochranný prostor jímací tyče



O. Lodge 1925



### Historie: Ochranný prostor jímací tyče



h

A. Schweiger 1938



Rozvaha nad kvalitou hromosvodu - L. V. Říhánek z roku 1951

Při navrhování hromosvodů musíme vždy uvážit, jak dokonalý hromosvod objekt vyžaduje, a to nejen po stránce technické, bezpečnostní, ale i hospodářské. Víme, že nejdokonalejší ochranou je Faradayova klec, ale nebudeme ji dělati ku příkladu u nějakého malého skladiště cementu, kdy by to nebylo hospodářsky odůvodněno, ale zcela jistě ji uděláme pro skladiště výbušnin.

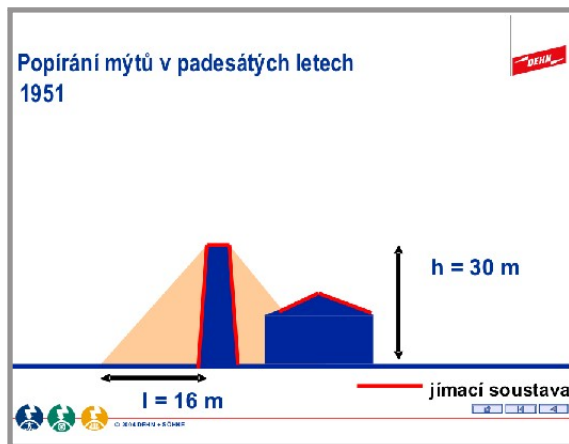
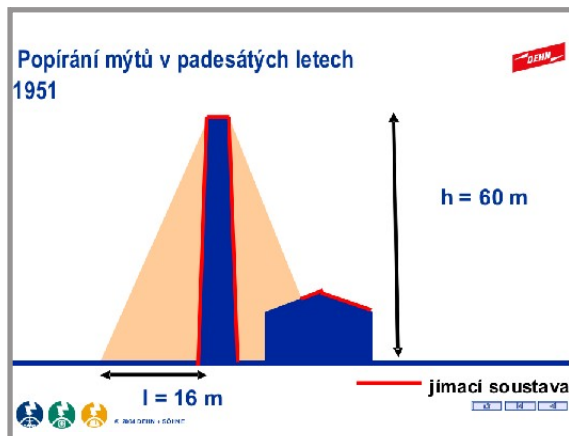
Je samozřejmé, že lépe chráníme např. obyčejnou budovu, použijeme-li místo jediného jimače jimačů více, místo jediného jímacího vedení po hřebenu střechy i dalších jímacích vedení po jejích okrajích, když uděláme více svodů, lepší uzemnění, nebo dokonce vytvoříme z jímacích vedení a svodů Faradayovu

klec. Jest věci navrhovatele, aby uvážil, do jaké míry jest třeba důkladné ochrany po stránce bezpečnostní, technické i hospodářské.

Tento obtížný úkol byl z projektantů našťastí zavedením ČSN EN 62305-2 Řízení rizika snát a ulehčen.

Ve své publikaci v roce 1951 autor také bojuje proti nebezpečnému mýtu:

V normě ČSN ESČ 113 je uvedeno, že jimače (nemusí to být jen tyče) mají být umístěny hlavně na těch místech budov, která jsou nejvíce vystavena úderu hromu. Dá se těžko říci, kolik musí být jímacích zařízení na budově, ale zásadně pochybený názor je, že na př. hromosvod na vysokém továrním komíně chrání též okolní tovární objekty. Podle Dr. Ing. Willeho nevzrůstá s rostoucí výškou umístěného jimače ochranný prostor, takže ku př. jimač na továrním komíně 60 m vysokém chrání prostor as o poloměru 16 m, stejně jako jimač na komíně pouze 30 m vysokém. Proto se musí hromosvody zříditi i na okolních továrních objektech, třeba nižších.



Také další doporučení pro konstrukci hromosvodní ochrany nejsou rozdílné vůči tomu co nám dnes doporučuje nový soubor norem ČSN EN 62305

✂ Vedení na střeších.  
Všechny jimače na střeše se mají spojit do jedné soustavy.

✂ Hromosvodové vedení a jimače se mají umístit podél obrysů budov, jako podél hřebenů, zábradlí a hran plochých střešů a kde je to možné, přes ploché střešy tak, že se spojí každý jimač s ostatními.

✂ Vedení na plochých střeších má jítí kolem hran střešů, aby vytvořilo uzavřenou smyčku.

Nejlepší ochranou jsou střešy kovem úplně pokryté, z nichž se vedou svody do země. Jímacích tyčí pak není třeba. Má-li se budova úplně bezpečně chránit před bleskem, musí se obložit sítí z drátů, jako klec

(Faradayova klec), neboť hrom může do budovy udeřiti ze všech stran.

Takže to by byl takový lehký „průlet“ historií ochrany před bleskem, který je důležitý pro zjištění, že za čímkoliv novým jsou skryty celé generace lidí, kteří svou nezištnou práci vytvořili podmínky pro to, čemu dnes říkáme technický pokrok.

Jan Hájek,  
Dalibor Šalanský

Seznam zdrojů:

[www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)

Ing. Ladislav V. Říkánek „Hromosvody“ 1951 Technické vydavatelství Praha  
Peter Hasse, Johannes Wiesinger, Wolfgang Zischank „Handbuch für Blitzschutz und Erdung“ páte, zcela přepracované vydání, PFLAUM 2006.  
Sborník z konference “OD PROKOPA DIVÍŠE K MODERNÍ OCHRANĚ PŘED BLESKEM” - 2004.

Obrázky:  
Dalibor Šalanský  
Jan Hájek, DEHN + SÖHNE



## Ochrana před bleskovým proudem a přepětím pro napájecí soustavu.

Základní požadavek na vybavení elektrické instalace svodiči přepětí je obsažen v ČSN 33 2000: „Elektrická instalace budov, - Část 1.

Je vždy na projektantovi, aby dle analýzy rizika dle ČSN EN 62305- 2 rozhodl jestli a jak kvalitně v objektu zřídí ochranu před bleskem a přepětím.

Toto je důležité z důvodu určení

výsledné LPL (lightning protection level) hladiny ochrany před bleskem.

V podstatě se jedná o to, že dle charakteru využití budovy, určí analýzou, jak velkému bleskovému proudu má být elektrická instalace odolná. Tyto hodnoty jsou klíčové pro výběr vhodného svodiče bleskových proudů SPD (surge protective device) typ 1, aby si dokázal s takovou hodnotou bez problému poradit.

Pouze pro připomenutí tabulka z ČSN

EN 62305 -1 . Z této tabulky je důležitý parametr maximálního bleskového proudu tvaru vlny 10/350 pro každou ze čtyř úrovní.

Ochrana před bleskovým proudem se zřizuje pro extrémní případ přímého zásahu blesku do chráněného objektu.

Daleko častějším ohrožením z hlediska bleskového proudu, jsou všechny úder blesku v okolí chráněné aplikace do vzdálenosti cca 2 km. kdy se bleskový

### ČSN EN 62305 – 1 Obecné principy

Základní kritéria pro ochranu staveb a inženýrských sítí



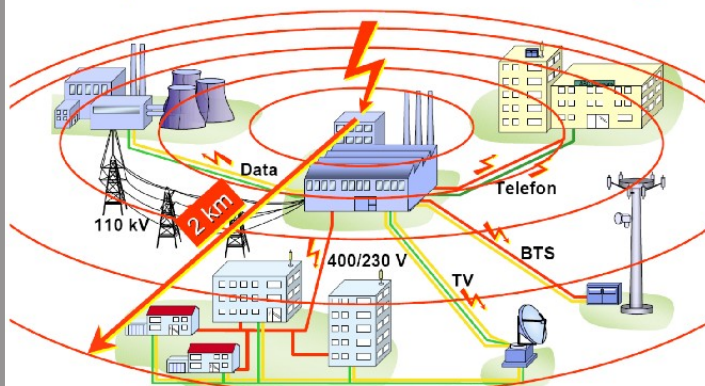
Hladina ochrany  LPL	maximální hodnoty		minimální hodnoty		
	parametrů bleskového proudu		parametrů bleskového proudu		
	maximální vrcholová hodnota blesk. proudu	pravděpodobnost, že skutečný blesk. proud je menší než maximální vrcholová hodnota blesk. proudu	minimální vrcholová hodnota blesk. proudu	pravděpodobnost, že skutečný blesk. proud je větší než minimální vrcholová hodnota blesk. proudu	poloměr valící se koule
I	200 kA	99 %	3 kA	99 %	20 m
II	150 kA	98 %	5 kA	97 %	30 m
III	100 kA	97 %	10 kA	91 %	45 m
IV	100 kA	97%	16 kA	84 %	60 m



© 2007 DEHN + SÖHNE

BULLETIN IP ILPC 2007

### Ohrožení po zásahu bleskem



© 2007 DEHN + SÖHNE

BULLETIN IP ILPC 2007

11.04.06 / 51320

proud šíří všemi vodivými cestami do okolí. Těmito vodivými cestami jsou hlavně vodiče distribuční soustavy, kovová potrubí, ale i všechny telefonní a datové vodivé spoje. Díky hustému zasítování obytných oblastí, je ohrožení z této strany téměř samozřejmostí.

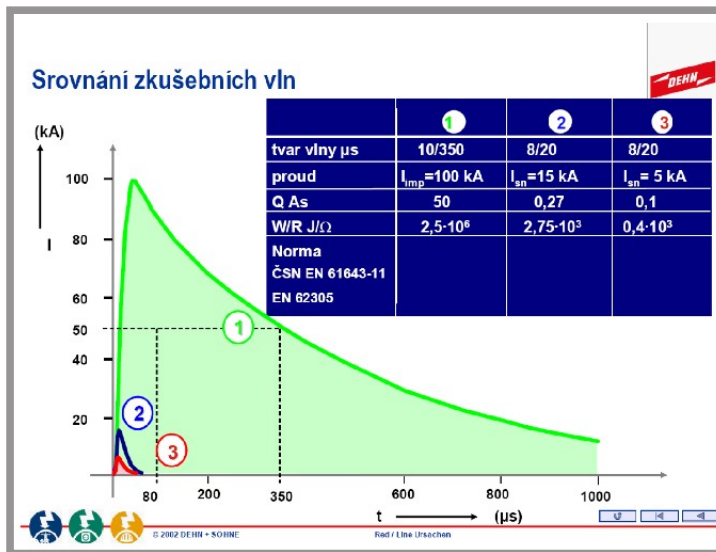
Bleskový proud, je definován normami tvarem vlny 10/350  $\mu\text{s}$ , který se nejvíce podobá přírodnímu průběhu tvaru vlny bleskového proudu. Plocha křivky, která je

určena tímto tvarem vlny je energií, která za tento čas aplikací proteče. ( $10/350 \mu\text{s} = 10 \mu\text{s}$  do doby 90 % hodnoty impulsu a 350  $\mu\text{s}$  je doba půltýlu vlny). Tvar vlny 8/20  $\mu\text{s}$  se impuls, který odpovídá přepětí, které vzniká elektromagnetickou indukcí, nebo spínacími jevy.

V případě přímého zásahu blesku do chráněného objektu, se díky jímací soustavě a jejím svodům dostane bleskový proud k vyrovnání potenciálu, spoji mezi

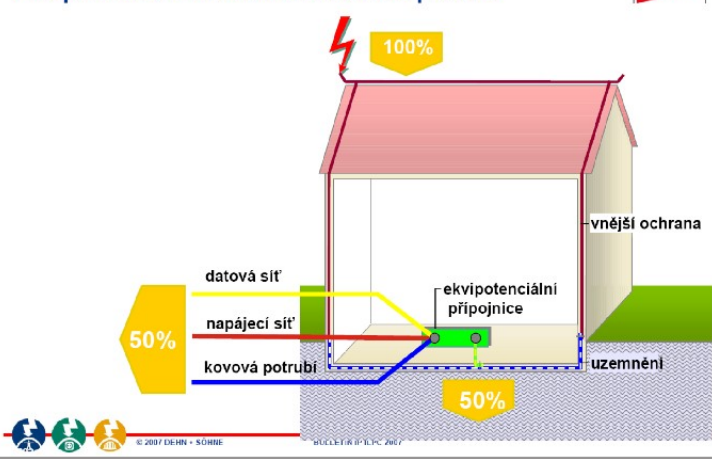
vnitřním pospojováním a zemnicí soustavou hromosvodu, která převezme 50% jeho energie (ČSN EN 62 305-4), zbývající část bleskového proudu se má pak snahu vyrovnávat se zavlečeným potenciálem na druhé straně přivedených vodivých systémů. Bleskový proud se rovnoměrně rozloží mezi všechny přivedené vodiče jako jsou:

Napájecí soustava 4-5 vodičů v případě TNC či TNS



## ČSN EN 62305 - 4

### Předpokládané rozdělení bleskového proudu



Komunikační vodiče - telefonie

Kabelové rozvody televize

Kovové trubky pro vodu, odpad, plyn či dálkový odběr médií a tepla.

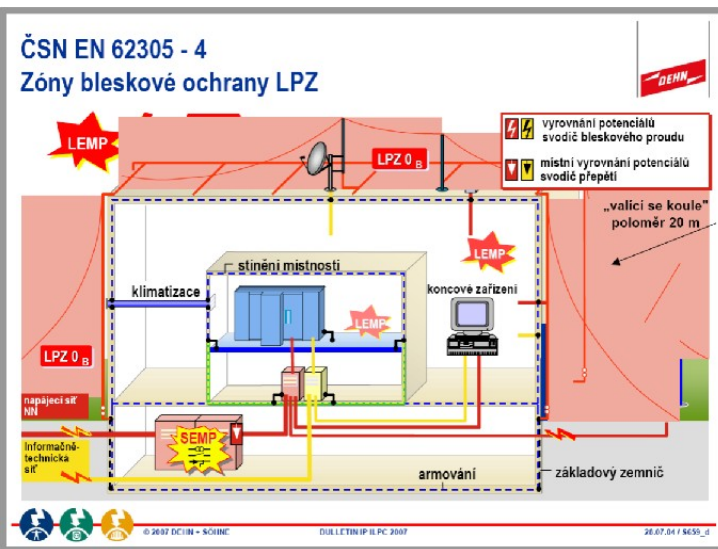
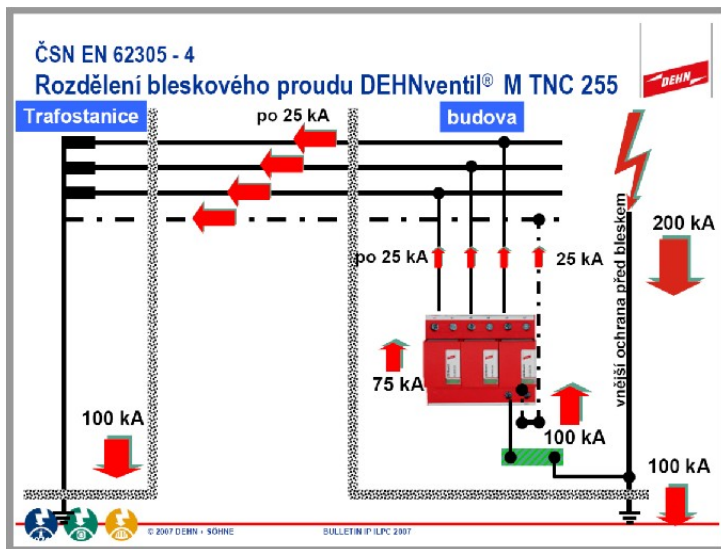
U většiny nových staveb se setkáme hlavně pouze s přívodem energie a telekomunikací. Kovové trubky pro plyn či vodu se již téměř nevyskytují.

Z tohoto důvodu se vyplácí, volit svodič bleskových proudů SPD typ 1 tak, aby si dokázal na čtyřech až pěti vodičích.

Poradit s 50% bleskového proudu, tj. v případě objektu zařazeném v LPL I.  $I_{\max}=100 \text{ kA}$  tvaru vlny 10/350  $\mu\text{s}$ . To znamená 25 kA tvaru vlny 10/350  $\mu\text{s}$  na jeden vodič v případě čtyřvodičového systému TNC, respektive 20 kA tvaru vlny 10/350  $\mu\text{s}$  v případě pětivodičového systému TNS.

Podstatnou výhodou svodičů bleskových proudů firmy DEHN+SÖHNE je jejich konstrukce, odpovídající poža-

давкům LPL I. Projektantovy ochrany před přepětím nebo montážní firmě pak odpadá starost s určením hladiny ochrany před bleskem, protože svodiče bleskových proudů SPD typ 1 firmy DEHN+SÖHNE tím, že splňují požadavky na LPL I automaticky plní požadavky na ostatní nižší hladiny ochrany.



### Princip fungování přepět'ových ochran:

Svodič bleskových proudů SPD typ 1, na obrázku uvedem model DEHNventil M TNC Obj. č. 951 300, funguje tak, že se jedná o jiskřiště zapojené mezi živé vodiče a PEN vodič, které je za normálního stavu neprůchodné a k jeho zapálení dochází teprve v okamžiku, kdy se na kterékoliv části zapojených systémů objeví přepětí způsobené třeba bleskem. Pak dochází k řízenému vyrovnání potenciálů.

Svodiče bleskových proudů SPD Typ 1 firmy DEHN+SÖHNE jsou unikátní v použití technologie jikřišť RADAX-Flow, která zajišťuje spolupráci s předřazeným jištěním. V praxi to znamená, že tento chvilkový „zkrat“, v elektrické instalaci, kterým vyrovnání potenciálu je, proběhne tak rychle, že předřazené pojistky se spožděným a tvrdým integrálem (charakteristikou gG/gL) nezareagují od hodnot 32 A až do 315 A a nedojde k

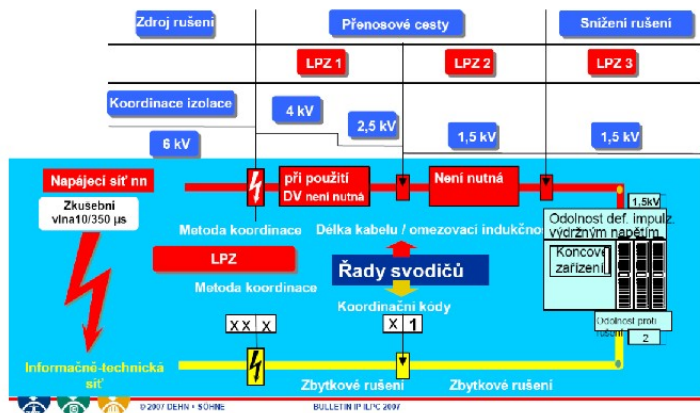
přerušení dodávky energie. Ochranná úroveň  $U_p$  ? 1,5 kV v případě kombinovaného svodiče bleskových proudů a přepětí DEHNventil M je pak maximální rozdíl hladin napětí za přepětřovou ochranou.

### Určení míst nasazení svodičů bleskových proudů a svodičů přepětí

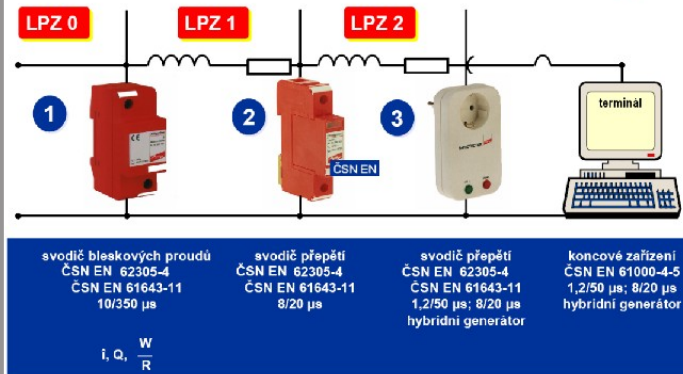
Zde je důležité, aby každý kdo navrhuje funkční ochranu před přepětím, věděl jak je konkrétní objekt rozdělen do zón ochrany

## ČSN EN 62305 - 4

**koordinace nasazení svodičů bleskových proudů a svodičů přepětí**



**ČSN EN 62305 - 4 ochranná sada pro napájecí systémy na rozhraní zón bleskové ochrany (LPZ)**





před bleskem LPZ (lightning protection zone) dle ČSN EN 62305 -4:

LPZ 0 <sub>A</sub>	Prostor s možným přímým úderem blesku. Impulsní proudy jsou maximální, elektromagnetické pole výboje je netlučené.
LPZ 0 <sub>B</sub>	Prostor chráněný před přímým úderem blesku. Impulsní proudy dosahují hodnoty dílčích bleskových proudů, elektromagnetické pole výboje je netlučené.
LPZ 0 <sub>C</sub>	Prostor s nebezpečným dotykovým a krokovým napětím. Prostor je vymezen povrchem země do výše 3 m a vzdáleností do 3 m od vnějších zdí budovy.
LPZ 1	Prostor za obvodovými zdmi a pod střechou objektu. Impulsní proudy jsou rozděleny a omezeny svodiči, elektromagnetické pole výboje je tlumené prostorovým stíněním.
LPZ 2	Prostor za vnitřními stěnami objektu. Impulsní proudy jsou více rozděleny a omezeny svodiči, elektromagnetické pole výboje je tlumené dalším prostorovým stíněním.

Svodiče bleskových proudů nasazujeme vždy na přechod mezi zónou LPZ 0<sub>A</sub> a LPZ 1 (resp. 0<sub>A</sub> až LPZ 2).

Je tedy důležité nasadit svodiče bleskových proudů nejenom do hlavního rozváděče v blízkosti zavedení vodičů do objektu, ale i do míst odkud jsou vodiče vyvedeny ven z objektu mimo ochranný prostor jímací soustavy (např. osvětlení parkoviště, klima jednotka na střeše spojená s jímací soustavou a ostatní podobná zařízení).

Každá součást elektrické instalace má normou ČSN EN 60 664 dané minimální hodnoty izolační pevnosti.

Zjednodušené schéma je na předposledním obrázku, kdy svodič bleskových proudů by měl mít minimální ochrannou úroveň Up ? 4

kV, tak aby nedošlo k poškození elektrické instalace, která se za ním nachází a až po koncové zařízení, které by mělo mít minimální impulzní odolnost 1,5 kV.

Na takto definované požadavky poté navrhujeme „kaskádu“, svodičů přepětí, kdy co nejbližše koncovému zařízení by měl být nasazen svodič přepětí SPD typ 3 s Up ? 1,5 kV.

SPD Typ 1	svodiče bleskového proudu (typ 1) pro přímé a blízké údery blesku, rozhraní LPZ 0 <sub>B</sub> /1
SPD Typ 2 a 3	pro vzdálené údery blesku, spínací přepětí a výboje statické elektriny, nasazení na rozhraní zón 0 <sub>B</sub> a vyšších

Analogicky postupujeme při ochraně datových systémů ovšem maximální hodnoty bleskového proudu jsou s ohledem na průřez použitých vodičů nižší.

## Svodiče bleskových proudů a jejich výběr:

Svodiče bleskových proudů firmy DEHN+SÖHNE jsou zastoupeny hlavně řadou DEHNbloc Maxi. Jedná se o nevyfukující svodiče bleskových proudů SPD typ 1 s technologií jiskřiště RADAX-Flow se schopností svádět bleskové proudy až do hodnoty 50 kA tvaru vlny 10/350μs a s vysokou schopností omezit následné síťové proudy až 50 kA<sub>ef</sub>. Jeho ochranná úroveň je Up? 2,5 kV a DEHNbloc Maxi je koordinován s následným svodičem přepětí SPD typ 2 (např. DEHNguard S 275 Obj. č. 952070), takže pro správnou funkci nepotřebuje vloženou koordinační vzdálenost nebo tlumivku. Vyrábí se v provedení s

kontrolkou DEHNbloc Maxi 1 255 (L) Obj.č. 900 026 nebo bez kontrolky DEHNbloc Maxi 1 255 Obj.č. 900 025, které je vhodné i pro zapojení před elektroměr. Velmi časté je i použití pro jednofázové přívody u speciálních aplikací.

DEHNventil M Kombinovaný svodič bleskových proudů a přepětí

DEHNventil M je kombinovaný svodič

bleskových proudů a přepětí (SPD typ 1), využívající konstrukci dvojnásobného jiskřiště, pomocného jiskřiště s hlavním jiskřištěm a technologii RADAX-Flow, které je řídicí jednotkou zapalováno v případě bleskového proudu. Mezi hlavní výhody patří ochranná úroveň  $Up \leq 1,5 \text{ kV}$  a tím i jeho přímá koordinace s koncovým zařízením, kdy v případě, že se koncové zařízení nachází do 5 m délky vodičů za DEHNventilem není již potřeba instalovat

další svodiče přepětí (SPD typ 2 a 3). DEHNventil M se vyrábí v několika variantách tak jak je uvedeno v předposlední tabulce. Pro každý druh sítě je DEHNventil M k dispozici v provedení též s kontaktem pro dálkovou signalizaci, kdy má u rozsáhlých aplikací klient možnost dálkového dohledu nad stavem použitých svodičů a jeho technik může okamžitě reagovat na změnu stavu.



**Nová řada Red / Line**  
**Typ 1 – DEHNventil® modular**

**Kontakt dálkové signalizace (FM)**

- koordinovaný svodič bleskového proudu se signalizací
- svodič dle ČSN EN 61643-11: Typ 1 a 2 (třídy B a C)
- max. přípustné napětí  $U_c \text{ AC}$ : 255 V
- jmen. impuls. proud  $I_{imp}$ : 50 kA (10/350)
- maximální impuls. proud  $I_n$ : 25/50 kA (8/20)
- ochranná úroveň  $U_p$ :  $\leq 1,5 \text{ kV}$
- schopnost přerušení následného proudu: 50 kA
- zkratová odolnost při max. předjističení: 50 kA
- nevybavení pojistek od 35 A gL/gG až do 50 kA
- příslušenství - výměnné moduly:
  - DV MOD 255 obj.č. 951 001
  - DV MOD NPE 50 obj.č. 951 050

© 2017 DEHN + SÖHNE BULLETIN IP ILPC 2017

## Koordinace svodičů bleskových proudů a přepětí v rámci chráněného objektu.

Do hlavního rozváděče v budově (viz poslední obrázek), kde máme hlavní ekvipotenciální svorkovnici umístíme svodič bleskových proudů SPD typ 1 DEHNventil M, ařízení nacházející se do 5 m po délce vodičů, např. pobočkovou telefonní ústřednu či centrálu zabezpečovacího zařízení již díky ochranné úrovni Up? 1,5 kV nemusíme dále chránit.

Pokud je zařízení dále od kombinovaného svodiče DEHNventil M, použijeme pro ochranu koncového zařízení SPD typ 3 (např. DEHNflex M Obj.č. 924396). V případě, že v budově máme další podružné patrové rozváděče použijeme pro jejich ochranu SPD typ 2 (např. DEHNguard M TNS Obj.č. 952400), zvláště pokud k nim vedeme vertikální vedení, které je více náchylné na elektromagnetickou indukci, nebo obzvláště, když z tohoto podružného

rozdávěče je napájena nějaká technologie, která může zbytek zařízení ohrožovat špičkami, které při svém uvedení do provozu nebo během něj sama může vytvářet.

V případě že jako svodič bleskových proudů použijeme samostatné jiskřiště DEHNbloc Maxi, hlavně se bude jednat o aplikace kdy v místě hlavního rozváděče nebude umístěn koncový spotřebič a nebude ani možnost ho tam dodatečně

**Nová řada Red / Line**  
**Typ 1 – DEHNventil® modular (třípólový a čtyřpólový)**

DEHNventil® M DV M TNC 255 / (FM) 951 300 / (951 305)		
DEHNventil® M DV M TNS 255 / (FM) 951 400 / (951 405)		
DEHNventil® M DV M TT 255 / (FM) 951 310 / (951 315)		

© 2017 DEHN + SÖHNE BULLETIN IP-ILPC 2017

**DEHNventil® -  
doplnění ochranného prostoru Red / Line**

DEHNguard M  
TNC obj.č. 952 300  
TNS obj.č. 952 400

PR

< 5 m

> 5 m

koncové zařízení

DEHNsafe obj.č. 924 370

DEHNguard M  
TNC obj.č. 952 300  
TNS obj.č. 952 400

PR

< 5 m

> 5 m

koncové zařízení

DEHNflex M obj.č. 924 396

DEHNventil M TNC obj.č. 951 300  
TNS obj.č. 951 400

HR

< 5 m

> 5 m

koncové zařízení

ISDN-Protector obj.č. 909 964

© 2017 DEHN + SÖHNE BULLETIN IP-ILPC 2017

umístit (např. zásuvka na 230 V). Musíme s ohledem na jeho ochrannou úroveň  $U_p < 2,5$  kV opravdu do podružného rozváděče před všechna koncová zařízení umístit SPD Typ 2 (např. DEHNguard TNC obj. č. 952 300) s ochrannou úrovní  $U_p < 1,5$  kV.

Pokud za SPD Typ 2 je do vzdálenosti 5 m délky vodiče instalováno koncové zařízení, analogicky k variantě s DEHNventilem nemusíme již použít SPD typ 3 s téměř totožnou ochrannou úrovní.

Pokud je vzdálenost větší, pak ano.


Svodiče přepětí SPD Typ 2.

Za svodiči bleskových proudů SPD Typ 1 by měly být v podružných rozváděcích instalovány již jen varistorové přepětové ochrany. V místě instalace se počítá pouze již s impulsy menší energie, ať již o “zbytky” useknutých vln bleskových proudů SPD typem 1, nebo o špičky způsobené spínacími jevy, či elektromagnetickou indukci.

Konstrukčně se jedná o paralelní zapojení varistoru v elektrické instalaci, kdy varistor, dle parametrů daných výrobou, má v klidovém stavu maximální odpor, který v okamžiku výskytu špičky s vyšším napětím než je nastavení varistoru na jakékoliv z obou svorek přepětové ochrany tento odpor prudce ztrácí. Jejich výhodou je velmi krátký čas reakce. Mezi nevýhody spadá klidový svodový proud, i když minimálních hodnot, omezené množství energie impulsu, který jsou

**Red / Line**  
**DEHNguard® modular**

**Svodič přepětí Typ 2**



**DEHNguard® S (FM)**  
Obj. č. 900 070 (900 090)

**DEHNguard® M TN 275 (FM)**  
Obj. č. 952 200 (952 205)

**DEHNguard® M TT 2P 275 (FM)**  
Obj. č. 952 110 (952 115)

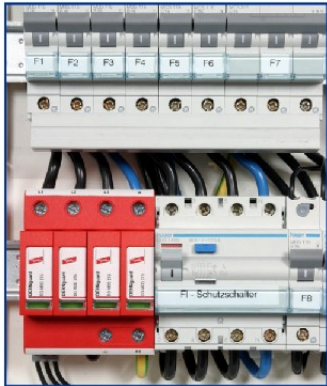
**DEHNguard® M TNC 275 (FM)**  
Obj. č. 952 300 (952 305)

**DEHNguard® M TNS 275 (FM)**  
Obj. č. 952 400 (952 405)

**DEHNguard® M TT 275 (FM)**  
Obj. č. 952 310 (952 315)

© 2007 DEHN + SÖHNE BULLETIN IP-ILPC 2007 ES 94.06 / 84350

**Nová řada Red/Line**  
**Použití DEHNguard® TNS obj.č. 952 400**



© 2007 DEHN + SÖHNE BULLETIN IP-ILPC 2007 10.04.05 / 4536 J



schopny bez vlastní destrukce svést, a díky polovodičové konstrukci i stárnutí v čase. Takto koncipované přepětové ochrany jsou vyráběny pro celou škálu napětí od 48 V (DEHNguard T 48 obj.č. 950220) až do 1200 V (DEHNguard PV 1200 SCP obj.č. 950502). Tato široká škála pokryje jak „klasické“, napájecí obvody tak i speciální aplikace, kterými jsou fotovoltaické systémy či větrné elektrárny.

Svodový proud lze eliminovat použitím varianty DEHNguard T 275 VA obj. č. 900

659, která má v sérii zapojenou výbojkovou bleskojistku zabráňující klidovému toku proudu. Samozřejmostí jsou provedení s kontaktem dálkové signalizace a varianty pro různá napětí.

Tyto svodiče přepětí se vyrábějí ve variantách s předzapojenou patičí usnadňující montáž a snižující potřebu spojovacího materiálu v rozváděcích např. DEHNguard M TNS FM Obj.č.952 405.

Termodynamické odpojování: Každá přepětová ochrana je vybavena termo-

dynamickým odpojovacím zařízením, které v okamžiku zahřátí varistoru, ať již díky jeho zestárnutí či výskytu dlouhodobého přepětí, odpojí varistor a nedojde tak k jeho zahoření či explozi. Jeho výstupem je změna barevného terčíku na přepětové ochraně.

Kontakt dálkové signalizace: kontakt je spojen s termodynamickým odpojováním a v okamžiku odpojení tj. poškození přepětové ochrany sepne či rozepne. Díky „prosmyčkování“

## DEHNguard® T H 275 LI s aktivním termodynamickým odpojovacím zařízením



- \* v praxi ověřený jednopólový a vícepólový svodič
  - jednopólový DG T H 275 LI obj.č. 950 120
  - vícepólový pro systém TN-C  
DG TNC H230 400 LI obj.č. 950 160
  - vícepólový pro systém TN(C)-S  
DG TNS H230 400 LI obj.č. 950 170
  - vícepólový pro systém TT / TN-S  
DG TT H230 400 LI obj.č. 950 150

- \* svodič dle ČSN EN 61643-11: Typ 2 (třídy C)  
275 V
- \* max. přípustné napětí  $U_c$  AC : 20 kA (8/20)
- \* jmen. impuls. proud  $I_n$  : 65 kA (8/20)
- \* maximální impuls. proud  $I_{max}$  :  $\leq 1,25$  kV
- \* ochranná úroveň  $U_p$  : 160 A
- \* maximální předjištění: 20 kA
- \* zkratová odolnost při max. předjištění: 20 kA



© 2007 DEHN + SÖHNE

BULLETIN IP ILPC 2007

## Svodič přepětí typu 2 (třídy C) DEHNguard pro sběrnicový systém BBA 60 mm



BBA 60 3P 275

„3-0“ – zapojení pro síť TNC



→ BBA 60 3P 275 obj.č. 950 200

→ BBA 60 3P 275 FM obj.č. 950 201

- \* svodič dle ČSN EN 61643-11: Typ 2 (třídy C)
- \* max. přípustné napětí  $U_c$  AC : 230/400 V
- \* jmen. impuls. proud  $I_n$  : 20 kA (8/20)
- \* maximální impuls. proud  $I_{max}$  : 30 kA (8/20)
- \* ochranná úroveň  $U_p$  :  $\leq 1,5$  kV
- \* maximální předjištění: F D02 BBA (950 206)
- \* zkratová odolnost při max. předjištění: 50 kA



osvědčené ochranné moduly  
DEHNguard  
s termodynamickým odpojovacím zařízením

zásuvný modul T 275 BBA

obj.č.: 950 204



© 2007 DEHN + SÖHNE

BULLETIN IP ILPC 2007

dohledového obvodu se dostane informace o změnu stavu přepětové ochrany k technické údržbě okamžitě a systém není provozován bez ochrany.

Montáž: Svodiče přepětí SPD typ 2 by se měly přednostně umísťovat do obvodů před proudové chrániče tak aby nedocházelo k jeho občasným výpadkům.

DEHNguard LI – tento svodič přepětí, oproti standardnímu provedení obsahuje dva paraelně zapojené varistory. Oproti

„klasické“, verzi DEHNguard S 275(max. impulsní proud 40 kA) je jeho maximální impulsní proud 65 kA. Co je však jeho hlavní výhodou je další hlášení stavu. Žlutý terčík znamená, že přepětová ochrana byla již přetížena natolik, že v nejbližší době dojde k jejímu zničení. Celý modul lze tedy vyměnit s předstihem a není nutné provést servisní zásah v okamžiku jejího poškození.

DEHNguard BBA: samozřejmostí jsou

i přepětové ochrany uzpůsobené svou formou pro systémy používané ve sběrnicových technologických rozváděcích např. BBA 3P 275 FM Obj.č.950 201 pro TNC síť či BBA 4P 275 FM obj. č. 950 203 pro TNS síť.

**Svodiče přepětí SPD typ 3 pro koncová zařízení.**

Pro ochranu koncových zařízení, která se nacházejí ve větší vzdálenosti než 5 m

## Nová řada Red / Line

### Typ 3: DEHNrail® modular (jednopolový)

DEHNrail M  
DR M 2P 255 / (FM)  
953 200 / (953 205)



DEHNrail M  
DR MOD 255  
953 010



→ Jmenovitý proud 25 A



© 2007 DEHN + SÖHNE

BULLETIN ILPC 2007

## Svodiče přepětí, Typ 3

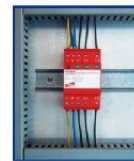
### nasazení v technologických/podružných rozváděcích



SPS – Protector  
Obj.č. 912 253



DEHNrail modular (FM)  
Obj.č. 953 200 (953 205)



DEHNrail 230 3N FML  
Obj.č. 901 103



© 2007 DEHN + SÖHNE

BULLETIN ILPC 2007

ILP0405 / SÖHNE\_a

délky vodiče od svodiče přepětí SPD typ 2 se nasazují přepět'ové ochrany SPD typ 3. Tyto přepět'ové ochrany mají za bránit špičkám, které mohou mít původ z elektromagnetické indukce nebo spínacích jevů v elektrické instalaci. Původcem těchto špiček často bývají i sama koncová zařízení. Jejich konstrukce tedy bývá prioritně řešená pro vyrovnání příčných přepětí (varistory) a vůči zemi přes výbojkovou bleskojistku.

Pro ochranu citlivých koncových zařízení, která jsou umístěna v podružném či technologickém rozváděči, volíme provedení s možností uchycení na lištu TS 35 – DIN lištu. Tyto přepět'ové ochrany jsou zastoupeny řadou DEHNrail ( Např. DEHNrail 275 V obj.č. 953 200) a jsou vyráběny jak v třífázové variantě, tak i v provedení pro jiná provozní napětí . Jejich hodnoty začínají na 30 V a řada končí 230 V provozního napětí.

Řada Modular je koncipována jako dvoudílná konstrukce, kdy z důvodů měření je možné jednoduše modul s přepět'ovou ochranou z patice vyjmout.

Pro ochranu citlivých elektronických prvků např. v průmyslu je určen SPS Protector obj. č. 912 253, který v sobě obsahuje i odrušovací filtr.

Pro ochranu koncových zařízení ať již PC nebo jiných kancelářských spotřebičů volíme přednostně formu přepět'ové

## Svodiče přepětí , Typ 3 nasazeni u koncových zařízení



S + SF-Protector  
Obj.č. 909 825 (909822)

DEHNsafe  
Obj.č.924 370

ÚS Modul STC  
Obj.č. 924350



© 2007 DEHN + SÖHNE

BULLETPIN IP ILPC 2007

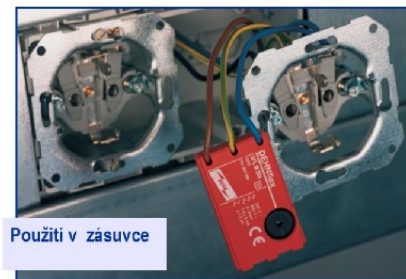
20.07.05 / 3.2020\_3

## DEHNflex M příklad použití



Použití v krabici  
s vyšším krytím

DEHNflex M  
Obj.č.924 396



Použití v zásuvce



© 2007 DEHN + SÖHNE

DIB. LFTIN IP II PC 2007

12.07.04 / 53361\_d



ochrany hlavně ve formě zásuvkových adaptérů pokud se jedná o rodinné domy či menší kanceláře. Výhodou tohoto provedení je, že není problém zásuvkový adaptér přesouvat spolu s chráněným zařízením bez nutnosti demontáže celé zásuvky.

Za pozornost stojí i zásuvkové adaptéry s kombinovanou funkcí pro současnou ochranu jak ze strany napájecího vedení, tak i koaxiálního kabelu antény. Výhodou tohoto provedení je společné místo

vyrovnání potenciálu a odpadnutí nutnost separátně uzemňovat přepěťovou ochranu pro anténu.

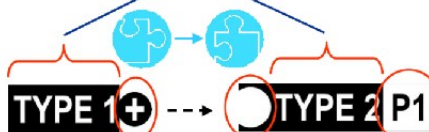
Pokud se jedná o rozsáhlejší kancelářské prostory, můžeme do jednoho zásuvkového pole umístit přepěťovou ochranu typu DEHNsafe obj. č. 924 370 s optickou a akustickou signalizací stavu. Při použití TAE krytky není problém sladit vzhled s ostatními prvky.

V případě podparapetních kanálů, nebo z důvodu úspory místa, je vhodné volit SPD typ 3 z řady DEHNflex (např. DEHNflex M obj.č. 924 396), které díky svému malému rozměru není problém umístit i za zásuvku do hlubších instalačních krabic. Řada DEHNflex má akustickou signalizaci stavu, která v případě zakrytí zásuvky dekorací či nábytkem spolehlivě upozorní i laika na poškození přepěťové ochrany. Tento modul

## Třídy svodičů Yellow / Line význam označení třídy svodičů-



propustnost přepěťové ochrany



**Puzzle zobáček +**  
Je integrován člen pro koordinaci s dalším svodičem přepětí (Puzzle vybrání)

**Puzzle vybrání**  
Svodič je koordinován s předchozím svodičem, (Puzzle zobáček +)

**Impulsní odolnost**  
koncového zařízení dle IEC 61000-4-5



© 2007 DEHN + SÖHNE

BULLETIN IP ILPC 2007

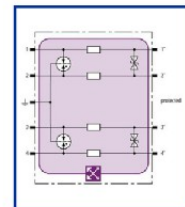
13.01.06 / 4513

## BLITZDUCTOR® XT BXT ML4 BD



Kombinovaný modul svodiče, který šetří místo, je určen pro ochranu 2 párů symetrických rozhraní s galvanickým rozhraním.

- Hlídkání svodiče systémem LifeCheck
- Optimální ochranný účinek pro 2 páry
- Pro LPZ 0<sub>A</sub>-2 a vyšší



Typ	BD 5	BD 12	BD 24	BD 48	BD 60	BD 180
Obj.č.	920 340	920 342	920 344	920 345	920 346	920 347
Třída svodiče	TYPE 1 P1	TYPE 1 P1	TYPE 1 P1	TYPE 1 P1	TYPE 1 P1	TYPE 2 P2
U <sub>c</sub>	6 V	15 V	33 V	54 V	70 V	180 V
I <sub>n</sub>	0,5 A	0,5 A	0,5 A	0,5 A	0,5 A	0,5 A



© 2007 DEHN + SÖHNE

BULLETIN IP ILPC 2007

20.02.06 / 4529\_3 - 0004



lze využít i pro přímou integraci do koncového zařízení, nebo jako ochranu elektronických předřadníků v liniích zářivkových světel.

### Svodiče přepětí a bleskových proudů pro datové a komunikační systémy.

Tak jako v případě svodičů přepětí pro napájecí soustavu, tak i v případě ochrany komunikačních a datových sítí, rozlišujeme přepět'ové ochrany na svodiče

bleskových proudů a svodiče přepětí. Tyto svodiče obsahují již v sobě koordinační prvky (obdobu tlumivek pro koordinaci mezi SPD Typ 1 a Typ 2 ve starších řadách přepět'ových ochrann).

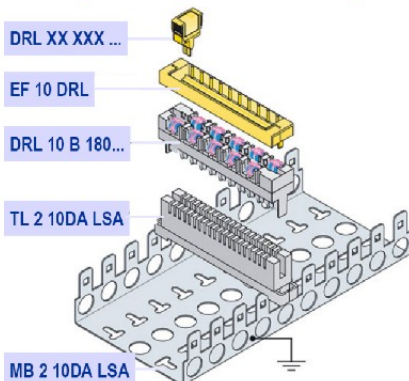
Pro co nejlepší orientaci při instalaci svodičů přepětí v datových systémech zavedla firma DEHN+SÖHNE tzv. Puzzle značky. Díky maximální zřetelnosti je pak jednodušší montáž i navrhování systému ochrany, kdy si v jedné linii „seřadíme“, koordinační Puzzle jednotlivých ochrann a

pokud „zapadnou“ do sebe, je systém v pořádku.

Maximální hodnota bleskového proudu pro datové systémy je brána s ohledem na malý průřez těchto vodičů do hodnoty 3,5 kA na jednu žílu.

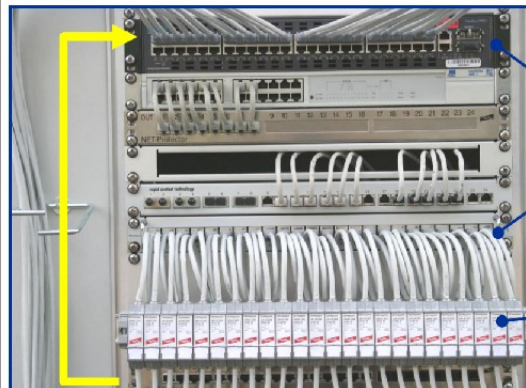
Určitou „vlajkovou loď“, je pro datové přepět'ové ochrany u firmy DEHN+SÖHNE řada BLITZDUCTOR XT. Tyto přepět'ové ochrany se skládají z patice obj. č. 920 300 a zásuvného modulu s přepět'ovou ochranou a signalizačním

### Systém DRL rozšíření jednotlivých kombinovaných svodičů



Modulární  
rozšíření  
kombinovaných svodičů

### DEHNpatch kabel Patch s přepět'ovou ochranou pro Cat. 6



obvodem LifeCheck, který umožňuje za pomoci měřicího přístroje DRC LC M2 pouhým dotekem měřicí sondy během jedné sekundy zjistit aktuální stav přepěťové ochrany, zda je v pořádku, či zda byla již kriticky přetížena a v brzké době skončí její životnost. Tuto funkci ocení zvláště provozovatelé rozsáhlých systémů, kdy je možné při pravidelné kontrole provést výměnu s předstihem a není potřeba separátního zásahu v okamžiku skončení doby životnosti přepěťové ochrany. Řada BLITZDUCTOR XT je vyráběna pro širokou škálu napětí od 5 V do 180 V, různá frekvenční pásma, svodiče bleskových proudů a přepětí s různým

druhem vnitřního zapojení. Nejčastějším použitím je nasazení BLITZDUCTOR ML4 BD 180 (Obj.č. 920347) jako svodič bleskových proudů pro telefonní přívod do objektu.

Ne v každém případě je vhodné provedení s uchycením na lištu TS 35- DIN lištu a připojení vodičů za pomoci šroubových svorek. Z tohoto důvodu byla firmou DEHN+SÖHNE vyvinuta řada svodičů pro systém DRL pro použití v systémech se zářezovými svorkovnicemi LSA. Díky bloku s výbojkovými bleskojistkami a rámečku na moduly s „jemnou,, přepěťovou ochrano, je možné na jedné rozpojovací svorkovnici

„vyskládat,, kompletní přepěťovou ochranu bez nutnosti šroubování.

Rozsah takto „seskládaných,, ochran je totožný s řadou BLITZDUCTOR XT.

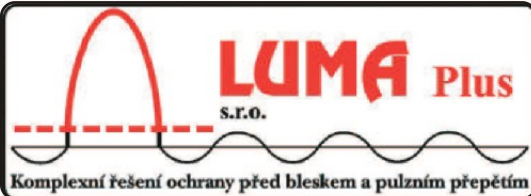
Pro počítačové sítě či moderní komunikaci je určen propojovací PATCH kabel s přepěťovou ochranou DEHNpatch (např. obj. č. 929 100) , který splňuje požadavky na Cat. 6 a lze použít pro ochranu systémů do 48 V s konektory RJ 45 jako jsou např. ISDN, ADSL, VoIP, gigabitový Ethernet nebo Power Over Ethernet. Výhodu představuje i jeho provedení, které se spokojí s umístěním na běžnou lištu TS 35 a nepotřebuje místo v datovém rozváděči.

## HROMOSVODY 21. STOLETÍ DEHN + SÖHNE

- poradenství, školení
- montáže "na klíč"
- prodej přepětových ochranných součástí
- základní sortiment hromosvodních součástí trvale na skladě
- DEHN - ISO Combi
- vodiče HVI a CUI
- a další speciality



Poskytneme Vám zdarma poradenství při návrhu a projektování systémů ochrany před bleskem podle nově zavedené normy ČSN EN 62305 Ochrana před bleskem.



**Prodej, konzultace, projekce, montáž, servis**

Kmochova 2359/7, 430 03 Chomutov

tel.: 474 623 340

fax: 474 623 342

[lumaplus@lumaplus.cz](mailto:lumaplus@lumaplus.cz), [www.lumaplus.cz](http://www.lumaplus.cz)

**Prodej ochranných modulů, poradenství zdarma, montáže včetně poskytnutí záruk a servisu.**

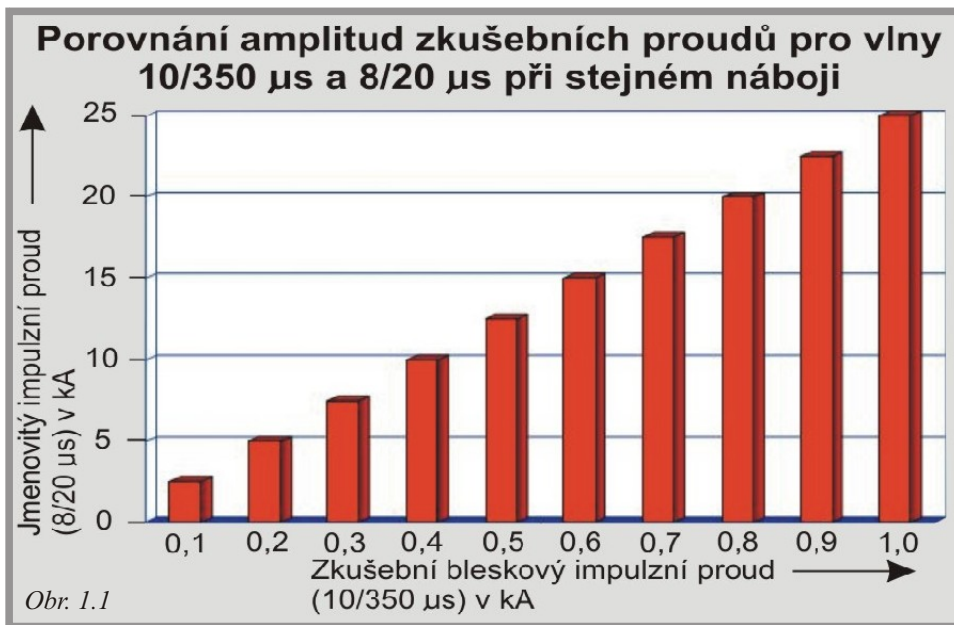
## Svodiče bleskových proudů pro bytové domy - možná úskalí a jejich řešení.

V současné době již téměř zcela pominuly diskuse o tom, zda při stavbě nového rodinného domu nebo při rekonstrukci elektroinstalace je vhodné volit pro ochranu bleskových proudů plnohodnotný svodič, nebo jeho náhradu v podobě varistoru.

Snad nikdo, kdo chce svodič bleskových proudů na vstupu napájecího vedení do objektu instalovat, nepředpokládá, že během několika měsíců či let budou objekt nebo jeho okolí zasaženy bleskem. To je jeden z důvodů, proč se doporučuje instalovat svodič bleskových proudů na bázi jiskřiště, které má z časového hlediska nejstálější parametry, a nikoliv varistorový svodič, kde není možné zaručit stálou kvalitu polovodičů. Při současném trendu obměny elektroinstalace v řádu desítek let není účelné při její realizaci šetřit a po několika letech (v závislosti na kvalitě použitých výkonových varistorů) ochranné prvky obměňovat. Další důvody jsou dobře známy. Eliminovat bleskový proud při zachování malých rozměrů ochrany v.

současné době dokáže pouze jiskřiště. Varistor by snad mohl v některých případech „přežít“, ovšem v síti zůstává dlouhodobé přepětí asi 1,5 kV po dobu až desítek milisekund. I takovéto přepětí by mohlo být pro koncová zařízení osudným. Navíc není známo, zda existuje rozváděč, který by byl testován s varistorovými svodiči bleskovou vlnou 10/350  $\mu$ s. Jak je

to v tom případě s možností vzniku požáru? Graf na obr. 1.1 ukazuje, kolik energie je (na rozdíl od jiskřiště). varistorový svodič schopen „zpracovat“. Bleskový proud 25 kA vlny 8/20  $\mu$ s (to v některých případech bývá hraniční hodnota pro varistory) odpovídá zhruba 1 kA ve vlně 10/350  $\mu$ s. Co se stane s varistorem zatíženým hodnotou proudu jen 5 kA vlny 10/350  $\mu$ s, je zřejmé.





## Zapojení před elektroměrem vždy a všude?

Víra v překonané a v nedávné době často opakované tvrzení, že „instalace svodičů bleskových proudů před měřením je v 99% případů zbytečná a technicky nezdůvodnitelná komplikace," se neblaze vymstila obyvatelům, kteří po bouře museli obnovit spotřebiče s elektronickými prvky a elektroinstalaci ze svých prostředků (vzhledem k uzavření pojistky pouze proti přímému zásahu bleskem). O ztrátě dat a výpadku provozu je zbytečné se zmiňovat, snad každý už má v současné době alespoň jednu zkušenost, která sice většinou nesouvisí s přepětím, ale proč si ještě dobrovolně přidělavat starosti. Zapojení svodiče bleskových proudů před elektroměrem je technicky možné a po dohodě s rozvodnou společností i technicky uskutečnitelné.



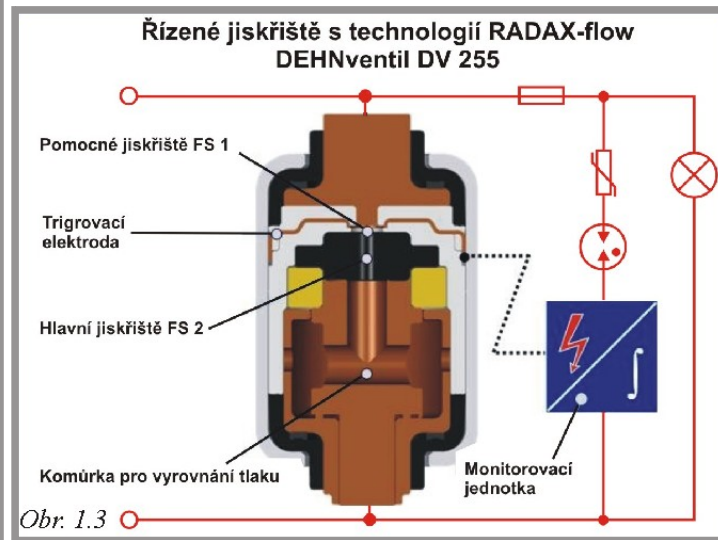
Obr. 1.2

Důležité je splnit podmínky požadované PNE 33 0000-5. Příklad starší aplikace je na obr. 1.2.

Jaké jsou tyto podmínky? Především je to garance bezproblémového provozu, tzn. aby při průchodu bleskového proudu nedošlo k vytržení přírodních vodičů a vybavení předřazeného jištění. Proto je třeba brát skříňku

se svodičem jako jeden celek, který je zkoušen impulsním

proudem 10/350  $\mu$ s. Mezi další podmínky patří zamezení odběrů v neměřené části. Pro zapojení před elektroměrem lze použít svodiče bleskových proudů DEHNventil MDEHNbloc H, DEHNbloc Maxi. Pro nulový odběr v neměřené části je možné s výhodou použít DEHNventil M s mechanickým signalizačním terčíkem. Uvedené svodiče bleskových proudů jsou vybaveny jiskřišti s technologií RADAX-Flow (obr. 1.3) jejichž konstrukce zajišťuje spolupráci s předřazeným jištěním.



Obr. 1.3

Od hodnoty pojistky 32 A s charakteristikou gL/gG při průchodu bleskového proudu jiskřištěm nedojde k výpadku napájení. Zmíněné svodiče bleskových proudů (pro instalaci ve skřínce před elektroměrem) dodává např. DCK Holoubkov, Elplast Rokycany, Esta Ivančice a DEHN + SÖHNE Netz AK

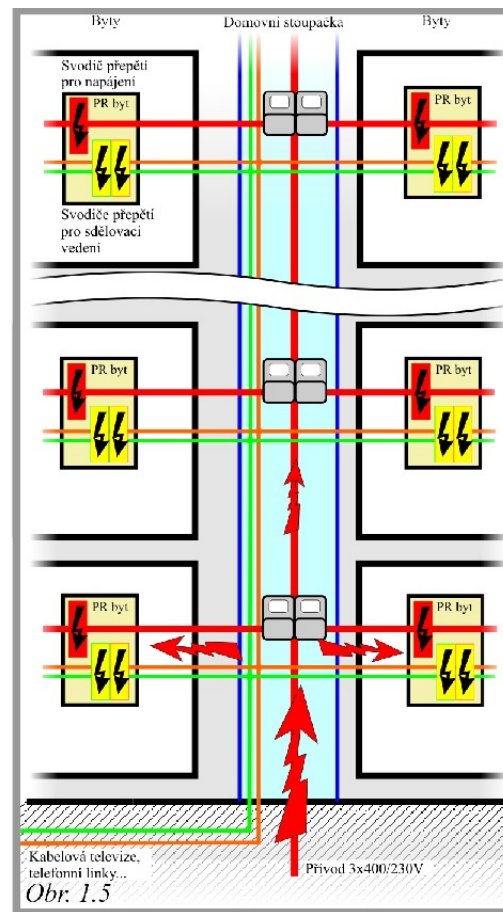
(v různých variantách, možná jsou i provedení podle specifikace zákazníka). Příklad na obr. 1.4.

## Kdy je zapojení před elektroměrem účelné? - bytový dům s elektroměry na podlažích.

Jde o typický příklad, kdy je zapojení svodiče bleskových proudů před elektroměrem (elektroměry) výhodné. V opačném případě je nutné vybavit svodiči bleskových proudů všechny podružné rozváděče v bytech, popř. kancelářích (a mohou jich být desítky). Nevýhodou této varianty je, že bleskový proud pronikne hluboko do objektu, v podstatě až k prvním svodičům. Stupací napájecí vedení jsou běžně umísťována v souběhu s telefonními a televizními rozvody, popř. jinými sítěmi, tzn. že u této varianty není vlastní problém vyřešen. Schematicky je tato situace znázorněna na obr. 1.5. Vstupní napájecí nebo sdělovací vedení je třeba v každém bytě vybavit vhodnými svodiči bleskových proudů, např. DEHNventilem M nebo kombinací DEHNBloc Maxi – DEHNguard M TNS. Je-li zvolena varianta pouze „druhých stupňů“ (zde se doporučuje DEHNguard LI – obr. 1.6 – se svodovým



Obr. 1.4



proudem 65 kA vlny 8/20), vznikají potenciální rizika spojená s poškozením elektroinstalace a elektronických zařízení vlivem zavlečení bleskového proudu hluboko do objektu. Navíc tato varianta vyžaduje příliš vysoké finanční náklady.



Obr. 1.6

## Modul DEHNGuard LI

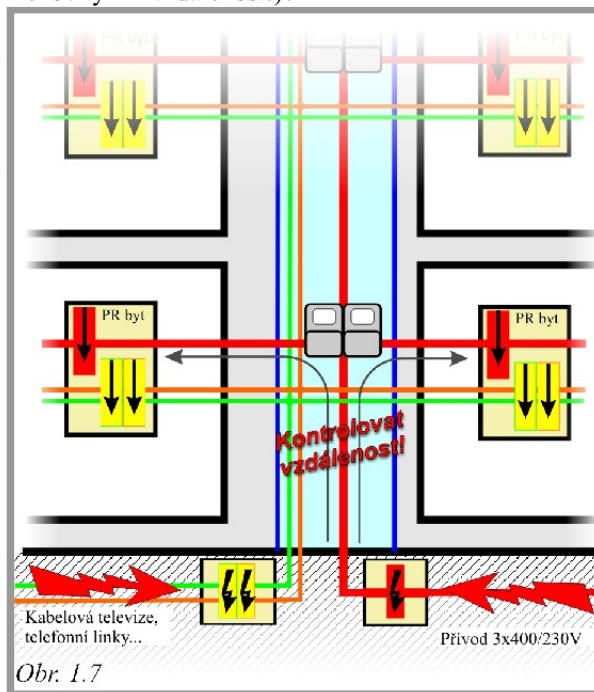
Svodič přepětí Typ 2 (dříve C) je vybaven aktivním termodynamickým odpojovacím zařízením. Kontrolní terčík na čele ochrany nyní signalizuje tři stavy: zelená – svodič je připraven, žlutá – svodič je funkční, avšak byl přetížen velkou energií a měl by být co

nejdříve vyměněn, červená – svodič je poškozen. Výhodou tohoto řešení je zvýšená bezpečnost zařízení, možnost preventivní údržby, která navíc může být hospodárně plánována. Nutné pak nemusí být ani náklady spojené s měřením miliampérového bodu ochrany. Jmenovitý impulsní proud je 20 kA (8/20), maximální byl posunut až na hodnotu 65 kA (8/20). Proto by ve výjimečných případech bylo možné tyto ochrany použít v bytových rozváděčích; rizika však převažují nad výhodami uvedené varianty. Nebezpečí, že část bleskového proudu (při přímém úderu blesku nebo jeho zavlečením do chráněného objektu), která „doputuje“ ke svodiči, bude takové hodnoty, s níž si svodič nedokáže poradit, stále trvá.

Druhé řešení (obr. 1.7) je z mnoha hledisek výhodnější. Při něm se zabrání vniknutí části bleskového proudu do objektu a v bytových rozváděčích postačí instalovat svodiče typu 2. Finanční úspory jsou tedy značné.

## Tip první: HDS před elektroměry

V tomto případě se instaluje kvalitní svodič bleskových proudů. Co ale udělat, když požadovaná (dostatečná) vzdálenost 15 m od prvního bytového rozváděče není dodržena – obr. 1.8 (je nutné kontrolovat vzdálenost!)?



Obr. 1.7



Volba svodiče Typ 1 mezi

DEHNBloc H,

DEHNBloc Maxi

DEHNventil M

o DEHNBloc H se instaluje v případě, že vzdálenost  $l$  je větší než 15 m (platí i pro bytové rozváděče),

o DEHNBloc Maxi se instaluje tehdy, když se vzdálenost  $l$  pohybuje mezi 5 až 15 m,

o DEHNventil M se instaluje při vzdálenosti  $l$  menší než 5 m. V tomto případě lze nahradit svodiče Typ 2 v řídicích rozváděcích technického podlaží svodiči Typ 3 (např. DEHNrail M), popř. je možné tyto svodiče vynechat. Vzdálenost HDS od umístění svodičů Typ 2 musí být  $l < 2$  m.

## ***Trik první:***

Postačí instalovat svodiče DEHNBloc Maxi – není třeba dodržet koordinační vzdálenost, a tím se zároveň nabízí levnější varianta než při použití DEHNventilu M, ovšem za předpokladu, že bytové rozváděče jsou osazeny svodiči typu 2 a z hlavního rozváděče není napájena např. pobočková ústředna či zabezpečovací zařízení objektu; řešení za pomoci DEHNventilu M je levnější.

Obrázky:

Obr. 1.1 Porovnání amplitud zkušebních proudů pro vlny 10/350  $\mu$ s a 8/20  $\mu$ s při stejném náboji

Obr. 1.2 Příklad elektroměrového rozváděče se svodiči bleskových proudů v NH provedení

Obr. 1.3 Řízené jiskřiště s technologií RADAX-Flow

Obr. 1.4 Samostatná certifikovaná skříňka DCK se svodičem DEHNventil TNC

Obr. 1.5 Příklad řešení, kdy je stoupací napájecí vedení v souběhu s telefonními a TV rozvody

Obr. 1.6 DEHNGuard LI

Obr. 1.7 Instalace svodiče typu 2 v bytových rozváděcích

Obr. 1.8 Zjednodušené schéma rozmístění přepětových ochran v objektu s byty a technickým zařízením v přízemí

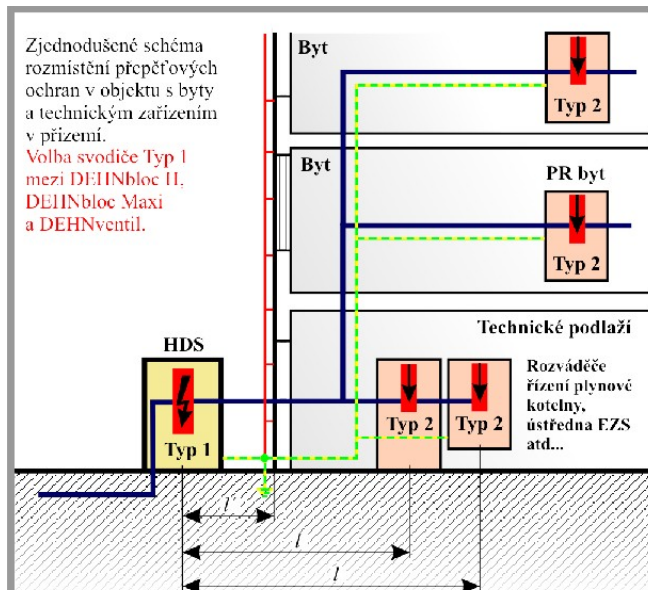
Zdroje: ČSN EN 62305

Blitzplaner DEHN + SÖHNE 2005

Autor fotografií: DCK – Jiří Uner

Grafiky: D. Šalanský, Luma Plus s.r.o.

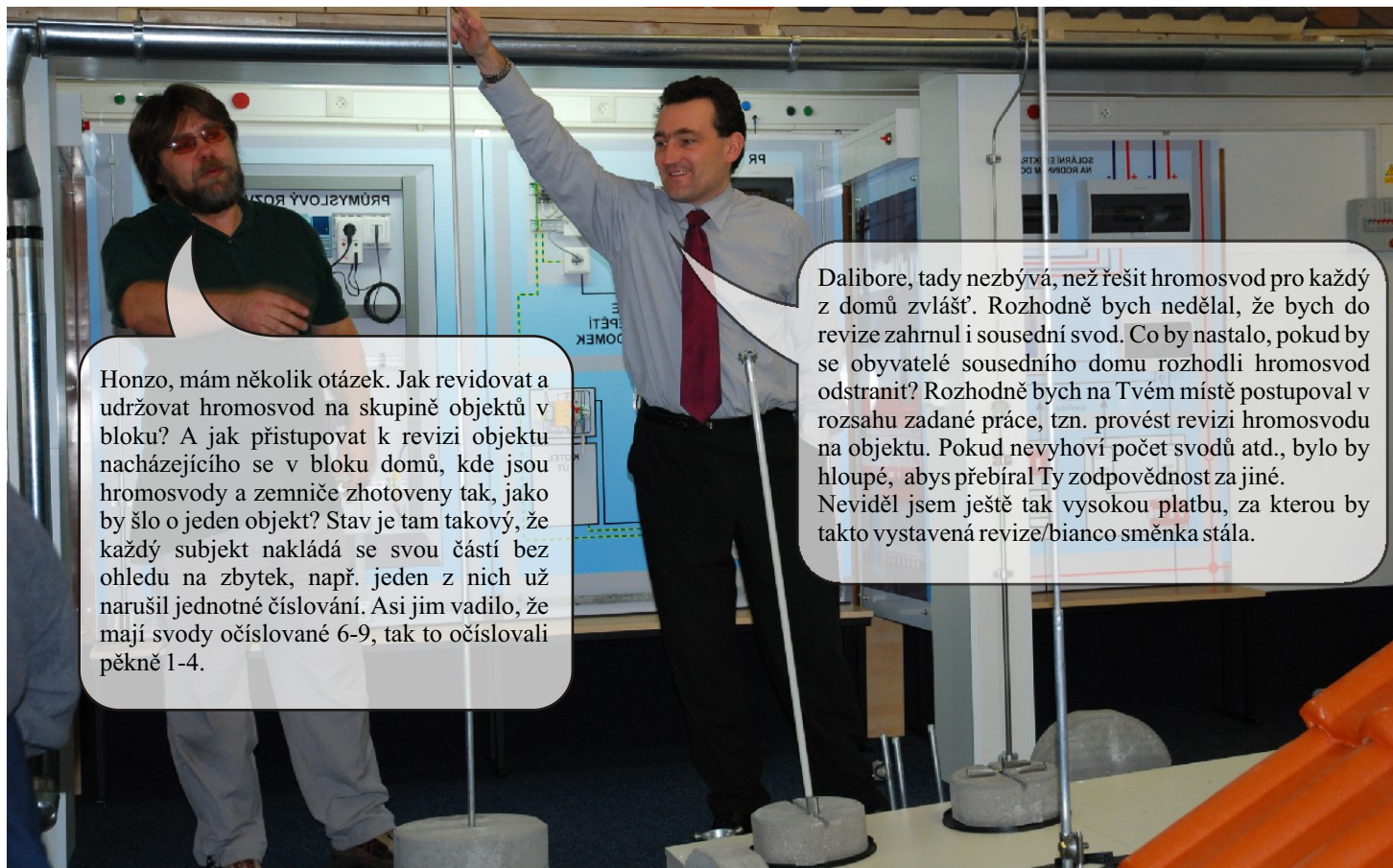
Obrázky: DEHN+SÖHNE



Vzdálenost  $l'$  musí být do 2 m. Ovšem většinou je HDS přímo na obvodové stěně objektu  
DEHNBloc H - instalujeme v tom případě, že vzdálenost  $l$  je větší než 15 m (platí i pro bytové rozváděče).  
DEHNBloc Maxi - instalujeme tehdy, když vzdálenost  $l$  se pohybuje v rozmezí 5 - 15 m.  
DEHNventil - instalujeme, když vzdálenost  $l$  je menší než 5 m. V tomto případě můžeme nahradit svodiče Typ 2 v řídicích rozváděcích v technickém podlaží svodiči Typ 3 (např. DEHNrail), případně můžeme tyto svodiče vynechat.

Obr. 1.8





Honzo, mám několik otázek. Jak revidovat a udržovat hromosvod na skupině objektů v bloku? A jak přistupovat k revizi objektu nacházejícího se v bloku domů, kde jsou hromosvody a zemniče zhotoveny tak, jako by šlo o jeden objekt? Stav je tam takový, že každý subjekt nakládá se svou částí bez ohledu na zbytek, např. jeden z nich už narušil jednotné číslování. Asi jim vadilo, že mají svody očíslované 6-9, tak to očíslovali pěkně 1-4.

Dalibore, tady nezbývá, než řešit hromosvod pro každý z domů zvlášť. Rozhodně bych nedělal, že bych do revize zahrnul i sousední svod. Co by nastalo, pokud by se obyvatelé sousedního domu rozhodli hromosvod odstranit? Rozhodně bych na Tvém místě postupoval v rozsahu zadané práce, tzn. provést revizi hromosvodu na objektu. Pokud nevyhoví počet svodů atd., bylo by hloupé, abys přebíral Ty zodpovědnost za jiné. Neviděl jsem ještě tak vysokou platbu, za kterou by takto vystavená revize/bianco směnka stála.

# TIPY A TRIKY PŘI INSTALACI PŘEPĚŤOVÝCH OCHRAN

Dalibor ŠALANSKÝ, člen ILPC, LUMA Plus s.r.o.

Jan HÁJEK, organizační složka Praha, DEHN + SÖHNE GmbH + CO. KG.

Red / Line

Yellow / Line

Dokonalá  
ochrana  
před  
přepětím



DEHN + SÖHNE GmbH + CO. KG.  
organizační složka Praha  
Sarajevská 16, CZ - 120 00 PRAHA 2  
tel.: +420 222 560 104  
fax: +420 222 562 424  
e-mail: info@dehn.cz  
www.dehn.cz

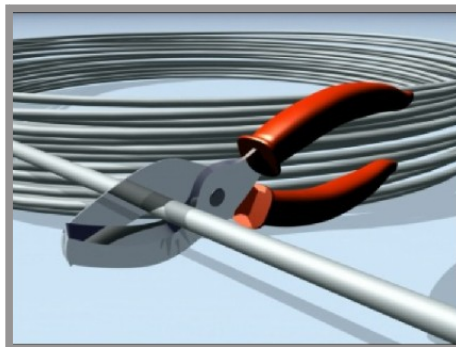
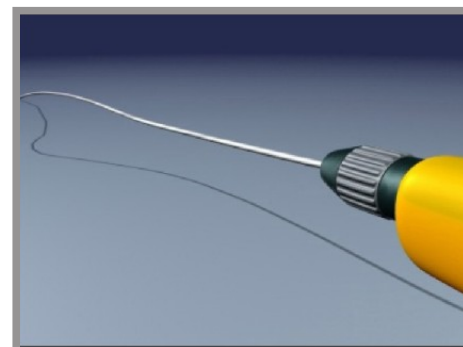
kancelář Frýdek Místek  
Ing. Jiří Kutáč  
Kuncičky 338, CZ - 739 01 BAŠKA  
tel.: +420 558 621 800  
fax: +420 558 621 800  
e-mail: jiri.kutac@dehn.cz  
www.dehn.cz

DEHN + SÖHNE GmbH + CO. KG.  
kancelária pre Slovensko, Jirí Kroupa  
M. R. Štefánika 13, SK - 962 12 DETVA  
tel.: +421 45 5410 557  
fax: +421 45 5410 558  
e-mail: info@dehn.sk  
www.dehn.sk

## ANIMACE PRVNÍ - [www.kniska.eu/animace](http://www.kniska.eu/animace)

Jednoduchým způsobem ukazuje, jak je třeba “zpracovat” drát AlMgSi před použitím na hromosvod.

Délka 2:27





## Musí být valivá koule postrachem hromosvodářů?

Ochranný prostor jímací soustavy zjištěný metodou valivé koule je podle dnešních znalostí o chování blesku stanoven nejpřesněji. Navíc v mnoha případech lze s pomocí této metody ušetřit náklady na zřízení jímací soustavy oproti metodám ochranného úhlu nebo mřížové soustavy.

Nejpracnější metodou (uváděnou jen pro kompletnost) je využití metod deskriptivní geometrie. V praxi se zřejmě neuplatní vůbec pro svou pracnost i náročnost na znalosti.

Zřejmě nejsnadnější možností je "převalit" přes projektovaný objekt kouli o poloměru odpovídajícím třídě LPS v AutoCADu. Tuto možnost mají obvykle jen projektanti. Příčinnou je ne zrovna zanedbatelná cena software a rovněž nutná znalost a zručnost práce v něm.

Převážná většina elektrotechniků však AutoCAD nevlastní, ani jej neovládá. Valné to většinou není ani s jejich prostorovou představivostí. To jsou zřejmě důvody, proč se užití metody valivé koule mnoho hromosvodářů vyhýbá.

Přitom stačí zvládnout poměrně jednoduchý postup s užitím kombinované graficko výpočetní metody. Je vhodný zvláště pro méně tvarově složité objekty, jichž je převážná většina. Ale lze ho aplikovat na všechny objekty. Jak tedy postupovat?

Každý objekt je nutno rozdělit na dílčí části, kde je poloha valivé koule poměrně stabilně vymezena. Těmito částmi pak vedeme v měřítku řez a valivou kouli k němu pro kontrolu přikládáme. Asi nejlépe ve formě šablony tvořené kruhovou úsečí. Po přiložení je ihned vidět, jsou-li veškeré body obrysu řezu stavby

mimo plochu šablony valivé koule, nebo jsou některé části šablonou překryty (tedy mimo ochranný prostor).

Okraj valivé koule se smí dotknout u vyhovujícího provedení pouze jímací soustavy. Mezi valivou koulí a samotným objektem musí zůstat vždy nejméně 20 cm volného prostoru!!!

Místa objektu, kde je valivá koule přímo v dotyku nebo těsně před dotykem již nelze pokládat za chráněná.

Přitom je nutné si uvědomit dvě zásadní věci. Zaprvé, že poloha koule v prostoru je dána třemi body. Zadruhé, že řez koulí v její libovolné části vytvoří vždy kružnici. Pro jednoduchost plochu země i například plochu střechy, již se valivá koule dotýká tečně nazveme podložkou. Princip určení polohy koule je v obou



případech shodný a zjednoduší klasifikaci možných případů.

Mohou tedy nastat následující základní případy:

- valivá koule se dotýká hřebenového jímacího vedení a podložky – koule je určena pouze dvěma body (dotykem s hřebenovým vedením a dotykem s podložkou) a může se tudíž podél této části objektu stejnoměrně valit. Plocha, kterou valivá koule vytvoří je v tomto případě válcovou plochou. Stačí tedy jen grafická kontrola ochranného prostoru. Podložka může být vodorovná nebo šikmá. Obdobná situace může nastat mezi hřebenovým vedením a jímacím vedením nad zvýšenou atikou. V tom případě se koule valí podél dvou rovnoběžných úsečků.

- valivá koule se dotýká dvou jímacích tyčí a podložky – koule je určena třemi body (dvakrát dotykem s

jímacími tyčemi a jedenkrát dotykem s podložkou) a je ve stabilní poloze. V tomto případě již ale nestačí jen kontrola řezu rovinou jdoucí i jímáčem, protože valivá koule mezi jímáči trochu "propadá" směrem k objektu. Je tedy nutno určit o kolik se střed valivé koule v prostoru mezi jímáči k objektu nejvíce přiblíží. Přiblížení je samozřejmě ve směru rovnoběžném s podložkou

- valivá koule se dotýká jednoho tyčového jímáče a podložky – koule vytvoří okolo jímáče (respektive přímky spuštěné z vrcholu jímáče kolmo k podložce, jako osy otáčení a zároveň i souměrnosti) rotační plochu ve tvaru kruhové úseče. V praxi je to obvykle pouze její čtvrtina, např. okolo rohu objektu na jehož vrcholu je umístěná jímací tyč. Zde opět většinou stačí čistě grafická kontrola ochranného prostoru

- valivá koule se dotýká minimálně

tří jímáčů (často v praxi bývají čtyři) – koule je určena třemi body (třikrát dotykem s jímáči) a je ve stabilní poloze. V tomto případě je nutné určit, kolik koule mezi jímáči "propadá". Přitom jímáče mohou svými vrcholy tvořit vodorovnou, šikmou (se sklonem k jediné ose objektu) nebo obecnou (s libovolným sklonem) rovinu. U jímáčů tvořících obecnou rovinu může být určení ochranného prostoru grafickou metodou velice obtížné bez znalosti deskriptivní geometrie. Skutečná situace je pak dána vzájemnou kombinací a návazností těchto uvedených případů.

Pro usnadnění určení ochranného prostoru jímací soustavy jsem vytvořil programky na výpočet elementárních případů. Programky jsou dostupné spolu s Kníškou zdarma a budou postupně doplňovány o další výpočty a rovněž budou pravidelně aktualizovány.

## SOFTWARE PRVNÍ - [www.kniska.eu/software](http://www.kniska.eu/software)

Průvės valivé bleskové koule; výpočet v závislosti na LPS a rozteči jímácích tyčí. Vypočítá průvės i pro úhlopříčku.

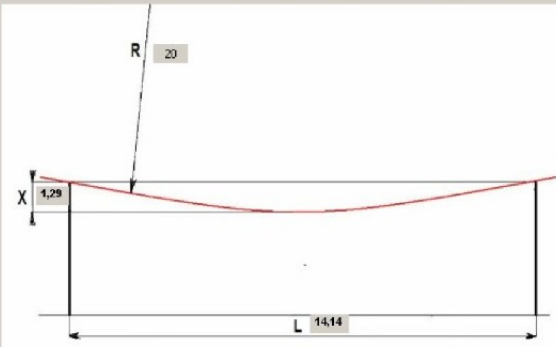
Milanův výpočet průvėsu valivé koule v rovině procházející středem valivé koule

**Přepočti** **Konec**

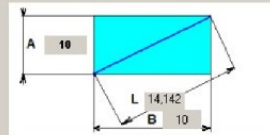
**Trída LPS**  
☒ LPS I ☐ LPS II ☐ LPS III ☐ LPS IV

**Úhlopříčka**  
☐ Ne ☒ Ano

Poloměr valivé koule = 20 m



Rozteč jímáčů A = 10,00 m  
 Rozteč jímáčů B = 10,00 m



**Průvės valivé koule**  
**X = 1,291713 m**

Výpočetní program č. H01 verze 1.00  
 průvėsu valivé koule mezi dvěma až čtyřmi jímáči

Vzniklo za podpory Elektrotechnické společnosti ČR  
 pro potřeby školního hromosvodářského střediska  
 v Chomutově:  
[www.kniska.eu/centrum](http://www.kniska.eu/centrum)

**DEHN** ... s jistotou DEHN.

**kníška** **Elektrika.cz** Ing. Milan Kaucký - K. M. Technik

Software volně ke stažení na [www.kniska.eu](http://www.kniska.eu)  
 Po registraci budete upozorňováni na aktuální verze

Tato část miniseriálu je zaměřena na ochranu světelných reklam umístěných na vnějších zdech a střeších různých objektů. Tato „drobnost“ bývá často v celkové koncepci ochrany před bleskem opomíjena. Je však třeba si uvědomit, že ke světelným reklamám je vedeno napájení mnohdy i z „hloubi“ objektu, je vytvořena cesta pro průchod části bleskového proudu. Reklamní panel jako takový lze v mnoha případech obětovat (cenové relace ochranných mnohonásobně převyšují cenu zářivek), ovšem škody způsobené zavlečením bleskového proudu do objektu by se těžko vysvětlovaly.

## Světelné reklamy na objektech versus ochrana před bleskem a přepětím

Silící konkurenční tlak a klienti, kteří chtějí upozornit na své podnikání či provozovnu světelnou reklamou, která se díky svému umístění na nejvyšším místě budovy či v jejím okolí stává místem možného ohrožení přímým zásahem blesku. Daleko horší variantou než zničení reklamy by ovšem v některých případech bylo zavlečení části bleskového proudu do objektu.

Další odstavce budou věnovány některým variantám ochrany světelných reklam. Tyto

varianty jsou definovány v závislosti na umístění světelné reklamy na objektu.

### 1. Reklama na budově

**A:** světelná reklama na stěně objektu v ochranném prostoru hromosvodu, napájení z hlavního rozváděče na patě objektu,

**B:** světelná reklama na stěně objektu v ochranném prostoru hromosvodu, napájení z podružného rozváděče umístěného u reklamy,

**C:** světelná reklama na stěně objektu mimo ochranný prostor hromosvodu, napájení z podružného rozváděče u reklamy,

**D:** světelná reklama na stěně objektu mimo ochranný prostor hromosvodu, napájení z hlavního rozváděče,

**E:** světelná reklama na střeše objektu v ochranném prostoru hromosvodu, napájení z hlavního rozváděče na patě objektu,

**F:** světelná reklama na střeše objektu v ochranném prostoru hromosvodu, napájení z podružného rozváděče na střeše objektu nacházející ho se rovněž v ochranném prostoru hromosvodu,

**G:** světelná reklama na střeše objektu mimo ochranný prostor hromosvodu, napájení z hlavního rozváděče na patě

objektu,

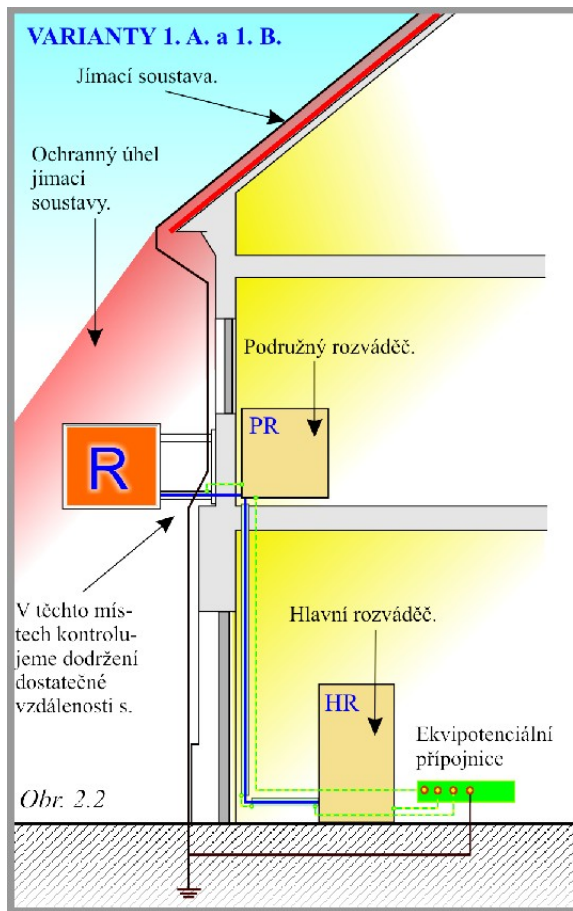
**H:** světelná reklama na střeše objektu mimo ochranný prostor hromosvodu, napájení z podružného rozváděče u reklamy či v patře.



Obr. 2.1

## Varianta 1A – světelná reklama na stěně objektu v ochranném prostoru hromosvodu, napájení z hlavního rozváděče na patě objektu

V tomto případě jde o poměrně jednoduché řešení, které pro zabezpečení bezproblémového provozu nevyžaduje příliš úkolů. Je třeba pouze zkontrolovat dodržení dostatečné vzdálenosti  $s$  od svodů hromosvodu a zda se vlastní reklama či její napájení nepřibližuje více než na dostatečnou vzdálenost  $s$  od součástí jímací soustavy. Pro jistotu se kontroluje ochranný prostor jímací soustavy i pro možný boční zásah blesku, nejlépe metodou **valivébleskové koule**. To se ale týče výškových budov nad 30 m. Je-li hlavní rozváděč (HR) osazen např. kombinovaným svodičem bleskových proudů a přepětí DEHNventil M DV M TN-C 255 nebo svodičem bleskových proudů DEHNbloc Maxi, je třeba po dohodě s majitelem světelné reklamy a také v závislosti na ceně světelné výzbroje rozhodnout, zda se budou nasazovat svodiče přepětí také co nejbliže k reklamě (např. pro ochranu elektronického předřadníku v panelu). Investor se však může po poradě také rozhodnout toto riziko poškození tolerovat a přepěťové ochrany u



reklamního panelu neinstalovat. Rozhodně lze doporučit umístit napájecí vodiče ke světelné reklamě do kovové trubky, která bude řádně pospojována a připojena na zemnicí soustavu. Tímto opatřením se utlumí elektromagnetická indukce. Umístění kabelu do kovových trubek je výhodné v případě vynechání přepěťových ochran u světelného panelu.

## Varianta 1B – světelná reklama na stěně objektu v ochranném prostoru hromosvodu, napájení z podružného rozváděče u reklamy

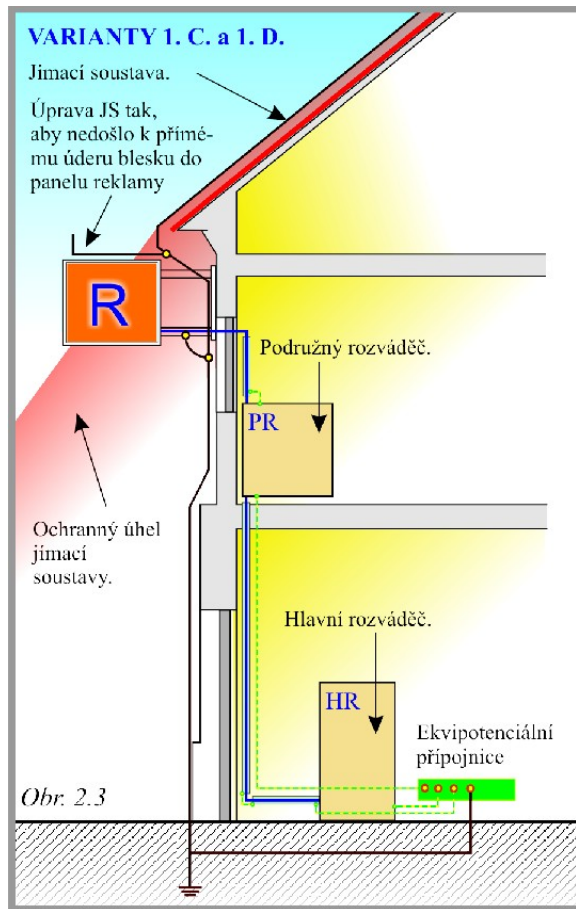
Vzhledem k tomu, že napájecí vodiče vstupují do podružného rozváděče (PR), je velmi důležité prověřit, zda se reklama a vedení opravdu nacházejí v ochranném prostoru jímací soustavy a zda je všude dodržena dostatečná vzdálenost  $s$ . Do PR se instalují pouze svodiče přepětí (DEHNguard LI nebo DEHNguard S 275 – ve všech pracovních



vodících). Rovněž je třeba zkontrolovat, zda je v hlavním rozváděči objektu instalován svodič bleskových proudů (DEHNbloc Maxi, DEHNventil M, DEHNbloc H). Napájecí vedení z PR k reklamě se uloží do kovových stínících trubek. V případě elektronických předřadníků je vhodné instalovat svodič přepětí DEHNflex M přímo do panelu reklamy. Je možné použít i svodič přepětí DEHNguard M (Typ 2) v případě, že vzhledem k umístění reklamy (např. blízkost vedení vn nebo troleje vlaku, tramvaje či trolejbusu) lze předpokládat větší indukci elektromagnetických impulsů. Záleží samozřejmě na ceně použitých předřadníků a je zde možnost při menším počtu kusů toto riziko tolerovat a svodiče přepětí u reklamního panelu neinstalovat.

## Varianta 1C – světelná reklama na stěně objektu mimo ochranný prostor hromosvodu, napájení z podružného rozváděče u reklamy

U této varianty je třeba majitele objektu seznámit se všemi riziky spojenými s takovým umístěním reklamy. Často je voleno řešení „obětování“ světelné



reklamy a jejího vybavení při přímém zásahu blesku. Rozhodně je však nezbytné zabránit zavléčení bleskového proudu do objektu a odstranit tak riziko ohrožení osob, majetku a elektrické instalace. Panel reklamy se vybaví pomocnými jímáči nebo se volí nosný kovový profil v místě využití jako náhodný jímáč o tloušťce asi 5 mm. Tím lze zabránit destrukci při přímém zásahu blesku a ohrožení osob a majetku troskami spadlými pod objekt. Další možností je použití oddálených jímacích tyčí, které zabrání přímému zásahu blesku do konstrukce. Nicméně vzhledem k nedodržení dostatečné vzdálenosti je třeba konstrukci světelné reklamy na několika místech propojit s jímací soustavou na střeše. Napájecí kabel se osadí svodičem bleskových proudů (např. DEHNventil M TN) v místě vstupu kabelu do objektu. Rozhodne-li se majitel reklamy vzhledem k ceně vnitřního vybavení reklamy pro dokonalejší ochranu, instaluje se do reklamy

ještě svodič přepětí (např. DEHNguard LI) nebo v případě delšího napájecího kabelu se použije svodič bleskových proudů (DEHNventil M).

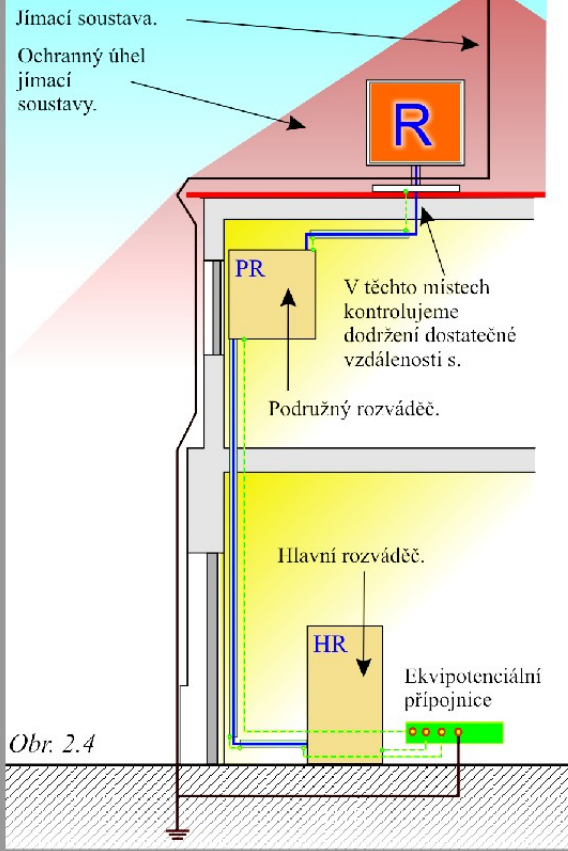
## Varianta 1D – světelná reklama na stěně objektu mimo ochranný prostor hromosvodu, napájení z hlavního rozváděče na patě objektu

Jímací soustava se upraví podle varianty 1C. Co se týče ochrany napájecího vedení, je nejlepším řešením varianta 1C. Nebude-li s tím z různých důvodů majitel souhlasit, je nejlépe vést napájecí kabel po vnější stěně objektu se vstupem přibližně ve stejném místě, kde je uložen přívod napájení z distribuční soustavy. V hlavním rozváděči se instaluje kombinovaný svodič bleskových proudů a přepětí (např. DEHNventil M). Jeho funkce zaručí ochranu jak před přepětím z distribuční soustavy, tak i před přepětím, které „doputuje“ od světelné reklamy. V případě, že se hlavní rozváděč nachází dále od paty objektu, vede se tento přívod v kovové stínící trubce řádně pospojené a uzemněné, aby ostatní elektrická instalace nebyla ohrožena elektromagnetickou indukci.

## Varianta 1E – světelná reklama na střeše objektu v ochranném prostoru hromosvodu, napájení z hlavního rozváděče na patě objektu

Toto řešení je v podstatě obdobné jako u varianty 1A. Jen je třeba zkontrolovat, zda se reklama a napájecí vodiče nepřibližují k součástem jímací soustavy nebo kovovým předmětům, které jsou na ní připojeny (dodržení dostatečné vzdálenosti s). V hlavním rozváděči musí být instalován svodič bleskových proudů (DEHNventil M nebo DEHNBloc Maxi). Pro ochranu vlastního vybavení světelné reklamy se volí svodiče přepětí, které se umístí co nejbližěji u reklamy (např. Typ 2 DEHNguard LI). Ochranná opatření lze vylepšit tím, že se celé napájecí vedení ke světelné reklamě uloží do kovových trubek se stínícím účinkem, a to zvláště v tom případě, je-li po dohodě s majitelem rozhodnuto přepětíové ochrany u reklamy nepoužít.

### VARIANTY 1. E. a 1. F.



Obr. 2.4

**Varianta 1F – světelná reklama na střeše objektu v ochranném prostoru hromosvodu, napájení z podružného rozváděče na střeše objektu nacházejícího se rovněž v ochranném prostoru hromosvodu**

Volí se stejná ochranná opatření jako u varianty 1B. V případě, že panel světelné reklamy je vzdálen od podružného rozváděče více než 10 m, instalují se přepěťové ochrany nejen do tohoto rozváděče, ale i do reklamního panelu (tedy pokud je v něm elektronika, kterou se vyplatí chránit).

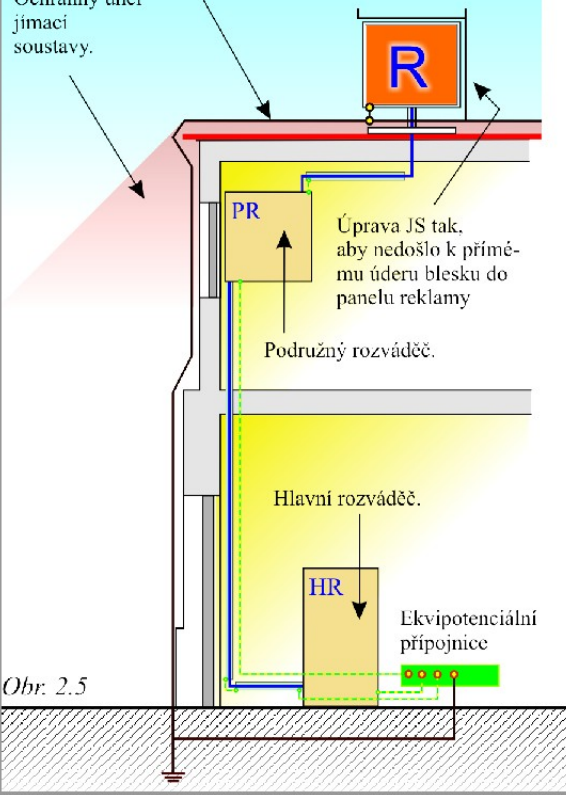
**1G – světelná reklama na střeše objektu mimo ochranný prostor hromosvodu, napájení z hlavního rozváděče na patě objektu**

Volí se stejná ochranná opatření jako u varianty 1D.

## VARIANTY 1. G. a 1. H.

Jímací soustava.

Ochranný úhel jímací soustavy.



Obr. 2.5

**1H – světelná reklama na střeše objektu mimo ochranný prostor hromosvodu, napájení z podružného rozváděče u reklamy či v patře**

Volí se analogická ochranná opatření jako u varianty 1C. V případě napájení z podružného rozváděče, který je umístěn v patře pod střechou, je třeba se rozhodnout pro použití svodiče bleskových proudů buď v separátní skřínce v místě vstupu kabelu do objektu (např. DEHNventil M), nebo v podružném rozváděči. V tomto případě se však nesmí zapomenout na umístění vodičů do kovové trubky, aby nebyla ostatní elektrická instalace ohrožena elektromagnetickou indukcí. Obecně lze říci, že veškerá zařízení na střechách objektů, tj. světelné reklamy, ale i klimatizační jednotky, anténní stožáry a jiné, jsou ohroženy zásahem blesku daleko více než podobné konstrukce na obvodových stěnách. Proto zvláště v těchto případech se musí velmi pozorně kontrolovat dostatečná vzdálenost s, řádné provedení hromosvodní soustavy a vyrovnání potenciálů. Jakékoliv opomenutí nebo nedbalost by se nemusely vyplatit.

## 2. Reklama na samostatném stožáru

A reklama na samostatném stožáru v **ochranném prostoru jímací soustavy objektu**, napájení z hlavního rozváděče budovy,

B reklama na samostatném stožáru v **ochranném prostoru jímací soustavy objektu**, napájení z podružného rozváděče budovy,

C reklama na samostatném stožáru **mimo ochranný prostor jímací soustavy objektu**, napájení z hlavního rozváděče budovy,

D reklama na samostatném stožáru **mimo ochranný prostor jímací soustavy objektu**, napájení z podružného rozváděče budovy.

**Varianta 2A – reklama na samostatném stožáru v ochranném prostoru jímací soustavy objektu, napájení z hlavního rozváděče budovy**

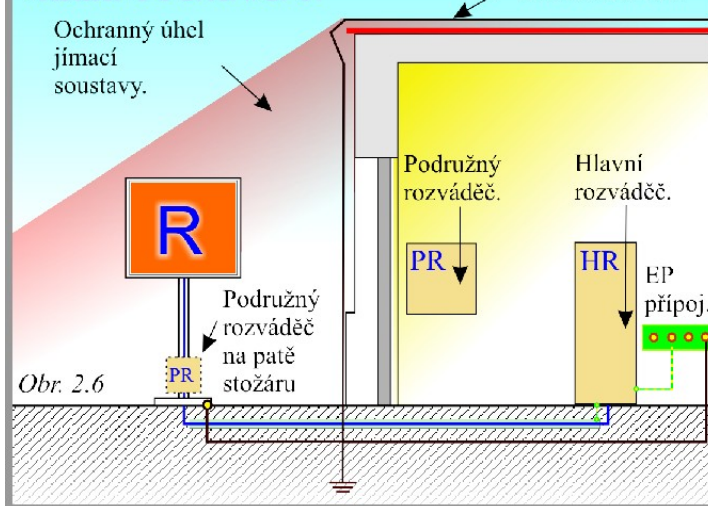
Tato varianta se v praxi objevuje zcela výjimečně. Při tomto uskupení postačí do podružného rozváděče na patě stožáru (je-li rozváděč v tomto místě instalován) umístit svodiče přepětí (např. DEHNGuard LI nebo DEHNGuard M) a zkontrolovat

uzemnění stožáru a jeho napojení na zemnicí soustavu objektu (nejlépe několika pásky). Také je třeba dohlédnout na vodivé pospojení jednotlivých částí stožáru a jejich připojení na zemnicí soustavu. Po dohodě s majitelem a s ohledem na celkovou cenu elektronické světelné výzbroje je na zvážení, zda ještě instalovat svodiče Typ 3 (např. DEHNflex M) k

jednotlivým předradníkům. Pokud je v hlavním rozváděči umístěn kombinovaný svodič bleskových proudů DEHNventil M, není třeba zde instalovat jiné svodiče.

**Varianta 2B – reklama na samostatném stožáru v ochranném prostoru jímací soustavy objektu, napájení z podružného rozváděče budovy**

## VARIANTY 2. A. a 2. C.



Obr. 2.6

Zde se učiní stejná opatření jako u varianty 2A jen s tím rozdílem, že se do podružného rozváděče umístí svodiče přepětí (např. DEHNGuard LI), které odstraní šíření špiček do elektrické instalace objektu; ty mohou vzniknout elektromagnetickou indukcí při zásahu blesku, ale také při startu světelné reklamy.



## Varianta 2C – reklama na samostatném stožáru mimo ochranný prostor jímací soustavy objektu, napájení z hlavního rozváděče budovy

Tento případ se vyskytuje nejčastěji. Zde se nabízí několik možností ochrany:

1. Stožár včetně výzbroje nedosahuje takové hodnoty, aby se ho vyplatilo chránit. V tomto případě se stačí soustředit jen na ochranu objektu před zavlečením bleskového proudu. Na stožáru se zajistí co nejlepší pospojení neživých částí a umístěním pomocných jímáčů se zabezpečí reklama tak, aby zásah blesku směřoval do nich, a ne do světelného panelu. Veškerá elektrická instalace na stožáru se uloží do řádně pospojených kovových trubek. Zemnicí soustava stožáru se spojí se zemnicí soustavou objektu (nejlépe několika pásky). V hlavním rozváděči se instaluje kombinovaný svodič přepětí (DEHNventil M). Vedení od hlavního rozváděče ke světelné reklamě se uloží do u z e m n ě n ě k o v ý c h t r u b k y .

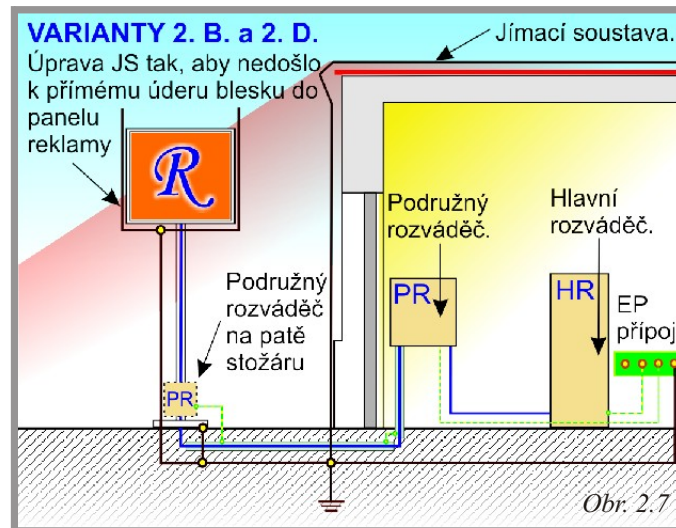
2. Částečná ochrana – stožár má podružný rozváděč instalovaný na patě: Učiní se opatření jako v bodu 1 s tím rozdílem, že svodič bleskových proudů se

instaluje v tomto rozváděči a celý systém se doplní o svodiče Typ 2 (nejlépe DEHNguard LI) na jednotlivých přívodech před vstupem do reklamy. Zde se pospojení provede na konstrukci stožáru.

3. Kvalitní ochrana – stožár má podružný rozváděč za panelem světelných reklam (ve stejné výšce): Učiní se stejná opatření jako v

bodu 1. Do podružného rozváděče se za reklamou instaluje svodič bleskových proudů (DEHNventil M). U jednotlivých panelů reklam (nastane-li tato možnost) lze pro jistotu nasadit ještě svodič přepětí Typ 3 (DEHNflex M).

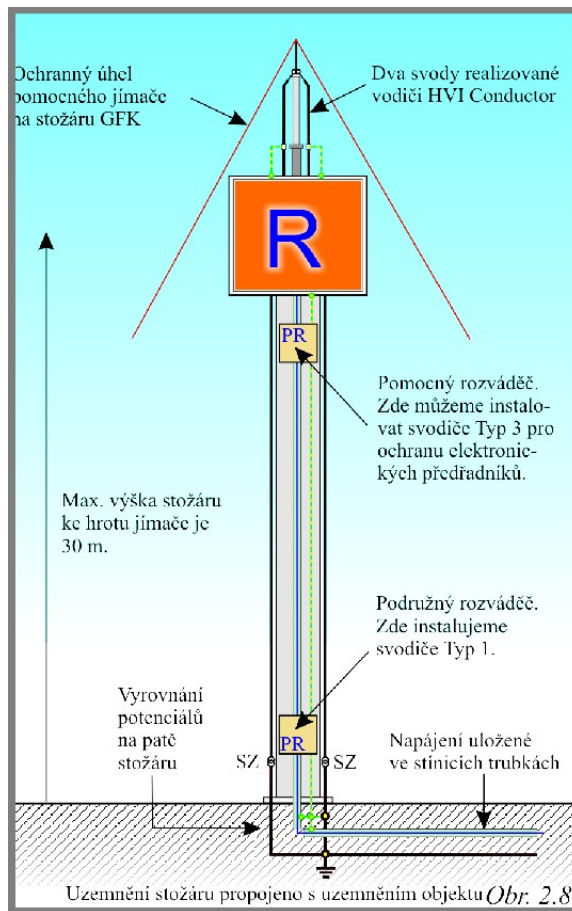
## Varianta 2D – reklama na samostatném stožáru mimo ochranný prostor jímací soustavy objektu, napájení z podružného rozváděče budovy



Všechna ochranná opatření jsou totožná s variantou 2C – bod 2; jen je zde ještě nutné instalovat svodič bleskových proudů do tohoto podružného rozváděče. Jestliže se rozváděč nachází v budově dále od stěny, vede se přívod v kovové trubce, aby při zásahu bleskem do stožáru nedošlo k naindukování impulsu na souběžné vodiče.

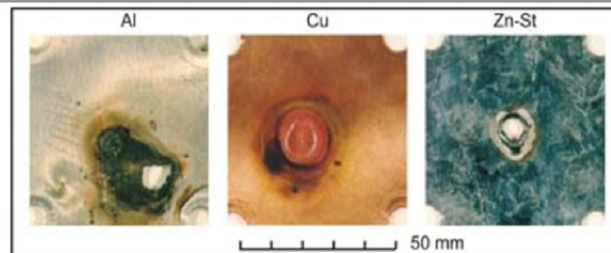
Na závěr tohoto článku bude ještě představen v současné době pravděpodobně nejdo konalejší systém

U tohoto systému ochrany je použita metoda oddáleného hromosvodu a svody jsou taženy dvěma vodiči HVI (*High Voltage Isolation*, vysokonapěťová izolace). Nejprve se určí velikost ochranného úhlu jímací tyče na stožáru (podle celkové výšky a třídy ochrany před bleskem LPL – *Lightning Protection Level*) – např. nákupní střediska se mohou zařadit do třídy ochrany před bleskem II (LPL II). S použitím této metody lze ochránit stožáry do maximální výšky 30 m. Se snižující se výškou se zároveň zvětšuje ochranný úhel jímáče. Pro třicetimetrový stožár je ochranný úhel přibližně 45° na obě strany. Podpurná trubka GFK s pomocným jímáčem se umístí na vrchol stožáru tak, aby veškeré kovové hmoty stožáru s reklamou byly „schovány“ v ochranném úhlu pomocného jímáče. Svody se realizují dvojicí vodičů HVI. Při splnění všech technických podmínek daných výrobcem těchto vodičů se dosáhne toho, že úder blesku bude směřovat do



jímající tyče, a ne do konstrukce stožáru. Vodiče HVI současně zajistí, že celý bleskový proud proteče do uzemňovací soustavy bez rizika „přeskoku“ i jen jeho části na konstrukci. Právě tato vlastnost je velikou výhodou vodičů HVI, neboť umožňuje řešit kvalitní ochranu i ve zdánlivě nerealizovatelných situacích. Na patě stožáru se zajistí kvalitní vyrovnání potenciálů mezi zemnicí soustavou a hromosvodem (tzn. že je třeba propojit zemnicí soustavu objektu se stožárem, a to nejlépe několika pásky). Přívodní vedení z objektu se chrání kombinovaným svodičem DEHNventil M. Napájení světelných panelů se uloží kompletně dostíněných trubek (popř. se použijí stíněné vodiče) a u jednotlivých panelů se instalují

svodiče přepětí Typ 2 nebo 3 (DEHNguard S 275, popř. DEHNflex M). V místě, kde napájecí vedení pro světelnou reklamu vystupuje z přilehlé budovy, se rovněž instaluje některý z vhodných typů svodičů bleskových proudů. Tato varianta ochrany splňuje nejprísnější požadavky, které jsou kladeny na ochranu před bleskem, a využívá maximálních technických možností současné doby.



**Účinek rázového proudu (50 kA)  
Ihned následoval  
Dlouhodobý proud (200 A / 500 ms)  
Tloušťka plechu 0,8 mm**

*Obr. 2.10*

## Popisy obrázků

*Obr. 2. 1. Ilustrační foto*

*Obr. 2.2. Varianta 1A a 1B*

*Obr. 2.3. Varianta 1C a 1D*

*Obr. 2.4. Varianta 1E a 1F*

*Obr. 2.5. Varianta 1G a 1H*

*Obr. 2.6. Varianta 2A a 2C*

*Obr. 2.7. Varianta 2B a 2D*

*Obr. 2.8. Systém ochrany stožáru s reklamou*

*Obr. 2.9. Hromosvod 21. století*

*Obr. 2.10. Ukázky z laboratorního testování  
plechů z různých materiálů*

*Obr. 2.11. Svodiče přepětí DEHN + SÖHNE*



*Obr. 2.11*

*Zdroje: ČSN EN 62305*

*Blitzplaner DEHN + SÖHNE 2005*

*Grafiky : D.Šalanský, Luma Plus s.r.o.*

*Obrázky : DEHN+SÖHNE*



Dalibore, jak výpočítám bezpečnou vzdálenost s mezi svodem hromosvodu a elektrickým silnoproudým zařízením dle ČSN EN 62305-3. Je to patrový objekt 13 x 10 m, vysoký 5,7 m, se sedlovou střechou a sendvičovým skeletem. Návrh: uzemňovací soustava typu B základový zemnič, pro objekt čtyři svody v každém rohu dle ČSN EN 62305-3 tabulky 4, která určuje pro rodinný dům vzdálenost svodů po 15 m. Hodnoty pro výpočet  $c = 12,5$  m;  $h = 5,7$  m (vzdálenost od země k hřebenu), anténa bude umístěna v ochranném prostoru jímací tyče a bude oddělená od hromosvodu. Není mi jasné, který vzorec se má v těchto případech použít:

- vzdálenosti antény od jímacího vedení,
- vzdálenost kabelů vedoucí uvnitř objektu pokud je za zdi svod hromosvodu,
- a jak je se stanovením koeficientu  $K_c$ .

svodu až k anténnímu stožáru (k místu, kde se vedení nejvíce přiblíží ke stožáru). Takže  $h$  může vyjít třeba na 20 m. Pokusím se dosadit do vzorce a  $K_c$  mi vychází na 0,37 (dle obrázku E.2). Dostatečná vzdálenost k anténnímu stožáru je po výpočtu vzorce 0,30 m. Druhá vzdálenost se počítá pro anténní stožár samostatně. Je třeba znát jeho výšku, resp. v jaké výšce dojde k přiblížení antén k jímací tyči. Řekněme ale třeba 2 metry. Za  $K_i$  dosadím 0,04, za  $K_c$  dosadím 1 – jeden svod, za  $K_m$  dosadím 0,7 (předpokládám distanční vzpěry GFK) a za  $l$  dosadím 2 metry. Výsledné  $s$  je 0,11 m. Celková dostatečná vzdálenost s pro anténní stožár tedy činí 0,41 m.

Pro přesné určení s pro tento konkrétní objekt bych potřeboval více údajů. Hodnota  $h$  není určitě 5,7 m, ale musí se měřit právě celá délka vedení k hřebeni, resp. až k anténnímu stožáru. To znamená, že je třeba znát, i kde bude ant. stožár přesně umístěn. Jinak co se týká stanovení  $K_c$  - skutečně onen obrázek v normě dobře poslouží. Rozdíl v dostatečné vzdálenosti vzhledem k různým  $K_c$  se příliš nemění. Jsou to centimetry. Vždy je lepší ponechat rezervu a pomocný jímáček umístit co nejdál od anténního stožáru - co to jde. Ona se tím i snižuje indukce. Snad to takto bude stačit, pouze dodám, že velmi dobrou pomůckou je SW HROMOSVODY PLUS od Davida Klimši.

Takže Honzo, asi takhle

Honzo, počítal jsem to takhle: obvod objektu je 46 m, postačí tedy 3 svody. Nicméně je-li možno a majitel s tím souhlasí, jsou čtyři svody lepší. K dostatečnému odstupu vedení od svodů: Je třeba určit výšku, ve které je vedení uloženo, resp. kde se kříží se svodem. Pro výpočet jsem použil standardní vzorec, kde za  $K_i$  dosadím 0,04 pro LPL III,  $K_c$  lze stanovit z obrázku E.2 v normě ČSN EN 62305 - část 3. Obrázek domku s hřebenovou soustavou a se čtyřmi svody. Hodnota  $c$  je jasná (délka hřebenového vedení) a  $h$  stanovím podle výšky, kde se kříží s hromosvodem. Za  $K_m$  dosadím 0,5 - zdivo.  $L$  bude shodné s  $h$ , tedy výška, kde dochází ke křížení. No a vyjde nějaká vzdálenost  $s$ , např. 0,15 m. Není třeba vždy dodržet vzdálenost 0,75 m ve vzduchu a 1,5 m ve zdivu. Tyto údaje pouze určují, že pro zdivo jsou vzhledem k výpočtu obecně horší podmínky než pro vzduch. Zdivo je prostě lepší vodič. Je-li vedení pod střechou, např. v hřebeni, je třeba za  $l$  dosadit hodnotu měřenou po svodu, takže ne kolmo od země po hřeben, ale v podstatě skutečnou délku svodu měřenou až k uzemnění, ne k rovině terénu. U rod. domků není problém, problém je u objektů, které mají tři patra pod zem a až potom uzemnění. Snad je to srozumitelné. Výpočet dostatečné vzdálenosti pro anténu: zde musím počítat dvě vzdálenosti s a jejich výsledky sečíst. První s se počítá od místa vyrovnání potenciálů (uzemnění) k anténnímu stožáru, zde je pro stanovení  $K_c$  opět možno použít

výše zmíněný obrázek z normy, kde  $c$  je jasná, ale za  $h$  bych měl dosadit délku vedení měřenou od země po nejbližším



## AUTOMA

**automatizace, regulace  
a průmyslová informatika**



**časopis vychází měsíčně**

- / automatizace technologických a obchodních procesů
- / programovatelné automaty
- / průmyslová elektronika
- / měření a regulace
- / čidla a akční členy
- / roboty a manipulátory
- / výpočetní technika pro automatizaci
- / aplikační software
- / informační, řídicí a zabezpečovací systémy
- / bezpečnost zařízení automatizační techniky
- / profity firem, veletrhy, zajímavosti z výzkumu

cena 48 Kč  
roční předplatné 576 Kč  
roční předplatné pro studenty 456 Kč

**[www.automa.cz](http://www.automa.cz)**

předplatné: FCC PUBLIC s. r. o., Pod Vodárenskou věží 4, 182 08 Praha 8,  
tel.: 286 583 011-12, 266 052 804, fax: 284 683 022, e-mail: automa@fccgroup.cz

## ELEKTRG

**silnoproudá  
elektrotechnika v praxi**



**časopis vychází měsíčně**

- / provoz, údržba a revize elektrických zařízení
- / elektrické stroje a přístroje
- / elektrické rozvody a instalace
- / normy a předpisy
- / měření a zkoušky jakosti
- / informace pro projektanty, provozní techniky a montážníky
- / bezpečnost elektrických zařízení
- / trh, obchod a podnikání
- / činnost elektrotechnických sdružení a společenstev

cena 48 Kč  
roční předplatné 576 Kč  
roční předplatné pro studenty 456 Kč

**[www.eel.cz](http://www.eel.cz)**

předplatné: FCC PUBLIC s. r. o., Pod Vodárenskou věží 4, 182 08 Praha 8,  
tel.: 286 583 011-12, 266 052 804, fax: 284 683 022, e-mail: elektro@fccgroup.cz

## SVĚTLO

### světelná technika a osvětlování



časopis vychází 6× ročně

- / světelné zdroje a svítidla
- / světelnotechnická zařízení
- / provoz a údržba osvětlení
- / měření a výpočty
- / technicko-ekonomická hlediska
- / účinky a užití optického záření
- / normy, předpisy a doporučení
- / činnost odborných organizací
- / veletrhy a výstavy
- / z odborného tisku
- / trh, obchod, podnikání
- / osvětlení vnitřních prostor

cena 48 Kč

roční předplatné 288 Kč

roční předplatné pro studenty 228 Kč

[www.svetlo.info](http://www.svetlo.info)

předplatné: FCC PUBLIC s. r. o., Pod Vodárenskou věží 4, 182 08 Praha 8,  
tel.: 286 583 011-12, 266 052 804, fax: 284 683 022, e-mail: svetlo@fccgroup.cz

vydavatelství

## FCC PUBLIC

### Svět techniky na stránkách knih a časopisů



[www.fccpublic.cz](http://www.fccpublic.cz)

objednávky předplatné: FCC PUBLIC s. r. o., Pod Vodárenskou věží 4, 182 08 Praha 8,  
tel.: 286 583 011-12, 266 052 804, fax: 284 683 022, e-mail: public@fccgroup.cz

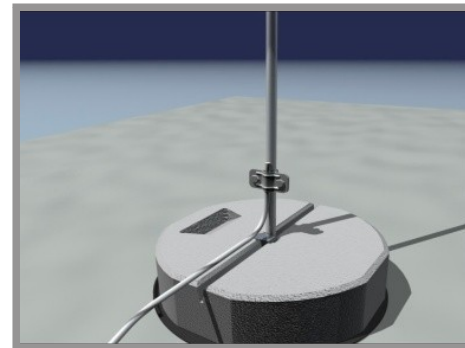
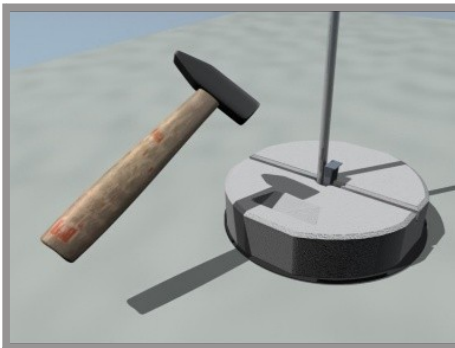
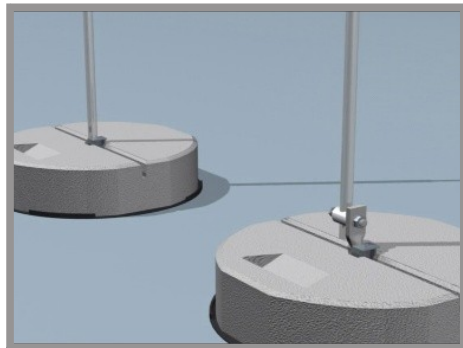
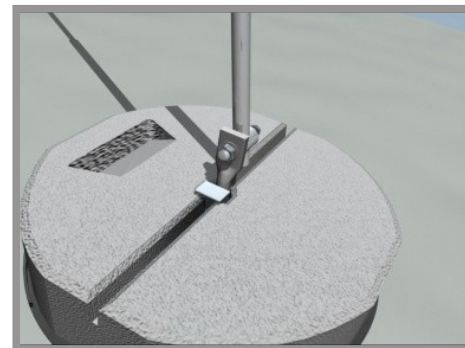
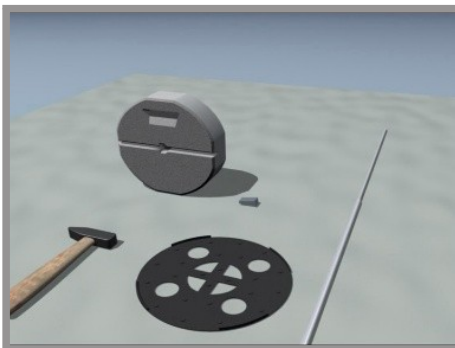
## ANIMACE DRUHÁ - [www.kniska.eu/animace](http://www.kniska.eu/animace)

Ukazuje práci s jímací tyčí, betonovým základem a sklonovým adaptérem. To vše pro střechy se sklonem až 10°.

Délka 4:17

1) pro ploché střechy  
se sklonem do cca 3°

2) pro ploché střechy  
se sklonem do max. 10°



## SOFTWARE DRUHÝ - [www.kniska.eu/software](http://www.kniska.eu/software)

Posun valivébleskové koule; určuje, o kolik se propadne valivá koule dotýkající se země a dvou jímačů.

Milanův výpočet posunu valivé koule dotýkající se dvou jímačů vodorovným směrem soběžně se zemí

**Prepočti** **Konec**

Třída LPS  
☐ LPS I ☒ LPS II ☐ LPS III ☐ LPS IV

Poloměr valivé koule = 30 m

Rozteč jímačů L = 10,20 m

Výška jímačů H = 1,40 m

**Posun valivé koule**

Y = 0,13184 m

**Průvės koule v rovině procházející středem koule**

X = 0,4366781 m

Výpočetní program č. H 02 verze 1.00  
posunu valivé koule dotýkající se dvou jímačů  
vodorovným směrem soběžně se zemí

Vzniklo za podpory Elektrotechnické společnosti ČR  
pro potřeby školícího hromosvodářského střediska  
v Chomutově:  
[www.kniska.eu/centrum](http://www.kniska.eu/centrum)

**DEHN** ... s jistotou DEHN.

**kníška** **Elektrika.cz** Ing. Milan Kaucký - K. M. Technik

Software volně ke stažení na [www.kniska.eu](http://www.kniska.eu).  
Po registraci budete upozorňováni na aktuální verze.



## Připojit, či nepřipojit? Je to vůbec otázka?

Norma ČSN 34 1390 (Elektrotechnické předpisy ČSN. Předpisy pro ochranu před bleskem) hovořila poměrně jasně o podmínkách připojování zařízení na střechách, využití jiskřišť apod. V současné době se však situace změnila, a to nejenom se začátkem platnosti nové normy ČSN EN 62305 (Ochrana před bleskem). Pro připomenutí, jako mezinárodní evropská norma vstoupila v platnost v červnu 2006 a u nás je platná jako ČSN EN 62305 od prosince 2006.

## Co se tedy může stát, bude-li např. ventilátor klimatizační jednotky připojen na jímací soustavu?

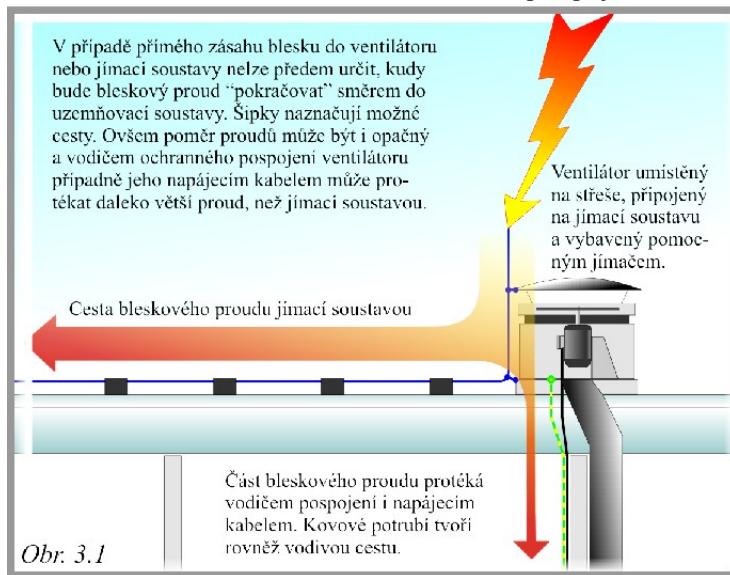
Tyto ventilátory jsou většinou vybaveny třífázovými motory o poměrně velkém výkonu, vyspělejší typy v sobě mohou obsahovat i různá čidla teploty. Ochranný vodič PEN je přímo spojen s kovovou konstrukcí ventilátoru – tzn. přímé zavlečení části bleskového proudu dovnitř objektu. Bleskový proud bude rozhodně hledat cestu nejmenšího odporu pro vniknutí do země a vodič PEN připojený na uzemňovací soustavu distribuční sítě se svou hodnotou uzemnění max. 2 Ω je právě

tou ideální a možná i nejkratší cestou. Obzvláště u ventilátorů umístěných třeba uprostřed rozlehlé střechy. U pracovních vodičů neznamena izolace (zejména izolace vinutí motoru) pro bleskový proud vážnější problém, a i tady se vytvoří přímá vodivá cesta pro blesk. U sdělovacích vedení je situace ještě horší, neboť elektrická pevnost těchto vodičů je nepoměrně menší než u napájecích vedení. Na **obr. 3.1** je znázorněna situace

při přímém úderu blesku do bloku ventilátoru a cesty části bleskového proudu. Takovýto případ nastane i tehdy, je-li ventilátor vybaven pomocným jímáčem. V opačném případě, tedy tvoří-li kovový kryt ventilátoru náhodný jímáček, může být tento kryt mechanicky poškozen. Plechy, ať pozinkované, nebo s jinou korozivzdornou úpravou, jsou používány v tloušťkách 0,8 až 1,5 mm. Tato hodnota je pro přijetí bleskového proudu naprosto

nedostatečná a může dojít k propálení plechu viz **obr. v předchozím dílu**.

V **Tab. 3.1** jsou uvedeny hodnoty tloušťky plechů různých materiálů a jejich schopnost přijmout, popř. vést bleskový proud. Stejná situace se zavlečením části bleskového proudu nastane i v případě, že blesk neudeří přímo do ventilátoru. Bleskový proud se u



rozdělí a hledá cesty svodu do země. Při volbě varianty přímého pospojování ventilátor s hromosvodní soustavou existuje účinná ochrana, jak zabránit vniknutí blesku do objektu. Tato varianta však může být v některých případech cenově naprosto neúnosná. Pro potenciálové vyrovnáníbleskového proudu postačí instalovat do pomocného rozváděče umístěného co nejbližší ke vstupu kabelů do objektu (tedy těsně pod střechu) vhodné svodičebleskových proudů TYP 1 (např. DEHNbloc Maxi). Také sdělovací kabely musí být chráněny příslušnými svodičibleskových proudů! Toto řešení však může narazit na několik

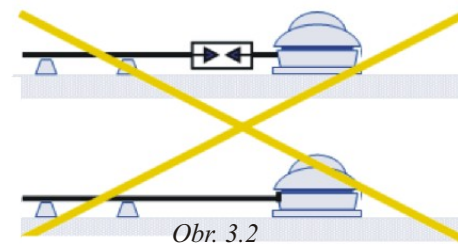
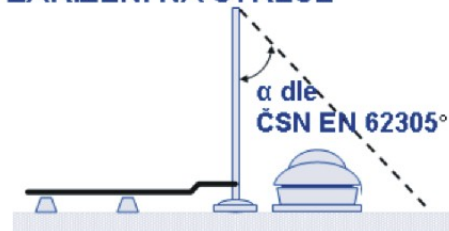
úskalí. Bude vždy nalezeno vhodné místo pro instalaci tohoto rozváděče? A co když bude těchto ventilátorů na střeše třeba dvacet? Takovou investici zřejmě nikdenezaplatí, obzvlášť bude-li seznámen s mnohem jednodušší a účinnější variantou oddálených hromosvodů.

## Oddělující jiskřiště? (Obr. 3.2)

Někdy se lze setkat i s názorem, že je třeba ventilátory připojit přes oddělovací jiskřiště. Zkusme tedy podrobně rozebrat, co může nastat, bude-li tato metoda využita. Zapalovací napětí jiskřišť (měla by být testována vlnou 10/350 simulujícíbleskový proud) se nejčastěji pohybuje v rozmezí 2,5 až 4 kV.

Materiály	Tloušťka t (mm)		Tab. 3.1
	Pokud by propálení v místě úderu způsobilo:		
	žádný	nějaký	
	nebezpečný nebo nepřipustný stav krytiny		
ocel pozinkovaná	0,5	4	
ocel korozivzdorná	0,4	-	
měď	0,3	5	
hliník	0,7	7	
zinek	0,7	-	
olovo	2	-	
Zdroj: DIN V ENV 61024-1 (VDE V 0185 Část 100) 1996-08: odst. 2.1.3a, tabulka 4			

## JÍMACÍ SOUSTAVA PRO MENŠÍ ELEKTRICKÁ ZAŘÍZENÍ NA STŘEŠE



### Případ 1

Blesk o velmi malé vrcholové hodnotě zasáhne jímací soustavu. V tom případě se nevytvoří dostatečný rozdíl potenciálů mezi jímací soustavou a ventilátorem a jiskřiště nezapálí. Přes uzemnění ventilátoru nepoteče žádný proud. To je ale také jediný případ, kdy jiskřiště splní svoji

funkci. Ovšem mezi jímací soustavou a kovovými částmi ventilátoru na okamžik vznikne značný rozdíl potenciálu!

## Případ 2

Blesk o velké vrcholové hodnotě zasáhne jímací soustavu nebo přímo ventilátor. Rozdíl napětí je tak velký, že vyvolá zapálení jiskřiště, bleskový proud se rozdělí a protéká vodiči ventilátoru i jímací soustavou. V těchto případech jiskřiště postrádá smysl.

## Případ 3

Bleskový proud o malé hodnotě zasáhne ventilátor. Jiskřiště nezapálí a celý tento proud proteče připojenými vodiči dovnitř objektu. V tomto případě tedy jiskřiště vyřadilo z funkce jímací soustavu a to je snad to nejhorší varianta. Použití jiskřišť se tedy v těchto aplikacích nedoporučuje. Může se použít pouze tam, kde je třeba uvést na stejný potenciál dvě zemní soustavy, které se nesmí přímo pospojit (např. katodicky chráněné plynové potrubí, zamezení bludných proudů apod.).

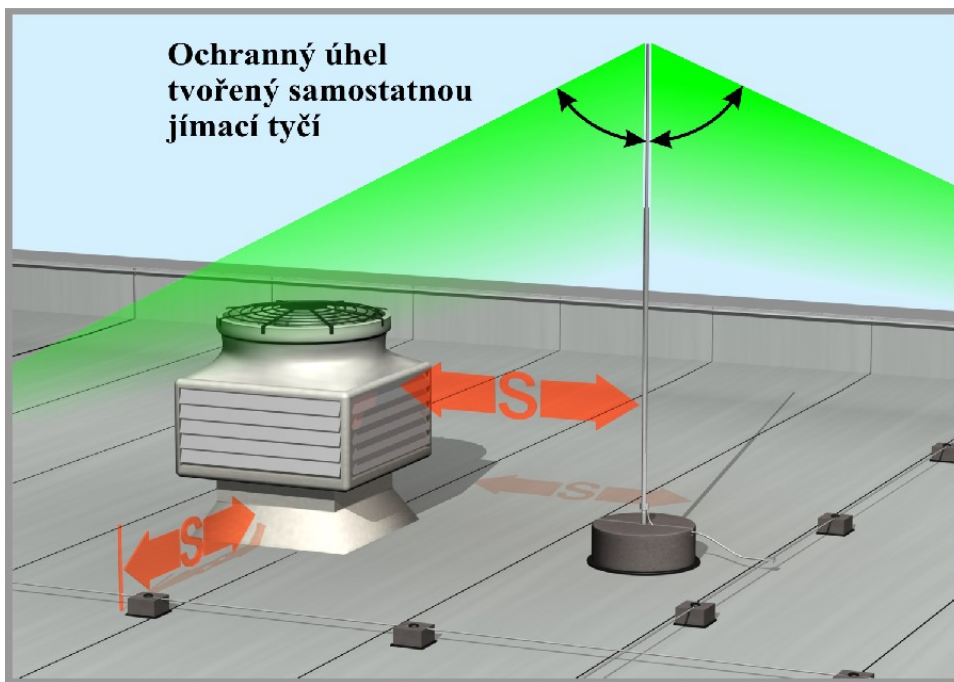
## Odstrašující případ

Někdy se lze setkat s připojením plechy ventilátoru, střešní krytina i jímací

soustava jsou v tomto případě mezi sebou vodivě propojeny. Na co tedy jiskřiště? Ovšem zde se zároveň nabízí otázka, jak nejlépe vzniklou situaci řešit. Je možné použít metodu oddáleného hromosvodu? Tomuto tématu bude věnován další text. Jsou totiž možné dvě varianty.

## Ochrana za pomoci oddálených hromosvodů.

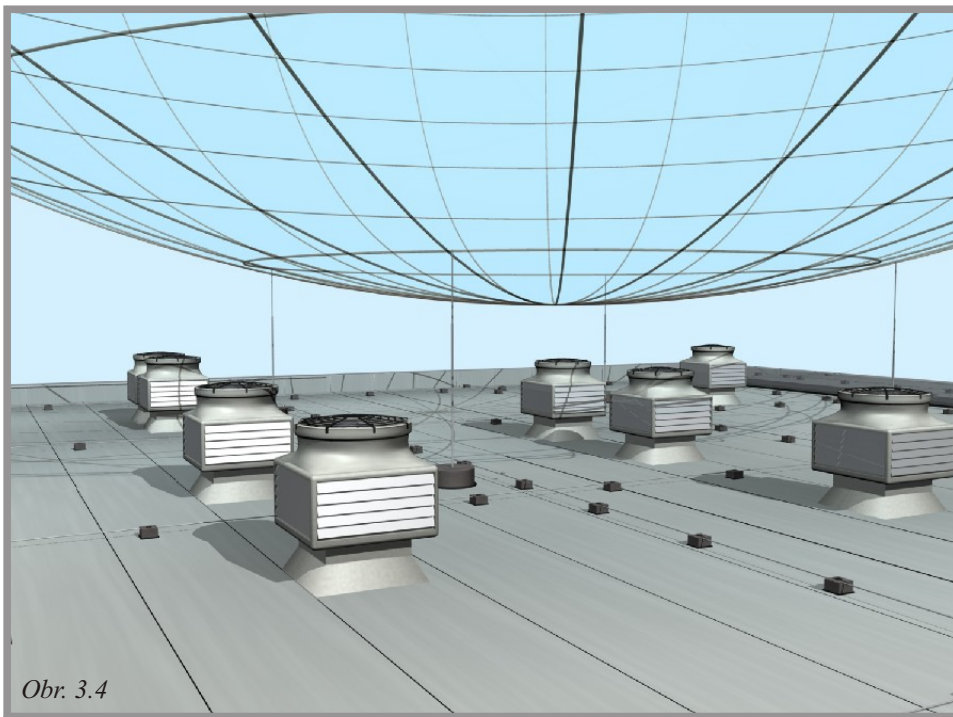
Nyní zpět k ochraně ventilátorů za pomoci oddálených hromosvodů u střech z nevodivých materiálů. Na **obr. 3.3** je znázorněno řešení.



Jde o velmi jednoduchou úpravu jímací soustavy, spočívající pouze ve správném umístění a výšce pomocného jímáče. Pro umístění se musí respektovat dostatečná vzdálenost  $s$  k zamezení přeskočení blesku na ventilátor. Výška jímáče musí být taková, aby ochranný úhel spolehlivě „přikryl“ jednotku ventilátoru. U jednoho jímáče se použije metoda ochranného úhlu. Oproti ČSN 34 1390, kde byl stanoven pevný úhel  $112^\circ$ , je podle ČSN EN 62305 tento úhel proměnný a závisí na výšce jímáče a třídě ochrany před bleskem LPL (*Lightning Protection Level*). Podrobné údaje o hodnotách ochranných úhlů je možné nalézt např. ve zkráceném katalogu firmy Dehn + Söhne. U rozlehlých střeš s mnoha ventilátory (a jinými kovovými konstrukcemi) je výhodné využít **metodu valivé bleskové koule**. Na **obr. 3.4** je znázorněno vhodné rozmístění jímacích tyčí na střeše. Tím se za minimální náklady dosáhne podstatného rozšíření ochranného prostoru. Blesková koule o poloměru 30 m (*Lightning Protection System II.*) je „usazena“ na vrcholech jímacích tyčí. Nemůže propadnout a dotknout se ventilátorů. Pro konstrukci hromosvodní ochrany touto metodou lze použít některý z trojrozměrných modelovacích programů.,

popř. si vytvořit papírový model. Je možno využít i **Tab. 3.2**, kde je uveden průvės bleskové koule. Elektromagnetické indukce se nelze jednoduchou cestou zbavit. Proto je třeba vodiče vedoucí ze střechy dolů vybavit vhodnými svodiči

přepětí Typ 2, např. DEHNguard 275. Ale v případě, že je ochrana objektu pojata komplexně, budou tyto svodiče v podružných rozváděcích jistě instalovány. Dalšího zlepšení lze dosáhnout, budou-li vodiče uloženy v stínících trubkách.



Obr. 3.4



## Průvės valící se koule v metrech (zaokrouhleno)

vzdálenost mezi dvěma jímáči	třída LPS (poloměr valící se koule)			
	I (20 m)	II (30 m)	III (45 m)	IV (60 m)
2 m	0,03	0,02	0,01	0,01
4 m	0,10	0,07	0,04	0,03
6 m	0,23	0,15	0,10	0,08
8 m	0,40	0,27	0,18	0,13
10 m	0,64	0,42	0,28	0,21
12 m	0,92	0,61	0,40	0,30
14 m	1,27	0,83	0,55	0,41
16 m	1,67	1,09	0,72	0,54
18 m	2,14	1,38	0,91	0,68
20 m	2,68	1,72	1,13	0,84
23 m	3,64	2,29	1,49	1,11
26 m	4,80	2,96	1,92	1,43
29 m	6,23	3,74	2,40	1,78
32 m	8,00	4,62	2,94	2,17
35 m	10,32	5,63	3,54	2,61

### Porovnání ceny připojení versus oddálení

V **tab. 3** je uveden rozdíl cenových nákladů mezi použitím ochrany pospojováním a použitím oddáleného jímáče. Při ochraně několika desítek kovových konstrukcí na střeše jsou rozdíly nezanedbatelné (a pravděpodobně bude

možné odečíst u varianty oddálení položku 3× svodič přepětí DEHNguard 275). Naopak ve variantě pospojování není započtena cena za další pomocný rozváděč a poměrně složitou instalaci u stropu objektu. Vztyčení pomocného jímáče na střeše a jeho připojení na dosavadní jímáčí soustavu u varianty oddálení je otázkou

je třeba vztyčením malých pomocných jímáčů podél kabelové trasy zamezit možnému přímému úderu blesku do vodičů. Toto řešení je možné i u střeš z nevodivých materiálů. Druhá varianta je poněkud složitější a spočívá ve „vyzvednutí“ celé jímací soustavy nad střešní krytinu. V tomto případě musí být u

několika minut.

### Řešení pro kovové střechy

Jak bylo uvedeno dříve, je možné použít dvě varianty. U první se aplikuje metoda pospojování všech kovových hmot. V tom případě je ale třeba vést všechna vedení k ventilátorům **v jednom svazku a z jednoho místa**. Nejlépe z rozváděče umístěného na obvodové zdi objektu. Ten se osadí svodiči bleskových proudů, např. DEHNbloc Maxi. Dále

Variantá	Cena (Kč)
<i>pospojení</i>	
3 × svodič bleskových proudů DEHNbloc H	8 796
2 × svorka SuB – nerez	150
drát AlMgSi 2 m	40
celková orientační cena materiálu bez DPH	<b>8 986</b>
<i>oddálení</i>	
betonový podstavec s plastovou podložkou	445
jímací tyč hliník 2 m	400
2 × svorka SuB nerez	150
drát AlMgSi 2 m	40
3 × svodič přepětí DEHNguard 275	3 978
celková orientační cena materiálu bez DPH	<b>5 013</b>

Tab. 3.3

celé jímací soustavy dodržena dostatečná vzdálenost *s* od kovové střechy a zařízení. Toto opatření se bude pravděpodobně týkat i svodů, neboť většina moderních velkých hal má kovovou nejen střechu, ale i opláštění. Při konstrukci hromosvodní soustavy tohoto typu je třeba dbát zvýšené pozornosti, neboť vzhledem ke složitosti je

možné se snadno dopustit chyby a celý ochranný systém znehodnotit.

Metoda oddálených hromosvodů na rozlehlých střechách se netýká pouze ventilátorů, které byly v tomto příspěvku uvedeny pro zjednodušení jako příklad, ale všech kovových zařízení. Metoda je účinná zejména u velkých skříňových klima-

tizačních jednotek (**obr. 3.4**). Zde již není chráněn pouze jeden přívodní kabel k motoru, ale tyto jednotky často obsahují složitý potrubní systém. Kabely jsou vedeny v silných svazcích a vybavenost čidly a snímači není rovněž zanedbatelná. Někdy jsou na střechy objektů instalovány motorgenerátory pro záložní napájení.

Touto metodou lze chránit i prostá kovová potrubí a výdechy klimatizace. Za předpokladu splnění technických podmínek pro instalaci oddálených hromosvodů nabízí nová norma ČSN EN 62305 cenově výhodné řešení, ovšem daleko důležitější je podstatné zvýšení spolehlivosti celého ochranného systému.

*Obr. 3.1 Přímý úder blesku do ventilátoru a cesty části bleskového proudu*

*Obr. 3.2 Jiskřiště ano či ne?*

*Obr. 3.3 Jednoduchá úprava jímací soustavy*

*Obr. 3.4 Vhodné rozmístění jímacích tyčí na střeše*

*Obr. 3.5 Ochrana velkých střešních klimatizačních jednotek*

*Tab. 3.1 Tloušťky plechů různých materiálů a jejich schopnost vést bleskový proud*

*Tab. 3.2 Orientační hodnoty průvěsu bleskové koule*

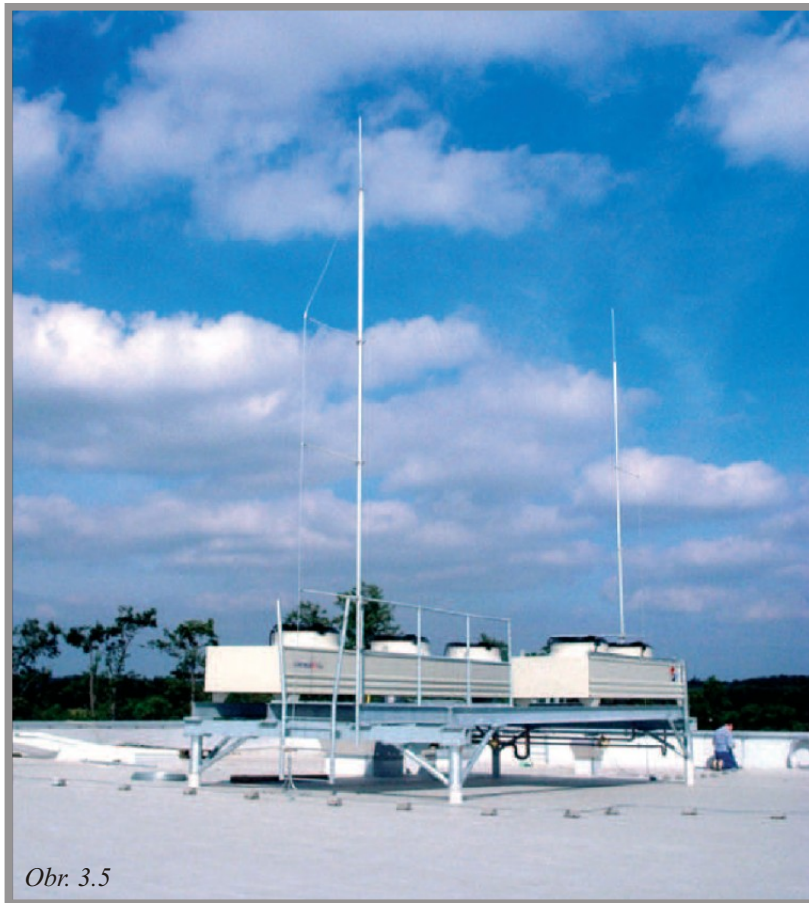
*Tab. 3.3 Orientační cenové relace v Kč bez DPH*

*Zdroje: ČSN EN 62305*

*Blitzplaner DEHN + SÖHNE 2005*

*Grafiky: D. Šalanský Luma Plus s.r.o.*

*Obrázky: DEHN+SÖHNE*



Obr. 3.5





Dalibore, někde jsem slyšel, že se údajně podle nových norem nekládá zemnicí pásek do základů rodinného domu a řeší se to až následně zemnicími tyčemi. Můžeš mi to potvrdit? Mně osobně se to zdá jako hloupost.

Honzo, máš pravdu. Hloupost to je. Bylo by to nejen kvalitativní zhoršení, ale bylo by to i dražší. To musí udělat ten, kdo na základový zemnič zapomněl.



**Elektrika.cz**  
*elektrotechnika*  *každý den*

**Třídíme pro vás**  
**ODBORNÉ INFORMACE**

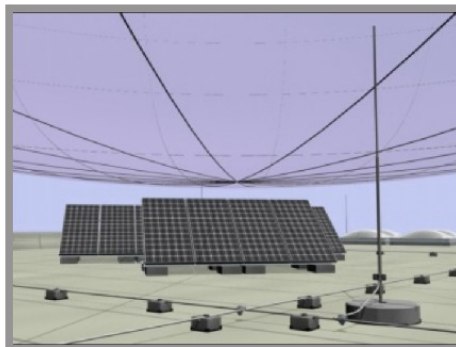
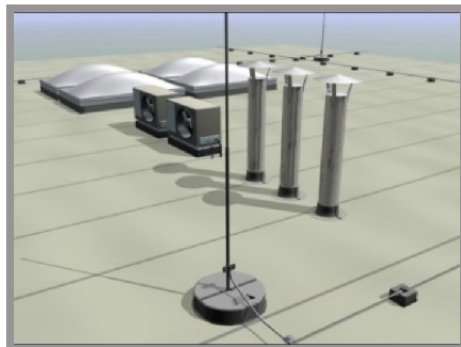
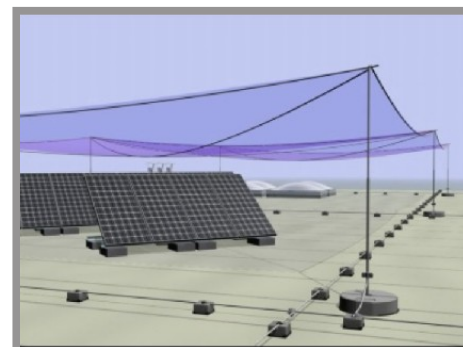
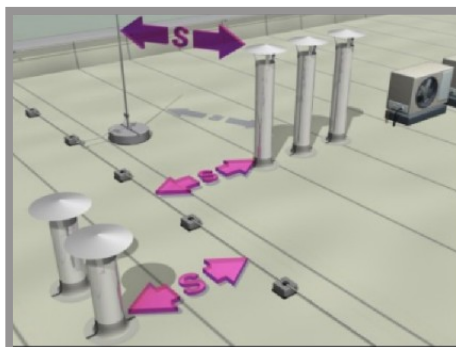


**[www.elektrika.cz](http://www.elektrika.cz)**

## ANIMACE TŘETÍ - [www.kniska.eu/animace](http://www.kniska.eu/animace)

Použití a vhodné rozmístění jímacích tyčí na plochých střechách

Délka 2:55



## SOFTWARE TŘETÍ - [www.kniska.eu/software](http://www.kniska.eu/software)

Ochranný prostor; určuje vzdálenost ochranného prostoru při použití metody valivé bleskové koule.

Milanův výpočet ochranného prostoru valivé koule uprostřed mezi dvěma jímači

**Přepočti** **Konec**

Třída LPS  
☐ LPS I ☒ LPS II ☐ LPS III ☐ LPS IV

Poloměr valivé koule = 30 m

Rozteč jímačů  $L = 7,10$  m  
 Výška jímačů  $H = 1,60$  m  
 Vzdálenost  $v = 7,40$  m

Vypočtené hodnoty:  
 Výška ochranného prostoru ve vzdálenosti 7,4 m  
 Je [m]: **0,0805317493624678**

Střed kružnice zobrazující valivou kouli:  
 vodorovně od jímače: 9,5966837731209 m  
 ve výšce od země: 30 m

Výpočetní program č. H 04 verze 1.00  
 Velikost ochranného prostoru jímací soustavy uprostřed mezi dvěma jímači  
 Vzniklo za podpory Elektrotechnické společnosti ČR pro potřeby školního hromosvodářského střediska v Chomutově:  
[www.kniska.eu/centrum](http://www.kniska.eu/centrum)

Software volně ke stažení na [www.kniska.eu](http://www.kniska.eu)  
 Po registraci budete upozorňováni na aktuální verze

Lug. Milos Kaucký - K. M. Terkal  
 Elektrika.cz  
 kníška

**DEHN** ... s jistotou DEHN.

### Parkoviště a bazény na střechách budov

V poslední době se lze často setkat s požadavky investorů na umístění parkovišť, bazénů, ale i třeba zahrádek s posezením na střechy objektů. Tyto architektonické návrhy jsou mnohdy realizovány v hustě zastavěných oblastech měst z důvodu úspory ploch. Z hlediska ochrany objektu a především osob před bleskem je třeba se zvláště důkladně zaměřit na vnější jímací soustavu.

### Příklady instalace jímací soustavy střechy využitě jako parkoviště

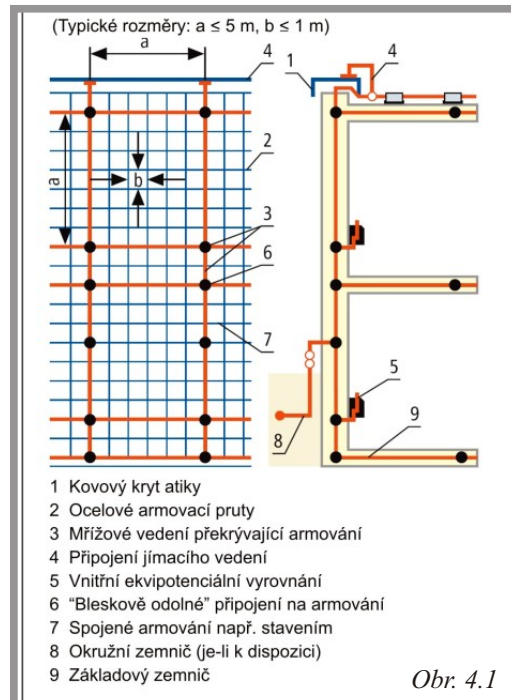
#### První varianta:

Holá střecha s atikou a masivním kovovým zábradlím, zřízeným pro automobily nebo lidi jako ochrana před přepadnutím ze střechy. Na střeše není instalováno osvětlení, dohledový kamerový systém ani jiná elektronická zařízení. Tato jednoduchá varianta nebývá příliš častá, ale vyskytuje se.

#### Řešení jímací soustavy:

S přihlédnutím k zařazení objektu do příslušné třídy ochrany před bleskem (LPL – *Lightning Protection Level*) je třeba odpovídajícím způsobem zajistit velikost

ok mřížové soustavy. Pro LPL II to musí být oka alespoň  $10 \times 10$  m. U větších střech toho lze těžko docílit zřízením klasické jímací soustavy, ale je lepší využít armovací pruty betonových střech. Jestliže je celá budova konstruována ze železobetonu, využije se i armování nosných stěn. Pospojováním všech kovových hmot v betonu (**obr. 1**) a zároveň zábradlí, popř. kovových atik na střeše, je možné dosáhnout nejlepších výsledků v ochraně před bleskem. Vodivým pospojováním (svorkami nebo svařením) se vytvoří Faradayova klec s velkým počtem svodů umístěných velmi blízko sebe. Bleskový proud se rozdělí mezi stovky svodů a kromě toho se značně utlumí elektromagnetické pole. Předpokladem je zároveň kvalitní pospojování na uzemňovací soustavu. Za náhodný jímáč na střeše objektu slouží masivní zábradlí (u parkovišť je předpoklad silnostěnných kovových trubek schopných odolat přímému úderu blesku), popř. lze v rozích a symetricky po obvodu vztýčit malé pomocné jímáče z drátu odpovídajícího průřezu. Při pospojování je třeba dbát na kvalitní vodivé spoje, tj. odstranit ze



Železobetonové konstrukce budov  
Armování lze s výhodou využít jako jímací soustavu a svodů. Důležitou podmínkou je kvalitní propojení armovacích prutů mezi sebou, např. svařením nebo stavením, prosté svázání drátky nelze akceptovat (v praxi není možné vodivé spojit všechny pruty, ale velikost ok spojených prutů by neměla přesáhnout 1 metr). Armovací soustava se doplní dráty s antikorozní úpravou a tak, jak je naznačeno na obrázku, se spojí s armováním. Bleskový proud se rozdělí mezi velký počet svodů. Takto vytvořená jímací soustava má zároveň i vysoký stínící účinek.



styčných ploch barvu nebo jinou korozivzdornou úpravu. Příklad spojení armovacích želez před vylitím sloupy je na **obr. 4.2**.

## Tip 1:

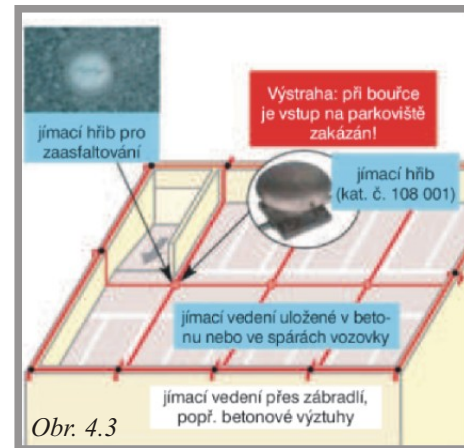
Obvod střechy a svody jsou tedy vyřešeny. Jak si ale poradit s mřížovou soustavou? Před konečnou úpravou střechy je třeba vhodně rozmístit a pečlivě spojit s armováním střechy pomocné jímáče ve tvaru hříbku (**obr. 4.3**). Po zalití betonem vyčnívají z plochy pouze kovové hlavy těchto jímáčů, které mohou snést i přejetí automobilem. Tímto opatřením se zabrání propálení nebo mechanickému poškození střechy v případě, že blesk udeří mimo obvodové zábradlí do plochy parkoviště.

## Trik 1:

Všechny osoby a automobily na střeše jsou při bouřce ohroženy přímým úderem blesku. Je tedy třeba upozornit majitele parkoviště na zapra-



Obr. 4.2



Obr. 4.3

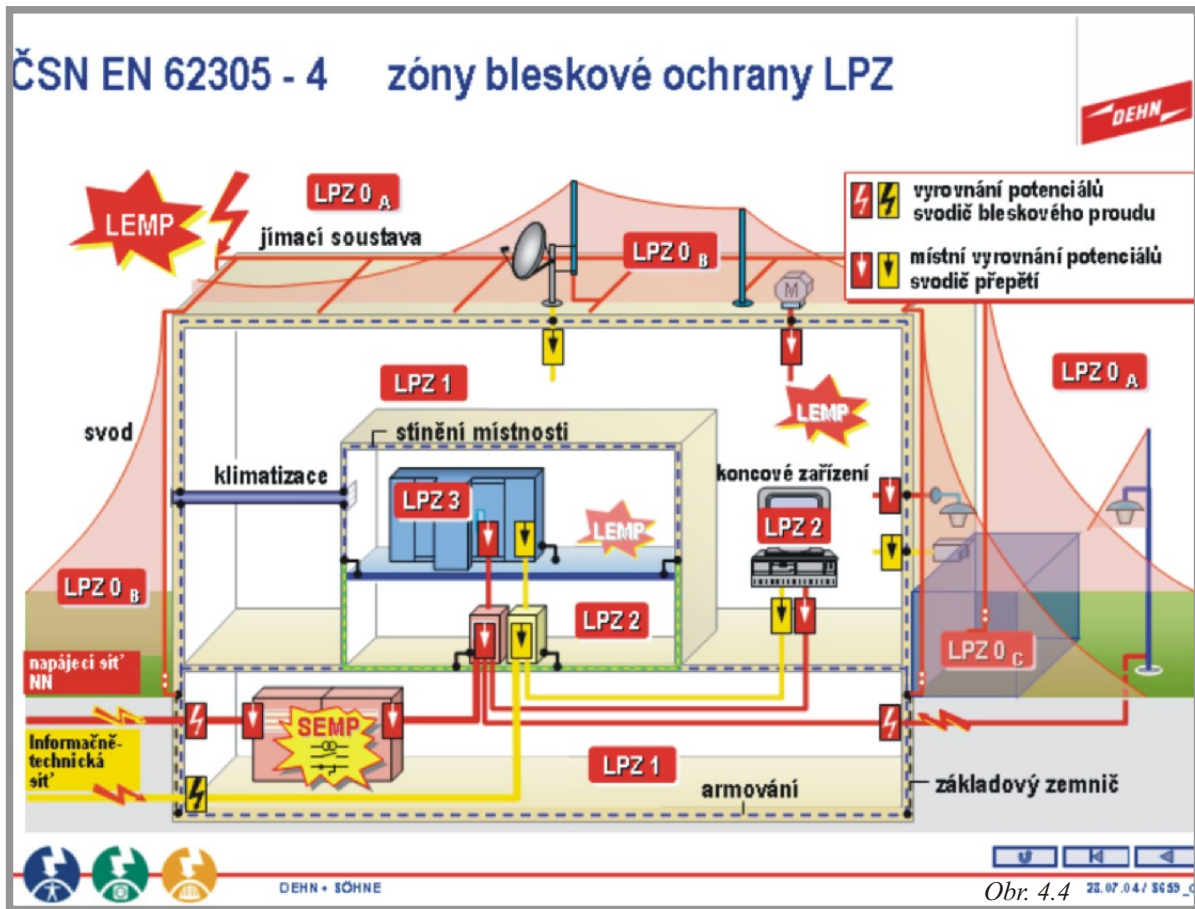
cování příkazu do provozních podmínek objektu, který zakazuje pohyb osob na střeše při bouřce (popř. jen na vlastní nebezpečí), a dále na možnost poškození automobilu při úderu blesku.

## Druhá varianta:

Holá střecha s atikou a masivním kovovým zábradlím, zřízeným pro automobily nebo lidi jako ochrana před přepadnutím ze střechy. Na střeše je instalováno osvětlení, dohledový kamerový systém, popř. jiná elektronická zařízení. Tato varianta je v současnosti nejrozšířenější.

**První řešení:** Je možné využít shodná opatření jako u první varianty se všemi riziky s ní spojenými. Je důležité instalovat v místě vstupu vodičů napájení svítidel, popř. signálu, a napájení videokamer pod střechu objektu vhodné svodiče bleskových proudů. V tomto případě se vyplatí vyvést veškerou kabeláž na střechu z jednoho bodu. Postup rozčlenění je znázorněn na obr.4.4.

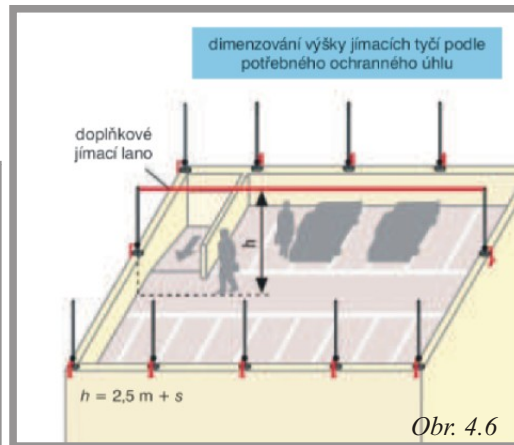
**Upozornění:** Nosné sloupky osvětlení, kamer, antén atd. nemusí být vyrobeny z materiálu dostatečné tloušťky, jenž je schopen „přijmout“ úder blesku. Je proto třeba vybavit stožáry pomocnými jimači pro zabránění poškození.



**Druhé řešení:** Vytvoření mřížové jímací soustavy umístěné nad střechou. Pro základ takové jímací soustavy je možné použít prvky DEHNiso Combi (obr. 4.5). Tyto stožáry se symetricky rozmístí po střeše budovy; pro uchycení lze využít sloupky osvětlení a obvodové zábradlí. Sloupky se mezi sebou propojí hliníkovým lanem a přes výložníky se napojí na svody (třeba i armování budovy). Opět zde platí podmínka, že v případě železobetonové střechy musí být veškeré armování vodivě spojeno. Místem hlavního vyrovnání potenciálů se stává rovina střechy. Takto konstruovaná jímací soustava spolehlivě ochraňuje lidi a auta před přímým úderem blesku (obr. 4.6). Vzhledem k tomu, že svody jsou na střeše vedeny v dostatečné vzdálenosti od sloupů osvětlení, nemůže dojít k přeskoku blesku na sloup a dále na člověka stojícího poblíž. Kabely od osvětlení a jiných zařízení procházejí v místě zaústění do budovy těsně okolo jímací

soustavy (armování střechy, oplechování atiky, popř. kovové zábradlí), proto je nutné vybavit je i v tomto případě vhodnými svodiči bleskových proudů v místě vstupu ze střechy do objektu. Koncová zařízení, která jsou umístěna na střeše a jsou v

Obr. 4.5



ochranném prostoru jímací soustavy (videokamery nebo jiná zařízení), je vhodné ochránit svodiči přepětí instalovanými co nejbližší k těmto zařízením. Bude-li jímací soustava takto konstruována, je třeba rozmístit pomocné jímáče tak, aby veškerá elektronika byla v ochranném prostoru těchto jímáčů.

**Třetí řešení:** Řešení za pomoci oddálených hromosvodů, kdy svody jsou vedeny vodiči HVI až k zemi. Toto řešení je z hlediska ochrany před bleskem nejkvalitnější, ovšem i nejnákladnější.

*Postup:* Na střeše je třeba vztyčit stožáry DEHNiso Combi a propojit je lany stejné



jako v předchozím případě. Pro svody u obvodových stožárů budou použity vodiče HVI (*High Voltage Isolation*, vysokonapěťová izolace), tažené až k uzemňovací soustavě. Princip vodičů HVI je dostatečně znám, lze snad jen připomenout, že při splnění přesných technických podmínek nemůže dojít k přeskoku části bleskového proudu z vodiče HVI na jiné kovové zařízení. Tímto opatřením lze na střeše získat absolutně bezpečný prostor, kde nejsou lidé ani technická zařízení ohroženi bleskem. Důležitá je opět podmínka pospojování armování stropu a stěn a jejich napojení na uzemňovací soustavu (vyrovnání potenciálů). V tomto případě však armování nefunguje jako jímací vedení, ale pouze jako stínění. Podmínkou tohoto řešení je dostatečný počet svodů symetricky rozmístěných po obvodu tak, aby vypočtená dostatečná vzdálenost s nepřesáhla 75 cm. Veškerá elektronická zařízení na střeše (v ochranném prostoru jímací soustavy) je třeba vybavit vhodnými svodiči přepětí, rovněž tak i podružné rozváděče uvnitř budovy, ze kterých jsou tato zařízení napájena. To je ale v současné době již samozřejmost.

## Bazény na střeše

### Druhé a třetí řešení druhé varianty

Lze aplikovat i na bazény umístěné na střeše. Ty by v každém případě měly být v ochranném prostoru jímací soustavy. Voda v bazénu bývá ošetřena různými solemi apod., a tvoří tak poměrně kvalitní jímač. Náзор, že v bouřce se pravděpodobně nikdo koupat nebude, zde neobstojí. Období letních bouřek bývá nevyzpytatelné a takzvaný „blesk z čistého nebe“ není výmyslem, ale faktem doloženým skutečnými případy. Prostory s volným pohybem osob na střechách objektů jsou vymožeností poslední doby, ovšem z hlediska ochrany před bleskem je třeba se na ně důsledně zaměřit. Vždyť právě střecha objektu je místem, kde nejčastěji dochází k zásahu bleskem.

Popisy obrázků:

*Obr. 4.1 Pospojování na uzemňovací soustavu*

- 1 – kovový kryt atiky,
- 2 – ocelové armovací pruty,
- 3 – mřížové vedení překrývající armování,
- 4 – připojení jímacího vedení,
- 5 – vnitřní ekvipotenciální vyrovnání,
- 6 – bleskově odolné připojení na armování,
- 7 – spojené armování,
- 8 – okružní zemnič,
- 9 – základový zemnič

*Obr. 4.2 Propojení armovacích želez sloupy*

*Obr. 4.3 Pomocný jímač ve tvaru hříbku pro zapuštění do plochy střešního parkoviště*

*Obr. 4.4 Rozdělení objektu do LPZ*

*Obr. 4.5 Oddálený hromosvod s DEHNiso Combi*

*Obr. 4.6 Ochrana lidí a aut před přímým úderem blesku*

*Zdroje: ČSN EN 62305*

*Blitzplaner DEHN + SÖHNE 2005*

*Grafiky: D.Šalanský Luma Plus s.r.o.*

*Obrázky: DEHN+SÖHNE*



Honzo, potřeboval bych informaci o skrytých svodech. Jak je možné provést skryté svody pod zateplení fasády polystyrénem u panelákového domu?

No, nejlepší by bylo ho vůbec nedělat skrytý. Pokud ale majitel již stojí na hlavě a nedá jinak, postupoval bych tak, jak bylo napsáno v TaT 10 (to je takový seriál, který spolu píšeme). Tzn. svod bych umístil pokud možno v drážce v polystyrenu, tak abych zabránil kontaktu mezi drátem a polystyrenem. Vodič bych uchytil do stěny a to po cca 0,5 metru, tzn. dvojnásob než je vyžadováno normou. Protože u delších svodů bude problém s dilatací drátu, bude ideálním řešením požit místo holého FeZN drátu raději AlMgSi v PVC bezhalogenové izolaci, např. 840 118, který splňuje ČSN EN 50164-2. Použitím tohoto drátu snížím zvýšení oteplení až na max. 52 °C. Což nepředstavuje pro polystyren téměř žádný problém. Na rozdíl od FeZn varianty, tento drát nepruží a trochu se v uchycení "vynese".

Tady je klíčovým požadavkem vědět, zda tento husí krk je proveden dle ČSN EN 50164-2, případně zda je v souladu s předchozí normou pro hromosvodní součásti. Pokud není takto vedený svod v souladu s normou platnou v době výchozí revize, jedná se o nevyhovující svod. Určitou možností by bylo, kdyby dokázal někdo převzít zodpovědnost za toto provedení a to na

základě údajů k husímu krku (složení, teplotní stálost, bod vzplanutí, omezení použití daná výrobcem atd.,) a použitému materiálu na svod a prokázat, že oteplení vodiče (viz ČSN EN 62305-1 Tabulka D3) nezpůsobí po svedení blesku vzplanutí či deformaci materiálu. Jinou otázkou je, zda náhodou svod není pod fasádou v trubce pouze vložen, bez jakýchkoliv úchyťů.

Poslední část otázky je morálně asi nejvíce sporná, zda krytý šlendrián, či nekrytý. Vzhledem k tomu, že revizní zpráva s Tvým podpisem je v případě krytí špatného provedení v podstatě Blanco směnkou, asi neuvítějí chřitativní rozhodnutí platit dluhy za jiné.

*Takže asi tak, náš pohled může být odlišný od jiných.*

Dobře tedy. Druhá otázka. A co s tím při pravidelné revizi hromosvodu, když je to provedené v husím krku a mají revizní zprávu bez závad?



## Školení a semináře, které se Vám líbí!

**[www.lpelektro.cz](http://www.lpelektro.cz)**

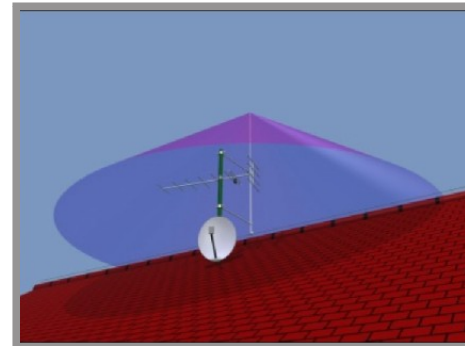
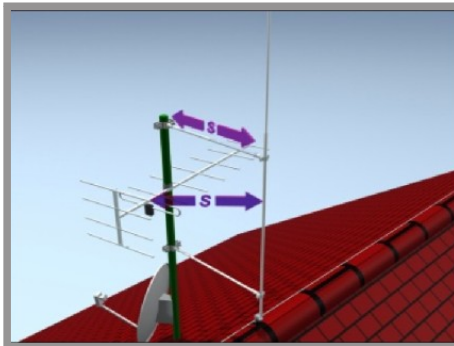
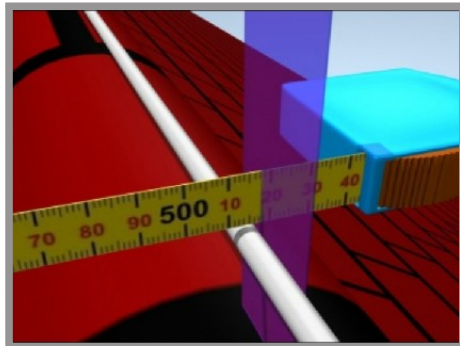
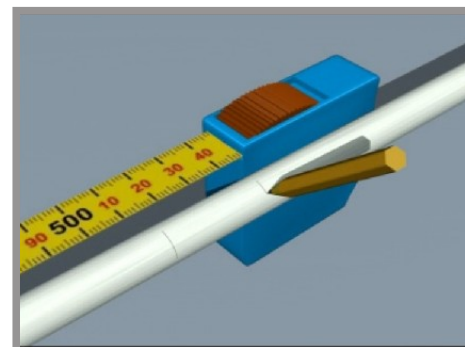
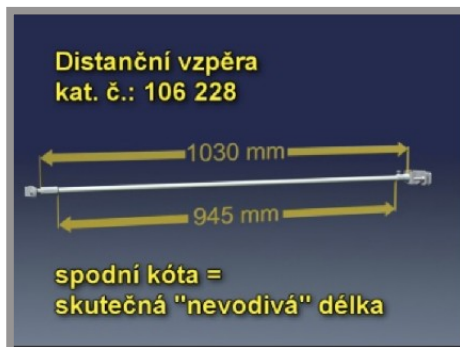
**e-mail: [seminare@lpelektro.cz](mailto:seminare@lpelektro.cz)**

**L.P.Elektro s.r.o.,**  
Novoměstská 1a  
62100 Brno  
Tel: 545 234 002-3  
Fax: 545 234 004  
Mobil: 775 933 890

## ANIMACE ČTVRTÁ - [www.kniska.eu/animace](http://www.kniska.eu/animace)

Izolovaný hromosvod - použití systému DEHNiso Combi u anténních stožárů mimo hřeben střechy.

Délka 4:15



## SOFTWARE ČTVRTÝ - [www.kniska.eu/software](http://www.kniska.eu/software)

Dostatečná vzdálenost  $s$ ; automatický výpočet pro objekty s plochou střechou.

**Milanův výpočet dostatečné vzdálenosti - mřížová soustava Z.1**

**Vypočti** **Konec**

**Trída LPS**  
☐ LPS I ☒ LPS II ☐ LPS III ☐ LPS IV

**Izolující materiál**  
☒ zdivo, beton ☐ vzduch

koeficient  $k_1 = 0,04$  koeficient  $k_m = 0,5$

**Rozměry budovy**  
 šířka  $a$ : 30,00 m výška  $h$ : 6,70 m  
 délka  $b$ : 40,00 m

**Parametry mřížové soustavy**  
 počet polí mezi svody: strana A: 3 strana B: 4  
**Počet svodů celkem:** 14 koeficient  $k_c = 0,3642768$   
 rozteče: C1: 10,00 m C2: 10,00 m

**Vzdálenost L:** 17,00 m

**Dostatečná vzdálenost S:** 0,4954165 m

Výpočetní program č. D 01 verze 1.00  
 pro výpočet dostatečné vzdálenosti u mřížové soustavy  
 s uzemňovací soustavou typu B

Vzniklo za podpory Elektrotechnické společnosti ČR Pro potřeby školního  
 hromosvodářského střediska v Chomutově:  
[www.kniska.eu/centrum](http://www.kniska.eu/centrum)

**DEHN** ... s jistotou DEHN.

Ing. Milan Kaucký - K. M. Technik  
 Společnost EAT  
 G&K&P

**Elektrika.cz**  
 elektroinstalace, měření, revize

**kníška**  
 www.kniska.eu

Software volně ke stažení na [www.kniska.eu](http://www.kniska.eu) Po registraci budete upozorňováni na nové verze.



U moderních rodinných domů s vyšším standardem je možné se setkat s vytápěním okapů, příjezdových cest, a dokonce i celých střech. Málokdy je ovšem uvažováno o ochraně před bleskem, která v těchto případech nebývá jednoduchá. Dodatečné řešení je proto mnohem složitější a v některých případech znamená i nepříjemný zásah do objektu (uvažuje-li se o kvalitní a funkční ochraně před bleskem).

Každý, kdo uvažuje o takovémto nadstandardním vybavení, by měl situaci konzultovat s odborníkem na ochranu před bleskem, aby později nebyl vystaven nepříjemnostem spojeným s řešením vzniklé situace. Je třeba si uvědomit, že instalaci zmíněných doplňků zároveň podstatně roste riziko zavlečení bleskového proudu do objektu.

## 1. Elektricky vyhřívaná příjezdová cesta

Sběrná plocha takto upravené komunikace bývá pro bleskový proud opravdu velká. Pro začátek je třeba si připomenout, že jakékoliv nestíněné vedení uložené v zemi, které se nachází mimo ochranný prostor jímací soustavy, se

považuje za vedení ohrožené přímým úderem blesku. Ale i v případě, že je ochranný prostor jímací soustavy dostatečný, může dojít k přeskoku z kořenového systému blízko stojícího stromu zasaženého bleskem. Z toho vyplývá, že je nezbytné takový kabel vybavit svodiči bleskových proudů. Navíc betonová příjezdová cesta jistě bude zpevněna kovovým roštem. Tento rošt je třeba svařit či pospojovat za svorkami a spolehlivě spojit (nejlépe na několika místech) s uzemňovací soustavou objektu. Později nebude možné se k těmto spojmům dostat. Nejlepším řešením je instalovat pomocný rozváděč na obvodovou stěnu objektu co nejbližší místa, kde budou topné kabely vyvedeny ven.

**Doporučení:** Uvedený rozváděč by měl být používán pouze k tomuto účelu, tedy k vytápění cest, popř. okapů aj. Není vhodné jej využívat i pro napájení vnitřních obvodů, např. pro televizi apod. Budou-li položeny samoregulační kabely, postačí do rozváděče instalovat svodiče bleskových proudů Typ 1, nejlépe DEHNbloc Maxi. Jsou-li pro regulaci využita čidla teploty a elektronický regulátor, vhodným místem pro instalaci celého řídicího systému je opět zmíněný rozváděč. Volí se pokud možno

ocelový; zde lze využít jeho stínící účinek. Výstupy ke snímačům teploty se ochrání vhodným typem ochrany, např. Blitzductor CT – kombinovaný svodič bleskových proudů a jemná přepětová ochrana. Přesný typ nelze určit bez podrobné znalosti daného zařízení. Je třeba znát napětí, kterým je čidlo napájeno, a využití všech vodičů. Modul ochrany se potom volí tak, aby v žádném případě nebyly zkreslovány měřené veličiny. Kabely k čidlům by měly mít samostatné stínění, které se připojí na místní potenciálové vyrovnání. To se zřídí poblíž pomocného rozváděče nebo přímo v něm. Na ně se připojí vývod z uzemňovací soustavy (je zde připraven již v době stavby objektu) a dále všechny neživé části poblíž tohoto rozváděče (obr.5.1). V případě, že je v pomocném rozváděči instalován elektronický regulační systém, musí být pro ochranu napájení použit modul DEHNventil M TN-C FM (obr.5.2), jehož zbytkové přepětí leží hluboko pod úrovní 1,5 kV, a vyhovuje tak požadavkům kladeným na ochranu před bleskem.

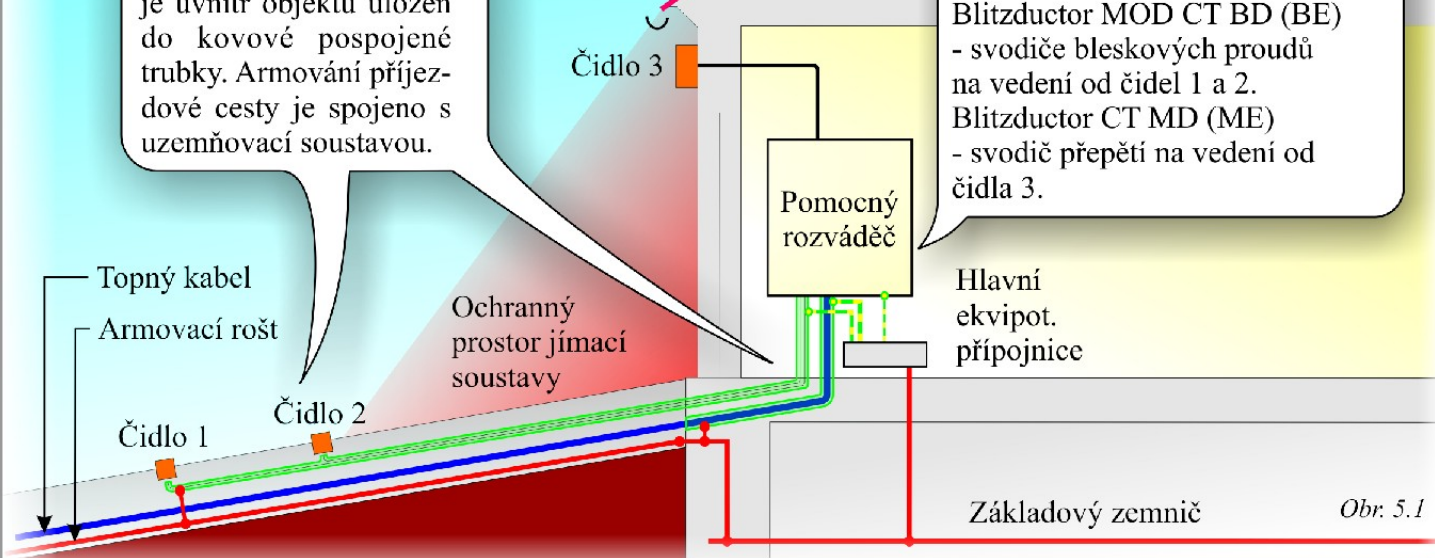
**Poznámka:** U soustav TN-S se vždy chrání všechny pracovní vodiče, tedy i střední pracovní vodič N (platí nejen pro tuto část, ale pro všechny uvedené případy).

## Příklad ochrany vytápění příjezdové cesty

(pro lepší přehlednost není zakreslena vnější jímací soustava)

Vedení od čidel 1 a 2 je uloženo v kovové stínicí trubce na obou koncích pospojené. Topný kabel je uvnitř objektu uložen do kovové pospojené trubky. Armování příjezdové cesty je spojeno s uzemňovací soustavou.

Instalované přepěťové ochrany:  
DEHNventil DV 255 - společné sběrný 3 x 230/400 V.  
Blitzductor MOD CT BD (BE)  
- svodiče bleskových proudů na vedení od čidel 1 a 2.  
Blitzductor CT MD (ME)  
- svodič přepětí na vedení od čidla 3.



Obr. 5.1



Obr. 5.2

## 2. Vyhřívání okapy

Prvním krokem by mělo být, stejně tak jako při řešení ostatních návrhů ochrany před bleskem, zmapování prostorové situace a následné rozhodnutí, bude-li možné u celého zařízení využít metodu oddálených hromosvodů, nebo metodu pospojování neživých částí a instalaci svodičů bleskových proudů.

**Proč by se nemělo zapomínat na posouzení obou variant?**

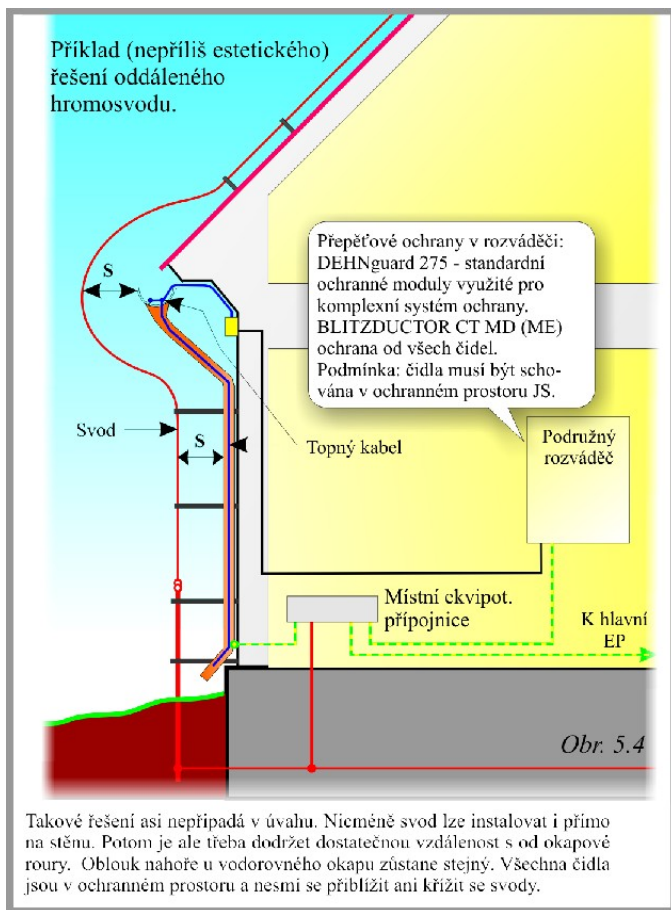
V a r i a n t a oddálených hromosvodů je v každém případě bezpečnější a pravděpodobně i levnější metoda

vedou těsně vedle svislých okapových rour, takže uvedená vzdálenost by musela být dodržena po celé této délce. Nepomohou ani okapy z plastu, protože topné kabely v nich uložené jsou vždy kovové a dostatečná vzdálenost musí být dodržena i proti nim. Popsané řešení je vhodné zejména pro sedlové a valbové střechy. U různých experimentálních objektů s kombinací



Obr. 5.3

ochrany. Ovšem může vzniknout základní neřešitelný problém –výsledný vzhled jímací soustavy. Představa, že svody jímací soustavy vytvoří okolo okapu oblouk s poloměrem asi 30 až 50 cm (obr. 5.4), se asi mnohým nebude líbit. Svody často

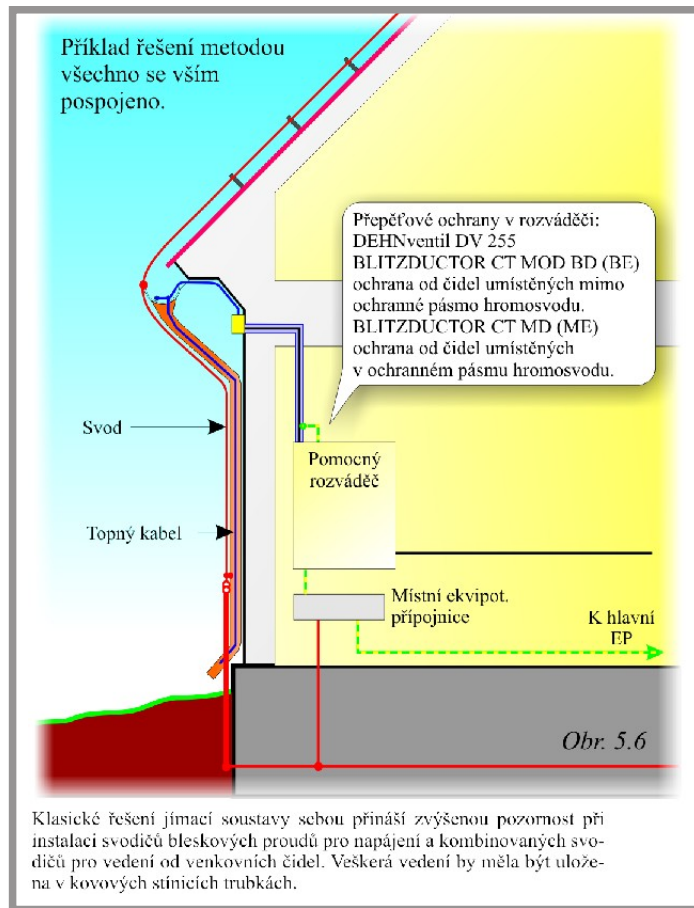
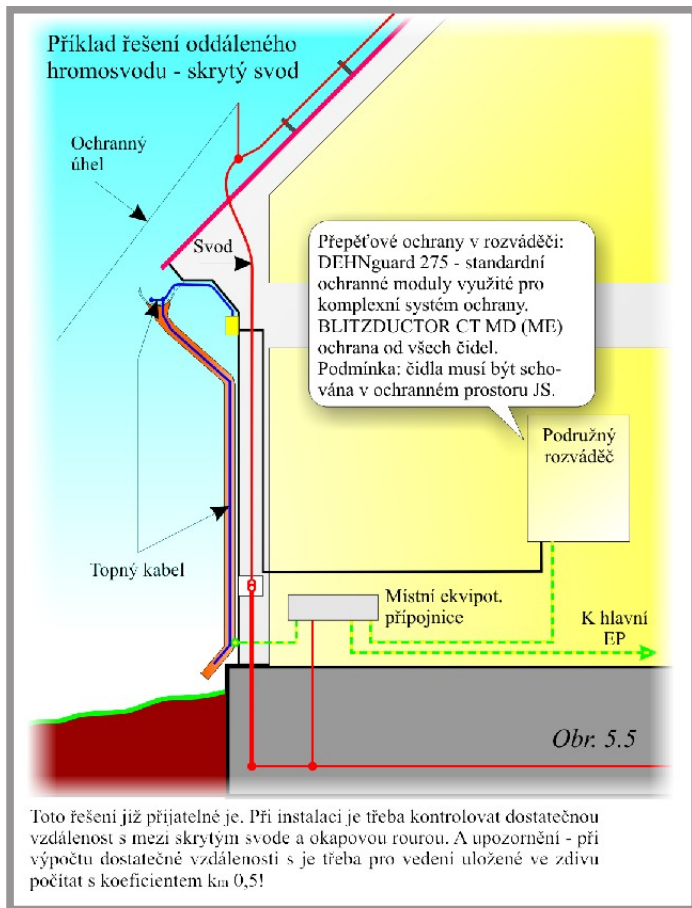


mnoha typů střech by asi bylo možné nalézt vhodné řešení a architektonicky je zakomponovat do celého objektu. Nemusi být vždy využity materiály od výrobců hromosvodů, je ale třeba dodržet zejména průřezy vodičů a styčné plochy spojů. U takovýchto objektů se rozhodně nikde nepoužijí levné materiály, většinou půjde o korozivzdorné ušlechtilé kovy. Ale to je pouze odbočení od daného tématu. Řešení je třeba hledat pro 99 % standardních typů střech. Vodič HVI na [obr. 5.3](#) (jeho princip a využití jsou čtenářům známy z předchozích částí tohoto seriálu článků) zřejmě také nebude vhodným řešením. Představa, že průměr svodů bude 20 mm, rovněž není příliš lákavá. To ale platí pro

rodinné domy, kde je estetika téměř vždy na prvním místě. U průmyslových objektů by řešení s vodičem HVI mohlo přicházet v úvahu. Vždyť tento vodič lze použít pouze pro překlenutí rizikových míst okolo okapů a dále pokračovat běžným svodem.

Bude-li realizován oddálený svod nebo svod HVI ([obr.5. 5](#)), postačí v podružném rozváděči, ze kterého jsou vedeny topné kabely, bez dalších vážných opatření instalovat svodič Typ 2 ([obr.5.6](#)). Pro ochranu vedení od čidel platí stejné opatření. Podmínkou je, aby i tato čidla byla v ochranném prostoru jímací soustavy a nepřiblížila se ke svodům. **Pozor** – často se stává, že čidlo je dostatečně vzdáleno, ale vedení od něj kříží svody! Toto řešení nelze akceptovat a vedení je třeba vybavit plnohodnotnými svodiči bleskových proudů. V tomto případě rovněž není vhodné, aby byl rozváděč umístěn hluboko v objektu – hrozí zavlčení bleskového proudu. Představuje to instalaci pomocného rozváděče na obvodovou stěnu objektu (zevnitř), zřízení místního potenciálového vyrovnání, instalaci svodičů bleskových proudů pro vedení od čidel. Špatné uložení kabelů je tedy maličkost s velkými následky.





Nebude-li možné realizovat některou z popsaných variant, je třeba instalovat svodiče bleskových proudů. Zde platí stejné zásady jako u příkladu vytápění příjezdových komunikací (obr. 5.6). Při instalaci svodičů bleskových proudů do rozváděče připraveného pouze pro vývody vytápění (např. DEHNbloc Maxi; obr. 5.7) se nesmí zapomenout na skutečnost, že jeho zbytkové přepětí je okolo 2,5 kV. Nebude-li v celém objektu instalován kompletní ochranný systém, tyto svodiče v pomocném rozváděči příliš

nepomohou. Zbytkové přepětí této úrovně stačí na zničení elektronických zařízení.

**Doporučení:** Instalovat přepěťové ochrany standardním a dobře známým způsobem v celém objektu.

### 3. Zatravněné pochozí střechy

Domy s takovými střechami se staví např. ve svazích, kdy přední část domu je vystavěna nad úroveň terénu a směrem dozadu je dům zapuštěn, až splývá s povrchem. Z hlediska ochrany před bleskem jde o speciální a velmi problematickou variantu.

V těchto typech střech mohou být uloženy topné kabely, kabely pro vyhřívání drenáží pro odvod vody, různé druhy osvětlení, čidla teploty a pod. Kvalitní řešení ochrany by mělo být v každém případě konzultováno s projektantem a architektem ještě před započítím stavby, neboť dodatečné řešení nebude realizovatelné. U tohoto případu se jako nejlepší řešení opět nabízí varianta oddálených hromosvodů. Velkou výhodou těchto objektů je velmi malá dostatečná vzdálenost  $s$ , která se zejména v zadní části objektu pohybuje v jednotkách centimetrů. To usnadňuje celkové požadavky na vnější

ochranu. Jsou-li nad objektem vztyčeny sloupky osvětlení, je možné je využít jako jímáče s poměrně velkým ochranným úhlem. Takové sloupky je třeba vybavit pomocnými jímáči, aby při úderu blesku nebyly poškozeny. Kabely vedené do zmíněných stožárů je vhodné vést v jednom svazku ve stíněných trubkách a na vstupu do objektu (třeba zase v pomocném rozváděči) instalovat svodiče bleskových proudů DEHNventil M 255. Při kontrole ochranného prostoru lze využít metodu bleskové koule. Veškerá další zařízení a kabely na střeše se umístí tak, aby byly „schovány“ v tomto ochranném prostoru. Na vstupu do objektu nebo v nejbližším rozváděči se instalují svodiče přepětí Typ 2, např. DEHNguard, DEHNguard LI. Vedení od čidel se chrání svodiči přepětí, např. modulem Blitzductor CT (obr. 5.8).



Obr. 5.7



Obr. 5.8



Obr. 5.11

Oddálenou jímací soustavu je možné sestavit i z klasických hromosvodních prvků – jímacích tyčí apod. Rovněž lze využít zábradlí aj. Další variantou jsou oddálené výškové jímáče, které však z architektonického hlediska pravděpodobně nebudou akceptovatelné. Když nebude možné realizovat oddálenou jímací soustavu, přijdou na řadu opět svodiče bleskových proudů zapojené do všech vedení umístěných na střeše. I zde platí zásada vést všechna vedení v jednom svazku a umístit je do stínící trubky. Z

hlediska konstrukce domu nejspíš půjde o železobetonový skelet s kvalitní hydroizolací. Armování betonu se svaří na více místech a ještě se doplní samostatnými pozinkovanými dráty. Vznikne tak Faradayova klec, která účinně stíní vnitřek objektu. Čím hustší síť, tím lepší stínění. Zároveň má bleskový proud dobrou cestu k uzemnění. Pro průchod hydroizolací lze využít speciální konstrukční prvky DEHN + SÖHNE (obr. 5.9 a 5.10).

### Důležité upozornění:

Je-li střecha zatrávněna, mohou být některé části jímací soustavy umístěny vlastně pod zemí. Proto je třeba instalovat jímací soustavu z kvalitních materiálů s účinnou korozivzdornou úpravou, popř. z korozivzdorné oceli V4A (obr. 8). Třetí případ uvedený v této části miniseriálu je spíše perličkou. Ale i pro tyto případy lze nalézt vhodné řešení ochrany tak, aby objekt nebyl pouze zajímavý, ale splňoval i požadavky na bezpečné bydlení.

*Obr. 5.1 Příklad ochrany vytápění příjezdové cesty (pro lepší přehlednost není zakreslena vnější jímací soustava)*

*Obr. 5.2 DEHNventil MTN-C FM*

*Obr. 5.3 Vodič HVI*

*- Příklad ochrany vytápění okapu  
5.4 nepřiliš estetické řešení oddáleného bleskosvodu,*

*5.5 řešení se skrytým svodem,*

*5.6 metoda „všechno se vším pospojeno“*

*Obr. 5.7 DEHNbloc Maxi – svodič bleskových proudů*

*Obr. 5.8 Blitzductor CT – svodiče přepětí*

*Obr. 5.9, 5.10 Detail prostupu hydroizolací*

*Obr. 5.11 DEHNguard svodič přepětí Typ 2*

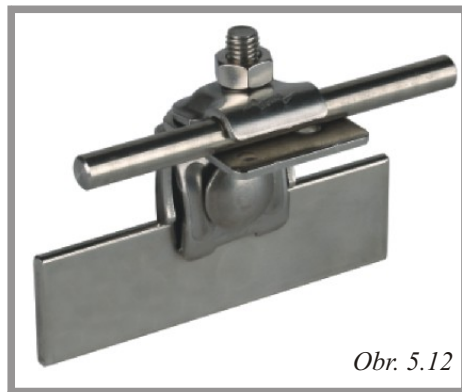
*Obr. 5.12 Kvalitní materiály pro jímací soustavu*

*Zdroje: ČSN EN 62305*

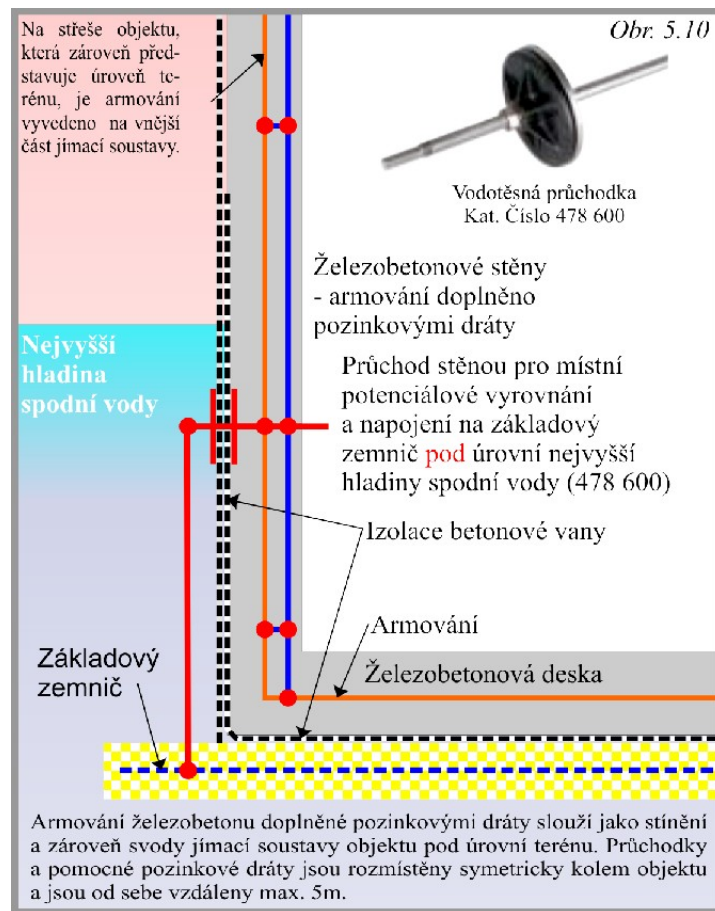
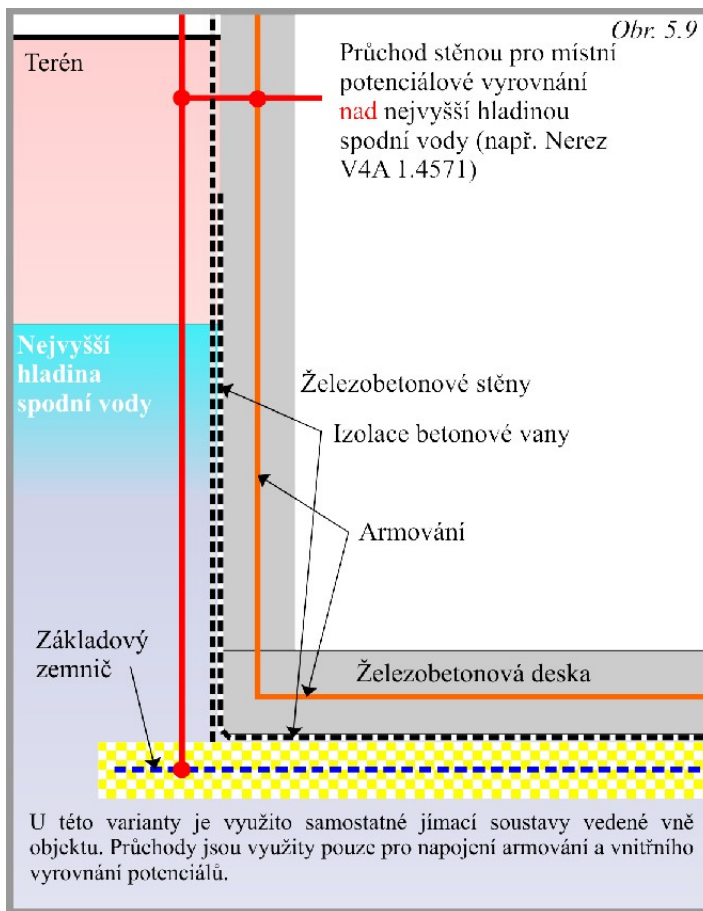
*Blitzplaner DEHN + SÖHNE 2005*

*Grafiky : D.Šalanský Luma Plus s.r.o.*

*Obrázky : DEHN+SÖHNE*



Obr. 5.12





Dalibore, za chvíli bude přestávka... Potřeboval bych radu ohledně vhodnosti instalace hromosvodu na nový dům. V projektu ho nemám, ale chci vědět, zda by nebyl vhodný. Umístění domu je na úbočí kopce a téměř ve spodní části v údolí. Z jedné strany je les a stromy jsou vzdálené cca 30 metrů a výškou přecházejí cca 15 metrů nad nejvyšší bod budovy. Dalo by se tedy asi říci, že podmínky co se týče blesků celkem příznivé, ale objekt bude mít plechovou střechu tloušťky 0,5mm cca 150m<sup>2</sup>. Zajímá mne tedy, jaké je možné riziko, že takováto střecha bude fungovat jako jímač. Pokud bych hromosvod pořizoval, tak jaké je jeho nejvhodnější uzemnění? V základech mám zabetonovaných cca 30m zemnicího pásu, ale nevím, zda se hromosvod připojuje k tomuto pásu, když slouží i jako uzemnění pro domovní rozvaděč? Aby se případný výboj nedostal přes pásek do vnitřní instalace. Případné zemnicí tyče by asi nebyl problém umístit, protože podloží je jílové a v jedné části je poměrně vysoká spodní voda, takže vodivost je zřejmě dobrá.

Chtělo by to vidět náčrtek Tvého případu. Na základě toho, cos mi řekl, bych zvolil toto opatření: 1/ střechu buď využít jako náhodný jímač, pak ale by to bylo náročné na vodivé pospojování jednotlivých plechů a mohlo by dojít k jejímu propálení. U RD to zas takový problém není, ale pokud by Ti to vadilo (nebo tloušťka plechu nebyla dle norem dostatečná), tak nasadit dodatečnou mřížovou soustavu, při použití kovových podpěr vedení by se při jednom udělalo i to pospojování. 2/ svody, doporučuji co nejvíce, můj názor je, že na RD bych preferoval 4 (pokud obvod domku není větší než 40 m, jinak i více), i když normy říkají méně. 3/ napojení provést na zemnič v základové desce, pokud jeho hodnota nevyhoví, tak v místě svodů doplnit o zemnicí tyče.

Pospojit je třeba vše, zde poradím Ti, kde najít různé svorky:

[http://www.dehn.de/www\\_DE/PDF/Kataloge/blitzschutz07\\_e/EB2007\\_E\\_complete.pdf](http://www.dehn.de/www_DE/PDF/Kataloge/blitzschutz07_e/EB2007_E_complete.pdf)

Nebezpečí spočívá hlavně při oddělených zemnicích soustavách. Zcela zjednodušeně: Blesk sjede do ZS, ta se naplní a ejhle nejbližší lepší zem je na kabelu napájení a máš ho zase doma. Další podstatnou nevýhodou je, že blesk při svém “sestupu” jímací soustavou “zahlédne” lepší zem na pospojování, tak si na ní “skočí” a vzniklý oblouk způsobí požár. Po instalaci hromosvodu nezapomeň na svodič bleskových proudů Typ 1 např. DEHNventil M, pro vyrovnání potenciálu.

## CENTRUM HROMOSVODÁŘŮ A ELEKTROTECHNIKŮ

- pro všechny montéry  
projektanty a revizní techniky
- hromosvody podle nové normy  
ČSN EN 62305
- DEHNiso Combi, vodiče HVI a CUI  
teorie, ale hlavně **PRAXE!!!**

31.1.2008 byl slavnostně zahájen provoz unikátního školicího centra. Bylo zbudováno ve spolupráci s firmou LUMA Plus s.r.o., DEHN+SÖHNE a Střední školou energetickou a stavební. Centrum se nachází v Chomutově a nabízí své služby v oblasti ochrany před bleskem. Máte-li zájem toto centrum navštívit a leccemu se přiučit, použijte tento odkaz:

[www.kniska.eu/centrum](http://www.kniska.eu/centrum)






# AMPER

mezinárodní veletrh elektrotechniky a elektroniky

**WWW.AMPER.CZ**



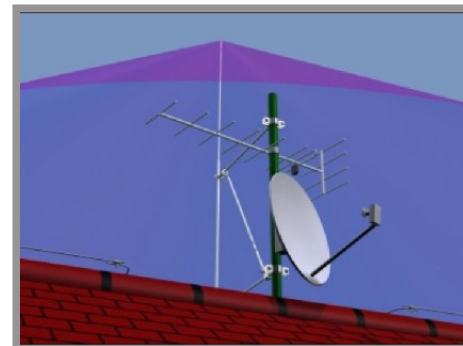
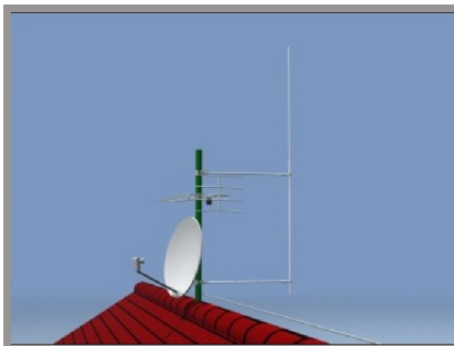
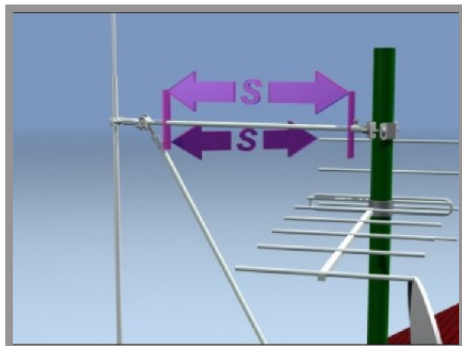
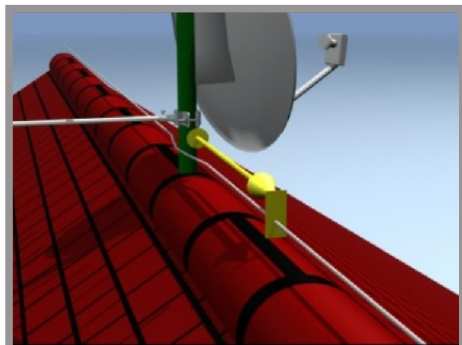
Elektronické prvky a moduly  
Zařízení pro výrobu a rozvod elektrické energie  
Elektroinstalační technika  
Vodiče a kabely  
Pohony a výkonová elektronika  
Měřicí a zkušební technika  
Automatizační, řídicí a regulační technika  
Osvětlovací technika  
Elektrotepelná technika  
Systémová technika budov  
Informační systémy  
Stroje, zařízení, nářadí a pomůcky pro elektroniku a elektrotechniku

- Mezinárodně uznávaný veletrh elektrotechniky a elektroniky s tradicí největší události roku ve střední a východní Evropě
- Každoročně odborníci a obchodníci z více jak 20 evropských i zámořských zemí
- Nejnovější výroby a technologie jednotlivých oborů
- Konference a prezentace o aktuálních tématech
- Soutěž o nejpřírodnější exponát veletrhu „Zlatý Amper“
- Prostor pro úspěšná jednání a navazování nových obchodních vztahů

## ANIMACE PÁTÁ - [www.kniska.eu/animace](http://www.kniska.eu/animace)

Izolovaný hromosvod - použití systému DEHNiso Combi u anténních stožárů v hřebenu střechy.

Délka 4:33





# TIPY A TRIKY PŘI INSTALACI PŘEPĚŤOVÝCH OCHRAN

Dalibor ŠALANSKÝ, člen ILPC, LUMA Plus s.r.o.

Jan HÁJEK, organizační složka Praha, DEHN + SÖHNE GmbH + CO. KG.

## SOFTWARE PÁTÝ - [www.kniska.eu/software](http://www.kniska.eu/software)

Dostatečná vzdálenost  $s$ ; automatický výpočet pro objekty se sedlovou střechou  
- zemnič typu B

Milanův výpočet dostatečné vzdálenosti - hřebenová soustava, vodivé žlaby, zemnič typu B

**Vypočti** **Konec**

Trída LPS: ☐ LPS I ☐ LPS II ☒ LPS III ☐ LPS IV

Materiál: ☒ zdivo, beton ☐ vzduch

svody ve stěně A: ☐ ne ☐ ano

koeficient  $k_i$  = 0,04 koeficient  $k_m$  = 0,5

**Rozměry budovy:**  
šířka  $a$ : 12,00 m  
délka  $b$ : 18,00 m výška  $h$ : 3,80 m

**Parametry hřebenové soustavy:**  
počet polí mezi svody: strana B: 1  
Počet svodů celkem: 4 koeficient  $k_c$  = 0,5608868  
rozteče:  $c$ : 18,00 m

Vzdálenost  $L$ : 11,00 m

Dostatečná vzdálenost  $S$ : 0,4935804 m

Výpočetní program D 02 verze 1.00  
pro výpočet dostatečné vzdálenosti u hřebenové soustavy  
s uzemňovací soustavou typu B

Vzniklo ze podpory Elektrotechnické společnosti ČR pro potřeby školního  
hromosvodního střediska v Chomutově

[www.kniska.eu/centrum](http://www.kniska.eu/centrum)

Ing. Milan Kaucký - K. M. Technik

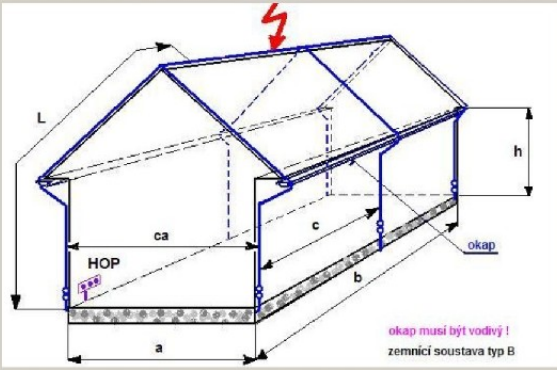
**Elektrika.cz**

**kníška**

Software volně ke stažení na [www.kniska.eu](http://www.kniska.eu) Po registraci budete upozorňováni na nové verze.

**DEHN** ... s jistotou DEHN.

okap musí být vodivý!  
zemnič soustava typ B



## ***Oddálený hromosvod a jeho využití u jiných než průmyslových objektů***

Málokoho asi napadne spojovat oddálený hromosvod s takovou stavbou, jako je běžný bytový dům či domek. Díky nepřebornému množství publikací o ochranně před bleskem pomocí oddáleného hromosvodu si každý ve spojení s tímto výrazem představí spíše klimatizační jednotku na střeše nebo ventilátor, někdo dokonce muniční sklad. Tento článek je zaměřen na praktický postup při návrhu a konstrukci oddáleného hromosvodu pro anténní stožáry na rodinných nebo malých bytových domech. Z tohoto důvodu lze uvažovat výšku anténního stožáru do tří metrů.

Jaký je vlastně princip oddáleného hromosvodu a proč ho volit i v tomto případě? Přímý úder blesku do nechráněného anténního stožáru většinou znamená konec fungování veškerých elektronických zařízení na konci koaxiálního vodiče (mediální centrum, televize, satelit, DVD apod.). Navíc se bleskový proud může dále šířit po elektrické instalaci do celého objektu.

Pouhé připojení stožáru ke hromosvodu sice dokáže blesk svést celkem spolehlivě do země, ovšem elektronika může být vzhledem k rozdělení bleskového proudu stejně poškozena. Stožáry bez uzemnění nejsou vůbec zmiňovány, požáry a domy se zničenou střechou nejsou předmětem tohoto příspěvku. Používanou variantou ochrany před bleskem je také důsledné pospojování a potenciálové vyrovnání na úrovni střechy (potenciálové vyrovnání na patě objektu by mělo být v současnosti standardem). Toto řešení je analogické k řešením z předchozích dílů seriálu, jen je třeba připomenout menší propustnost svodičů bleskových proudů pro koaxiální vodiče a problematické přitažení zeleno-žlutého vodiče s dostatečným průřezem k místu potenciálového vyrovnání. Takto pojatá ochrana je náročná na čas i finance a pro většinu majitelů nemovitostí vzhledem k nutnosti „sekání a vrtání“ neakceptovatelná. Proto je v ochraně před bleskem nejvýhodnější, a to jak z hlediska ochrany zařízení, tak i finančních nákladů, zvolit soubor opatření, která eliminují potřebu vyrovnávat potenciál na úrovni bleskového proudu. Přímému úderu blesku do stožáru se lze vyhnout tím, že se ve správné vzdálenosti od něj vztyčí pomocný jímáč.

Důležité ovšem je dodržet tyto zásady:

1. zařadit daný objekt do správné třídy ochrany před bleskem (LPL),
2. zkontrolovat dosavadní jímací soustavu,
3. umístit pomocný jímáč ve správné vzdálenosti od anténního stožáru (dodržet dostatečnou vzdálenost s),
4. zajistit vyrovnání potenciálů, tzn. doplnit i veškeré koaxiální svody vhodnými svodiči přepětí,
5. instalovat svodiče přepětí i do napájecí soustavy.

Tyto zásady jsou v dalším textu popsány podrobněji.

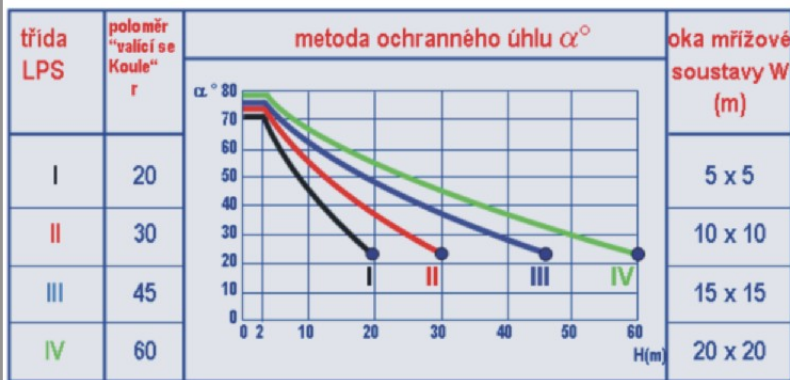
**1. Třída ochrany před bleskem – (LPL, Lightning Protection Level)** určuje soubor opatření nutných k ochraně objektu před bleskem (obr. 6.1). Ochranu před bleskem (LPS, Lightning Protection System) lze realizovat ve čtyřech kvalitativních úrovních: třídy I až IV (třída I je nejkvalitnější). Rodinné domy se většinou zařazují do třídy III, kde nejsou kladeny tak přísné požadavky na ochranu. Je-li ovšem domácnost vybavena elektronikou v hodnotě stovek tisíc korun (inteligentní řídicí systém, tepelné čerpadlo, solární panely nebo kancelář či dílna – obr. 6.2),

měl by objekt být zařazen spíše do třídy II (více v ČSN EN 62305-2 Ochrana před bleskem – Část 1: Řízení rizika). Stanovení třídy ochrany je důležité pro výpočet vzdálenosti oddálení jímáče od anténního stožáru.

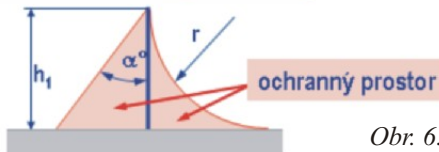
**2. Kontrola jímací soustavy** – zde poradí a kontrolu vykoná revizní technik. Důležité je zkontrolovat celkový stav hromosvodu, poškození, korozi. Hodnota zemního odporu by neměla přesáhnout  $10 \Omega$ , avšak čím méně, tím lépe.

## EN 62305 – 3 Hmotné škody na objektech a fyzické ohrožení života

### Vnější systém ochrany před bleskem



$h_1$ : výška jímací soustavy od povrchu  
r: poloměr „valící se koule“  
 $\alpha$ : ochranný úhel



Obr. 6.1

Obr. 6.2



**3. Pomocný jímáč** – určení dostatečné vzdálenosti. Pro tento výpočet je k dispozici soustava vzorců, která ovšem zcela překračuje rámec tohoto článku. Zde jsou uvedeny pouze výsledné hodnoty pro několik typů domků (předpokladem je jímací soustava s hřebenovým vedením a minimálně dvěma svody pro sedlovou střechu nebo mřížová soustava se dvěma svody pro ploché střechy):

a) domek  $10 \times 10$  m se sedlovou střechou, výška hřebene 7 m, anténní stožár 3 m;  $s = 0,5$  m pro třídu ochrany III, 0,7 m pro třídu ochrany II,

b) domek  $12 \times 15$  m se sedlovou střechou, výška hřebene 10 m, anténní stožár 2 m;  $s = 0,7$  m pro třídu ochrany III, 0,8 m pro třídu ochrany II,

c) domek  $12 \times 12$  m, plochá střecha, dva svody, anténní stožár 2 m;  $s = 0,5$  m pro třídu ochrany III, 0,6 m pro třídu ochrany II. Hodnoty jsou zaokrouhleny na desítky centimetrů, a to vždy směrem nahoru. Tento příklad je pouze informativní a nelze jej považovat za návod. U každého objektu je třeba provést samostatný výpočet. Dostatečná vzdálenost  $s$  do jednoho metru je mezní, v opačném případě (u velkých budov) je třeba doplnit objekt dalšími svody. Pomocný jímač se připevňuje na výložníky, jak je znázorněno na [obr. 6.3](#).

## Důležité!

Ochranný úhel tohoto jímače musí spolehlivě „přikrýt“ vrchol anténního stožáru. A aby to nebylo tak jednoduché, nesmí se uvažovat o pevném úhlu  $112^\circ$  podle ČSN 34 1390 (Elektrotechnické předpisy ČSN. Předpisy pro ochranu před bleskem), ale podle nové normy

Obr. 6.3



ČSN EN 62305 se tento úhel mění v závislosti na třídě ochrany před bleskem a výšce budovy (popř. vrcholu anténního stožáru – [obr. 6.1](#)).

## – Podrobný popis, včetně výpisu potřebného materiálu

Jímací tyče z hliníkové slitiny AlMgSi se vyrábějí v délkách 1,5 až 8 m. Výběr je tedy velmi široký. Výložníky, jejichž středová část je ze speciálního nevodivého materiálu s označením GFK, jsou vybaveny na jednom konci třmenem pro uchycení na anténní stožár, na druhém konci je úchyt jímací tyče. Vše je patrné z [obr. 6.4](#). Tyto výložníky se vyrábějí ve třech standardních délkách, a to 445, 605 a 945 mm. Nevyhovují-li tyto délky, popř. třmen na stožár, lze je sestavit i z jednotlivých komponent.



Různé druhy úchytlů a třmenů je možné kombinovat, a nalézt tak vhodné upevnění jímací tyče. Příklady jsou na [obr. 6.5](#).

## Důležité!

Anténní stožár se v tomto případě nesmí spojit s jímacím vedením, ale musí se pospojit s ekvipotenciálním vyrovnaním v rámci objektu. Z [obr. 6.3](#) je patrné, že anténní stožár není vztyčen v hřebenu střechy. Ovšem velmi často bývá právě v

hřebenu. A zde se může vyskytnout drobný problém. Jímací soustavu je třeba obloukem a opět v dostatečné vzdálenosti vést kolem stožáru. Záleží i na zručnosti montéra, jak si s touto situací poradí (viz např. [obr. 6.6](#)). Tím je vyřešen základ kvalitní ochrany před bleskem.

**4. Vyrovnaní potenciálů** – velmi důležitý krok, avšak u novějších staveb nepředstavuje vážný problém. Většinou je

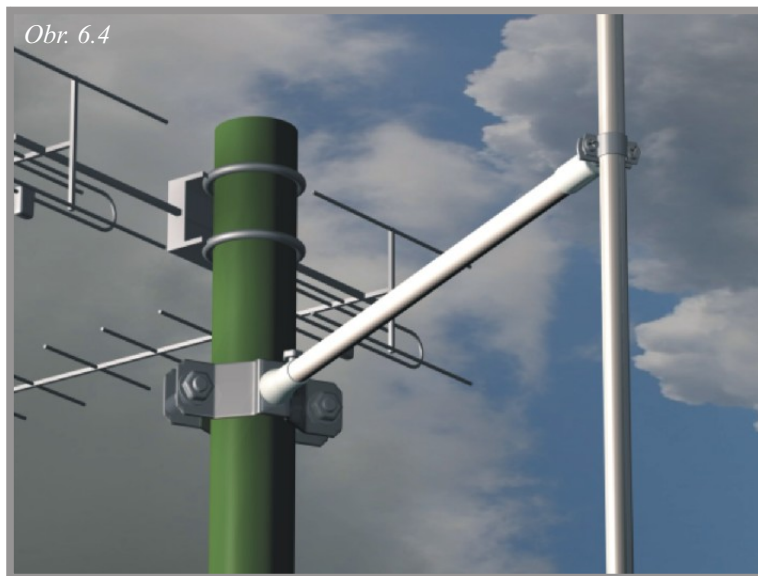
již všechno tak, jak má být. Pro jistotu je třeba jen vykonat kontrolu a na svorkovnici HOP připojit anténní stožár.

## Svodiče přepětí pro koaxiální svody

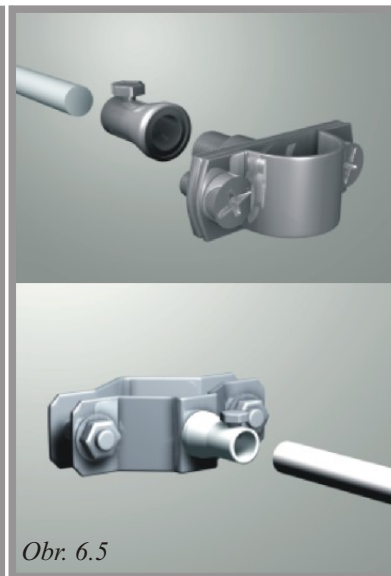
Anténní systém již není ohrožen přímým úderem blesku (to právě zaručuje oddálený jímač), ovšem riziko indukovaných přepětí při průchodu

bleskového proudu přetrvává. Spolehlivou cestou k jejich odstranění je instalace svodičů přepětí určených pro koaxiální anténní svody. Vhodným místem je instalace přímo pod střechu objektu (půda apod.) tak, aby se zabránilo vniknutí přepětí hlouběji do vnitřní instalace. Příklad ochrany je znázorněn na [obr. 6.7a](#), úspornější varianta s „obětováním“ zesilovače je uvedena na [obr. 6.7b](#).

S výhodou lze použít přepěťové ochrany DEHNgate FF TV.



Obr. 6.4



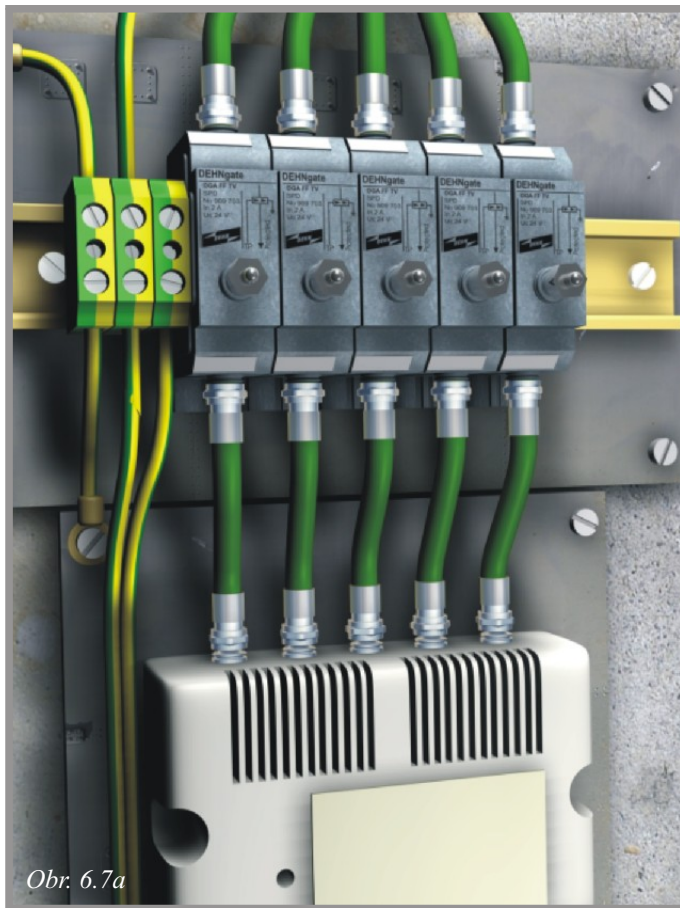
Obr. 6.5

# TIPY A TRIKY PŘI INSTALACI PŘEPĚŤOVÝCH OCHRAN

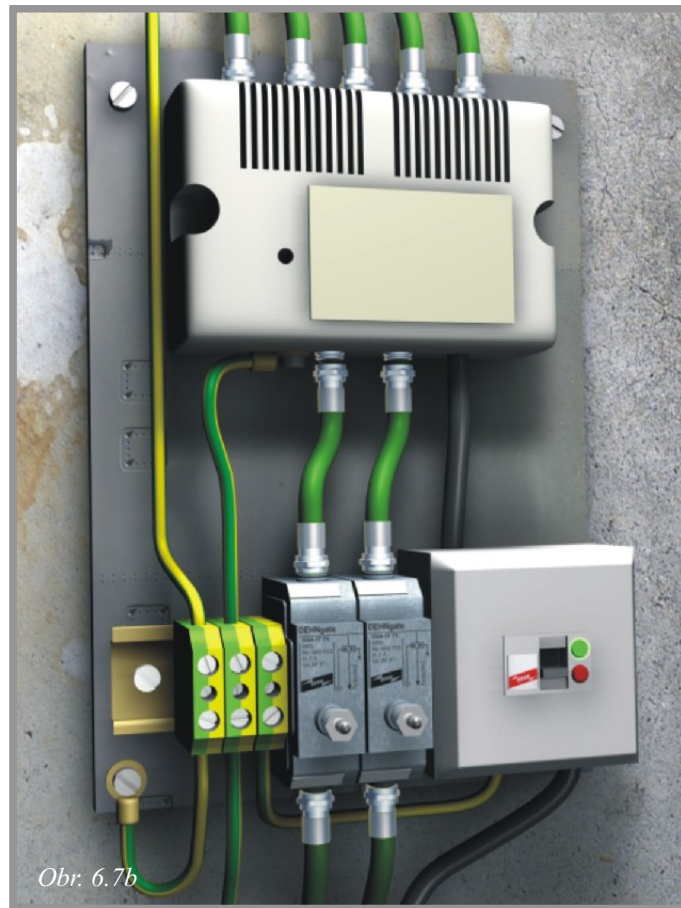
Dalibor ŠALANSKÝ, člen ILPC, LUMA Plus s.r.o.

Jan HÁJEK, organizační složka Praha, DEHN + SÖHNE GmbH + CO. KG.

**TaT článek 6.**



Obr. 6.7a



Obr. 6.7b

Obr. 6.6



## 5. Přepětové ochrany pro napájecí soustavu

– celý ochranný systém anténního stožáru by pozbyl účinnosti, kdyby v součinnosti s ním nebyla řešena i ochrana ze strany napájení. Tento systém je však již dostatečně znám, a proto není v tomto článku podrobně rozepsán. Na obr. 6.8 jsou jen pro názornost uvedeny některé typy přepětových ochran vhodné pro zajištění úplné třístupňové ochrany napájení. Tento příspěvek byl zpracován na základě četných dotazů čtenářů na toto téma. Princip oddálených hromosvodů je znám již téměř jedno století, ovšem ve svém počátku byl zaváděn jen ve výjimečných případech (muniční sklady apod.). V normě ČSN EN 62305 je metodika velmi podrobně rozpracována a přináší velmi kvalitní a podstatně spolehlivější metodu ochrany než doposud používané připojení anténního stožáru na jímací soustavu hromosvodu.

*Obr. 6.1 Soubor opatření nutných k ochraně objektu před bleskem*

*Obr. 6.2 Příklad dražší elektronické výbavy domu – solární panely*

*Obr. 6.3 Připevnění pomocného jímáče na výložník*

*Obr. 6.4 Středová část výložníku z nevodivého materiálu GFK*

*Obr. 6.5 Příklady upevnění jímací tyče*

*Obr. 6.6 Příklad vedení jímací soustavy okolo stožáru*

*Obr. 6.7 Příklady použití svodičů přepětí pro koaxiální svody a) b)*

*Obr. 6.8 Přepětové ochrany pro zajištění úplné třístupňové ochrany napájení a) b)*

*Zdroje: ČSN EN 62305*

*Blitzplaner DEHN + SÖHNE 2005*

*Grafiky : D.Šalanský Luma Plus s.r.o.*

*Obrázky : DEHN+SÖHNE*




Obr. 6.8a



Obr. 6.8b





Honzo, probíráme právě pospojení a uzemnění. Ale jak je to u nadzemních nádrží napropan? Podle staré ČSN 34 1390 je to jasné, ale jak teď podle EN62305? Zběžně jsem si normu proběhl, ale to víš, něco v ní najít..., tak bych potřeboval trochu popostrčit. Provedení nádrží bude nadzemní bez zastřešení, nádrže ocelové, napojeno do haly pro vytápění, u nádrží nebude žádná elektroinstalace.

Dalibore, neporadím Ti nic jiného, než co se již celá léta realizuje. Základem by mělo být co nejlepší vyrovnání potenciálu nádrží a co nejkvalitnější uzemnění, tzn. zatlout pár tyčí do země a pokud to je, tak tuto místní zemnicí soustavu spojit se zemnicí soustavou sousedního objektu. Ovšem toto řešení, má slabinu v tom, že bleskový proud teče celým zařízením a v případě nedokonalých spojů může dojít díky jiskření k zapálení. Proto by měl být celý hromosvod raději řešen jako oddálený a to buď za pomoci jímacích tyčí, nebo prvků DEHNiso Combi či dokonce vodiče HVI.

**České vysoké učení technické v Praze, Fakulta elektrotechnická** podporuje aplikaci vědeckých poznatků do odborné praxe. Jedním z mnoha příkladů spolupráce s průmyslem je i elektronická Kníška o ochraně před bleskem. Empirická povaha bleskového výboje znesnadňuje jeho teoretický popis. Jednou z mála cest, jak k účinkům bleskových proudů přistupovat, je soustavné praktické ověřování a mapování jejich následků. Proti blesku se dosud stoprocentně chránit nedokážeme, ale můžeme s ním alespoň bezpečněji žít.

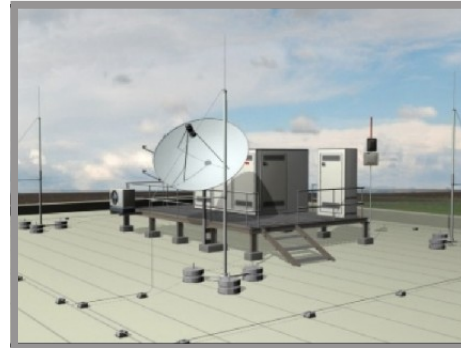
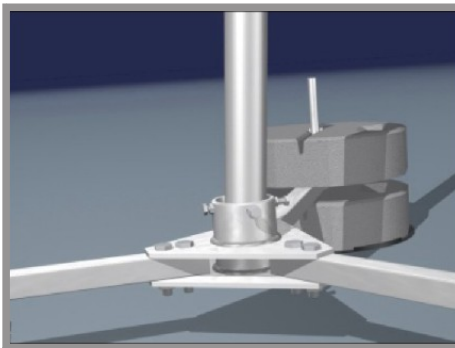
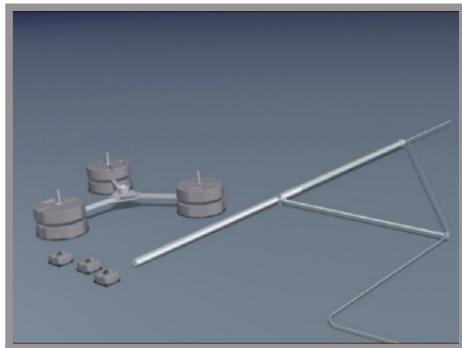
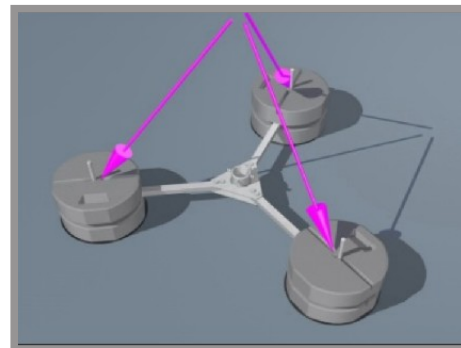
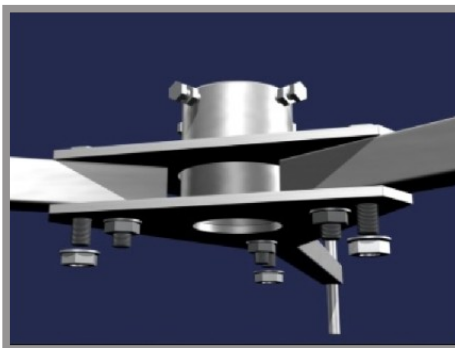
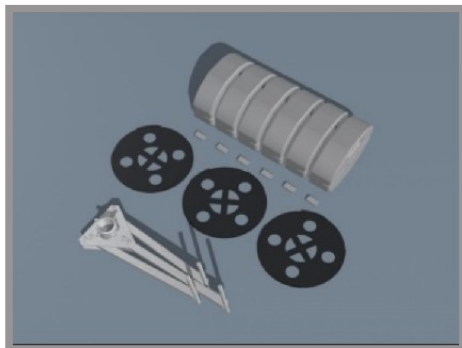
Jan Mikeš



## ANIMACE ŠESTÁ - [www.kniska.eu/animace](http://www.kniska.eu/animace)

Samostatně stojící výškové jímače DEHNiso Combi; sestavení a použití.

Délka 8:23



## SOFTWARE ŠESTÝ - [www.kniska.eu/software](http://www.kniska.eu/software)

Dostatečná vzdálenost  $s$ ; automatický výpočet pro objekty se sedlovou střechou  
- zemnič typu A.

Milánův výpočet dostatečné vzdálenosti - hřebenová soustava, zemniční typu A (jednotlivě pro každý svod)

**Vypočti** **Konec**

Trída LPS: ☒ LPS I ☐ LPS II ☐ LPS III ☐ LPS IV

Materiál: ☒ zdivo, beton ☐ vzduch

koeficient  $k_i = 0,06$  koeficient  $k_m = 0,5$

**Vyberte typ hřebenové soustavy dle obrázku:**

obrázek č.:  koeficient  $k_c = 0$

rozteč svodů  $c =$   m

délka svodu  $h =$   m


vzdálenost  $L =$   m

Dostatečná vzdálenost  $S$   m



Výpočetní program č. D 03 verze 1.00  
pro výpočet dostatečné vzdálenosti u hřebenové soustavy  
s uzemňovací soustavou typu A

Vzniklo za podpory Elektrotechnické společnosti ČR pro potřeby školního  
hromosvodářského střediska v Chomutově

[www.kniska.eu/centrum](http://www.kniska.eu/centrum)

 ... s jistotou DEHN.

Ing. Milan Kaucký - K. M. Technik  
Společný člen TSČR  
Člen ILPC

Software volně ke stažení na [www.kniska.eu](http://www.kniska.eu) Po registraci budete upozorňováni na nové verze.



## ***Rekonstrukce bytových domů – návaznost na nově zavedený soubor norem ČSN EN 62305 Ochrana před bleskem***

Jeden z častých dotazů z poslední doby lze formulovat přibližně takto: Rekonstruujeme bytový dům. Je třeba zároveň rekonstruovat hromosvod podle nové normy, nebo postačí po dokončení rekonstrukce „vrátit“ hromosvodní soustavu na stejné místo?

*Obr. 7.1*



Je třeba rozlišit, o jaký typ rekonstrukce jde. Například při výměně oken a zateplení objektu by zřejmě postačilo ponechat původní jímací soustavu a pouze ji upravit podle nových propozic objektu. Není vhodné např. instalovat svody jako skryté, uložené v zateplení. Ovšem i v tomto případě je třeba zvážit doporučení, zda není lepší investovat do úpravy jímací soustavy podle nové normy. Časem by se totiž tato investice mohla vrátit v podobě menších plateb za pojištění objektu. Již dnes jsou u pojišťovacích společností rozeznatelné trendy zohlednit při výpočtu pojistné částky i kvalitu ochrany před bleskem, protože tím klesá celkové riziko ohrožení objektu.

Všechny dále popsané příklady rekonstrukcí se tedy budou zabývat instalací nového ochranného systému, který je při budování střešní nástavby nezbytný. V tomto případě nelze hovořit pouze o opravě nynějšího hromosvodu.

Je-li součástí rekonstrukce objektu i výstavba dalšího patra (střešní nástavby určené k bydlení), měla by se instalovat ochrana před bleskem podle nové normy. V tomto případě bude určitě instalována nová jímací soustava na střeše, a to již není oprava dosavadní soustavy.

Bude-li ochrana před bleskem konstruována podle nové normy, netýkají se tato opatření pouze vnější jímací soustavy, ale do ochranného systému je třeba zahrnout i pospojování, vyrovnání potenciálů a dále svodiče bleskových proudů a přepětí.

V současné době je ČSN EN 62305 poměrně nová, ačkoliv principy v ní použité jsou již delší dobu dobře známy. Rekonstrukce hromosvodu a další ochranná opatření by měly být konzultovány se specialistou na ochranu před bleskem již od samého začátku, tzn. ještě před začátkem budování střešní nástavby na panelovém domě. Ostatně, stejně by na ochranu před bleskem měl být zpracován samostatný projekt. V něm by měl být zohledněn i dosavadní stav objektu, zejména kvalita zemnicí soustavy, stav svodů, trasy různých elektrických vedení, velké kovové hmoty jako součásti konstrukce objektu. Dále stav, umístění a vybavení všech rozváděčů (nejen napájení, ale i anténní systém, připojení internetu apod.). Náhled navrhovaných úprav a rekonstrukcí lze pro zjednodušení ukázat na několika typických příkladech:

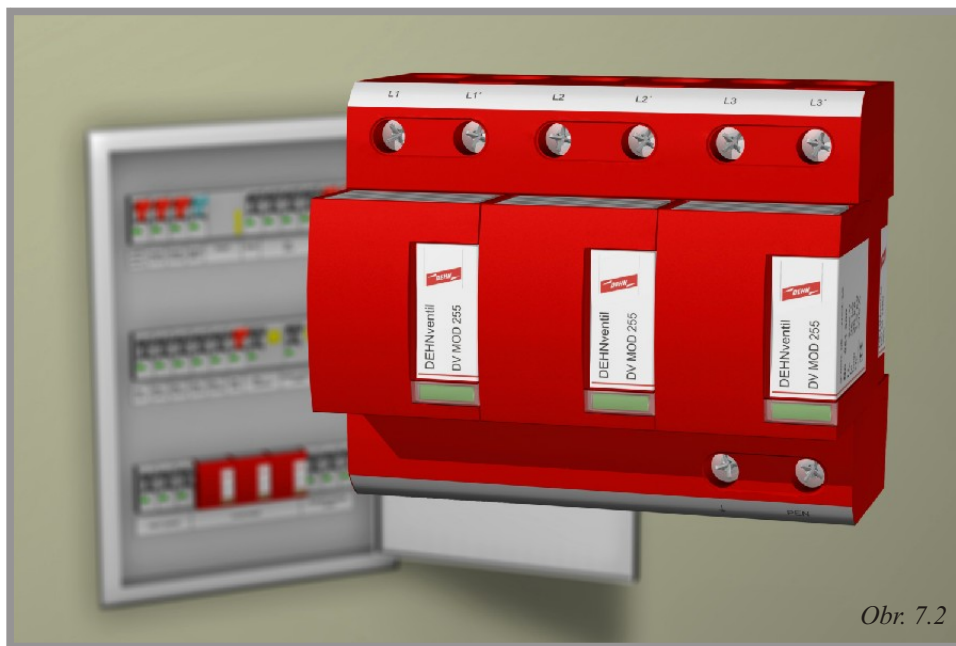
- 1. klasický činžovní dům,**
- 2. klasický panelový dům,**
- 3. dům se střešní nástavbou z nevodi-  
vých materiálů,**
- 4. dům se střešní nástavbou z vodi-  
vých materiálů.**

## 1. Klasický činžovní dům

Nejprve je třeba zmínit několik kroků, které jsou společné pro všechny případy. Prvním je zařazení objektu do třídy ochrany před bleskem (LPL – *Lightning Protection Level*). K tomu by měl být využit výpočet uvedený v ČSN EN 62305-2 (Řízení rizika). Nicméně většina současných objektů bude nejspíše zařazena do LPL III. K této úrovni ochrany jsou přiřazena opatření stanovená pro třídu ochrany před bleskem III (LPS III – *Lightning Protection System*, systém ochrany před bleskem). U tohoto kroku je třeba se zastavit. Při běžné rekonstrukci objektu, obsahující např. pouze výměnu oken nebo zateplení fasády, asi není třeba zařadit objekt do vyšší třídy ochrany. Jestliže ale dům projde kompletní rekonstrukcí, tedy i vnitřních prostor, a navíc půjde o nadstandardně vybavený objekt využívající nejmodernější technické vymoženosti, měl by být zařazen do LPL II. Tomu odpovídají i vyšší požadavky na

ochranný systém. Jeho parametry určuje LPS II. Dalším krokem je zjištění stavu a umístění veškerých zařízení na střeše. S tím souvisejí rozhodnutí, bude-li pro jejich ochranu využita metoda oddálených hromosvodů, popř. metoda „všechno se vším pospojit“. Dále je třeba zkontrolovat umístění nových svodů (bude jich zcela

určitě více než při dosavadním stavu) a s tím související trasy vnitřních napájecích rozvodů a dalších vedení s ohledem na možné křížení nebo nebezpečné přiblížení ke svodům. Uzemňovací soustava představuje asi největší problém. Zejména u starších objektů s „třicetiletým“, popř. starším hromosvodem nebude uzemnění v

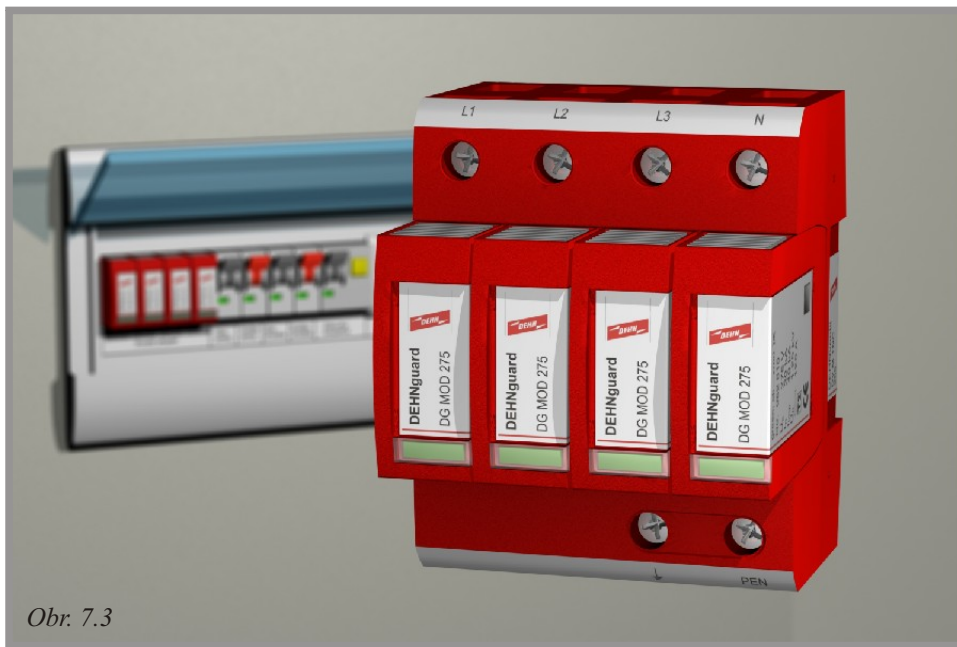


Obr. 7.2

nejlepším stavu. Je třeba zároveň splnit podmínku hodnoty zemního odporu do deseti ohmů. Každý revizní technik asi zná situaci, kdy je ohmická hodnota všech svodů rozdílná a leckdy přesahuje i desítky ohmů. V tom případě nezbyvá nic jiného, než objekt „obkopat“, položit nový zemnič a napojit na něj všechny svody.

Bohužel taková oprava se stane z finančního hlediska nezanedbatelnou položkou. Naproti tomu je ale tímto opatřením možné splnit podmínku propojení všech svodů (což v minulosti často nebývalo – každý svod měl samostatné uzemnění) a dále pospojování s vodičem PEN napájecí soustavy. S tím

souvisí i zřízení hlavního ekvivalenčního vyrovnání, např. v suterénu objektu. Při projektování jsou do celého ochranného systému zařazeny i svodiče přepětí SPD (*Surge Protection Device*). Konkrétní aplikace budou probrány u jednotlivých případů. Nyní podrobně k jednotlivým krokům. Třída ochrany LPL je stanovena. Od ní se odvíjí konstrukce jímací soustavy a při metodě oddáleného hromosvodu i výpočet dostatečné vzdálenosti  $s$ . U mřížové soustavy pro ploché střechy je velikost ok pro LPS II  $10 \times 10$  m, pro LPS III  $15 \times 15$  m. Dostatečná vzdálenost  $s$  je rozdílná pro jednotlivé třídy ochrany, pro LPS II je menší než pro LPS III. Její výpočet je ovšem poměrně složitý. Ochranný úhel jímacích tyčí není konstantní jako u ČSN 34 1390, ale se vzrůstající výškou od chráněné úrovně se uzavírá. Při stanovení ochranných prostorů na střeše a na celém objektu lze s výhodou použít metodu *valící se bleskové koule*. Celý postup není zrovna jednoduchý a měl by být záležitostí specialisty na ochranu před bleskem. U svodů je situace obdobná. Pro LPS III má být vzdálenost mezi svody 15 m, pro LPS II 10 m a svody mají být rozmístěny symetricky po obvodu objektu. Tolerance vzdáleností je do 20 %. Toto



Obr. 7.3

opatření může také přinést nemalé obtíže. Uzemnění, pospojování a vyrovnaní potenciálů neživých částí jsou poměrně jasné. Instalace přepěťových ochrany by měla být následující: na přívodu napájení do objektu se instalují svodiče přepětí Typ 1, např. DEHNventil M nebo DEHNbloc Maxi. DEHNventil M je možné použít v tom případě, že v těsné blízkosti HR se nachází nějaké elektronické zařízení, např. plynová kotelna. Zde se uplatní výhodné vlastnosti tohoto modulu, zejména nízké zbytkové přepětí odpovídající svými parametry svodičům Typ 3. Svodiče DEHNbloc MAXI se instalují ve všech ostatních případech, tedy když není nutné chránit elektroniku napájenou přímo z HR. U těchto modulů není nutné (stejně jako u DEHNventilu) kontrolovat vzdálenost mezi svodiči Typ 1 a Typ 2. Koordinace je zajištěna. Drobný problém je v tom, že budou instalovány před elektroměry. Je tedy třeba žádat o povolení u příslušných rozvodných závodů. Ve všech podružných rozváděcích v jednotlivých bytech se instalují svodiče Typ 2, např. DEHNguard M v síti TN-C nebo TN-S. Typ 3, který se instaluje co nejblíže ke chráněnému zařízení, se volí podle účelu a umístění. Může to být např. DEHNflex M nebo

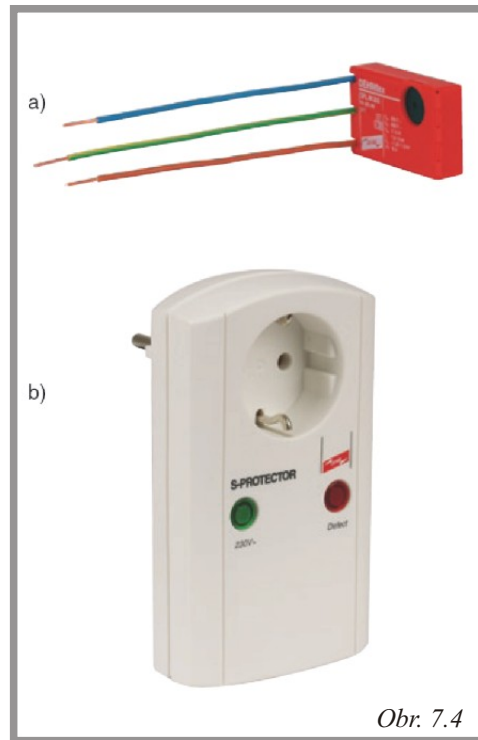
některý ze zásuvkových adaptérů. Příklady jsou uvedeny na Obr. 7. 2, Obr. 7. 3 a Obr. 7. 4.

U svodičů Typ 2 a Typ 3 zbývá ještě rozhodnout, kdo bude instalaci financovat v případě, že majitelem bytů je bytové družstvo, sdružení nebo právnická osoba. Jsou-li byty v osobním vlastnictví, je situace celkem jasná.

Zároveň je třeba chránit i anténní rozvody, telefonní linky, popř. internetové rozvody. K tomu se používají přepěťové ochrany (Obr.7. 5).

## Poznámka pro revizní techniky:

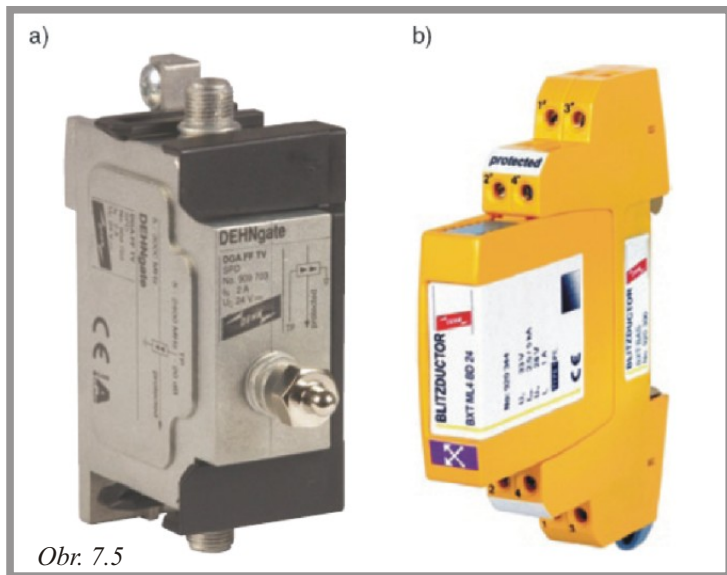
Objekt by měl být vizuálně kontrolován jednou za rok (pro LPL II), popř. jednou za dva roky (pro LPL III). Při této kontrole je třeba se zaměřit zejména na celkový stav soustavy vzhledem k možným poškozením, ale především na to, zda na střeše nebo na obvodových stěnách nepřibyla nějaká zařízení. Může to být např. anténa pro internet nebo soukromé satelitní antény. Jsou-li instalovány příliš blízko ke svodům nebo jímací soustavě, mohl by vzniknout problém. Leckdy se používají svody i jako „vhodná“ podpora



Obr. 7.4

pro slaboproudé vedení. Na tyto nedostatky je třeba upozornit majitele objektu a zjednat nápravu. Není žádoucí, aby na neopatrnost jednoho člověka doplatilo více domácností.





nevystačí klasický oddálený hromosvod konstruovaný metodou jímací tyče umístěné na distančních vzpěrách (viz Typy a triky při instalaci přepěťových ochranných, část 6), ale zde by přicházela v úvahu speciální hromosvod s použitím vodiče HVI. Finanční otázka takto řešeného hromosvodu je jiná věc.

případě, že je krytina plechová, bude realizace oddálených hromosvodů problematická, nicméně také realizovatelná, a určitě stojí za zvážení. Nebude-li takové řešení proveditelné, přijde na řadu pospojování *všeho se vším*, a je tedy třeba vybavit veškerá vedení se střechy do objektu vhodnými svodiči bleskových proudů.

## 4. Střešní nástavby s kovovou nosnou konstrukcí

V tomto případě je nezbytné zamezit možný přeskok části bleskového proudu z jímací soustavy na kovovou nosnou konstrukci (Obr. 7.6). Tuto přeskokovou vzdálenost určuje vypočítaná hodnota  $s$ . U domu s výškou přibližně 25 až 30 m to může být např. až 70 cm. A tato vzdálenost mezi jímacím vedením a konstrukcí určitě nebude dodržena. Nabízí se proto jednoduché a elegantní řešení. V místě původní střechy (neboli na patě nástavby) se propojí svody a zároveň ekvipotenciální vyrovnání kovové konstrukce a dalších kovových hmot. Vstupní napájecí i sdělovací vedení se vybaví svodiči bleskových proudů. Postup je založen na tomto principu: v tomto místě dojde k úplnému vyrovnání potenciálů a dostatečná

## 2. Klasický panelový dům

Pro panelový dům platí v podstatě stejná opatření jako v předchozím bodě 1. Obecně jsou ale tyto domy mnohem vyšší než starší činžovní domy. To se projeví zejména při výpočtu dostatečné vzdálenosti  $s$  a stanovení ochranných úhlů jímacích tyčí. To se může nepříznivě projevit při ochraně anténních stožárů s velkým počtem a členitostí antén. Zde asi

## 3. Střešní nástavby z nevodivých materiálů

To mohou být např. dřevěné konstrukce v kombinaci s dřevotřískou a sádrokartony nebo stavby z lehčených pěnosiřkákových tvárníc. Krytina je rovněž z nevodivých materiálů. V tomto případě je třeba postupovat stejně jako v 1. nebo 2. bodě. Pro ochranu anténního stožáru je možné využít metodu *oddálených hromosvodů*. V

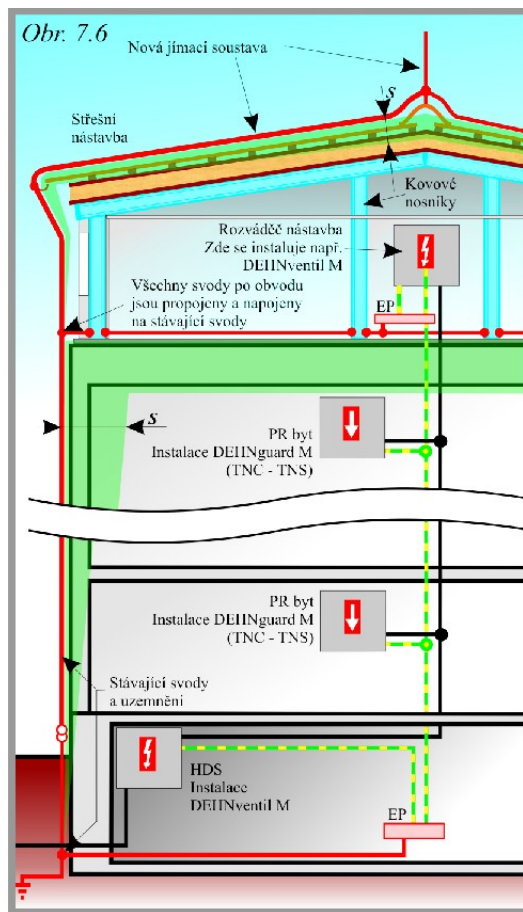
vzdálenost  $s$  se vypočítává od tohoto místa nahoru. Takže vzdálenost  $s$  mezi jímací soustavou a kovovou konstrukcí bude dostatečně velká a nehrozí nekontrolovaný přeskok dovnitř objektu.

## Na závěr odpověď na jeden dotaz:

*Co je třeba podniknout v případě, že objekt je nový, např. tři roky? Hromosvod byl konstruován podle ČSN 34 1390 a navíc se skrytými svody, nyní se dodělavá střešní nástavba. Je tedy třeba vybourat svody z fasády a doplnit na potřebný počet podle ČSN EN 62305-3?*

**Řešení:** Dosavadní svody je možné ponechat, ale je třeba uskutečnit stejná opatření jako v bodě 4. Jímací soustavu na nástavbě je nutné konstruovat podle nové normy, provést zde vyrovnání potenciálů a použít svodiče bleskových proudů. Takto vzniklá jímací soustava se napojí na dosavadní svody. Velmi důležité je vykonat kontrolu, popř. opravit uzemnění a vyrovnat potenciály na patě objektu.

**Problematika ochrany před bleskem pro činžovní a panelové domy je poměrně obsáhlá a zejména v několika příštích letech bude situace nejistá.**



**Veškeré úpravy a změny je tedy důležité konzultovat s odborníky, aby se celá rekonstrukce zbytečně neprodrazila. Nicméně nová norma ČSN EN 62305 je platná od prosince 2006, a bylo by tudíž vhodné podle ní při rekonstrukci postupovat.**

*Obr.7.1 Střešní nástavba na panelovém domě*

*Obr.7.2 Svodič přepětí Typ 1 DEHNventil*

*Obr.7.3 Svodič přepětí Typ 2 DEHNguard*

*Obr.7.4 Svodiče přepětí Typ 3 DEHNflex (a) a S-Protector (b)*

*Obr.7.5 Přepěťové ochrany pro slaboproudé obvody DEHNgate(a) a Blitzductor (b)*

*Obr.7.6 Ochrana před bleskem pro dům se střešní nástavbou tvořenou kovovou konstrukcí.*

Zdroje: ČSN EN 62305

Blitzplaner DEHN + SÖHNE 2005

Grafiky : D.Šalanský Luma Plus s.r.o.

Obrázky : DEHN+SÖHNE

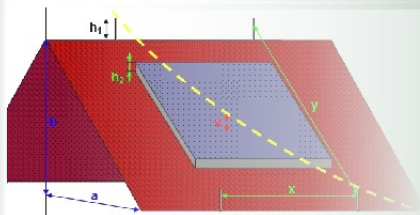
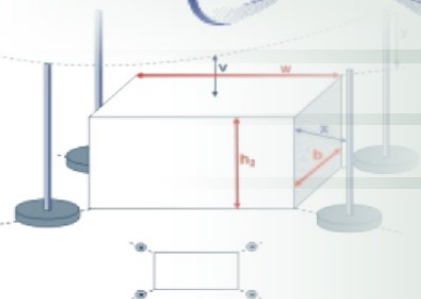
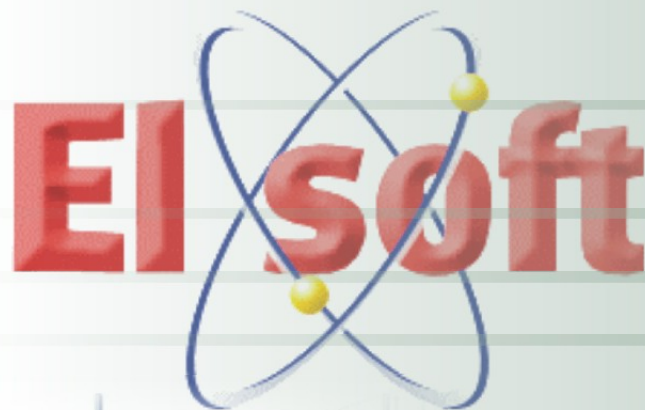
Chlapi poraďte. Jak uložit do výkopu zemnicí pásek FeZn30/4. Radil mi elektrikář, že nejlepší by bylo do základových pasu na LEŽATO PŘÍMO na hlinu položit zemnicí pásek a pospojovat ho svorkami, každý spoj dvě svorky, přesah 30cm. V protějších rozích pak vyvést nad desku. Mám tedy pár otázek:

- 1) někde jsem se dozvěděl ze by pásek měl být na stojato, aby byl co nejvíce obklopen betonem a nedocházelo ke korozi. Je to správné? Je možné, že by se vůbec nedotýkal země? Nezvýší se tím zemnicí odpor? Může se dotýkat armovacího koše?
- 2) jak vyvést ve dvou protějších rozích přívod na svod? Páskou nebo drátem? Vypozoroval jsem, že pokud se vyvede páskou, většinou to jde přímo ztraceným bedněním ca 60cm nad desku, zbytek je pak řešen jako skrytý hromosvod. Pokud se vyvede drátem (10FeZn), je tento drát veden vedle desky a hromosvod je řešen jako odkrytý. Můžete mi poradit, jak to realizovat, případně výhody a nevýhody jednotlivých variant.

Pokud bude pásek zaléván betonem, je samozřejmě lepší varianta na "stojato" právě z důvodu co nejlepšího obtečení betonovou směsí. (čím řidší, tím menší problém). Pokud máte v základech armovací železa, je doporučen rastr o max. 10x10 m s nasvorkováním na armovací železa po cca 1 m a v rozích, tím dojde k vylepšení celkového stínícího účinku. Tím, že beton bude vždy obsahovat nějakou zbytkovou vlhkost, bude zajištěna dobrá vodivost. Pokud by tomu tak nebylo, řeší se to ještě vylepšením a to zatlučením zemnicích tyčí v místě svodů. Samozřejmě zcela jiná je situace v případě položení hydroizolace pod touto deskou.

Pro vývody je lhostejno, zda použijete pásek či drát, ale důležitá je protikorozní ochrana tohoto vývodu (cca 30 cm nad a pod úrovní zeminy). Počet vývodů bych rozhodně doporučoval větší než dva (další u okapu nebo v místě budoucího umístění dalších rozváděčů či přístavků objektu). Poslední dobou se pro tyto vývody používá nerezový vodič z oceli V4A. U něj je jedno, jestli ho při montáži někdo škrábne, narozdíl od vodiče s PVC nebo dodatečnou asfaltovou izolací.





## Hromosvody PLUS

Kompletní řešení pro návrh hromosvodu  
dle norem ČSN EN 62305

vysvětlení principů

pravidla z norem v přehledném tvaru

kuchačka, aneb jak na to v praxi + to co v normách  
nenajdete + provázání na pravidla z norem

výpočty provázané na kuchačku a na pravidla z norem

ocenění rizika – výpočet ve tvaru, který zvládne každý

návrh LPS a LPMS – pavouk návrhu  
konkrétní aplikace

**KLIMŠA DAVID**

[www.klimsa.cz](http://www.klimsa.cz)

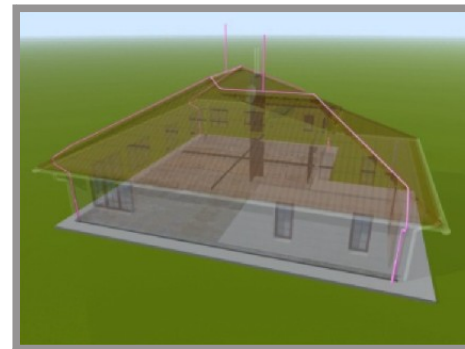
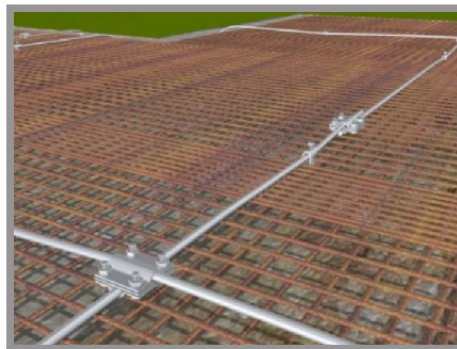
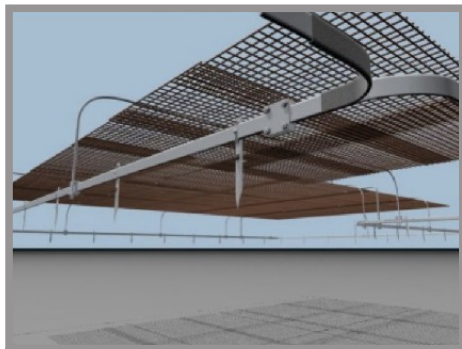
tel.: 603 256 951



## ANIMACE SEDMÁ - [www.kniska.eu/animace](http://www.kniska.eu/animace)

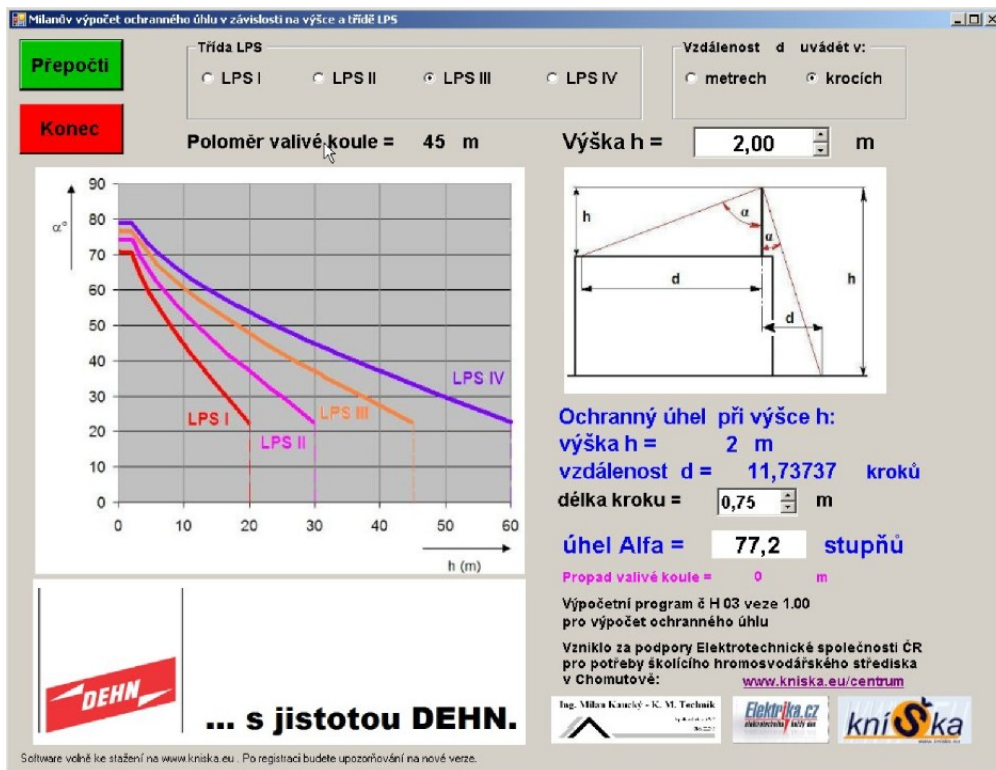
Uzemnění pro rodinné domky; materiály, položení, připojení

Délka 10:52



## SOFTWARE SEDMÝ - [www.kniska.eu/software](http://www.kniska.eu/software)

Ochranný úhel; stanovení úhlu a jeho “chráněný” dosah.



## Fotovoltaické elektrárny a ochrana před bleskem

Vzhledem k neustále sílícímu trendu prosazování alternativních a především obnovitelných zdrojů energie je možné se stále častěji setkávat s fotovoltaickými zdroji, které využívají nejdostupnější zdroj energie – Slunce. V současné době již není využívání tohoto zdroje energie v České republice, ať již v podobě rozsáhlých ploch slunečních elektráren, panelů umístěných na střechách administrativních budov a škol nebo malých zdrojů energie na střechách rodinných domků (obr. 8.1), žádnou výjimkou.



Obr. 8.1

Z principu fotovoltaických (FV) elektráren vyplývá, že FV panely pro svou funkci a pro dosažení co největšího vyrobeného výkonu musí být instalovány v místě s co nejdelší dobou slunečního svitu. Těmito místy jsou fasády a střechy objektů nebo rozsáhlé plochy velkých elektráren o výměře několika stovek čtverečních metrů. Téměř vždy jde o místo, které je ohroženo přímým úderem blesku, neboť sběrná plocha pro určení pravděpodobnosti úderu

blesku, zejména u velkých elektráren s výkonem řádově stovek kilowattů, je skutečně velká. Elektrárny jsou navíc postaveny v lokalitě, v jejímž nejbližším okolí není žádný vysoký objekt, který by snad mohl být náhodným jimačem (výškové budovy, stromy apod.). Důvodem je skutečnost, že v časných ranních a pozdních odpoledních hodinách tyto

objekty vytvářejí stín. Situace FV elektráren je z hlediska ochrany před bleskem skutečně nepříznivá, navíc jsou použité komponenty citlivé i na přepětí šířící se distribuční soustavou. Typická hodnota izolační pevnosti FV panelu je přibližně 1 kV a měniče 4 kV. Při ochraně před bleskem je třeba počítat i s tím, že výstupní stejnosměrné napětí z FV článků



se pohybuje v rozmezí 200 až 600 V. Jestliže se tedy majitel rozhodne zařízení chránit před bleskem a přepětím, s největší pravděpodobností nevystačí jen např. s ochranami pro běžné napájecí instalace, ale bude pro něj výhodnější obrátit se na odborníka.

## Návrhy řešení ochrany před bleskem je možné rozdělit do tří skupin:

1. Malé FV elektrárny s panely na střeše rodinného domu.

2. Velké FV elektrárny s panely na plochých střechách.

3. Fotovoltaické pole – sluneční elektrárna.

Skupinu podle bodu 1 lze rozdělit do několika podskupin:

### 1.1 Panely na střeše rodinného domu se střešní krytinou z nevodivého materiálu, kdy:

a) celou aplikaci je možné umístit do ochranného prostoru jímací soustavy,

b) celou aplikaci není možné umístit do ochranného prostoru jímací soustavy.

### 1.2 Panely na střeše rodinného domu se střešní krytinou z vodivého materiálu. Návrh řešení ochrany před bleskem podle 1.1a.

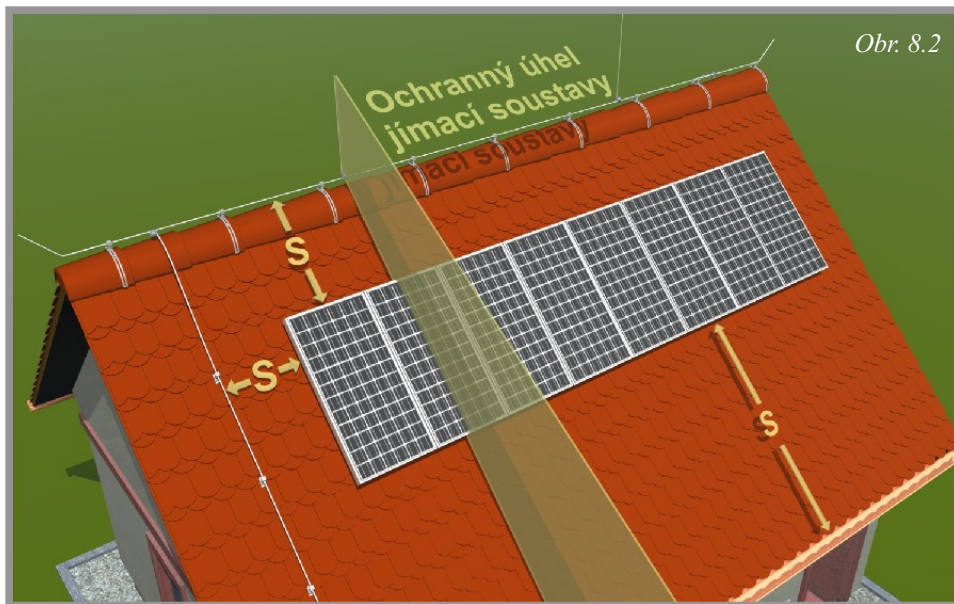
V tomto případě je třeba především zkontrolovat prostorové řešení rozmístění

panelů na střeše objektu. Panely budou umístěny v dostatečné vzdálenosti s od jímací soustavy. Ochranný prostor jímací soustavy je možné ještě zvětšit jímáči na hřebenáčích nebo využitím malých pomocných jímáčů vytvořených z kousků drátu. Vše je zřejmé z obr. 8.2.

### Důležité upozornění:

Nosnou konstrukci FV panelů je třeba pospojit s ekvipotenciální přípojnici (EP)

měděným vodičem (lanem) o minimálním průřezu 6 mm<sup>2</sup>. Vodič pospojování ani kabely od FV článků se nikde nesmí přiblížit k jímací soustavě na vzdálenost menší, než je vypočítaná vzdálenost  $s$ . Při této variantě umístění FV panelů je zapotřebí se dále zabývat pouze indukovaným přepětím. Přímý úder blesku nebo nekontrolované přeskoky nehrozí. Podle výstupního stejnosměrného napětí z





FV panelů je nutné zvolit přepětovou ochranu, která bude umístěna co nejbližší k FV panelům pro jejich ochranu před indukovaným přepětím. Na vstupu do měniče bude instalována stejná přepětová ochrana pro zabezpečení bezporuchového provozu měniče.

## Poznámka:

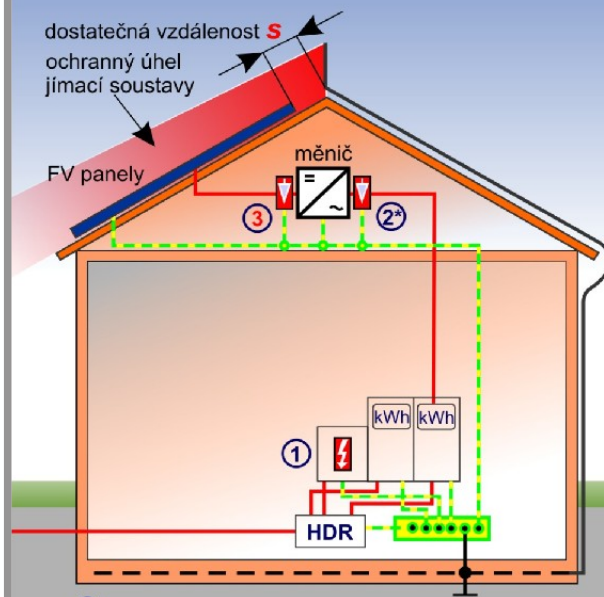
Jeli vzdálenost mezi FV panely a měničem řádově několik metrů (měřeno po vedení), není třeba instalovat svodiče přepětí na oba konce, ale postačí je umístit pouze u měničů. Taková situace nastane v mnoha případech. Měniče se často instalují těsně pod střechou. Toto řešení má několik výhod, neboť po objektu není taženo stejnosměrné vedení s poměrně vysokým napětím, které navíc nelze v podstatě vypnout. Dále je třeba se zaměřit na ochranu celé aplikace ze strany distribuční soustavy, neboť odtud bude ohrožena přece jenom častěji než od přímého úderu blesku do objektu (spínací přepětí, blízké i vzdálené úderu blesku, jejichž energie se šíří distribuční soustavou do značných vzdáleností). A zde je nutné věnovat velkou pozornost způsobu napojení FV elektrárny na distribuční soustavu. V každém případě jde o samostatné rozvody, které se netýkají běžných rozvodů v objektu. Střídavý

výstup 230 V je veden do nového elektroměrového rozváděče (EMR), který se většinou umísťuje vedle dosavadního EMR určeného pro měření spotřeby v objektu, a dále do přípojkové skříně. Pro správné rozmístění svodičů přepětí je třeba znát, kde bude EMR instalován. Jeli EMR umístěn na obvodové zdi objektu nebo uvnitř těsně za obvodovou zdí, nenastanou větší problémy. Je výhodné instalovat svodič bleskových proudů Typ 1 do samostatného rozváděče před oba elektroměry (nutný souhlas rozvodných závodů). Může být použit modul DEHNbloc Maxi; ten potom chrání nejen FV elektrárnu, ale i všechny běžné rozvody v objektu. Samozřejmostí je instalace svodiče Typ 2 do hlavního rozváděče

(HR), popř. podružného rozváděče (PR) uvnitř ně

Malá FV elektrárna na RD s hromosvodem, dostatečná vzdálenost **S JE DODRŽENA!**

Obr. 8.3



- ① Svodič přepětí Typ 1 DEHNventil
- ② Svodič přepětí Typ 2 DEHNGuard 275
- ③ Svodič přepětí Typ 2 DEHNGuard PV 500 SCP
- \* Nemusí být, pokud je měnič přímo u elektroměru

objektu. Těsně před měnič se umísťují svodiče přepětí Typ 2, např. DEHNGuard 275 M. Důležité je zřídit u měniče pomocnou ekvipotenciální přípojnici a všechny neživé části mezi sebou kvalitně propojit (obr. 8.3).

Jestliže je EMR usazen na hranici pozemku ve větší vzdálenosti od rodinného domku (RD), což je běžné u nových

objektů, lze volit z několika způsobů instalace svodičů přepětí:

**A.** Výstupní vedení z FV měniče se přeruší v místě, kde opouští budovu, a zde se do nového rozváděče umístěného zvenčí nebo zevnitř objektu instalují svodiče Typ 1 (obr. 8.4). Důležité je kvalitní pospojování a vyrovnání potenciálů. Stejně by se měly instalovat svodiče pro běžnou spotřebu RD.

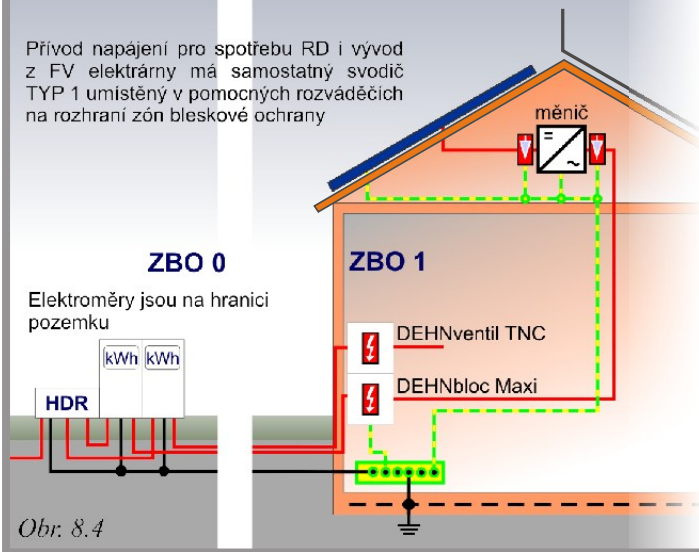
**B.** Nechceli majitel RD poškodit fasádu nebo není zde instalace možná, umístí se svodiče Typ 1 stejně jako v případě A, tedy před elektroměry do samostatného rozváděče. Vedení k FV elektrárně, ale i do RD pro běžnou spotřebu se umístí do kovové stínící trubky na obou koncích pospojované na EP a uzemněné (obr. 8.5). Z hlediska ochrany před bleskem je řešení

## Výhodné umístění svodičů bleskových proudů

Přívod napájení pro spotřebu RD i vývod z FV elektrárny má samostatný svodič TYP 1 umístěný v pomocných rozváděcích na rozhraní zón bleskové ochrany

**ZBO 0**

Elektroměry jsou na hranici pozemku



Obr. 8.4

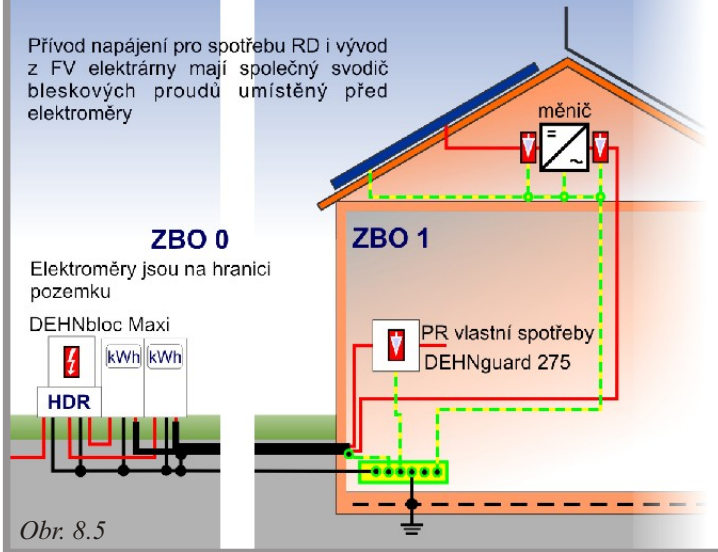
## Kompromisní umístění svodičů bleskových proudů

Přívod napájení pro spotřebu RD i vývod z FV elektrárny mají společný svodič bleskových proudů umístěný před elektroměry

**ZBO 0**

Elektroměry jsou na hranici pozemku

DEHNBloc Maxi



Obr. 8.5

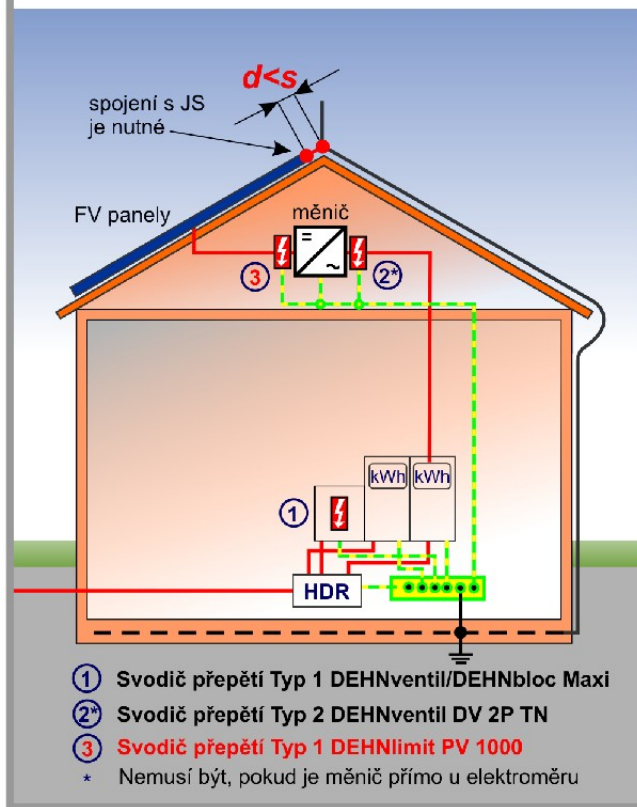
výhodnější než řešení B, z finančního hlediska je to naopak. Svodiče bleskových proudů Typ 1 je vhodné instalovat na rozhraní zón bleskové ochrany LPZ 0 a LPZ 1; tím je obvodová zeď objektu.

Pozor! Toto řešení je při přímém úderu blesku do objektu nedostatečné! Opět záleží na majiteli, jak kvalitní ochranu chce mít a kolik prostředků do ní bude investovat.

**Návrh řešení ochrany před bleskem podle 1.1b**

V tomto případě půjde o kompromisní řešení, kde není možné zaručit kvalitní ochranu zejména FV panelů. Bohužel právě ty jsou nejdražší položkou v rozpočtu celé elektrárny, navíc je jejich výměna při případném poškození dosti složitá. Proto je třeba hledat všechny cesty, aby bylo možné FV panely umístit do

Malá FV elektrárna na RD s hromosvodem, dostatečná vzdálenost **S NENÍ DODRŽENA!**



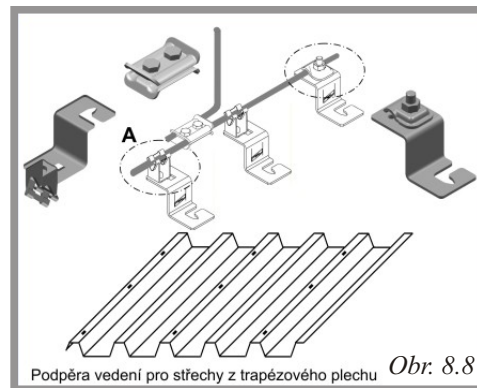


ochranného prostoru jímací soustavy, včetně dodržení dostatečné vzdálenosti s. Co tedy dělat, když tento postup nebude možný (např. z důvodu rozměrů panelů nelze dodržet dostatečnou vzdálenost s)? Nosné rámy panelů se pečlivě propojí s jímací soustavou na několika místech (obr. 6). Nesmí vzniknout tzv. slepé konce svodů – bleskový proud by v těchto místech mohl nekontrolovaně přeskočit na nejbližší uzemněný kovový předmět (tím může být i napájecí vedení uložené na půdě pod střechou). Dále je třeba zajistit, aby panely FV článků netvořily část jímací soustavy, do které by mohl přímo udeřit blesk. Toho lze dosáhnout instalací pomocných jímáčů. Rovněž je vhodné zvýšit počet svodů a rozmístit je symetricky okolo objektu tak, aby celý bleskový proud neprocházel přes nosnou konstrukci panelů, ale měl možnost se rozdělit. Stejnoseměrné vedení od FV panelů k měniči bude chráněno speciálním svodičem bleskových proudů. Zde je možné s výhodou použít zcela unikátní svodič DEHNlimit PV 1 000, který je speciálně určen pro sítě do 1 000 V DC a dokáže omezit stejnosměrný následný proud až do velikosti 100 A. Jeho ochranná úroveň up  $\leq 3$  kV je pod hranicí impulsní odolnosti na vstupních svorkách měniče.

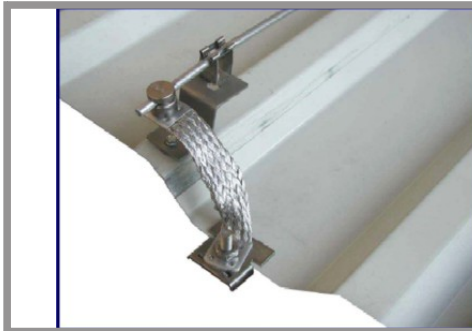
Tento svodič se instaluje těsně před vstup do měniče. Vedení od FV článků se uloží do kovové trubky nebo žlabu. Opět je třeba dbát na dobré pospojování. U napojení na distribuční soustavu se postupuje stejně jako v bodě 1.1a (obr. 8.7).

Návrh řešení ochrany před bleskem podle 1.2

Nelze-li dodržet dostatečnou vzdálenost s mezi jímací soustavou a nosnou konstrukcí panelů, je nutné volit stejný postup jako v případě 1.1b. Je tedy vhodné na kovové střeše vytvořit samostatnou jímací soustavu kvalitně pospojovanou se střešní krytinou. Důvodem je možné poškození krytiny při přímém úderu blesku (propálení). Možnosti jsou znázorněny na obr. 8.8 a obr. 8.9. Svodiče přepětí pro stejnosměrné napětí, včetně základních



technických údajů, jsou ukázány na obr. 8.10 a obr. 8.11. Ochrana velkých FV elektráren (na střechách objektů nebo samostatně stojících přímo na zemi) bude popsána v příštím pokračování tohoto seriálu o přepětíových ochránách.



Obr. 8.9



Obrázky:

Obr. 8.1 Sluneční kolektory na střeše rodinného domku

Obr. 8.2 Ochranný úhel jímací soustavy podle 1.1a

Obr. 8.3 Malá FV elektrárna na RD s hromosvodem – dostatečná vzdálenost s je dodržena

Obr. 8.4 Výhodné umístění svodičů bleskového proudu

Obr. 8.5 Kompromisní umístění svodičů bleskového proudu

Obr. 8.6 Kvalitní propojení nosných rámců panelů s jímací soustavou

Obr. 8.7 Malá FV elektrárna na RD s hromosvodem – dostatečná vzdálenost s není dodržena

Obr. 8.8 Podpěra vedení pro střechy z trapézového plechu

Obr. 8.9 Detail samostatné jímací soustavy na kovové střeše

Obr. 8.10 Svodič přepětí pro stejnosměrné napětí DEHNguard PV 500

Obr. 8.11 Svodič přepětí pro stejnosměrné napětí DEHNlimit PV 1000

Zdroje: ČSN EN 62305

Blitzplaner DEHN + SÖHNE 2005

Grafiky: D. Šalanský, Luma Plus s.r.o.

Obrázky: DEHN+SÖHNE

## DEHNguard PV 500 SCP (FM) 950 500 (950 505)



Obr. 8.10

Svodič přepětí Typ 2

Pro FV-obvody do 1000V

$U_c = 500 \text{ V DC}$

Ochranná úroveň  $U_p < 2 \text{ kV}$

Jmenovitý svodový proud  
 $I_n = 20 \text{ kA (8/20)}$

Kombinované odpojovací  
a zkratové zařízení

Dlouhodobá zkratová  
odolnost  $I_k = 50 \text{ A DC}$

## DEHNlimit PV 1000 900 330

Kombinovaný svodič přepětí Typ 1;  $U_c = 1000 \text{ V DC}$

Ochranná úroveň  $U_p < 3 \text{ kV (L+/L-)}$

Schopnost omezit následný proud  $100 \text{ A DC}$

Zkušební bleskový proud L+/L- proti zemi  $I_{imp} = 50 \text{ kA}$



Zkuš. blesk. proud  
L+ proti L-  
 $I_{imp} = 25 \text{ kA}$

Průřezy připojova-  
cích vodičů do  
 $50 \text{ mm}^2$

Obr. 8.11

Honzo, teď montujeme oddálený jímáč GFK. To je jasná situace. Jeho výška je přes 4 metry. Jak je to ale s klasickou mřížovou soustavou na plochých střechách? U některých jsou mříže doplněny jímacími tyčemi, u některých nejsou. Kdy tedy je potřebná a kdy ne?

Viš Dalibore, instalaci jímacích tyčí v podstatě na ploché střeše ušetříš nutný materiál, díky ochrannému úhlu, který je v případě výšky JT na střeše poměrně velký, nemusíš mít tak hustou mřížovou soustavu. Ideálem je samozřejmě mřížová soustava s oky menšími než 5m (lepší než LPL I). Ale nebudeme to přehánět.

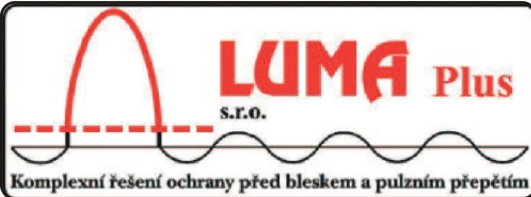


## HROMOSVODY 21. STOLETÍ DEHN + SÖHNE

- poradenství, školení
- montáže "na klíč"
- prodej přepětových ochranných modulů
- základní sortiment hromosvodních součástí
- trvale na skladě
- DEHN - ISO Combi
- vodiče HVI a CUI
- a další speciality



Poskytneme Vám zdarma poradenství při návrhu a projektování systémů ochrany před bleskem podle nově zavedené normy ČSN EN 62305 Ochrana před bleskem.



**Prodej, konzultace, projekce, montáž, servis**

Kmochova 2359/7, 430 03 Chomutov

tel.: 474 623 340

fax: 474 623 342

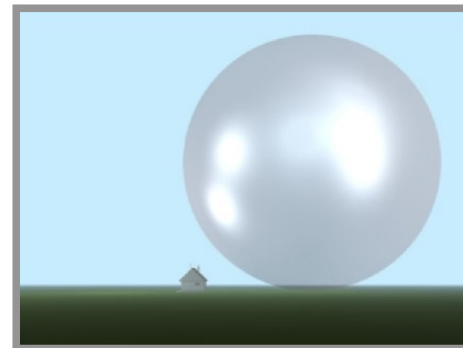
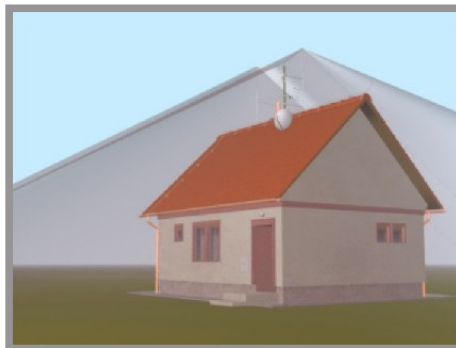
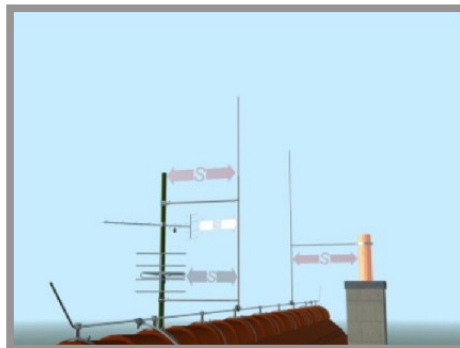
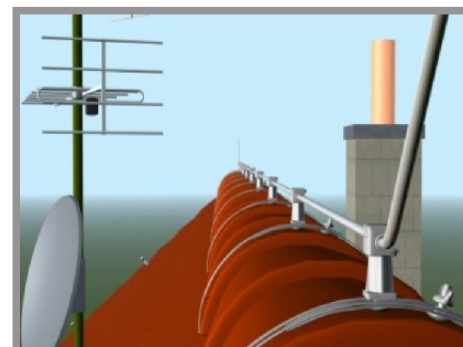
[lumaplus@lumaplus.cz](mailto:lumaplus@lumaplus.cz), [www.lumaplus.cz](http://www.lumaplus.cz)

**Prodej ochranných modulů, poradenství zdarma, montáže včetně poskytnutí záruk a servisu.**

## ANIMACE OSMÁ - [www.kniska.eu/animace](http://www.kniska.eu/animace)

Rodinný domek; instalace hromosvodu, rozdíl mezi “klasickým” a izolovaným hromosvodem.

Délka 9:37





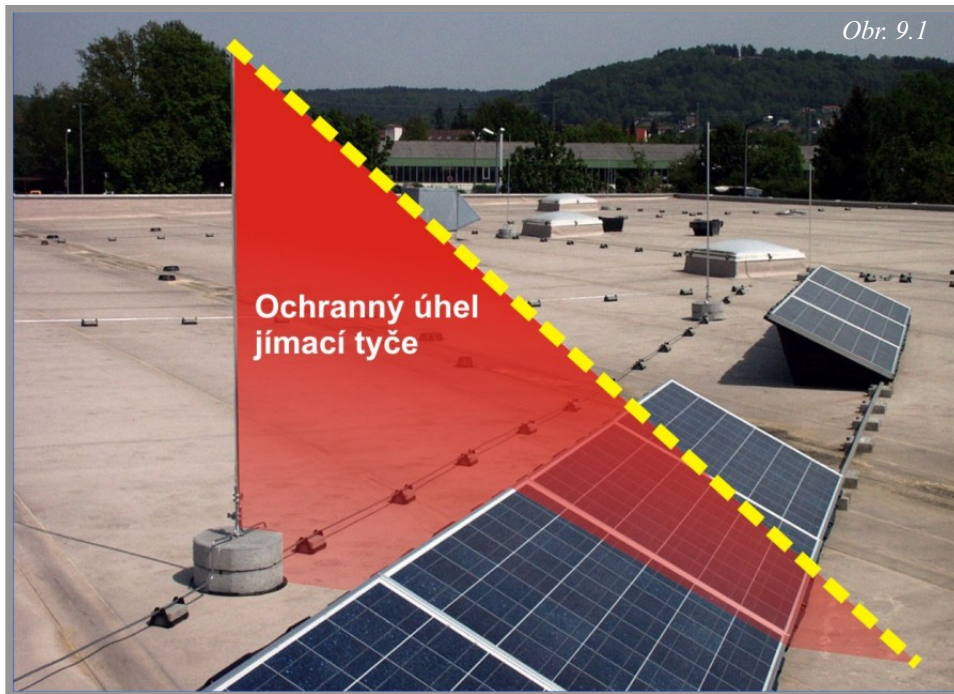
## Fotovoltaické elektrárny a ochrana před bleskem

### 2. Velké FV elektrárny s panely na plochých střechách.

Větší plochy FV panelů instalovaných na ploché střeše, ať již jde o správní budovu či výrobní podnik, s sebou nesou oproti jejich použití na rodinných domech několik nových faktorů významně ovlivňujících celý systém ochrany před bleskem. Prvním podstatným faktorem je daleko větší plocha samotné aplikace a s tím související nárůst její ceny. Naproti tomu se ale nabízí daleko jednodušší a prostorově ne tolik omezené možnosti pro vybudování oddálené jímací soustavy. Vzhledem k větší ploše střechy je možné použít velké množství standardních prvků, jako jsou jímací tyče, klasické betonové podstavce aj. Tím lze docílit podstatných finančních úspor.

#### 2.1 Jímací soustava

Pro ochranu celé FV elektrárny před bleskem je vhodné zvolit metodu oddálených hromosvodů (obr. 9.1). Při zakládání nosných hliníkových rámců je třeba dbát na to, aby byla mezi nimi a např. oplechováním atiky střechy dodržena dostatečná vzdálenost. Po



Obr. 9.1

obvodu střechy se vztyčí pomocné jímáče o takové výšce, aby blesková koule nepropadla a nedotkla se panelů. Podle zařazení celé aplikace do konkrétní třídy ochrany před bleskem (LPL) je třeba doplnit mřížovou soustavu. Příčná

propojení soustavy je opět nutné vést v dostatečné vzdálenosti s od nosných rámců a panelů. Na tuto vzdálenost je třeba dbát i při pokládání kabelových tras pro stejnosměrné vodiče. Jsou-li použité trasy z kovových žlabů, nesmí se spojit s

hromosvodem, ale s ekvipotenciálním vyrovnáním. Na ně se připojí i nosné rámy FV panelů. Upozornění: Kabelová trasa se může křížit s oplechováním atiky. Zde si musí montér poradit s dodržáním vzdálenosti  $s$ , a to buď náhradou kovové atiky za plastovou, nebo vyzvednutím trasy nad atiku.

Není-li možné dodržet dostatečnou vzdálenost  $s$ , je třeba spojit nosné rámy s jímací soustavou na více místech. V tom případě je zapotřebí zajistit, aby úder blesku nesměřoval přímo do panelu. Toho lze docílit vztyčením pomocných jímáčů a jejich uchycením přímo na rám (obr. 9.2).

## 2.2 Ochrana proti přepětí a bleskovým proudům

Po instalaci a důkladné kontrole jímací soustavy (FV elektrárny se většinou budují na hotových objektech s hromosvodní soustavou podle ČSN 34 1390) je možné přistoupit ke svodičům přepětí. Ve sdrůžovacích rozváděcích na střeše se instalují svodiče přepětí zvolené podle počtu sériově zapojených FV panelů. Pouze pro připomenutí: Asi nejčastěji bude pro fotovoltaické aplikace použit typizovaný DEHNguard® Y PV 1000 (FM), jenž je určen pro systémy do 1 000 V. Tento svodič obsahuje zapojení tří

varistorových modulů zapojených do článku Y, a není tedy třeba v rozváděči zavádět složité „prodrátování“. V případě jiných hodnot výstupního napětí je možné využít celou napěťovou řadu varistorových svodičů DEHNguard®, a to v rozsahu 48 až 1 000 V. Stejně se postupuje i u měničů umístěných např. v techno-logické místnosti uvnitř objektu (obr. 9.3). Svodiči přepětí musí být vybavena všechna vstupní stejnosměrná vedení. Ze strany připojení na distribuční soustavu lze vybírat z několika možností instalace svodičů přepětí. Je-li předávací místo vzdáleno jen několik metrů od měničů (měřeno vždy po vedení), stačí instalovat před elektroměr FV elektrárny nebo za něj kombinovaný svodič přepětí a bleskových proudů Typ 1 DEHNventil® M TN-C (nebo TNS – záleží na dané variantě). Je-li tato vzdálenost větší (řádově desítky metrů), je vhodné volit u elektroměru



Obr. 9.2

kombinaci svodičů DEHNbloc® Maxi 1 255 a přímo u měničů instalovat svodiče přepětí Typ 2 DEHNguard® S 275. V případě, že FV panely jsou spojeny s jímací soustavou, je třeba instalovat na stranu stejnosměrného vedení svodiče bleskových proudů. Těmi mohou být unikátní svodiče DEHNlimit® PV 1000, které jsou prvními svodiči bleskových proudů na bázi jiskřiště pro systémy do 1 000 V DC. se schopností omezit následný proud až 100 A DC. Ochrana ze strany střídavého napětí je totožná s předchozí variantou.

S ohledem na celkovou cenu aplikace záleží na investorovi, zda se spíše než pro takovouto kompromisní variantu (možnost poškození FV panelů při přímém úderu blesku přetrvává) nerozhodne pro instalaci oddáleného hromosvodu např. s využitím vodičů HVI. Takto řešená ochrana snižuje riziko možného poškození na minimum.

### 2.3 Velké FV elektrárny

Další možnou variantou fotovoltaického zdroje je velká solární elektrárna. Tyto elektrárny jsou budovány na velmi rozsáhlých plochách ve svazích, navíc zpravidla na vyvýšených místech. U takovýchto elektráren jsou opět dvě možnosti ochrany: využití konstrukce fotovoltaických panelů jako náhodných



Obr. 9.3

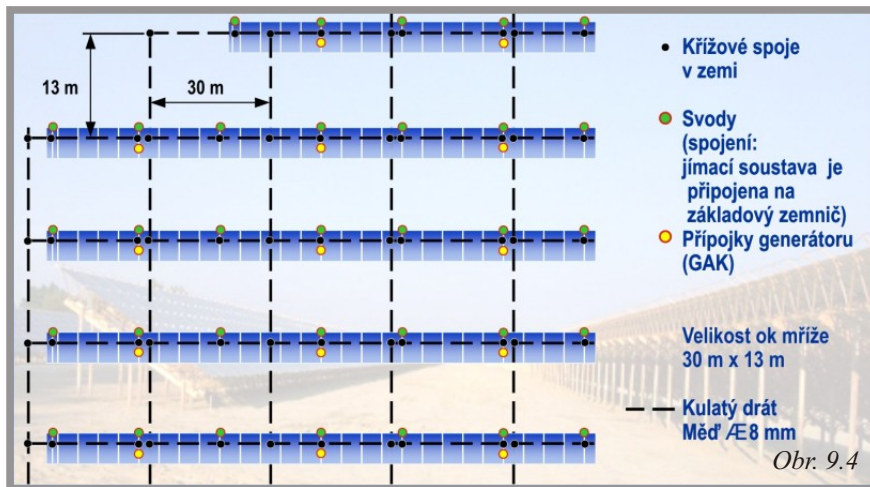
jímáčů nebo varianta s oddálenou jímací soustavou. Jako první bude popsána varianta ochrany za pomoci oddálených jímáčů. V prvním kroku bude realizována mřížová zemnicí soustava (obr. 9.4 a obr. 9.5). Pásek nebo drát se uloží tak, aby bylo možné snadno připojit nosné konstrukce FV panelů (jsou-li kovové). Do prostoru mezi rámy se umístí jímací tyče, aby se panely nacházely v ochranném prostoru jímáčů. Pro návrh rozmístění jímáčů se použije metoda valivé bleskové koule podle ČSN EN 62305-3 (Ochrana před bleskem – Část 3: Hmotné škody na stavbách a nebezpečí života). Měl by být vzat v úvahu i stín, který jímací tyč na panelu může vytvářet, ale vzhledem k difuzi světla a průměru jímací tyče 16 mm půjde o zanedbatelný problém (obr. 9.6). Další možností zejména při nedostatku místa mezi panely je použití teleskopických stožárů s výškou až 22 m (obr. 9.7). Velmi důležité je vést svody a jímací soustavu v dostatečné vzdálenosti s oddáleného zařízení. Rozmístění a instalace svodičů přepětí jsou stejné jako v předchozích případech. Na stranu stejnosměrného napětí se instalují svodiče DEHNguard® Y PV 1000 nebo DEHNguard® PV 500 SCP (FM), jejichž



jedinečnou vlastností je, že se při poškození varistoru přemostí kontaktem schopným dlouhodobě vést proud až 50 A! Takto řešené přepětové ochrany vznikly na základě požadavků výrobců FV součástí. Ochrana FV elektrárny na první pohled vypadá velmi jednoduše, avšak pro tento článek byla zvolena nejjednodušší varianta. Skutečnost je však daleko komplikovanější a rozhodně nesnese zjednodušování a zobecňování – vždy je důležité vytvořit ochranu přesně „ušitou“ na konkrétní aplikaci. U fotovoltaických

elektráren mohou být využity i měřicí obvody, např. pro snímání teploty, světla, rychlosti větru atd. Ty jsou většinou umístěny přímo v poli panelů. U elektráren s otočnými panely jde o napájení motorů a snímače polohy. Všechna tato vedení je třeba zahrnout do systému ochrany před bleskem. Popis řešení uvedené ochrany je však vzhledem k velkému množství různých variant zcela nad rámec tohoto článku. V

případě zájmu čtenářů je možné si u autorů vyžádat podklady z přednášky Snídaně na Amperu 2007, která byla zaměřena právě na ochranu fotovoltaických elektráren, nebo přímo kontaktovat autory. Předchozí díly seriálu s mnoha rozšířeními zájemci naleznou v první elektronické Kníšce o ochraně před bleskem a přepětím, kterou lze zdarma stáhnout na: <http://www.elektrika.cz/kniska>



- Vodiče zemnicí soustavy jsou uloženy v "nezámrazné" hloubce.
- Spoje pod zemí jsou ošetřeny proti korozi.



Obrázky:

Obr. 9.1 Metoda oddálených hromosvodů - ochranný úhel jímací tyče

Obr. 9.2 Vztyčení a uchycení pomocných jímáčů na rám

Obr. 9.3 Varistorový svodič DEHNguard® Y PV 1000 (foto z montáže)

Obr. 9.4 Příklad mřížové zemnicí soustavy

Obr. 9.5 Příklad instalace mřížové zemnicí soustavy

Obr. 9.6 FV panely chráněné oddáleným hromosvodem DEHN-ISO combi

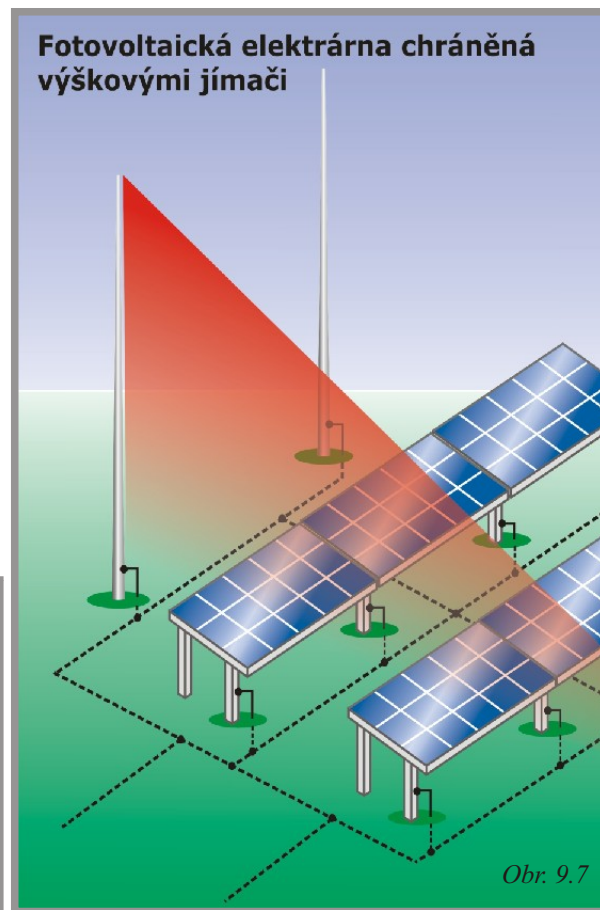
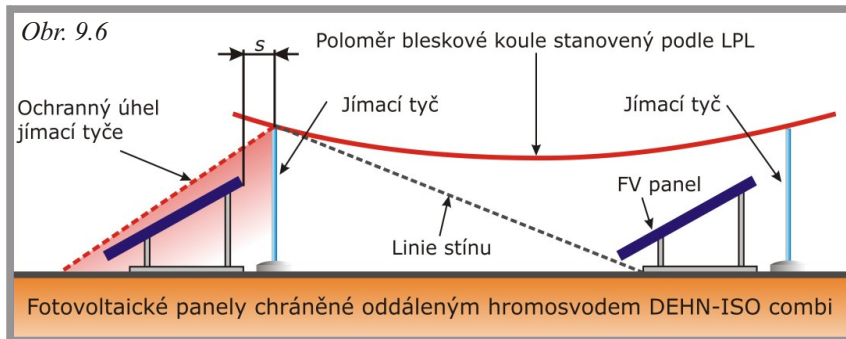
Obr. 9.7 FV elektrárna chráněná výškovými jímáči

Zdroje: ČSN EN 62305

Blitzplaner DEHN + SÖHNE 2005

Grafiky: D. Šalanský, Luma Plus s.r.o.

Obrázky: DEHN+SÖHNE



Dalibore, potřebuju vyřešit problém s architektem. Jak navrhnout vnější systém ochrany před bleskem pro dvou podlažní objekt - vzorkovna dřevěných podlah - o rozměrech cca 18x18m, v = 8 m, který je celodřevěný /sendvičový systém/ v kombinaci s prosklenými plochami. Zejména jak navrhnout svody, aby architektovi nehyzdily dílo?

Honzo, nabízím dvě varianty:

1/ špatná - nedělat nic. O té ale vůbec neuvažuj.

2/ dobrá - ale pokud je požadavek na "neviditelnost", tak dražší.

- U dřevěné stavby buď hromosvod "klasický" s dodržáním vzdálenosti „s“, tak aby nedošlo ke vzniku přeskoku na jiný potenciál uvnitř budovy (např. napájecí vodiče, kovové konstrukce atd.) Nebo hromosvod s izolovanými svody vodičem HVL, které by šly "skrýt".

# TIPY A TRIKY PŘI INSTALACI PŘEPĚŤOVÝCH OCHRAN

Dalibor ŠALANSKÝ, člen ILPC, LUMA Plus s.r.o.

Jan HÁJEK, organizační složka Praha, DEHN + SÖHNE GmbH + CO. KG.

Red / Line  
Yellow / Line

Dokonalá  
ochrana  
před  
přepětím



DEHN + SÖHNE GmbH + CO. KG.  
organizační složka Praha  
Sarajevská 16, CZ - 120 00 PRAHA 2  
tel.: +420 222 560 104  
fax: +420 222 562 424  
e-mail: info@dehn.cz  
www.dehn.cz

Kancelář Frýdek Místek  
Ing. Jiří Kutáč  
Kuncičky 338, CZ - 739 01 BAŠKA  
tel.: +420 558 621 800  
fax: +420 558 621 800  
e-mail: jiri.kutac@dehn.cz  
www.dehn.cz

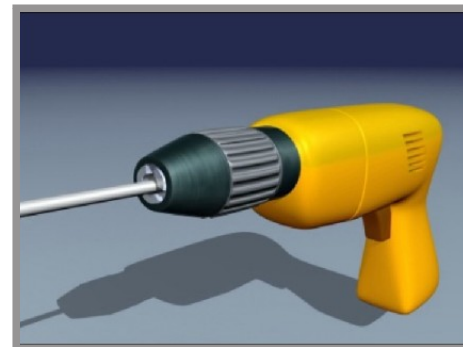
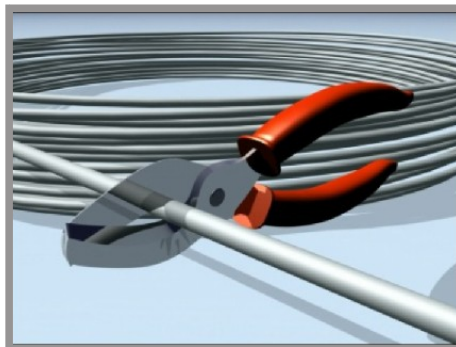
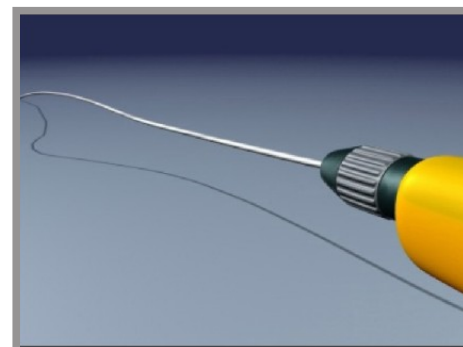
DEHN + SÖHNE GmbH + CO. KG.  
kancelária pre Slovensko, Jirí Kroupa  
M. R. Štefánika 13, SK - 962 12 DETVA  
tel.: +421 45 5410 557  
fax: +421 45 5410 558  
e-mail: info@dehn.sk  
www.dehn.sk



## ANIMACE PRVNÍ - [www.kniska.eu/animace](http://www.kniska.eu/animace)

Jednoduchým způsobem ukazuje, jak je třeba “zpracovat” drát AlMgSi před použitím na hromosvod.

Délka 2:27





## SOFTWARE PRVNÍ - [www.kniska.eu/software](http://www.kniska.eu/software)

Průvės valivé bleskové koule; výpočet v závislosti na LPS a rozteči jímácích tyčí. Vypočítá průvės i pro úhlopříčku.

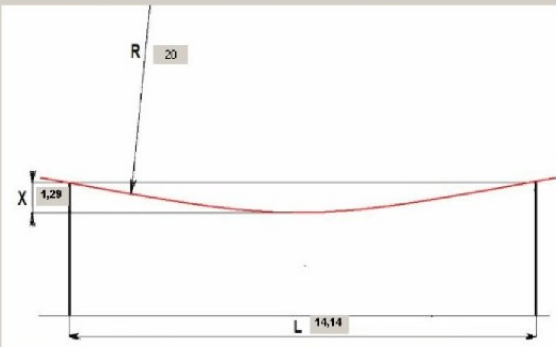
Milanův výpočet průvėsu valivé koule v rovině procházející středem valivé koule

**Přepočti** **Konec**

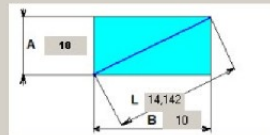
**Trída LPS**  
☒ LPS I ☐ LPS II ☐ LPS III ☐ LPS IV

**Úhlopříčka**  
☐ Ne ☒ Ano

Poloměr valivé koule = 20 m



Rozteč jímáčů A = 10,00 m  
 Rozteč jímáčů B = 10,00 m



**Průvės valivé koule**  
**X = 1,291713 m**

Výpočetní program č. H01 verze 1.00  
 průvėsu valivé koule mezi dvěma až čtyřmi jímáči

Vzniklo za podpory Elektrotechnické společnosti ČR  
 pro potřeby školního hromosvodářského střediska  
 v Chomutově:  
[www.kniska.eu/centrum](http://www.kniska.eu/centrum)

**DEHN** ... s jistotou DEHN.

**kníška** **Elektrika.cz** Ing. Milan Kaucký - K. M. Technik

Software volně ke stažení na [www.kniska.eu](http://www.kniska.eu).  
 Po registraci budete upozorňováni na aktuální verze

## Skryté svody – žhavé téma

Dvě předchozí části seriálu byly směřovány k poměrně úzké skupině specialistů, tento díl se týká v podstatě všech projektantů, montážních firem a revizních techniků. Skryté svody jímací soustavy jsou totiž častým požadavkem architektů nebo majitelů objektů. V této souvislosti je třeba upozornit, že předkládaný příspěvek není zaměřen na hromosvod tvořený Faradayovou klecí (tj. využití armování železobetonových budov – mimochodem vůbec nejlepší jímací soustava), nýbrž na klasický hromosvod, jehož svody jsou uloženy ve zdech nebo pod omítkou.

### **Motto:**

**Kování hromosvodáři (stejně jako autoři tohoto seriálu) nemají skryté svody rádi**

### **Výhody skrytého svodu**

Tou první je, že ho není vidět (poněkud diskutabilní výhoda – na střeše stejně vidět je). V poslední době je aktuální i ochrana svodu před nenechavými spoluobčany, kteří mají tendenci vracet do oběhu zejména jeho měděné součásti. Výhodou je i mechanická ochrana svodu, která zabrání třeba jeho vytržení. To platí pouze pro

svody uložené v zárezu cihel a „zahozené“ maltou po celé jejich délce.

**Nevýhody skrytého svodu (z pohledu autorů převyšují nad výhodami!)**



Jde především o zakrytí nedostatků instalace (pro „lajdáky“ je to možná výhoda). skryté svody mohou třeba zkorodovat např. vlivem chemické reakce mezi drátem a chemikáliemi z barvy nebo i působením obyčejné vlhkosti (obr. 10.1). situace, kdy hromosvod je konstruován jako izolovaný (oddálený), je také nevýhodná. Může se stát, že větší objekt bude vybavován např. dohledovými kamerami. Montážní firma nemusí znát přesné umístění svodu, a proto mohou být kamery instalovány v nebezpečné blízkosti jiného potenciálu. Celý izolovaný hromosvod je v tomto případě znehodnocen. (Řešili jsme dokonce i extrémní případ, kdy byl provrtán izolovaný svod.) Pro provedení výpočtu dostatečné vzdálenosti s izolovaného hromosvodu jsou svody uloženy ve zdi velkou nepříjemností, není-li pro svody využit vodič HVI. Velmi se zkracuje dostatečný odstup a navíc materiál, v němž je svod uložen (zdivo), má s ohledem na provedení výpočtu ty nejhorší vlastnosti.

## Nový drát AlMgSi

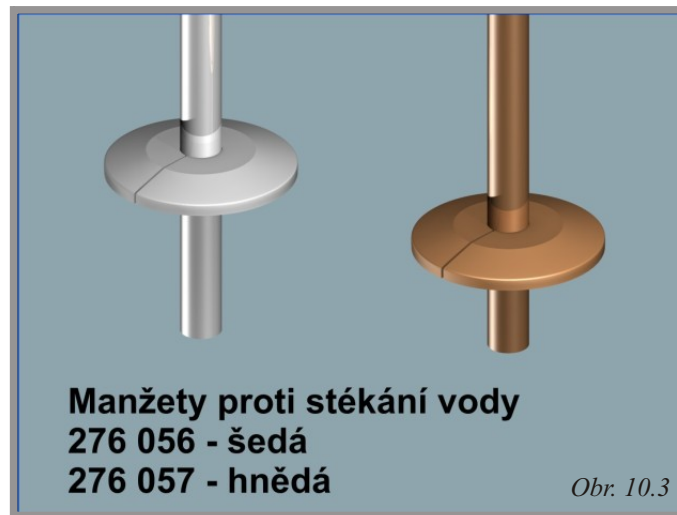


Obr. 10.2

**Drát AlMgSi  
poškozený chem.  
reakcí s fasádou  
po čtyřech měsících!**

Není-li si projektant jist, který činitel dosadit za veličinu  $k_m$  ve známém vzorci pro výpočet dostatečné vzdálenosti  $s$ , musí počítat s nejhorší variantou, tedy  $k_m = 0,5$ . V horních patrech vyšších budov pravděpodobně nevyhoví dostatečný odstup pro vypočítanou vzdálenost  $s$ . Nešetrnou manipulací (zejména při zavádění drátu

FeZn do trubky) nebo i průchodem bleskového proudu může dojít – a také dochází – k vytržení svodu ze zdi a poškození fasády. Tuto nevýhodu lze obecně považovat za největší. Náklady spojené s opravou mohou překročit cenu celého hromosvodu. Při dodatečném vybavování objektu, např. klimatizací, je varianta posunutí trasy svodu nemožná; takto vzniklé nedodržení dostatečné vzdálenosti  $s$  je nutné řešit daleko dražší variantou pospojování a použití svodičů bleskových proudů na napájecí a sdělovací vodiče. Jestliže je svod uložen v blízkosti okapové trubky, je povinnost připojit tuto (vodivou) trubku těsně nad zkušební svorkou ke svodu.



**Manžety proti stékání vody**  
**276 056 - šedá**  
**276 057 - hnědá**

Obr. 10.3

Jaké bude řešení, když pod omítkou nesmí být svorky? Přestože se hromosvodáři budou držet ustanovení normy ČSN 34 1390 (Elektrotechnické předpisy ČSN. Předpisy pro ochranu před bleskem) a svod uloží do trubky, bude skutečně zajištěna izolace mezi svodem a fasádou v místě vstupu drátu do ní?

Na **obr. 10.2** je sice poškozený drát AlMgsi, ovšem u pozinkovaného drátu nebude za několik let situace o moc lepší. Koroze drátů je skutečně velký problém a je třeba s ní počítat a chránit se (tj. dráty) před ní. Rovněž zůstává otázka, proč svod hromosvodu vizuálně vadí, když ze vzdálenosti několika metrů není vidět, a okapová roura je dobře patrná i ze sta metrů, a přesto vzhledově nikomu nevadí.

## Skryté svody a ČSN 34 1390

Jev zcela běžný v praxi, kdy svod na objektu je uložen v „nekovové netříštivé trubce“ a po celou délku, třeba 6 m, nemá ani jedno uchycení, je v rozporu i s touto starší normou. Dalším problémem je nehořlavost ochranné trubky; často bývá použit ten nejlevnější typ, který nesplňuje požadavky na nehořlavost. samostatnou kapitolou je používání telefonních instalačních krabic

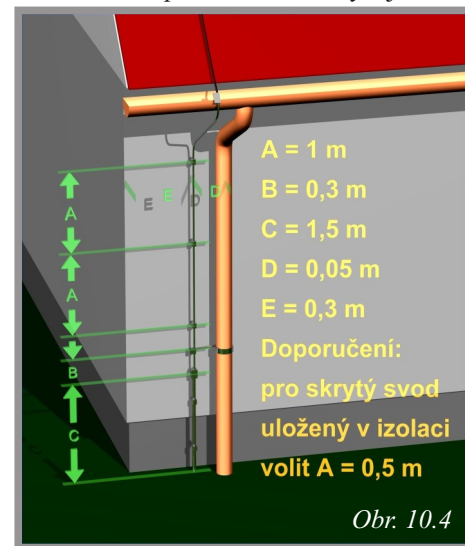
KT pro zkušební svorky skrytého svodu. Materiál pro skryté svody tedy často není v souladu s ČSN EN 50164-1 (součásti ochrany před bleskem (LPC) – Část 1: Požadavky na spojovací součásti) a ČSN EN 50164-2 (součásti ochrany před bleskem (LPC) – Část 2: Požadavky na vodiče a zemniče). Dalšími neřešenými problémy jsou teplotní mosty a vlivem toho i zvýšené rosení drátu v tepelné izolaci a špatně proveditelná ochrana proti zatékání dešťové vody po svodu do fasády, popř. do ochranné trubky.

Mnohdy lze vidět zahnutí svodu nahoru pod přesazení střechy a dále do zdi. Tím vznikne velmi nebezpečná instalační smyčka. Blesk si může zkrátit cestu přes tento ohyb, resp. dynamické účinky u takto krouceného svodu mohou napomoci k jeho vytržení. Když už má být instalován skrytý svod, je lepší předně dodržet spád svodu a problém se zatékáním vody řešit třeba s využitím manžety (**obr. 10.3**). Majiteli objektu se skrytým svodem v budoucnu hrozí další složitý problém, a to: co si počít po nevyhovující revizi? Celou opravu podstatným způsobem prodraží i výměna části fasády, v níž je svod veden. To tedy bylo základní shrnutí současného stavu fyzikálních a technických vlastností

skrytých svodů.

## Skryté svody a řada norem ČSN EN 62305

Přístup ke skrytým svodům je v této normě řešen principiálně odlišně od přístupu v ČSN 34 1390. Jaké požadavky jsou tedy v novém souboru norem ČSN EN 62305 (Ochrana před bleskem) Část 1 až 4 kladeny na odkryté nebo skryté svody? Nejprve je třeba se s touto normou důkladně seznámit a nalézt všechny body, které se zmiňovaného provedení svodů týkají.





## ČSN EN 62305-3

### E.5.3.4.3 Izolované (oddálené) svody

Nemohou-li být z architektonického hlediska svody namontovány na povrchu, měly by být instalovány v otevřených zárezích zdiva. V takových případech musí být obzvlášť dodržena dostatečná vzdálenost mezi svodem a jakoukoli vodivou částí uvnitř stavby, která je uvedena v bodě 6.3. Přímá instalace ve vnější omítce není doporučena, protože omítka může být poškozena oteplením. Mimoto může dojít z důvodu chemické reakce k zabarvení omítky. Poškození omítky je obzvlášť pravděpodobné následkem oteplení a mechanických sil, které jsou způsobeny bleskovým proudem; vodiče s PVC obalem takovým vlivům zabrání.

### 5.3.4 Instalace

svody systému ochrany před bleskem (LPS– *Lightning Protection System*) neoddáleného od chráněné stavby smí být instalovány:

je-li stěna z nehořlavého materiálu, smí se svody umísťovat na stěnu nebo do stěny;

je-li stěna z lehce hořlavého materiálu, smí se svody umísťovat na stěnu, není-li

zvýšení teploty způsobené průchodem bleskového proudu nebezpečné s ohledem na materiál stěny;

je-li stěna z lehce hořlavého materiálu a zvýšení teploty svodů je nebezpečné, musí být svody umístěny tak, aby vzdálenost mezi svody a stěnou byla větší než 0,1 m; součásti pro uchycení se smí dotýkat stěny. Není-li možné zajistit dodržení vzdálenosti mezi svodem a hořlavým materiálem, měl by být průřez svodů minimálně 100 mm<sup>2</sup>.

### E.5.1.1 Neizolovaný (neoddálený) LPS

Ve většině případů může být vnější LPS připevněn ke chráněné stavbě. Mohou-li tepelné účinky v bodě úderu blesku nebo ve vodičích vedoucích bleskový proud způsobit škodu na stavbě nebo jejím vnitřním vybavení, měly by být vzdálenosti mezi vodiči LPS a hořlavým materiálem nejméně 0,1 m.

### Poznámka:

Obvyklé případy jsou:

stavby s hořlavou krytinou,

stavby s hořlavými stěnami.

### E.5.6.2.2 Ochrana proti korozi – výňatek (tento bod je velmi důležitý pro volbu materiálu vhodného pro uložení do zdi nebo betonu)

Měděné části by neměly být instalovány nad pozinkovanými nebo hliníkovými částmi, není-li uskutečněna ochrana proti korozi.

Extrémně jemné částice se uvolňují z měděných částí, což vede k silnému koroznímu poškození pokovených částí, dokonce i tam, kde měď a pokovené části nejsou v přímém kontaktu. Hliníkové vodiče by neměly být v přímém kontaktu s vápennými plochami stavby, jako je beton a omítka z vápence, a nikdy by neměly být použity v zemi.

### Jak na skrytý svod?

Uvedené požadavky určují počet variant skrytého svodu (když investor či architekt nedají jinak, než že svod bude skrytý). U staveb bez tepelné izolace je třeba svod uložit do otevřeného zárezu ve zdivu a fixovat jej vhodnými podpěrami vedení. Problémem bude, jak zajistit, aby omítka nebyla v přímém kontaktu s holým drátem vzhledem k zabezpečení chemické stálosti materiálu svodu a omítky. Proto by

bylo vhodnější uložit drát do netřísťivé trubky (norma o ochranných trubkách vůbec nehovoří). Avšak vzhledem k běžným cenám těchto trubek bude cenově výhodnější použít drát s bezhalogenovou izolací z PVC.

Jinou kapitolou jsou stěny se zateplovacími systémy. Klasická tepelná izolace na bázi čedičových vat představuje nejmenší problém. Nemí-li možné udělat zářez do stěny (např. betonové lité stavby), umístí se svod na stěnu. Opět vzhledem k zamezení možné reakce mezi drátem a prostředím ve vatě je vhodné umístit celý svod do nehořlavé trubky a vždy po asi 0,5 m (norma vyžaduje po 1 m; [obr. 10.4](#)) jej mechanicky upevnit do stěny svorkou a místo přerušení trubky pro jistotu dodatečně



Obr. 10.5



Obr. 10.6

Podpěra vedení nerez 273 019

izolovat. I v tomto případě je výhodnější použít drát s izolací z PVC. Jistě jde o levnější variantu materiálu (o montážní době ani nemluvě). Drát lze přichytit na stěnu svorkami (obj. č. 275 019 a 273 019 – [obr. 10.5](#) a [10. obr. 6](#)). Svod by již neměl být nikdy přístupný a je lepší ho přichytit v menších rozestupech, než doporučuje norma (je třeba dbát na zvýšenou odolnost proti mechanickým účinkům při průchodu bleskového proudu svody). V tomto případě jsou všechny požadavky uvedené v normě splněny. Veškeré materiály jsou nehořlavé a je zamezeno chemickým reakcím. Velmi rozšířenou variantou jsou stěny obložené polystyrenovými deskami. Je možné do této izolace umístit drát svodu? Body 5.3.4 a E.5.1.1 normy ČSN EN 62305-3 hovoří jasně: drát (holý) se nesmí dotýkat hořlavého materiálu stěny, je-

li zvýšení teploty svodů nebezpečné.

## Jaká realizovat opatření?

V lehce hořlavém zateplení (polystyren) musí být vyříznuta drážka tak, aby nebyl možný přímý kontakt mezi svodem a polystyrenem.

Volit takový materiál svodu, jehož oteplení při průchodu bleskového proudu nezpůsobí vzplanutí polystyrenu.

Pro zlepšení vlastností volit drát s izolací z PVC.

První bod bude snadno splnitelný. Několik poznámek ke druhému bodu. Bod vzplanutí polystyrenu se pohybuje v rozpětí 300 až 500 °C. Je ale někde uvedeno, jak se oteplí svod? Naštěstí ano – v ČSN EN 62305-1, Tabulka D3 (v tomto příspěvku viz tab. 1). Zde je možné vyčíst oteplení vodičů z různých materiálů a různých průřezů pro každou třídu ochrany před bleskem (LPL – *Lightning Protection Level*). Třetí bod také nepředstavuje žádný problém.

## Jaký vodič volit pro skryté svody?

### Nerezový

Oteplení nerezového vodiče je opravdu vysoké. s tím jsou spojeny i velké dynamické účinky při průchodu bleskového proudu. A navíc, kdo s tímto materiálem pracoval, potvrdí, že se dost špatně tvaruje. Rozhodně ho nelze použít pro uložení v polystyrenu (s izolací z PVC se ani nevyrábí, neboť to vzhledem k jeho chemickým vlastnostem a určení rozsahu použití není třeba).

### Pozinkovaná ocel

Oteplení tohoto vodiče je podstatně menší než u nerezového vodiče, ale opracovatelnost je téměř stejná. Pro uložení do zateplovacích systémů (hořlavých) asi nebude doporučena – teplota se přeci jen dost zvýší. Vyrábí se s pláštěm z PVC, ale spíše pro zalití do betonových stěn.

### Měď

S ohledem na oteplení je tento materiál pro hromosvod



Obr. 10.7



vůbec nejvhodnější. Ovšem vzhledem k „příšerným“ chemickým reakcím mědi v podstatě s čímkoliv (a velmi vysoké ceně) rozhodně není vhodná pro uložení tam, kde na ni již nebude vidět. s pláštěm z PVC se nevyrábí. Všechny uvedené materiály mají další nepříjemnou vlastnost, a tou je

pružení, takže srovnat takové svody představuje leckdy značný mechanický zásah (trhnutí drátem)– o práci s těmito dráty na střeše nebo na stěnách ani nemluvě (všichni hromosvodáři vědí, o čem je zde řeč).

## Slitina hliníku AlMgSi

Tento materiál se jeví jako nejlepší

varianta. Oteplení je velmi nízké, s materiálem se pracuje velmi dobře, nepružní. Chemické vlastnosti jsou lepší než u mědi a lze je podstatně vylepšit použitím drátu s izolací z PVC. Obecné doporučení je používat všechny svorky v nerezovém provedení. U svodů, které jsou skryté, se

Průřez (mm <sup>2</sup> )	Materiál												Tab. 10.1
	hliník			měkká ocel			měď			nerezová ocel*			
	W/R (MJ/Ω)												
	2,5	5,6	10	2,5	5,6	10	2,5	5,6	10	2,5	5,6	10	
4	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
10	564	–	–	–	–	–	169	542	–	–	–	–	
16	146	454	–	1 120	–	–	56	143	309	–	–	–	
25	52	132	283	211	913	–	22	51	98	940	–	–	
50	12	28	52	37	96	211	5	12	22	190	460	940	
100	3	7	12	9	20	37	1	3	5	45	100	190	
*austenická nemagnetická													

\*austenická nemagnetická

■ měrná energie stanovená podle LPL (2,5 – LPL III a IV; 5,6 – LPL II; 10 – LPL I nebo také LPL III a IV – 100 kA; LPL II – 150 kA; LPL I – 200 kA)

■ vodič o průměru 8 mm

Měřeno při průchodu bleskového proudu jedním vodičem. V praxi se blesk rozdělí do více svodů.



nesmí zapomenout na další fyzikální vlastnost kovu, tepelnou roztažnost. Rozdíl teploty nebude tak velký jako na střeše, kde se uvažuje rozdíl teploty léto–zima až 100 °K, a proto je možné hodnoty uvedené v tab. 2 o něco snížit.

## Závěr

Autoři doporučují skrytým svodům se raději vyhnout. Není-li to možné, tedy je realizovat podle zde uvedených postupů. Svody uložené v polystyrenových izolacích používat pouze ve stavu nejvyšší nouze! U výškových budov skryté svody s ohledem na tepelnou roztažnost kovu konstruovat z materiálu AlMgSi s obalem z PVC a ponechat záměrně drobné nerovnosti. Hliník má sice velkou tepelnou

roztážnost, vzhledem ke své relativní měkkosti se však materiál „vynese“ bez rizika vytržení podpěry ze zdi. Dalším řešením skrytých svodů je využití okapových rour. Jsou-li z mědi nebo z titanizinku, v současné době často používaného, a spoje jsou alespoň nýtované, je možné je využít jako svody. Nevyhoví-li celkový průřez roury doporučenému průřezu svodu (více článek 5.6.2, Tabulka 6 v normě ČSN EN 62305-3), je možné svod přichytit k rouře a schovat jej za ni (obr. 10.7). K tomuto příspěvku očekávají autoři rozsáhlou diskusi a zároveň uvítají další podněty a zkušenosti s konstrukcí skrytých svodů.

## Obrázky:

Obr. 10.1 Holý drát AlMgSi poškozený chemickou reakcí

Obr. 10.2 Nový drát AlMgSi (vlevo nahoře), drát AlMgSi poškozený chemickou reakcí s fasádou po čtyřech měsících (vpravo dole)

Obr. 10.3 Manžety proti stékání vody (276 056 – šedá, 276 057 – hnědá)

Obr. 10.4 Mechanické upevnění svodu svorkou do stěny

Obr. 10.5 Přichycení DEHNALU drátu s PVC izolací na stěny svorkami

Obr. 10.6 Nerezová podpěra vedení (273 019)

Obr. 10.7 Svod (přichycený) a schovaný za rourou

Tab. 1. Oteplení vodičů s různým průřezem v závislosti na W/R

Tab.2. Změna délky vodičů v závislosti na teplotě

## Zdroje:

[1] Fotografie DEHN + SÖHNE GmbH + Co.KG.

[2] Obrázky Dalibor Šalanský.

[3] <http://diskuse.elektrika.cz/>.

[4] ČSN EN 62305-1 (-2,-3), ČSN EN 50164-1 (-2).

Materiál	Koeficient prodloužení $\alpha$ ( $10^{-6} \text{ K}^{-1}$ )	Změna délky $\Delta L$ $\Delta L = \alpha L \Delta T$ původní délka vodiče $L = 1 \text{ m} = 1\,000 \text{ mm}$ změna teploty pro střechu: $\Delta T = 100 \text{ K}$	Tab. 10.2
ocel	11,5	$\Delta L = 11,5 \cdot 10^{-6} \times 1\,000 \times 100 = 1,15 \text{ mm}$ (tj. 1,15 mm/m)	
nerezová ocel	16,0	$\Delta L = 16 \cdot 10^{-6} \times 1\,000 \times 100 = 1,6 \text{ mm}$ (tj. 1,6 mm/m)	
měď	17,0	$\Delta L = 17 \cdot 10^{-6} \times 1\,000 \times 100 = 1,7 \text{ mm}$ (tj. 1,7 mm/m)	
hliník	23,5	$\Delta L = 23,5 \cdot 10^{-6} \times 1\,000 \times 100 = 2,35 \text{ mm}$ (tj. 2,35 mm/m)	

## CENTRUM HROMOSVODÁŘŮ A ELEKTROTECHNIKŮ

- pro všechny montéry  
projektanty a revizní techniky
- hromosvody podle nové normy  
ČSN EN 62305
- DEHNiso Combi, vodiče HVI a CUI  
teorie, ale hlavně **PRAXE!!!**

31.1.2008 byl slavnostně zahájen provoz unikátního školicího centra. Bylo zbudováno ve spolupráci s firmou LUMA Plus s.r.o., DEHN+SÖHNE a Střední školou energetickou a stavební. Centrum se nachází v Chomutově a nabízí své služby v oblasti ochrany před bleskem. Máte-li zájem toto centrum navštívit a leccemu se přiučit, použijte tento odkaz:

[www.kniska.eu/centrum](http://www.kniska.eu/centrum)



## AUTOMA

**automatizace, regulace  
a průmyslová informatika**



**časopis vychází měsíčně**

- / automatizace technologických a obchodních procesů
- / programovatelné automaty
- / průmyslová elektronika
- / měření a regulace
- / čidla a akční členy
- / roboty a manipulátory
- / výpočetní technika pro automatizaci
- / aplikační software
- / informační, řídicí a zabezpečovací systémy
- / bezpečnost zařízení automatizační techniky
- / profity firem, veletrhy, zajímavosti z výzkumu

cena 48 Kč  
roční předplatné 576 Kč  
roční předplatné pro studenty 456 Kč

**[www.automa.cz](http://www.automa.cz)**

předplatné: FCC PUBLIC s. r. o., Pod Vodárenskou věží 4, 182 08 Praha 8,  
tel.: 286 583 011-12, 266 052 804, fax: 284 683 022, e-mail: automa@fccgroup.cz

## ELEKTRG

**silnoproudá  
elektrotechnika v praxi**



**časopis vychází měsíčně**

- / provoz, údržba a revize elektrických zařízení
- / elektrické stroje a přístroje
- / elektrické rozvody a instalace
- / normy a předpisy
- / měření a zkoušky jakosti
- / informace pro projektanty, provozní techniky a montážníky
- / bezpečnost elektrických zařízení
- / trh, obchod a podnikání
- / činnost elektrotechnických sdružení a společenství

cena 48 Kč  
roční předplatné 576 Kč  
roční předplatné pro studenty 456 Kč

**[www.eel.cz](http://www.eel.cz)**

předplatné: FCC PUBLIC s. r. o., Pod Vodárenskou věží 4, 182 08 Praha 8,  
tel.: 286 583 011-12, 266 052 804, fax: 284 683 022, e-mail: elektro@fccgroup.cz



## SVĚTLO

### světelná technika a osvětlování



časopis vychází 6× ročně

- / světelné zdroje a svítidla
- / světelnotechnická zařízení
- / provoz a údržba osvětlení
- / měření a výpočty
- / technicko-ekonomická hlediska
- / účinky a užití optického záření
- / normy, předpisy a doporučení
- / činnost odborných organizací
- / veletrhy a výstavy
- / z odborného tisku
- / trh, obchod, podnikání
- / osvětlení vnitřních prostor

cena 48 Kč

roční předplatné 288 Kč

roční předplatné pro studenty 228 Kč

[www.svetlo.info](http://www.svetlo.info)

předplatné: FCC PUBLIC s. r. o., Pod Vodárenskou věží 4, 182 08 Praha 8,  
tel.: 286 583 011-12, 266 052 804, fax: 284 683 022, e-mail: svetlo@fccgroup.cz

vydavatelství

## FCC PUBLIC

### Svět techniky na stránkách knih a časopisů



[www.fccpublic.cz](http://www.fccpublic.cz)

objednávky předplatné: FCC PUBLIC s. r. o., Pod Vodárenskou věží 4, 182 08 Praha 8,  
tel.: 286 583 011-12, 266 052 804, fax: 284 683 022, e-mail: public@fccgroup.cz



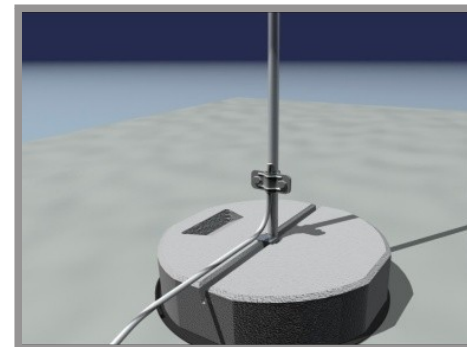
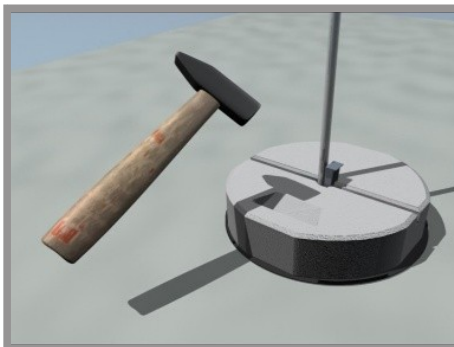
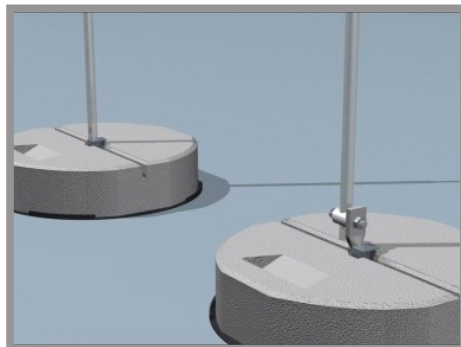
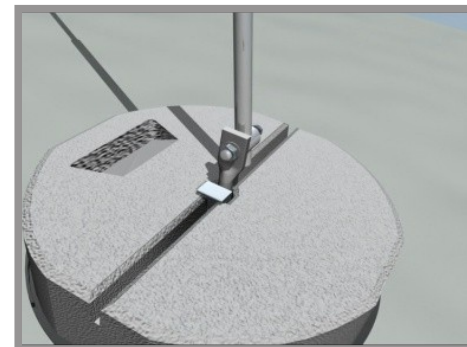
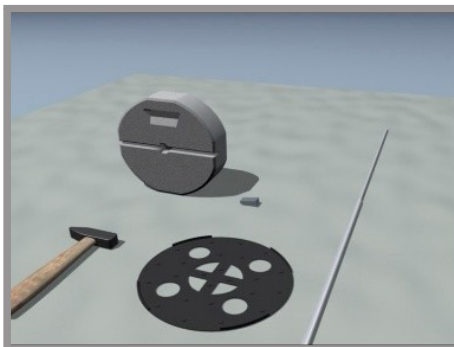
## ANIMACE DRUHÁ - [www.kniska.eu/animace](http://www.kniska.eu/animace)

Ukazuje práci s jímací tyčí, betonovým základem a sklonovým adaptérem. To vše pro střechy se sklonem až 10°.

Délka 4:17

1) pro ploché střechy  
se sklonem do cca 3°

2) pro ploché střechy  
se sklonem do max. 10°



## SOFTWARE DRUHÝ - [www.kniska.eu/software](http://www.kniska.eu/software)

Posun valivébleskové koule; určuje, o kolik se propadne valivá koule dotýkající se země a dvou jímačů.

**Milanův výpočet posunu valivé koule dotýkající se dvou jímačů vodorovným směrem soběžně se zemí**

**Prepočti** **Konec**

Třída LPS  
☐ LPS I ☒ LPS II ☐ LPS III ☐ LPS IV

Poloměr valivé koule = 30 m

Rozteč jímačů L = 10,20 m

Výška jímačů H = 1,40 m

**Posun valivé koule**

Y = 0,13184 m

**Průvės koule v rovině procházející středem koule**

X = 0,4366781 m

Výpočetní program č. H 02 verze 1.00  
posunu valivé koule dotýkající se dvou jímačů  
vodorovným směrem soběžně se zemí

Vzniklo za podpory Elektrotechnické společnosti ČR  
pro potřeby školícího hromosvodářského střediska  
v Chomutově:  
[www.kniska.eu/centrum](http://www.kniska.eu/centrum)

**DEHN** ... s jistotou **DEHN.**

**kníška** **Elektrika.cz** Ing. Milan Kaucký - K. M. Technik

Software volně ke stažení na [www.kniska.eu](http://www.kniska.eu).  
Po registraci budete upozorňováni na aktuální verze.

## LPZ 0<sub>C</sub> – co to vlastně je?

Před zavedením nové řady norem ČSN EN 62305 (Ochrana před bleskem) byl již definován termín možné ohrožení osob nacházejících se v blízkosti svodů v okamžiku zásahu blesku. Takovéto situace bohužel i nastaly, proto se tento požadavek v normě objevil. Oproti očekávání se požadavek na uvedenou část zabezpečení v normě jako LPZ 0C (Lightning Protection Zone, zóna ochrany před bleskem) neobjevil, ale jeho náplň je konkrétně definována v ČSN EN 62305-3 jako:

8. Ochranná opatření před úrazem osob dotykovým a krokovým napětím

8.1 Ochranná opatření proti dotykovým napětím. V okolí svodů LPS (Lightning Protection System, systém ochrany před bleskem) vně stavby mohou vzniknout za určitých podmínek životu nebezpečná dotyková napětí, i když je systém LPS vyprojektován a instalován podle předepsaných pravidel.

Toto nebezpečí může být zmenšeno na přípustnou úroveň, budou-li splněny tyto podmínky:

a) pravděpodobnost přiblížení nebo doba výskytu osob vně stavby a v okolí svodů je velmi malá,

b) soustava náhodných svodů je tvořena z více nosníků rozsáhlé kovové konstrukce stavby nebo z více ocelových armovaných sloupů stavby, je-li zajištěno elektrické vodivé spojení,

c) rezistivita vrchní vrstvy půdy v okruhu do 3 m od svodu není menší než 5 k $\Omega$  .

*Poznámka: Vrstva izolačního materiálu, např. asfaltu o tloušťce 5 cm (nebo vrstva šterku o tloušťce 15 cm), všeobecně snižuje nebezpečí na přípustnou hodnotu.*

Nebude-li žádná z těchto podmínek splněna, musí být učiněna tato ochranná opatření před úrazem živých bytostí dotykovým napětím:  
izolace odkrytého svodu zajišťuje impulzní

výdržné napětí 100 kV, 1,2/50  $\mu$ s (např. n e j m é n ě 3 m m z a s í ť o v a n ý m polyetylenem),

fyzická zábrana a/nebo výstražná tabulka, aby se snížila pravděpodobnost dotyku svodů. Ochranná opatření musí odpovídat příslušné normě (viz ISO 3864-1).

8.2 Ochranná opatření proti krokovým napětím. V okolí svodů vně stavby mohou vzniknout za určitých podmínek životu nebezpečná dotyková napětí, ačkoliv je systém LPS vyprojektován a instalován podle předepsaných pravidel.

Toto nebezpečí může být zmenšeno na přípustnou úroveň, budou-li splněny následující podmínky:

a) pravděpodobnost přiblížení nebo doba výskytu osob vně stavby a v okolí svodů je velmi malá,

b) rezistivita vrchní vrstvy půdy v okruhu do 3 m od svodu není menší než 5 k $\Omega$  .

*Poznámka 1: Vrstva izolačního materiálu, např. asfaltu o tloušťce 5 cm nebo vrstva šterku o tloušťce 15 cm), všeobecně snižuje nebezpečí na přípustnou hodnotu.*

Není-li žádná z těchto podmínek splněna, musí být učiněna následující ochranná opatření před úrazem živých bytostí způsobených krokovým napětím:

ekvipotenciální vyrovnaní mřížovou uzemňovací soustavou,

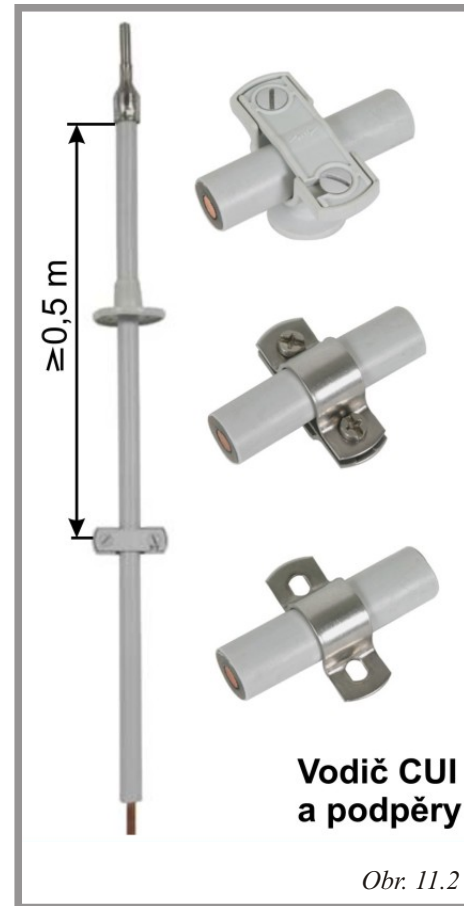
fyzickou zábranou a/nebo výstražnou tabulkou, aby se snížila pravděpodobnost vstupu do nebezpečné oblasti v okruhu do 3 m od svodu.

Ochranná opatření musí odpovídat příslušné normě (viz ISO 3864-1)

Je třeba si uvědomit, že tento požadavek zcela určitě nebude řešen u každé stavby. Není problém upozornit majitele rodinného domku nebo výrobního závodu na toto riziko v tom smyslu, že se za bouřky okolo svodů nechodí. V případě výrobního podniku, administrativní budovy, resp. u objektů, které v 99 %



navštěvují stále stejní lidé, je vhodné tuto skutečnost zanést do provozního předpisu a všechny zaměstnance na to důrazně při zaškolování upozornit. Pro varování návštěvníků je možné poblíž svodů umístit výstražné tabulky (obr.11.1), které budou před tímto nebezpečím varovat.



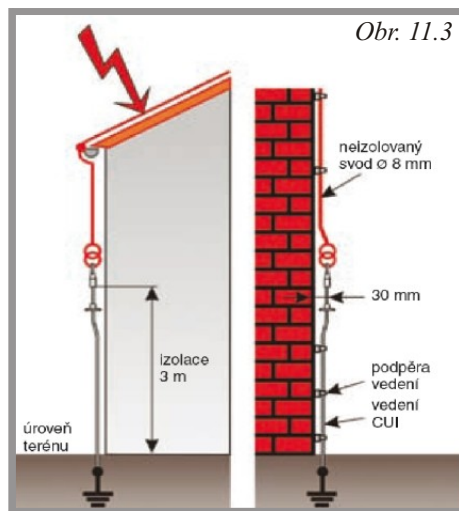
Obr. 11.2



V jakém případě by tedy toto opatření nebylo dostatečné?

Jde především o budovy, které jsou svou podstatou určeny ke shromažďování více osob, a navíc nelze v tomto případě předpokládat, že zde budou přítomny osoby uvědomující si toto nebezpečí. Jsou to např. mateřské a základní školy, kulturní domy, hypermarkety a různé jiné shromažďovací objekty. Extrémní riziko hrozí obzvláště u objektů, kde se konají masové akce. Nelze předpokládat, že čekající dav před vchodem při začátku bouřky ustoupí do bezpečné vzdálenosti od svodů hromosvodu (zřejmě nepomůže ani výstražná tabulka). Na tuto skutečnost by mělo být pomýšleno především v okamžiku, kdy celý projekt vzniká, a bylo by třeba řešit situaci úpravou jímací soustavy nebo i objektu tak, aby tento nebezpečný prostor nemohl vzniknout. Nepodaří-li se uvedené opatření běžným způsobem realizovat, jak z toho ven? Naštěstí existuje již běžně vyráběná

součást pro svody, kterou je vodič CUI (obj. č. 830 208 – obr. 11.2), který plní požadavky na izolační pevnost danou zmíněným článkem normy. Vodič se vzhledem k prostorově vytyčeným rozměrům rizikového prostoru dodává v délkách 3,5 a 5 m. Prioritně je určen pro instalaci na zeď, ale není problém vyrobit variantu bez ochranného kloboučku pro instalaci jako skrytý svod.



Obr. 11.3

Vlastní zkušenost

Cestovali jsem do Německa a cestou se zastavili na „rauchpauze“. A jak už je u nás zvykem (profesionální deformace!), nejen že se neustále bavíme o práci, ale ještě se rozhlížíme. A tak nás zaujal objekt toalety na parkovišti, která byla postavena v kombinaci oceli a dřeva. Střecha byla využita jako náhodný jímáč v souladu s požadavky danými předchozí normou DIN VDE. Při zběžné prohlídce svodů jsme si všimli velmi zajímavého detailu. U svodu byla umístěna výstražná tabulka s textem „Ohrožení života při bouřce. Dodržovat odstup!“ (obr. 11.4). I přesto, že šlo o starší objekt postavený před zavedením nového souboru norem v SRN, provozovatel zařízení takto omezil rozsah své zodpovědnosti za případná zranění či smrt. Je diskutabilní význam upozornění bez piktogramu a v provedení pouze v národním jazyce, ale je to stále lepší než nic pro všechny dotčené strany. Ochranu před nebezpečným krokovým napětím lze

rozhodně vyřešit snadněji a pomocí standardních prvků, ať již jde o asfalt, nebo o instalaci mřížové zemnicí soustavy, popř. postupného klesání zemnicích pásů. Záměrem tohoto článku rozhodně není rozpoutat paniku, ale naopak upozornit na možné ohrožení nepoučených (a mnohdy i nepoučitelných) osob.

## Obrázky:

Obr. 11.1 Výstražná tabulka

Obr. 11.2 Vodič CUI a podpěry

Obr. 11.3 Použití vodiče CUI

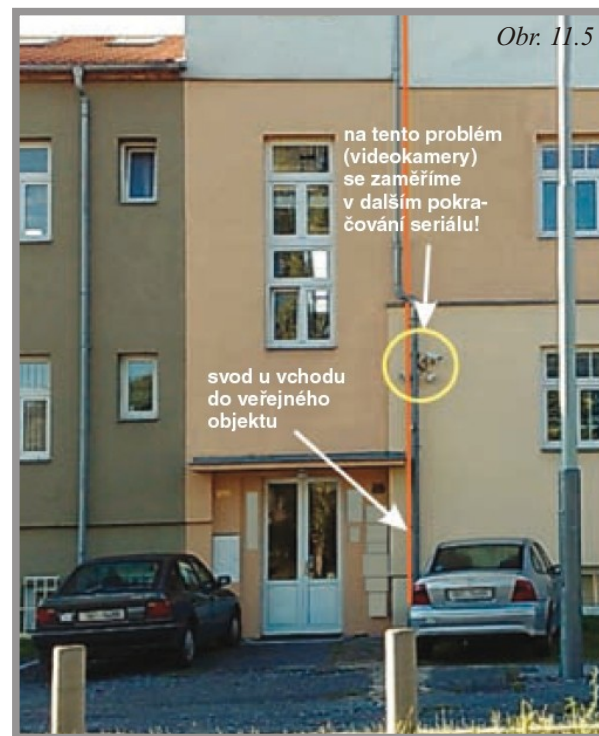
Obr. 11.4 Umístění tabulky s varovným textem

Obr. 11.5 Příští téma – videokamery

## Zdroje:

[1] Obrázky a zpracování Dalibor Šalanský.

[2] ČSN EN 62305-3.



## ZPRÁVA Z TISKU (ELEKTRO 10/2007)

První elektronická KníŠka o ochraně před bleskem. Na veletrhu Amper 2007 byla v prostorách vydavatelství FCC Public slavnostně pokřtěna První elektronická KníŠka o ochraně před bleskem. Jejím autory jsou Jan Hájek a Dalibor Šalanský, s nimiž se čtenáři pravidelně setkávají i na stránkách časopisu Elektro nebo serveru ElektriKa.cz v populárním seriálu Tipy a triky. KníŠka je ve formě přibližně 12MB souboru pdf volně ke stažení na adrese [www.kniska.eu](http://www.kniska.eu), poměr cena/výkon je tedy velmi příznivý. KníŠku si stáhlo již téměř dva tisíce zájemců a několik stovek dalších si napsalo na e-mail [kniska@elektriKa.cz](mailto:kniska@elektriKa.cz) o její verzi na CD-ROM, která obsahuje i zajímavé animace z praxe. Na konci 102 stránkového dokumentu je část věnovaná internetovým diskuzím, z nichž vycházely požadavky na jednotlivé díly. Tento materiál je určen pro odbor níky požadující další informace na doplnění svého odborného rozhledu. Články jsou vhodně doplněny názornými ukázkami na fotografiích, nebo perokresbách. Nechybí ani vysvětlující tabulky a výpočty.

A jaké byly poslední údaje ?

Za necelý rok od vydání si KníŠku z internetu stáhly téměř 4000 čtenářů, na CD při různých příležitostech ji obdrželo více než 500 dalších. Dozvěděli jsme se i o jiných formách obdržení od přátel, či přes firemní sítě. To, že by naše KníŠka o ochraně před bleskem zajímala tak velkou čtenářskou obec, nás překvapilo a zároveň donutilo udělat několik kroků dopředu.

**Elektrika.cz**  
*elektrotechnika*  *každý den*

**Třídíme pro vás**  
**ODBORNÉ INFORMACE**



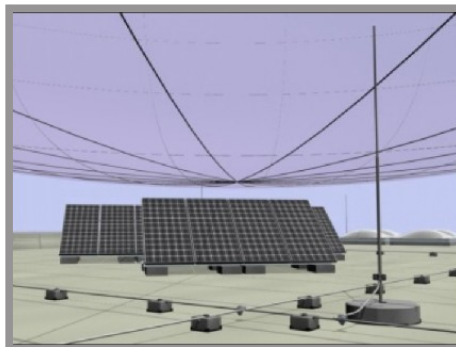
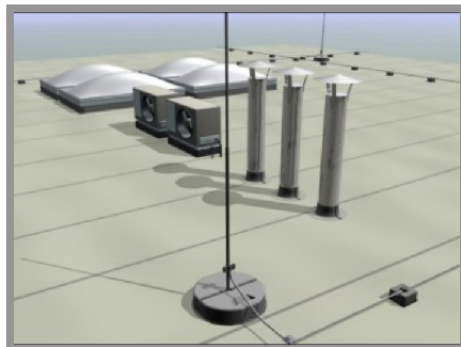
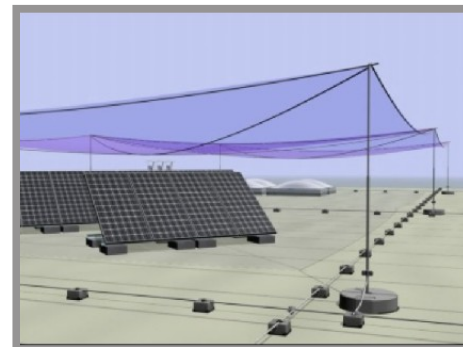
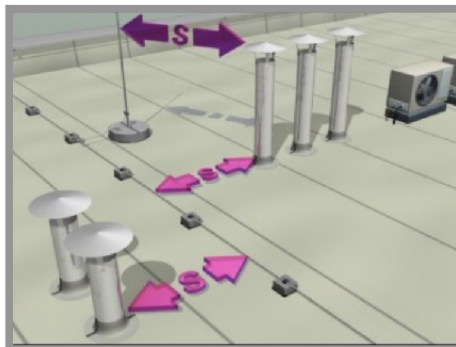
***www.elektrika.cz***



## ANIMACE TŘETÍ - [www.kniska.eu/animace](http://www.kniska.eu/animace)

Použití a vhodné rozmístění jímacích tyčí na plochých střechách

Délka 2:55



## SOFTWARE TŘETÍ - [www.kniska.eu/software](http://www.kniska.eu/software)

Ochranný prostor; určuje vzdálenost ochranného prostoru při použití metody valivé bleskové koule.

Milanův výpočet ochranného prostoru valivé koule uprostřed mezi dvěma jímači

**Přepočti** **Konec**

Třída LPS  
☐ LPS I ☒ LPS II ☐ LPS III ☐ LPS IV

Poloměr valivé koule = 30 m

Rozteč jímačů  $L = 7,10$  m  
 Výška jímačů  $H = 1,60$  m  
 Vzdálenost  $v = 7,40$  m

Vypočtené hodnoty:  
 Výška ochranného prostoru ve vzdálenosti 7,4 m  
 Je [m]: **0,0805317493624678**

Střed kružnice zobrazující valivou kouli:  
 vodorovně od jímače: 9,5966837731209 m  
 ve výšce od země: 30 m

Výpočetní program č. H 04 verze 1.00  
 Velikost ochranného prostoru jímací soustavy uprostřed mezi dvěma jímači  
 Vzniklo za podpory Elektrotechnické společnosti ČR pro potřeby školního hromosvodářského střediska v Chomutově:  
[www.kniska.eu/centrum](http://www.kniska.eu/centrum)

Software volně ke stažení na [www.kniska.eu](http://www.kniska.eu)  
 Po registraci budete upozorňováni na aktuální verze

Lug. Milos Kaucký - K. M. Terka  
 Elektrika.cz  
 kníška

**DEHN** ... s jistotou DEHN.

## Ochrana před bleskem pro kamerové „sledovací“ systémy

S kamerovými sledovacími systémy se lze setkat téměř na každém kroku (myšleno především ve městech), kde videokamery dokumentují činnost, ať chceme, nebo nechceme (především asi nechceme). Provozovatelé těchto systémů se na nás díky tomuto „boomu“ velmi často obracují s dotazy, jak tento dohledový systém zabezpečit tak, aby nebyl ohrožen přepětím atmosférického ani spínacího původu.

Aplikace dohledového systému lze rozdělit do několika základních skupin:

Kamerový systém pro dohled nad provozem uvnitř objektu – typickým místem je obchod a jeho prostory či výrobní podnik,

Kamerový systém pro dohled nad určitou lokalitou – zde jde o systémy nejčastěji provozované městy, ale i podniky např. pro

snížení trestné činnosti (mezi tyto systémy lze zařadit i panoramatické tzv. horské kamery),

Kombinovaný kamerový systém – dohled nad celým areálem s kamerami vně objektu, např. nad čističkami odpadních vod s velkou plochou, nebo dohled nad okolím, např. nad parkovištěm administrativní budovy, ale např. i dohled nad okolím a vnitřním prostorem benzinové pumpy.

Pro zjednodušení je zde uvedeno několik modulů pro řešení problému s ochranou:

kamera uvnitř objektu,

kamera vně objektu v ochranném prostoru jímací soustavy ve větší než dostatečné vzdálenosti s,

kamera vně objektu v ochranném prostoru jímací soustavy spojená s jímací soustavou nebo vodivou součástí na ni připojenou, popř. kamera umístěná v menší než dostatečné vzdálenosti s od jímací soustavy,

kamera vně objektu mimo ochranný prostor jímací soustavy,

centrální zařízení zpracovávající obraz ve velínu se vstupy z objektu a venkovních prostor,

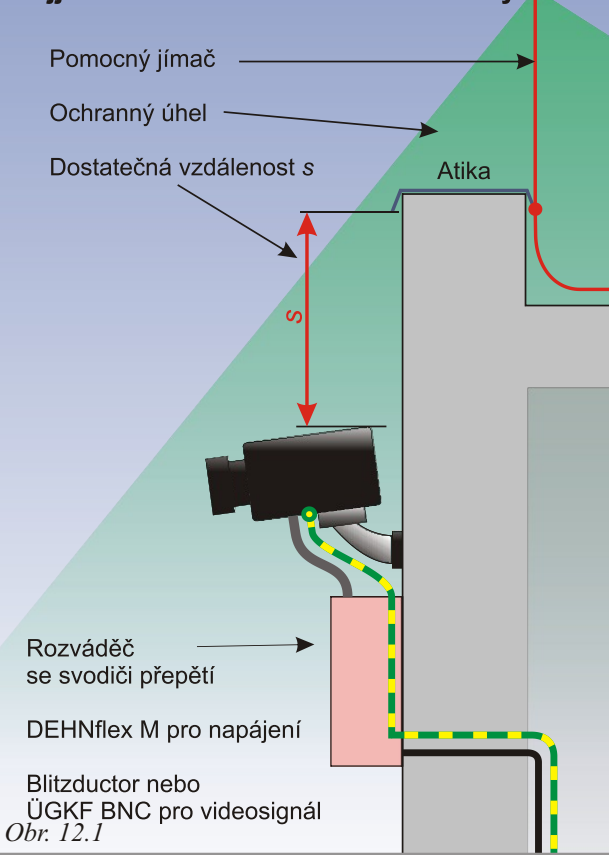
centrální zařízení zpracovávající obraz ve velínu se vstupy pouze z objektu.

(Každý modul lze ještě rozdělit na ostrovní zařízení s bezdrátovým přenosem informací a zařízení propojené do systému vodiči.)

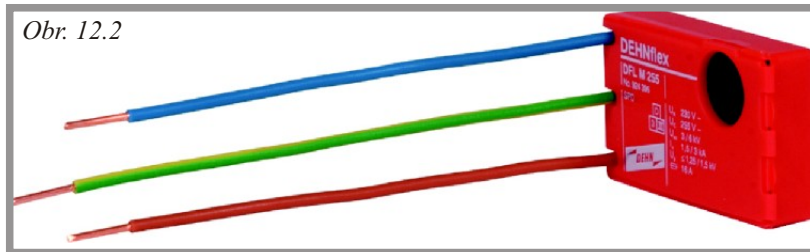
### Kamera uvnitř objektu

Toto je nejjednodušší varianta ochrany (analog. obr. 12.1). V první řadě je třeba zkontrolovat místní potenciálové vyrovnaní tak, aby kamera a její okolí měly „zem“ shodnou s napájecím obvodem a potenciálem řídicího pracoviště – to je ale základní předpoklad úspěšné ochrany všeobecně. Napájecí obvod kamery (co nejbližší ke kameře) je třeba ochránit svodičem přepětí Typ 3, např. modulem DEHNflex (obj. č. 924 396 – obr. 12.2).

## Nejjednodušší ochrana videokamery



Obr. 12.2



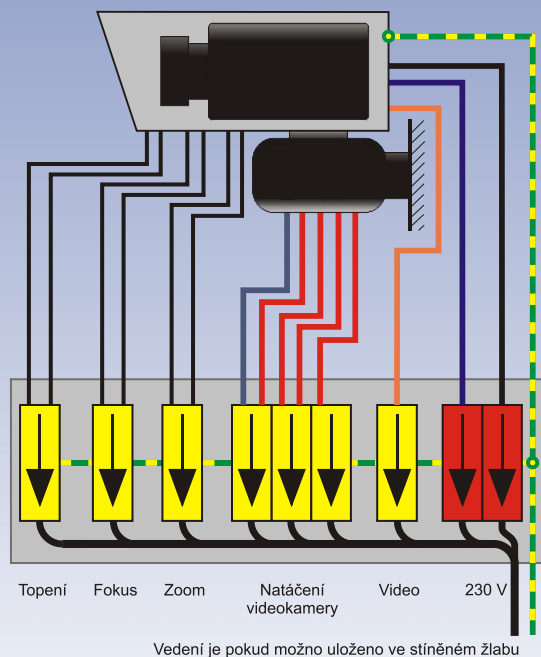
Je-li kamera napájena malým napětím, je nutné zvolit vhodný typ svodiče, např. z řady Blitzductor CT ME. Výběr závisí na velikosti napájecího napětí a na proudu odebíraném kamerou. Zároveň je vhodné instalovat ještě svodič přepětí pro ochranu ze strany video-signálu, např. Blitzductor XT ML4 ME HF5 (obj. č. 919 570) při dvou vodičovém provedení, popř. ÜGKF BNC pro koaxiální vodič s impedancí 75 Ω. Některé videokamery (obr. 12.3) jsou vybaveny ovládáním zoomu, fokusu a natáčením do všech směrů (u kamer umístěných venku přibude i vnitřní vyhřívací). Všechny tyto vodiče je možné ochránit např. svodiči přepětí Blitzductor XT ML4 ME 24 (obj. č. 919 523) při ovládacím napětí 24 V. Při jiných ovládacích napětích lze volit ze širokého rozsahu napěťových úrovní svodičů.

**Kamera vně objektu v ochranném prostoru jímací soustavy ve větší než dostatečné vzdálenosti s**

Při tomto použití kamery lze volit ze dvou variant: kamera umístěná v přirozeném ochranném prostoru jímací soustavy, např. pod atikou fungující jako náhodný jímač či v ochranném prostoru jímací tyče, nebo dodatečně



Příklad ochrany plně "vybavené" videokamery



Videokamera je umístěna v ochranném úhlu jímací soustavy, je dodržena dostatečná vzdálenost s. Žlutě označené svodiče jsou řady Blitzductor CT MD, pro videosignál je vhodný modul ÜGKF BNC, červeně označený je modul DEHNflex M, případně dvojice svodičů DEHNguard 275.

Obr. 12.3

vytvoření ochranného prostoru jak klasickými prvky pro jímací soustavu, tak moderními komponentami, jako jsou distanční vzpěry DEHNiso Combi či vodič HVI.

V prvním případě je možné postupovat v podstatě stejně jako u instalace kamery ve vnitřním prostředí. Ale kromě kontroly potenciálového vyrovnání v místě její instalace je třeba důkladně překontrolovat, zda je kamera se svým příslušenstvím opravdu v ochranném prostoru jímací soustavy. Dostatečná vzdálenost s musí být dodržena nejenom od těla videokamery, ale i od všech vodičů po celé jejich délce. Pro ochranu tohoto vedení lze použít stejné svodiče přepětí jako v předchozím případě.

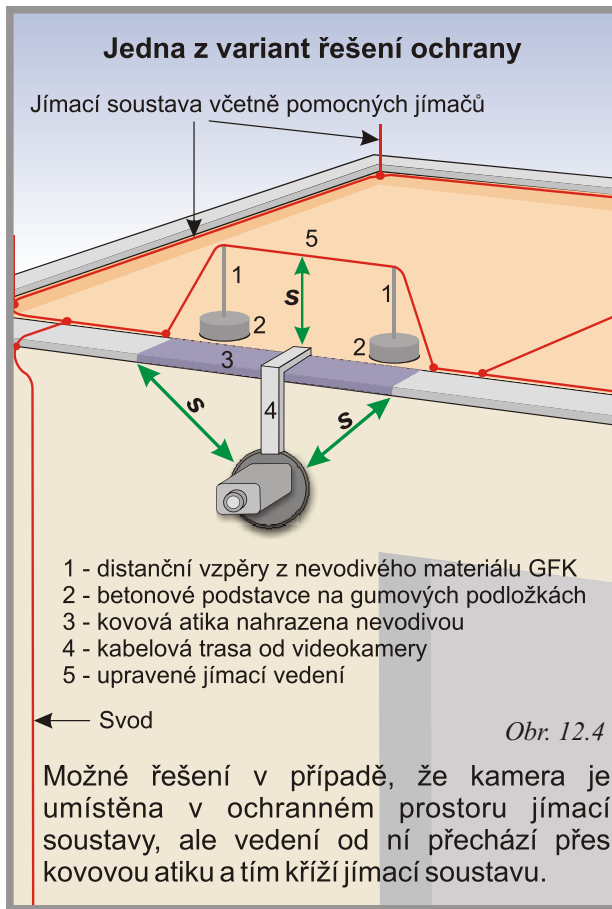
Ve druhém případě je nutné zajistit, aby kamera byla v ochranném prostoru jímací soustavy. Je-li kamera umístěna např. pod atikou, lze

pouhým vztyčením samonosného pomocného jímáče dosáhnout požadovaného výsledku. Často se ale stává, že vedení od kamery je uloženo ve žlabu, který je veden přímo přes plechovou atiku (obr. 12.4). V tomto případě je celý systém ochrany metodou oddálení znehodnocen. Jedním z možných řešení je výměna existujícího oplechování atiky za díl z nevodivého materiálu. V komplikovanějších případech se postupuje tak, že ochranný prostor okolo kamery bude vytvořen distančními vzpěrami systému DEHNiso Combi. Díky velké variabilitě těchto podpěr, svorek, úchyťů a držáků lze ochranný prostor okolo dohledové kamery vybudovat i v podmínkách, kdy v blízkosti není možné umístit klasický jímáč. Ve velkém počtu případů je ekonomicky výhodné i využití oddáleného svodu vedle kamery s vodičem HVI. Je totiž třeba si uvědomit, že varianta

potenciálového vyrovnání na úrovni bleskového proudu je vlivem ceny svodičů poněkud náročnější variantou a přece jen řeší následky. Naproti tomu využitím oddáleného svodu třeba i s vodičem HVI je možné vzniku tohoto ohrožení předejít.

**Kamera vně objektu v ochranném prostoru jímací soustavy spojená s jímací soustavou nebo vodivou součástí na ni připojenou, popř. v menší než dostatečné vzdálenosti s.**

Tento příklad reprezentuje zcela obvyklé umístění kamery na stožáru osvětlení. Vzhledem k její pozici je velmi důležité vytvořit potenciálové vyrovnání mezi zemnicí



soustavou stožáru, napájením kamery a veškerým přenosovým vedením. Výhodou je spojení mezi zemnicí soustavou osvětlovacího stožáru a zemnicí soustavou objektu, odkud je vedeno napájecí a datové napojení kamery (zde začíná být patrná výhoda oddálení s vodičem HVI). Ochranný prostor vzniklý stožárem je velmi důležitý – zabrání destrukci kamery při jejím využití jako náhodného jímáče. Část bleskového proudu, která poteče přes kabely, bude rovněž s největší pravděpodobností menší. V případě tohoto umístění bude důležité co nejbližší ke kameře nainstalovat svodiče bleskových proudů – pro ochranu napájecího napětí např. kombinovaný svodič bleskových proudů a přepětí Typ 1 DEHNventil M TN 255 (obj. č. 951 300), pro ochranu vodičů přenosu obrazu např. Blitzductor MLC BD HF 5 a pro ostatní vedení některý z typů Blitzductor MLC BD (obj. č. 920 371 – obr. 12.5). To se dělá tehdy, když se vyplatí kameru chránit. Varianta „nechránění“ je

také možná, ale musí být zváženy všechny skutečnosti a to, zda její zničení neznamená příliš mnoho komplikací (náklady na výměnu, výpadek provozu, její cena atd.)



Obr. 12.5

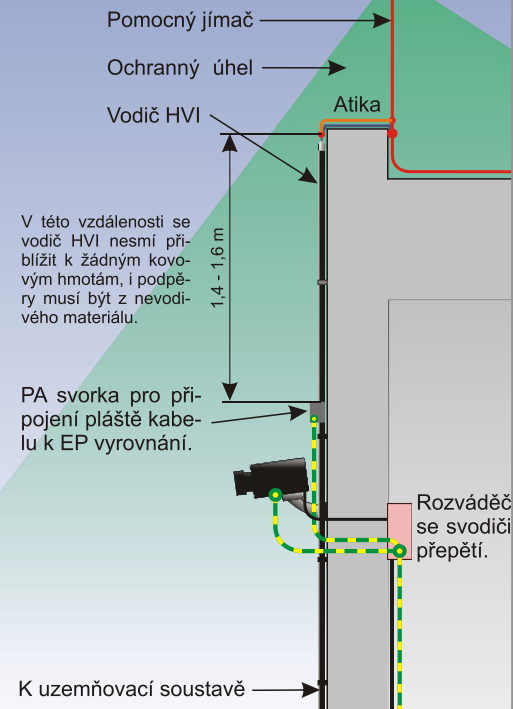
Sečteno a podtrženo – v případě plně vybavené kamery a nutnosti ji chránit mohou náklady na svodiče bleskových proudů vzrůst na 25 až 30 000 korun! Varianta svodu realizovaného vodičem HVI (obr. 12.6) a osazení prostých svodičů přepětí je přece jen levnější.

## Kamera vně objektu mimo ochranný prostor jímací soustavy

Zcela typickým řešením tohoto případu je přehledová kamera na rameni vysunutém do prostoru z rohu objektu, např. pro dohled nad parkovištěm u některého z „monstermarketů“. Jak postupovat za této situace? Rozhodně je třeba z tohoto případu vytvořit některou z již uvedených variant. Kamera by rozhodně neměla fungovat jako náhodný jímáč – to ne-patří mezi její funkce. Při nesouhlasu majitele

## Náhrada klasického svodu vodičem HVI

Obr. 12.6



Řešení ochrany videokamery v případě, že je instalována těsně vedle svodu jímací soustavy. Klasický svod je možno nahradit speciálním vodičem HVI. Kamera není ohrožena přeskokem bleskového proudu ze svodu a v pomocném rozváděči postačí instalovat svodiče přepětí - ne svodiče bleskových proudů.

či provozovatele tohoto systému a nemožnosti zmíněné úpravy realizovat, je třeba si nechat snahu o úpravu písemně potvrdit, aby ten, kdo rozhoduje, převzal za své rozhodnutí i zodpovědnost.

**Centrální zařízení zpracovávající obraz ve velínu se vstupy z objektu a venkovních prostor – kamery ve vnějších prostorech nejsou v ochranném úhlu jímací soustavy, jsou na ni připojeny**

V tomto případě je možné ochranu celé-ho zařízení vyřešit celkem jednoduše. K to-mu je třeba využít znalosti o zónách ochrany před bleskem a především se soustředit na všechny vstupy od kamer do prostoru objektu. Výhodou je, mají-li kamery jedno místo vstupu jak pro napájení, tak pro vodiče přenosu obrazu a další ovládání kamer. Naprosto skvělé je, když všechny kabely jsou vyvedeny jen z jednoho rozváděče speciálně zřízeného k tomuto účelu.

Ideální by bylo umístit svodiče bleskových proudů na každý ze vstu-

pujících napájecích vodičů. Jsou-li vývody k jednotlivým videokamerám rozvětveny až v tomto rozváděči, je možné si dovolit trochu zariskovat a osadit svodičem bleskových proudů jen přívod do tohoto rozváděče, např. modulem DEHNventil M TNS (obj. č. 951 400). Vše, co bude v tomto případě ohroženo, jsou jističe v ceně několika set korun a elektronická výzbroj tohoto rozváděče. Kdyby hodnota této výzbroje byla vyšší nebo by z určitého důvodu byla zvolena vari-anta separátních přívodů zvnitřku objektu, je třeba instalovat svodič bleskových proudů na každý z přivedených vodičů, např. opět kom-binovaný svodič bleskových proudů a přepětí Typ 1 DEHNventil M TN 255 (obj. č. 951 200). Při napájení kamer z různých rozváděčů uvnitř objektu je nutné obdobně vybavit všechny tyto rozváděče. Pro ochranu přivedených vodičů pro přenos obrazu lze použít opět svodiče typu Blitzductor MLC BD HF 5 (obj. č. 919 370) – nezapomenout na patici 919 506 (obr. 12.7)!

Obr. 12.7





Je-li videosignál veden koaxiálním vodičem, situace se poněkud komplikuje. Jednoduchým řešením je instalace modulů ÜGKF BNC (obj. č. 929 010 – obr. 12.8) na vstupy switchu. To jsou ovšem jen svodiče přepětí, které nezpracovávají bleskový proud. Pro vylepšení situace je možné před tyto svodiče nainstalovat svodiče bleskových proudů – např. typ DGA G BNC (obj. č. 929 042); ovšem ta cena... V každém případě je nutné důsledné potenciálové vyrovnání v místě vstupu vodičů dovnitř do objektu. Každý, ale opravdu každý vstupující vodič, který lze „natvrdo“ připojit na zem, se tak připojí, ostatní se při-pojí přes svodiče bleskových proudů. Nesmí se zapomenout na místní potenciálové vyrovnání, které se spojí s každou dostupnou zemí v okolí. Jestliže je z kamerového systému ve-den datový vývod CAT 5 nebo 6, neměla by být opomenuta ani ochrana tohoto výstupu. Tu lze realizovat jednoduše např. modulem DEHNpatch (obj. č. 929 100 – obr. 12.9)

pro systémy do 48 V s konektorem RJ-45.

Obr. 12.8

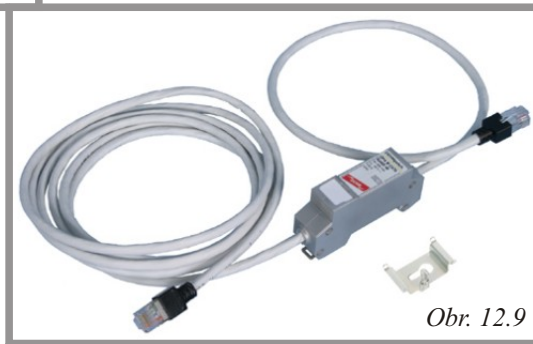


**Centrální zařízení zpracovávající obraz ve velínu se vstupy jen z objektu**

Tento případ je znám především z omezených způsobů použití. Ještě před pár lety totiž monstermarkety zajímalo především to, aby se nekradlo uvnitř obchodních prostor, a

to, co se dělo na parkovišti s vozy klientů, špatné obchodníky nezajímalo.

V omezeném počtu se lze s touto variantou také setkat. Stejným případem jsou v podstatě vnější kamery umístěné v ochranném prostoru jímací soustavy, kdy z jejich strany nehrozí zavlčení části bleskového proudu. Z hlediska ochrany jde opravdu o jednoduché řešení. Na jednotlivé vstupy se do velínu umístí jen svodiče přepětí. Výhoda izolovaných, popř. oddálených hromosvodů je naprosto zřejmá.



Obr. 12.9

Pro napájecí soustavu kamer postačí např. DEHNguard TN 230 FM (obj. č. 952 205 – obr. 12.10). Je-li u některého z vývodů již při montáži zřejmé, že přichází ze zóny zvýšeného ohrožení (např. od velkých spínaných zátěží – motorů atd.), je lepší instalovat pro ochranu těchto vedení svodiče DEHNguard T H LI (obj. č. 950 120 – obr. 12.11) se zvýšenou impulzní odolností do 65 kA. Na datové vstupy se do velínu instalují opět jen svodiče přepětí, např. Blitzductor MOD MD HF 5 (obj. č. 919 570 – obr. 12), u zásuvek RJ-45 DEHNpatch (obj. č. 929 100) a v případě koaxiálního vodiče pro přenos obrazu modul ÜGKF BNC. I za této situace je nezbytné velmi kvalitní potenciálové vyrovnání v místě vstupu vedení do velínu.



Obr. 12.10



Obr. 12.11

## Závěr

S rozvojem tohoto oboru sledování a s neustálým vývojem nových systémů není možné v jednom článku uvést všechny varianty. Byl zde tedy pouze nastíněn tok uvažování, který bude analogický i pro jiné současné i budoucí systémy. Základ – tedy vnější ochrana před bleskem – zůstane ještě určitou dobu shodný.



Obr. 12.12

Nádherná jímací soustava, masivní náhodný svod, ale jsou v rozváděči svodiče bleskových proudů?

## Zdroje:

- [1] Obrázky a zpracování Dalibor Šalanský.
- [2] ČSN EN 62305-3.

## Obrázky:

- Obr. 12.1 Nejjednodušší ochrana videokamery*
- Obr. 12.2 DEHNflex – SPD Typ 3*
- Obr. 12.3 Příklad ochrany plně vybavené videokamery*
- Obr. 12.4 Vedení od kamery kříží jímací soustavu*
- Obr. 12.5 Blitzductor XT*
- Obr. 12.6 Náhrada klasického svodu vodičem HVI*
- Obr. 12.7 Patice Blitzductoru*
- Obr. 12.8 Modul ÜGKF BNC*
- Obr. 12.9 DEHNpatch – propojovací kabel s přepětovou ochranou*
- Obr. 12.10 DEHNguard TN 230 FM*
- Obr. 12.11 DEHNguard THLI*
- Obr. 12.12 Kamera pro panorama*



## Školení a semináře, které se Vám líbí!

**[www.lpelektro.cz](http://www.lpelektro.cz)**

**e-mail: [seminare@lpelektro.cz](mailto:seminare@lpelektro.cz)**

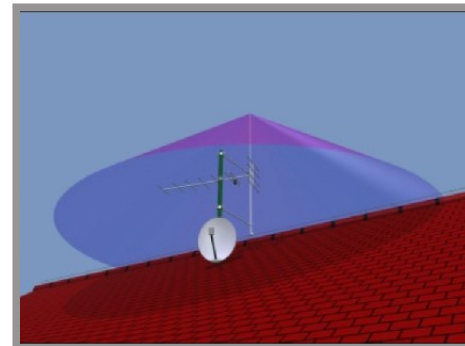
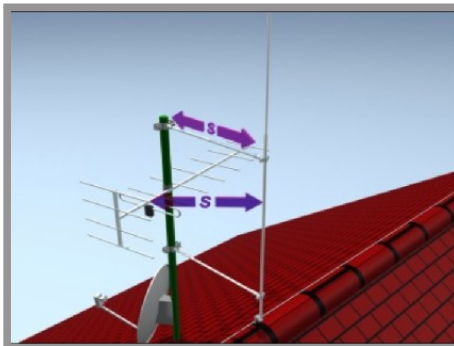
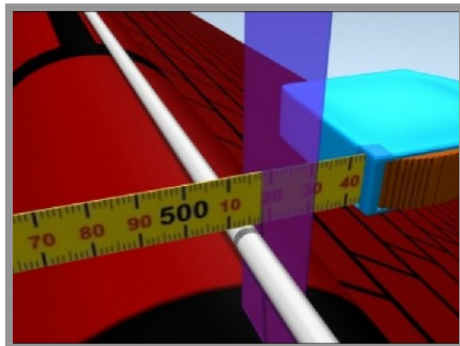
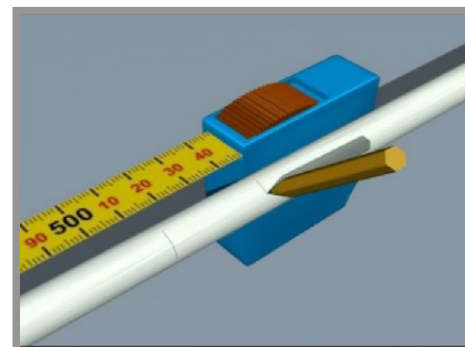
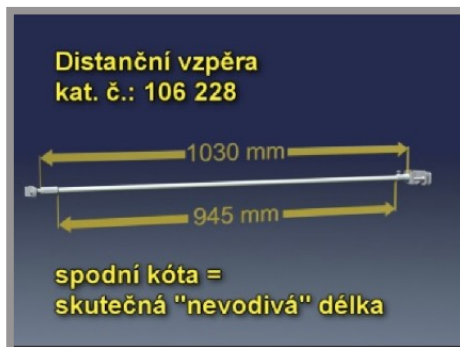
**L.P.Elektro s.r.o.,**  
Novoměstská 1a  
62100 Brno  
Tel: 545 234 002-3  
Fax: 545 234 004  
Mobil: 775 933 890



## ANIMACE ČTVRTÁ - [www.kniska.eu/animace](http://www.kniska.eu/animace)

Izolovaný hromosvod - použití systému DEHNiso Combi u anténních stožárů mimo hřeben střechy.

Délka 4:15



## SOFTWARE ČTVRTÝ - [www.kniska.eu/software](http://www.kniska.eu/software)

Dostatečná vzdálenost  $s$ ; automatický výpočet pro objekty s plochou střechou.

**Milanův výpočet dostatečné vzdálenosti - mřížová soustava Z.1**

**Vypočti** **Konec**

**Trída LPS**  
☐ LPS I ☒ LPS II ☐ LPS III ☐ LPS IV

**Izolující materiál**  
☒ zdivo, beton ☐ vzduch

koeficient  $k_1 = 0,04$  koeficient  $k_m = 0,5$

**Rozměry budovy**  
 šířka  $a$ : 30,00 m výška  $h$ : 6,70 m  
 délka  $b$ : 40,00 m

**Parametry mřížové soustavy**  
 počet polí mezi svody: strana A: 3 strana B: 4  
**Počet svodů celkem:** 14 koeficient  $k_c = 0,3642768$   
 rozteče: C1: 10,00 m C2: 10,00 m

**Vzdálenost L:** 17,00 m

**Dostatečná vzdálenost S:** 0,4954165 m

Výpočetní program č. D 01 verze 1.00  
 pro výpočet dostatečné vzdálenosti u mřížové soustavy  
 s uzemňovací soustavou typu B

Vzniklo za podpory Elektrotechnické společnosti ČR Pro potřeby školního  
 hromosvodářského střediska v Chomutově:  
[www.kniska.eu/centrum](http://www.kniska.eu/centrum)

**DEHN** ... s jistotou DEHN.

Ing. Milan Kaucký - K. M. Technik  
 Společnost E&M  
 s.r.o.

**Elektrika.cz**  
 elektrotechnická poradna  
 s.r.o.

**kníška**  
 www.kniska.eu

Software volně ke stažení na [www.kniska.eu](http://www.kniska.eu) Po registraci budete upozorňováni na nové verze.

## Jímací tyč – součást, kterou začíná hromosvod

Doposud jsme se v tomto seriálu článků věnovali konkrétním typům použití přepěťových ochrany a jejich řešením, která vycházela z nejčastějších dotazů. Tato řešení byla vždy rámcová, avšak s ohledem na celkovou koncepci ochrany před bleskem. Účastníci našich školení konaných loni na podzim, projevovali velmi živý zájem i o technické detaily, které my považujeme za zcela běžné. Nebude tedy na škodu zkusit se podívat na jednu ze základních částí jímací soustavy trochu podrobněji, a především z hlediska praxe. Touto částí jsou jímací tyče, jejich správné použití a instalace.

Od samých počátků hromosvodní ochrany (tedy kromě úplně prvních návrhů Prokopa Diviše, který využil jakési ježky pro zachycení blesku) tvořila jímací tyč dominantu celého hromosvodu. Zejména na vesnicích anebo horských samotách se

do současné doby zachovaly původní instalace, kde jímací tyče dosahují výšky třeba i 4 m nad hřebenem střechy. Jak je taková tyč, popř. i krov, namáhána při silných větrech, je zřejmé. Nehledě na to, že slepý konec tyče, zasunutý hluboko do půdy, by z hlediska současných znalostí, především norem, představoval nepříjemný problém (on ho představoval vždy – norma nepatří mezi povinnou četbu blesku). Výška tyčí se během let sice zmenšovala, nicméně stále u sedlových a valbových střech převládal typ instalace, kdy bylo nutné prorazit střechu a jímací tyč ukotvit ke krovům. Důvod byl jednoduchý,

a to použitý materiál. Železné tyče se zinkovou ochranou proti korozi velké hmotnosti ani jiné řešení neumožňovaly. Hliník a jeho slitiny jako materiál pro hromosvody byly hudbou budoucnosti. Ovšem nyní je situace opravdu jiná a hliník, popř. jeho slitiny, umožňuje konstruovat na těchto typech střech hromosvody bez nutnosti narušit střešní krytinu. A to je snad nejpádňější důvod, proč tento materiál používat. Dalším důvodem jsou jeho velmi dobré elektrické vlastnosti, které překoná jenom měď (její hmotnost je ovšem příliš velká).



Obr. 13.1

V podstatné části všech instalací na sedlových střechách postačí jímací tyče z kousků drátu o výšce 30 až 50 cm. Toto řešení je již obvyklé a velmi často se používá. Další možností jsou jímací tyče s podpěrrou na hřeben (obr. 13.1; kat. č. 123 109), jejichž výška je 1 m. Ty najdou využití např. pro ochranu solárních článků nebo panelů pro ohřev vody. Správným rozmístěním a rozestupem lze celkem snadno vytvořit ochranný prostor pro takováto zařízení, která jsou umístěna na střeše.

Jediným místem, kde nebylo možné jímací tyče v pravém slova smyslu najít, byly ploché střechy. Pravda, někde byly ke komínkům připojeny kousky drátu, které tvořily pomocný jímač, někde byl podobný systém umístěn na anténních stožárech – kovové trojnožky s jímáčem se vyskytovaly zcela ojediněle. To vše odpovídalo požadavkům stanoveným v normě ČSN 34 1390 (Předpisy pro ochranu před bleskem), tj. vodivě pospojit všechno železo na střeše mezi sebou. Jenomže s příchodem nové řady norem ČSN EN 62305 (Ochrana před bleskem) se situace poněkud změnila. A dostáváme se opět k nové metodě návrhu jímací soustavy, kterou je izolovaný (nebo také oddálený)

hromosvod. Přednosti takové jímací soustavy byly popsány v několika předchozích dílech seriálu, a zde se k nim tudíž nebudeme vracet. Jímací tyče se tedy tímto přesunuly ze sedlových střech na střechy ploché.

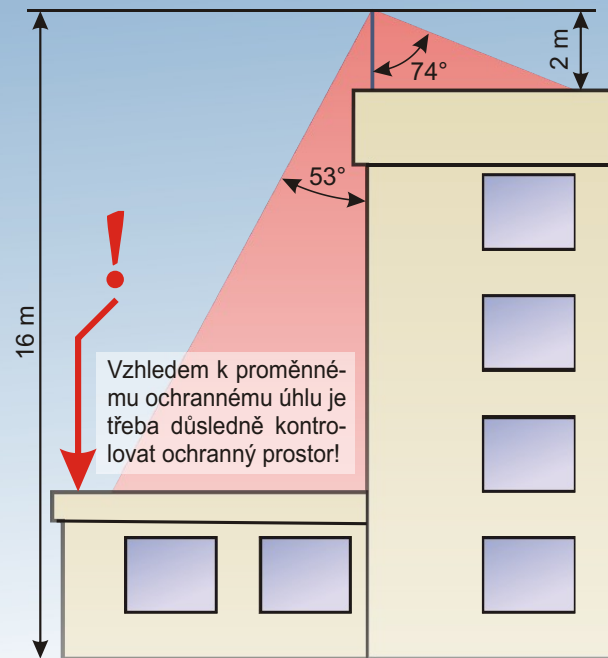
Jak ovšem správně jímací tyče používat? Pravda je, že k napsání tohoto příspěvku nás vedlo množství montážních chyb při instalacích volně stojících, popř. ukotvených jímacích tyčí. Při projektování hromosvodní ochrany je třeba zohlednit několik otázek použití tyče. Jsou to:

- jaký bude ochranný úhel jedné tyče v závislosti na její výšce,

- jak tyče správně rozmístit při využití metody valivé bleskové koule,

- jak je správně instalovat a uchytit tak, aby nenadělaly více škody než užítu.

Proměnný ochranný úhel v závislosti na výšce JT  
Třída LPS III (bytový dům)

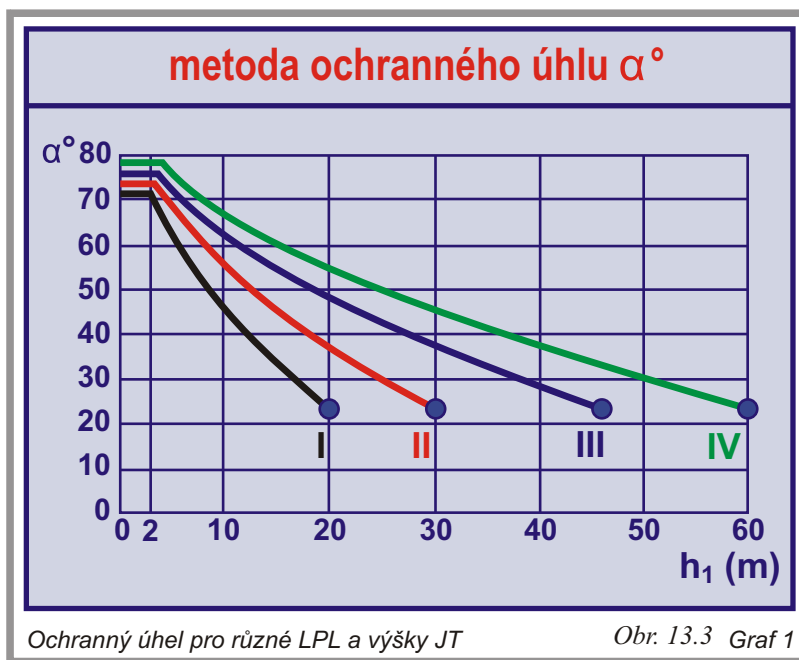


Obr. 13.2

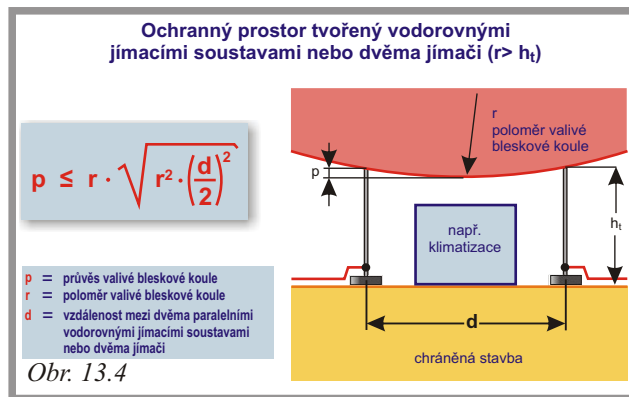


## Ochranný úhel

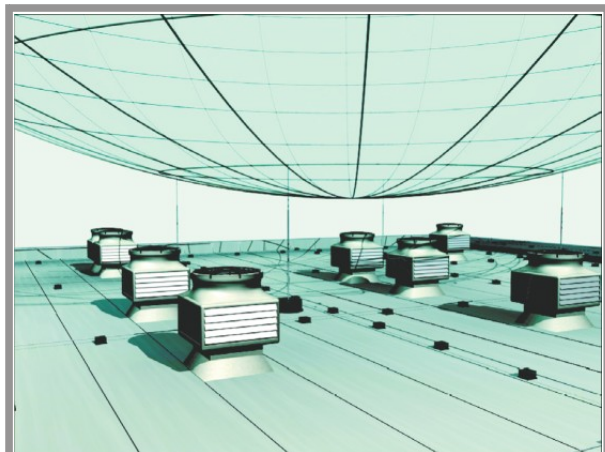
Pro začátek, již neplatí údaj  $112^\circ$ ! V závislosti na LPL (Lightning Protection Level, hladina ochrany před bleskem) a na výšce tyče se ochranný úhel mění. Navíc může být tento úhel na každou stranu různý. Situace je dobře vidět na obr. 2. Nápomocná může být tabulka ve zkráceném českém katalogu firmy Dehn + Söhne na straně 113 nebo graf na obr. 13.3. Tolik k ochrannému úhlu.



Často se objeví případ, že střecha je pokryta lesem tyčí stojících ve vzdálenosti dva až tři metry od sebe (např. u každého komínku). Přitom stačí využít metodu valivé bleskové koule a situaci je možné vyřešit s podstatně nižšími výdaji. Průvès valivé bleskové koule je třeba spočítat nebo opět použít tabulku v katalogu na straně 112 (zkrácený katalog Dehn + Söhne je zdarma k zaslání na elektronické adrese: [info@dehn.cz](mailto:info@dehn.cz)). K výpočtu průvèsu se používá vzorec z obr. 13.4. Jsou-li jímací tyče rozmístěny do čtverce, vzdálenost  $d$  se vypočítá s použitím Pythagorovy věty ( $c^2 = a^2 + b^2$ ). Například při rozestupu 10 m je úhlopříčka přibližně 14,14 m. Vhodně umístěné jímací tyče umožní do ochranného prostoru schovat poměrně rozsáhlou plochu střechy. V tom také spočívá výhoda metodiky návrhu pomocí valivé bleskové koule. Při využití prosté metody ochranného úhlu by takové opatření nebylo myslitelné. To, že využitím této „nové“ metody podstatně



klesnou náklady na vnější ochranu před bleskem – hromosvod, je patrné na první pohled (obr. 13. 5).



Ochranný prostor tvořený čtyřmi jímacími tyčemi při využití metody valivé bleskové koule  
Obr. 13.5

Třetí, lze říci nejdůležitější podmínkou (že bude na střeše tyčí více, než je skutečně třeba, stojí jen více peněz) je správné mechanické upevnění jímacích tyčí. Naštěstí firma Dehn + Söhne má k dispozici přehledně zpracovanou uživatelskou příručku, jak systém volně stojících tyčí používat. A s ním nyní čtenáře zčásti seznámíme. V první řadě je třeba vědět, v jakých povětrnostních podmínkách (vzhledem k rychlosti větru)

bude daná soustava instalována. Zatím je možné vycházet pouze z německých podkladů uvedených v předpisu DIN 4131:1991--11 (tab. 1). K této tabulce je v originálních podkladech přiložen i obrázek, který sice nezahrnuje ČR, nicméně naše hranice s Německem jsou obstoupeny zónou 1 (směrem na sever Německa ze zvyšují i zóny). Z toho lze usuzovat, že pro většinu našeho území postačí zóna 1, neboť uvedená zmíněná tabulka počítá s nadmořskou výškou do 600 m. V oblastech s vyšší nadmořskou výškou je třeba konzultovat případné použití jímacích tyčí (popř. dalších hromosvodních součástí) s jejich výrobcem. Z tab. 2 je patrné, jak používat betonové podstavce a doplňkové kotvení pro jímací tyče – pozor ovšem na skutečnost, že tato je určena pouze pro tyče se zúžením. Jde o tyče řady 103 xxx. Dodávají se v rozměrech 1 500 až 4 000 mm, kde základem tyče je kulatina nebo trubka o průměru 16 mm a kde poslední metr tyče je zúžen na průměr 10 mm.

Základem pro uchycení těchto tyčí je betonový podstavec o průměru 337 mm a hmotnosti 17 kg (kat. č. 102 010). Pod podstavec by se vždy měla umístit pryžová podložka (kat. č. 102 050). Ta se používá jednak k zamezení prodlžení materiálu střechy vlivem drobných vibrací při silném větru, jednak k zamezení přenosu vibrací na betonový podstavec extrémnější zátěží způsobenou jeho umístěním u ventilátoru či klimatizace. Beton se sebelepší povrchovou úpravou by se na střeše choval jako brusný kotouč. Takto vložený měkký plast také zcela odstraňuje přenos vibrací dovnitř do objektu (obr. 6), jenž je přede-vším pro obyvatele takového objektu velmi nepříjemný. Betonový podstavec je mrazuvzdorný – to je velmi důležitý faktor. Po první příznivé zimě betony nepopraskají – každý však již asi zažil „zmizení“ nemrazuvzdorného betonu. Jedna poznámka z praxe:

Zóna	Dynamický tlak $q$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Rychlost větru $v$ [km/h]	Síla větru
I	0,8	126,7	12-17
II	1,05	145,1	
III	1,4	161,5	
IV	1,7	184,7	














Zdroj: DIN 4131:1991-11

Tabulka 1

Nejslabším článkem podstavce je jeho střední šev. Zejména při transportu je třeba dost opatrnosti. Několik volně ložených betonů na korbě nákladního auta (s velmi špatným odpružením) už prasklo.

Nejslabším článkem podstavce je jeho střední šev. Zejména při transportu je třeba dost opatrnosti. Několik volně ložených betonů na korbě nákladního auta (s velmi špatným odpružením) už prasklo.

Samotná instalace je velmi jednoduchá. A jak bývá u sortimentu firmy Dehn + Söhne již zvykem, hromosvody na střeše přibývají závratným tempem. Jímací tyč se pouze zasune do otvoru a upevní se klínkem, jenž se zatluče kladivem. Nic se nešroubuje, nic se neutahuje. Tedy je-li sklon střechy zhruba do 3°. Při větším sklonu je třeba použít adaptér (obr. 13.6). Ten je stavitelný a umožní vztyčit tyč kolmo k pomyslné rovině i na střechách se sklonem až do 10°. To je také

Jímací tyč	Zóna I	Zóna II	Zóna III	Zóna IV
1,5 m				
2 m				
2,5 m				na dotaz
3 m			na dotaz	na dotaz



1x betonový podstavec 17 kg, Kat. č.: 102 010



2x betonový podstavec 17 kg, kat. č.: 102 010



1x betonový podstavec s distanční vzpěrou

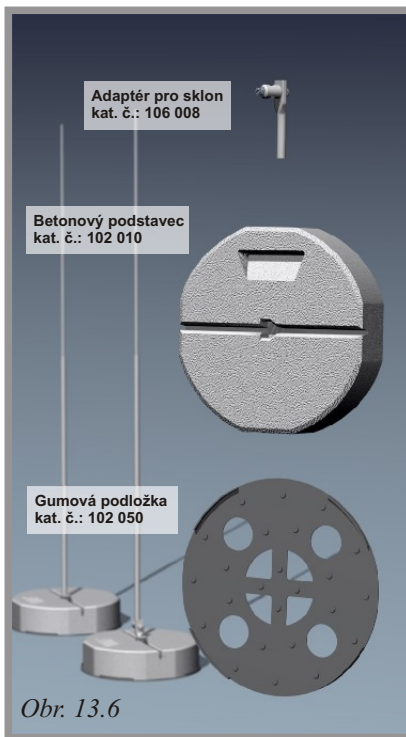
Tabulka platí pro všechny zúžené jímací tyče  
Distanční vzpěra se instaluje přibližně uprostřed jímací tyče

Tabulka 2

maximální hodnota sklonu, kdy je možné tento systém použít. Potom by už všechno ze střechy „sjelo“. Nelze počítat s tím, že po zatlučení klínku a utažení tyče (v prvním případě) bude tato tyč k rovině betonového podstavce přesně kolmo. Vždy je zde určitý úhel, protože žádná správně udělaná střecha není ideálně rovná. Vhodným natočením sestavy na střeše lze dosáhnout kolmosti k pomyslné rovině. A když ani to nepomůže, lze kolmost nastavit ručně za použití střední síly. Do dvou metrů výšky jímáče není nutné pro zóny 1, 2 a 3 použít dodatečná zavětrovací opatření. Pro tyče od výšky 2,5 m se vybere některý z prvků DEHNiso-Combi. Škála různých typů úchytů je opravdu široká a je třeba pouze zvolit ten správný. Na straně jímací tyče je to vždy stejná svorka – pro průměr 16 mm, naproti tomu je k dispozici uchycení na kolmou stěnu, k anténnímu stožáru, na potrubí, na komínové roury, na uchycení k zábradlí nebo k rohu např. klimatizační jednotky. Distanční vzpěry jsou z nevodivého materiálu GFK a při výpočtu dostatečné vzdálenosti s je třeba za činitel km dosadit hodnotu 0,7. Pro seznámení se s variabilitou systému doporučujeme podrobné studium katalogu hromosvodních součástí, ať již v německé, či

anglické verzi (vzhledem ke zpracování jde o velmi přehledný „komiks“, který by mohl být psán i laponsky). Několik příkladů je

uvedeno na obr. 13.7, obr.13.8 a obr.13.9.

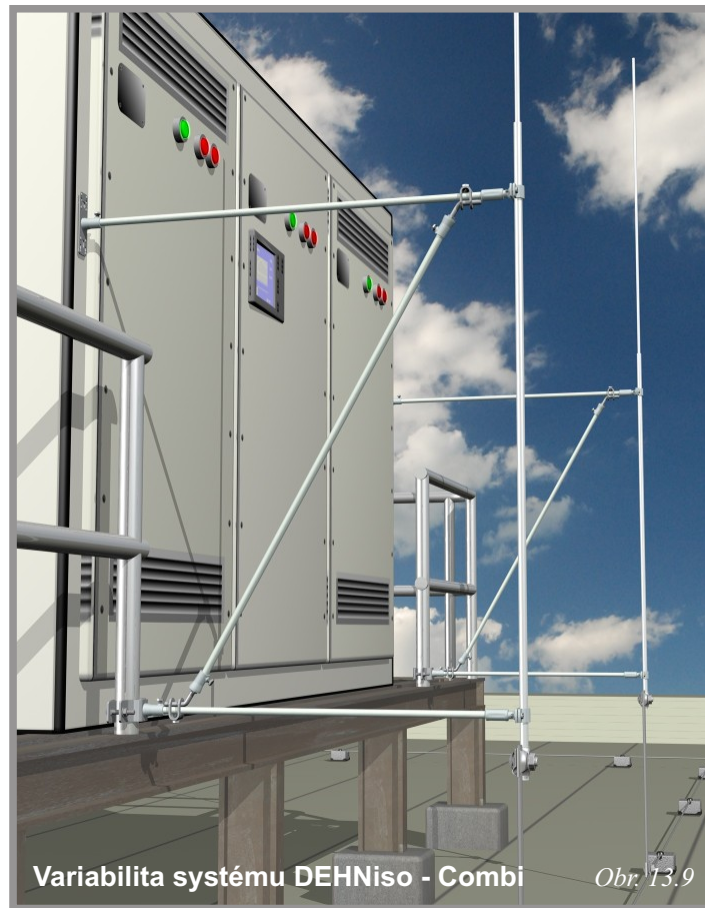


Obr. 13.6



Obr. 13.7





## Jímací tyče z pozinku

My osobně nevidíme výhody tyčí z tzv. pozinku oproti hliníkovým tyčím (není to obyčejný čistý hliník, ale opět známá slitina AlMgSi). Dokonce i s cenou je to naopak, než by bylo možné očekávat. Například jímací tyč FeZn o délce 2 000 mm (kat. č. 483 200) stojí 473 Kč a hliníková tyč stejné délky v odlehčené variantě, tedy dolní díl tvoří trubka (kat. č. 103 420), stojí 335 Kč. Cena tyče z plného materiálu je 411 Kč. Zajímavé. Nehledě na to, že tyče z pozinku vzhledem ke své hmotnosti nejsou určeny pro připevnění do betonových podstavců.

Velmi zajímavá je skutečnost, že díky růstu hodnoty odborné práce jsou již stále méně vidět „hobby hromosvody“, vytvořené stylem „co dá okolí“ – podstavce od slunečníků se zasunutým zbytkem trubky, vše spojeno dohromady kousky plechu.

Rádi bychom opět všechny hromosvodáře upozornili na povinnost výrobců hromosvodních součástí vyrábět je v souladu s řadou norem ČSN EN 50164 (Součásti ochrany před bleskem). Pouze u materiálu vyrobeného předepsaným způsobem je garance, že jímací soustava i po desítky let bude vypadat tak, jak má, a

stejně tak bude i fungovat. Na našem trhu se vyskytuje bohužel mnoho nekvalitních kopií. Jde o laciné plagiáty levných výrobců, které už na první pohled prozrazují, že požadovaným podmínkám nevyhoví.

Tato část seriálu byla věnována nejjednodušší variantě instalace oddálených hromosvodů s využitím volně stojících, popř. jednoduše uchycených jímacích tyčí. Důležité je zde kontrolovat ochranný úhel, průvės bleskové koule a zejména samotnou instalaci tak, aby se tyče nepřevrhly a následně nebyla poškozena střecha, nebo se dokonce nestalo ještě něco horšího. Složitější systémy DEHNiso-Combi budou probírány v některé z dalších částí seriálu.

Zdroje:

[1] ČSN EN 62305.

[2] Obrázky Dehn + Söhne a Dalibor Šalanský.

[3] [www.dehn.de](http://www.dehn.de)

[4] [www.elektrika.cz](http://www.elektrika.cz)

Obrázky:

*Obr. 13.1 Jímací tyč s podpěrou na hřeben*

*Obr. 13.2 Proměnný ochranný úhel v závislosti na výšce JT (třída LPS II – bytový dům)*

*Obr. 13.3 Ochranný úhel pro různé LPL a výšky JT*

*Obr. 13.4 Ochranný prostor tvořený vodorovnými jímacími soustavami nebo dvěma jímači*

*Obr. 13.5 Ochranný prostor tvořený čtyřmi jímacími tyčemi při využití metody valivé bleskové koule*

*Obr. 13.6 Adaptér pro sklon tyče a betonový podstavec s podložkou*

*Obr. 13.7 Jímací tyč a distanční vzpěra GFK*

*Obr. 13.8 Jímací tyče u klimatizačních jednotek*

*Obr. 13.9 Systém DEHNiso Combi*


*Tab. 1. Povětrnostní prostředí podle DIN 4131:1991-11*

*Tab. 2. Používání betonových podstavců a doplňkových kotvení pro jímací tyče*

# AMPER

mezinárodní veletrh elektrotechniky a elektroniky

**WWW.AMPER.CZ**



Elektronické prvky a moduly  
Zařízení pro výrobu a rozvod elektrické energie  
Elektroinstalační technika  
Vodiče a kabely  
Pohony a výkonová elektronika  
Měřicí a zkušební technika  
Automatizační, řídicí a regulační technika  
Osvětlovací technika  
Elektrotepelná technika  
Systémová technika budov  
Informační systémy  
Stroje, zařízení, nářadí a pomůcky pro elektroniku a elektrotechniku

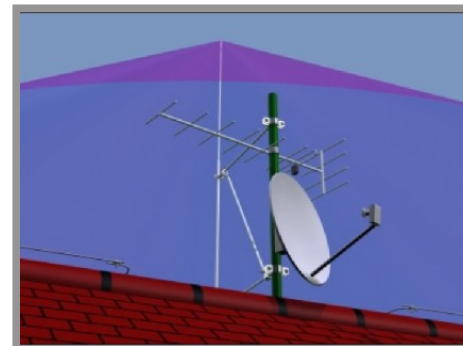
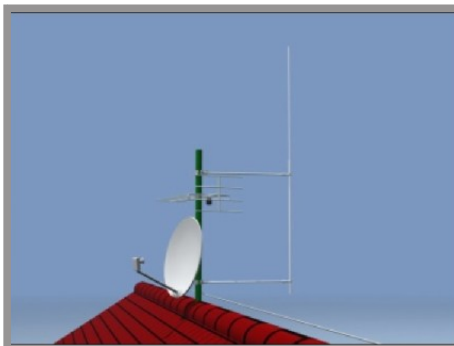
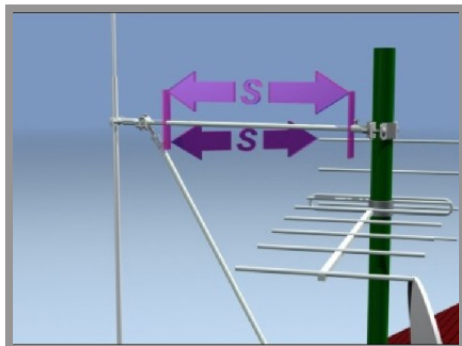
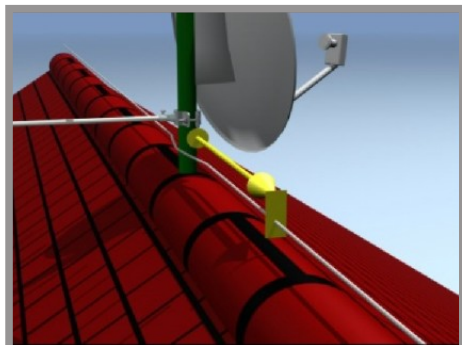
- Mezinárodně uznávaný veletrh elektrotechniky a elektroniky s tradicí největší události roku ve střední a východní Evropě
- Každoročně odborníci a obchodníci z více jak 20 evropských i zámořských zemí
- Nejnovější výroby a technologie jednotlivých oborů
- Konference a prezentace o aktuálních tématech
- Soutěž o nejpřírodnější exponát veletrhu „Zlatý Amper“
- Prostor pro úspěšná jednání a navazování nových obchodních vztahů



## ANIMACE PÁTÁ - [www.kniska.eu/animace](http://www.kniska.eu/animace)

Izolovaný hromosvod - použití systému DEHNiso Combi u anténních stožárů v hřebenu střechy.

Délka 4:33





## SOFTWARE PÁTÝ - [www.kniska.eu/software](http://www.kniska.eu/software)

Dostatečná vzdálenost  $s$ ; automatický výpočet pro objekty se sedlovou střechou  
- zemnič typu B

Milanův výpočet dostatečné vzdálenosti - hřebenová soustava, vodivé žlaby, zemnič typu B

**Vypočti** **Konec**

Trída LPS: ☐ LPS I ☐ LPS II ☒ LPS III ☐ LPS IV

Materiál: ☒ zdivo, beton ☐ vzduch

svody ve stěně A: ☐ ne ☒ ano

koeficient  $k_i$  = 0,04 koeficient  $k_m$  = 0,5

**Rozměry budovy:**  
šířka  $a$ : 12,00 m  
délka  $b$ : 18,00 m výška  $h$ : 3,80 m

**Parametry hřebenové soustavy:**  
počet polí mezi svody: strana B: 1  
Počet svodů celkem: 4 koeficient  $k_c$  = 0,5608868  
rozteče:  $c$ : 18,00 m

Vzdálenost  $L$ : 11,00 m

Dostatečná vzdálenost  $S$ : 0,4935804 m

Výpočetní program D 02 verze 1.00  
pro výpočet dostatečné vzdálenosti u hřebenové soustavy  
s uzemňovací soustavou typu B

Vzniklo ze podpory Elektrotechnické společnosti ČR pro potřeby školního  
hromosvodního střediska v Chomutově

[www.kniska.eu/centrum](http://www.kniska.eu/centrum)

Ing. Milan Kaucký - K. M. Technik

**Elektrika.cz**

**kníška**

Software volně ke stažení na [www.kniska.eu](http://www.kniska.eu) Po registraci budete upozorňováni na nové verze.

**DEHN** ... s jistotou DEHN.

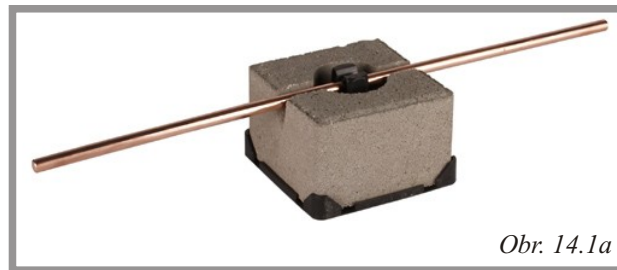
## Mřížová soustava na plochých střechách krytých fólií

V minulé části seriálu o přepětových ochranách byl popsán způsob vztyčení jímací tyče, aby co nejlépe plnila svůj účel a byla tím prvním, co blesk na střeše zaregistruje a kam se vybijí. V této části klesneme o úroveň níže, tedy na úroveň střechy. Mezi systémem jímacích tyčí je zpravidla položena mřížová soustava určená jak k samotnému propojení celého systému vnější ochrany před bleskem, tak k co nejrychlejšímu děleníbleskového proudu mezi více vodičů po jeho vniknutí do této soustavy. Zmíněná vedení se v některých částech používají i jako jímací mřížová soustava. Část 14 je tedy zaměřena na mřížovou soustavu na plochých střechách krytých fólií nebo podobným nevodivým materiálem.

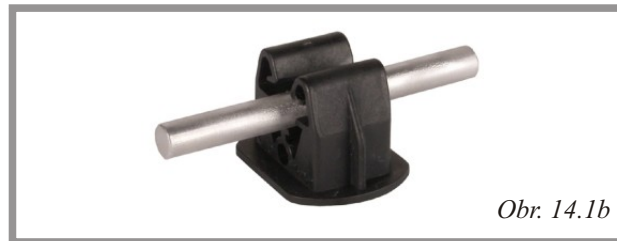
Mezi velmi oblíbené typy střechy v poslední době patří střecha tvořená profilovaným plechem – košičákem, izolací z čedičové vaty a navrchu položenou krycí fólií. Jak na takovou střechu s nestabilním povrchem umístit podpěry vedení tak, aby byly funkční? Jako ideální se pro tento účel osvědčily podpěry řady FB.

## Podpěra vedení FB Typ 1 s betonovou zátěží

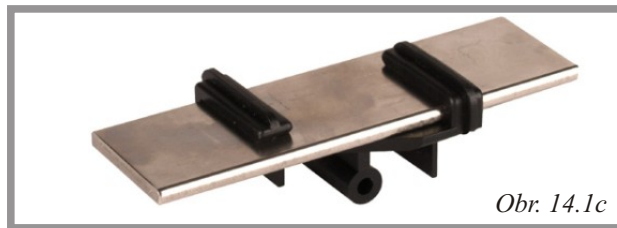
Tato betonová podpěra (obj. č. 253 015; obr. 14.1a) se zátěží z mrazuvzdorného betonu o hmotnosti jeden kilogram se umísťuje pod vedením v rozestupech jednoho metru. Mezi důležité parametry určující životnost celého systému patří ověřená stálost materiálu a jeho plná recyklovatelnost. Sklon střechy by neměl být větší než 5°. Jádrem podpěry je plastový trn s držákem drátu o průměru 8 mm. Výhodou tohoto způsobu uchycení je, že drát má možnost podélně se posouvat, dojde-li vlivem změny teploty k jeho dilataci. Pro uchycení jiného průřezu je možné tuto podpěru opatřit nacvakávacím adaptérem – např. pro vodič 10 mm (obr. 14.1b), na přání i pro vodič 6 mm. Pro použití na jímací soustavě s páskem – např. Velká Británie a bývalá území jejího vlivu – je k dispozici i adaptér na pásek šíře 30 mm (obr. 14.1c).



Obr. 14.1a



Obr. 14.1b



Obr. 14.1c

## Podpěra vedení FB Typ 2 s betonovou zátěží

Tento model (obj. č. 253 050; obr. 14.2) oproti předchozímu zabezpečuje oporu drátu na dvou místech, a tím zvyšuje tuhost vodiče. To dovoluje použít jej při

budování delších tras. Jako zátěž je opět použit mrazu-vzdorný beton. Často ale způsob uložení fólie nezaručuje její stabilitu za silného větru, tudíž hrozí, že budou podpěry „sklepány“. Jakou fixaci podpěry na střeše tedy zvolit? Ačkoliv mnozí výrobci fólií zpočátku s umístěním čehokoliv na fólii nepočítali, podařilo se po vzájemné spolupráci nalézt oboustranně akcep-tovatelné řešení. Pro tento účel se vyrábí dva druhy podpěr KF.

## Podpěry KF

V případě jednobodové (obj. č. 253 030; [obr. 14.3a](#)) a dvoubodové (obj. č. 253 051; [obr. 14.3b](#)) podpěry jde v podstatě o identické řešení jako u již zmíněných modelů, ale bez betonové zátěže; ta díky fixaci na fólii není zapotřebí.



Obr. 14.3a

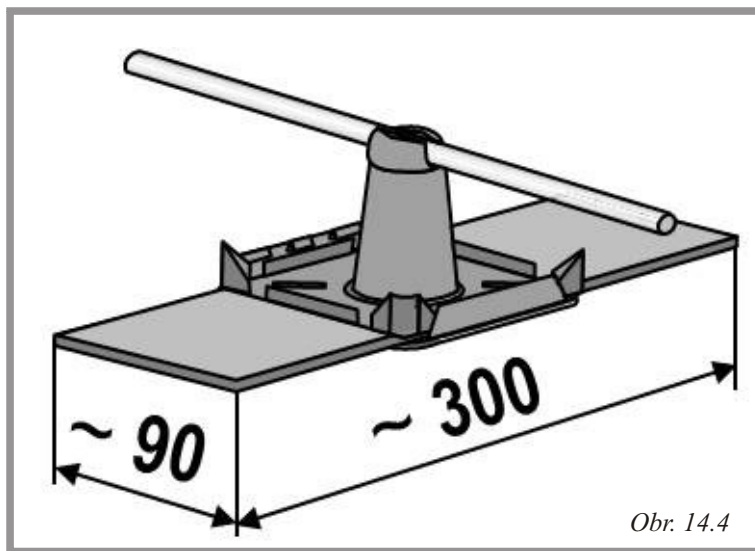


Obr. 14.2

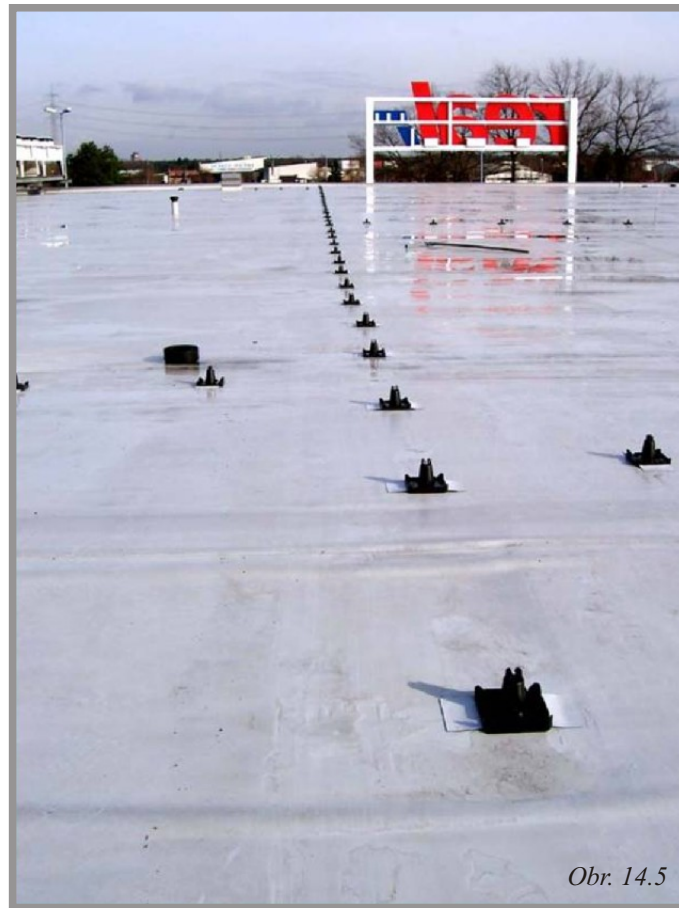


Obr. 14.3b

Prvním krokem by vždy mělo být kontaktování dodavatele fóliové střechy a dohoda, kdo a jak podpěru upevní. Jednobodová podpěra KF se skládá ze dvou částí. Dolní díl se pásem krytiny upevní ke střešní krytině a horní díl s trnem pro uchycení drátu se nacvakne do dolního dílu (obr. 14.4). Naopak dvoubodová podpěra je pouze jednodílná a pás fólie je třeba jí protáhnout. Tento pás fólie se na obou koncích navaří horkovzdušnou pistolí nebo přilepí lepidlem – podle toho, jakou techniku daný výrobce fólie upřednostňuje (obr. 14.5).



Obr. 14.4



Obr. 14.5



## Sníh?

I když to v posledních letech není tak zřejmé, padá v zimě v našich klimatických podmínkách sníh. Například v případě výrobní haly se sebelepší tepelnou izolací střechy ohřevem dolní vrstvy sněhu tato nataje a z nadýchané sněhové čepice střechy se stane sněhem zatížený kus ledu, který při sklouzávání dolů může hromosvod poškodit. Nepodaří-li se umístit podpěry tak, aby se takovému ohrožení zabránilo, je výhodné použít dvojdílné podpěry KF s jednobodovým uchycením drátu. Zacvaknutí vrchního nosného kužele do patice v tomto případě funguje jako jakási pojistka – je-li tlak větší než pevnost spoje, podpěra vycvakne. Sice se poškodí jímací soustava, ale nepoškodí se střecha (oprava by byla podstatně dražší než nacvaknutí podpěr zpátky do patice; obr. 14.6).

## Léto?

Dvoudílné provedení je výhodné také z hlediska častějšího případu, kterým je působení tepla (zvláště v současnosti, v době tzv. globálního oteplování). Stačí si vzpomenout na návštěvu střechy starší haly, kde byly použity jednodílné litinové podpěry přímo na „téraku“.



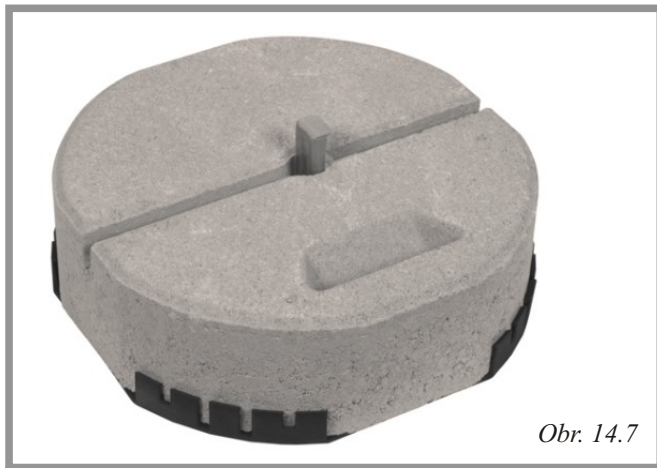
Obr. 14.6

Byla-li podpěra povalena, ať vlivem tepelné roztažnosti drátu (když hromosvodář zapomněl po asi patnácti až dvaceti metrech vložit do linie dilatační vložku) nebo nedbalostí při pohybu na střechě, byla připečením podpěry poškozena i krycí fólie. Přestože materiály používané na výrobu střešní krytiny mají v současné době nesrovnatelně lepší teplotní stálost, je dobré si na zmíněnou možnost

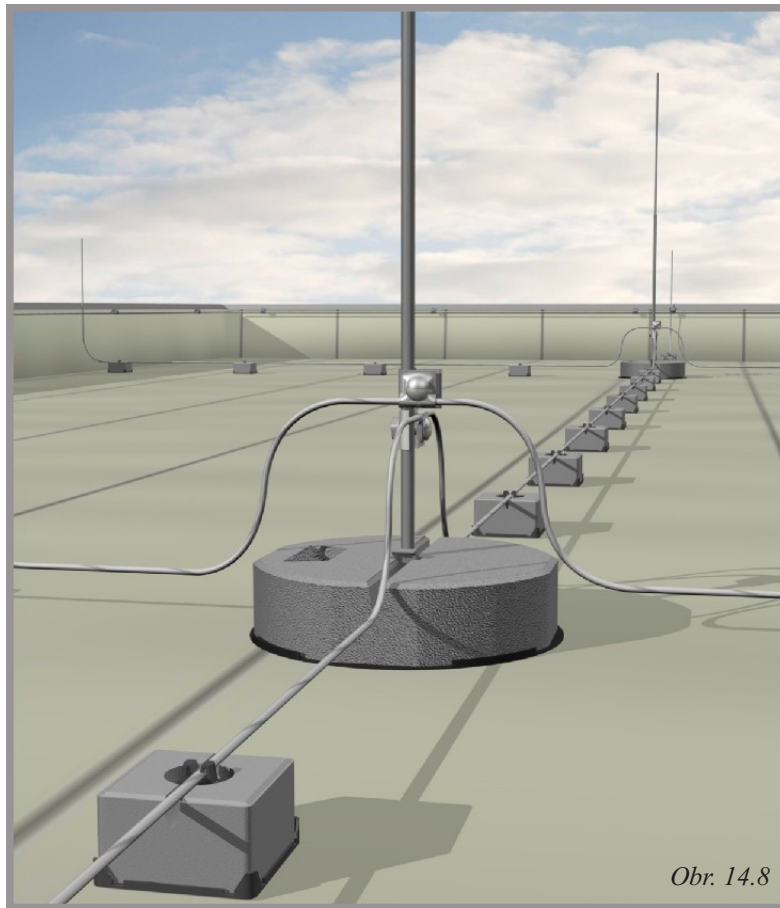
poškození vzpomenout. Po několika letech, kdyby se přesto patice připekla do fólie a bylo by třeba upravit hromosvod, není problém vycvaknout podpěru z patice a tu ponechat na místě, protože je téměř plochá. Nicméně riziko připečení je při použití plastových podpěr skutečně minimální. V parných letních dnech se tyto podpěry zdaleka neohřejí tak jako starší litinové typy.

## Přemýšlet znamená šetřit

Je-li na střeše mřížová soustava, vyplatí se zamyslet se nad umístěním jímacích tyčí. Vyjde-li při umísťování jímací tyče do křížení mříže vyhovující ochranný prostor, umístí se přednostně tam. Ušetří se tím minimálně dvě podpěry FB (popř. KF). Pro instalaci se použije sestava obsahující betonový podstavec s plastovou podložkou (obj. č. 102 340; [obr. 14.7](#)) a jímací tyč se zúženým profilem o výšce 2 m (obj. č. 103 220). Drát na tyč se přichytí dvěma svorkami na průměry 8 a 16 mm (obj. č. 392 069). Takto vzniklé křížení podstatně zlepší stabilitu jímací tyče, která se zároveň v tomto místě stává podpěrou vedení. Vhodným vytvarováním drátu kromě toho vznikne dilatační vložka ([obr. 14.8](#)). A jedno chytré řešení, které se týká objektů



Obr. 14.7



Obr. 14.8

zařazených do LPL I, navíc. Je známo, že v tomto případě je třeba na ploché střeše zřídit jímací soustavu s oky rozměrů  $5 \times 5$  m. To proto, aby se zmenšila pravděpodobnost, že blesk udeří mezi dráty. Vztyčením jímacích tyčí se čtvercovým rozestupem  $10 \times 10$  m podstatně vzroste spolehlivost jímací soustavy ve smyslu zachycení bleskového výboje, a může se tak vynechat každé druhé mřížové vedení. Při použití tohoto systému postačí oka rozměrů  $10 \times 10$  m. To, že funkčnost je zajištěna, jednoduše prokáže metoda valivé bleskové koule.

## Podpěra oddáleného hromosvodu versus kabelové přemostění

Při realizaci oddáleného hromosvodu je třeba oddálit jímací soustavu např. od oplechované stříšky na výtahové šachtě při ochraně antény STA na střeše výtahu. Při položení vedení na podpěry výšky pouze 55 mm by zcela určitě tato vzdálenost byla menší než dostatečná vzdálenost s a při zásahu blesku by došlo k přeskoku výboje (obr. 14.9). V tomto případě se jako podpěry pro distanční izolované vzpěry do 675 mm (obj.č. 106 160) využívají betonové podstavce o poloviční hmotnosti (obj. č. 102 075) s

plastovou podložkou (obj. č. 102 060). Při větší dostatečné vzdálenosti s je třeba použít betonové podstavce klasických rozměrů (viz tab.). Podobně je možné nadzvednout jímací soustavu nad trasu sdělovacích (nebo jakýchkoliv jiných) vedení, která nejsou přímo spojena s jímací soustavou (obr. 14.10). Mohou to být trasy od anténních systémů, od klimatizačních jednotek apod. Tyto vodiče je ovšem třeba chránit vhodnými typy svodičů přepětí, protože indukci zabránit nelze.

Zdroje:

[1] ČSN EN 62305-3.

[2] Firemní dokumentace Dehn + Söhne.

[3] Obrázky Dalibor Šalanský.

[4] Archiv Jan Hájek.

Výška podpěry	Rozestup betonových podpěr	
675 mm	1000 mm	
1000 mm	1200 mm	
1500 mm	1200 mm	
1x betonový podstavec 8,5 kg, Kat. č.: 102 075 1x betonový podstavec 17 kg, kat. č.: 102 010 2x betonový podstavec 17 kg, kat. č.: 102 010		
Tabulka platí pro vedení AlMgSi průměru 8 mm		

Tabulka 1

Obrázky:

Obr. 14.1 Podpěry vedení

a) betonová podpěra FB 1,

b) adaptér pro drát tloušťky 10 mm,

c) adaptér pro pásek 30 mm

Obr. 14.2 Betonová podpěra FB 2

Obr. 14.3 Plastové nalepovací podpěry

a) KF 1, b) KF 2

Obr. 14.4 Detail přilepení pruhem

Obr. 14.5 Nalepené podpěry

Obr. 14.6 Montážní chyba aneb co dokáže kra

Obr. 14.7 Betonový podstavec

Obr. 14.8 Křížení mřížového vedení u jímací tyče. Vhodným vytvarováním drátu lze snadno vytvořit dilatační vložku.

Obr. 14.9 Jímací vedení nadzvednuté nad střechou distančními vzpěrami Toto řešení lze použít v případě, že jednodušší výměna oplechování okolo anténního stožáru za nevodivý materiál není možná.

Obr. 14.10 Jímací vedení uložené na distančních vzpěrách (pod ním vede kabelová trasa, která není připojena k jímací soustavě)

Tabulka betonových podstavců standardní velikosti (platí pro vedení AlMgSi o průměru 8 mm)

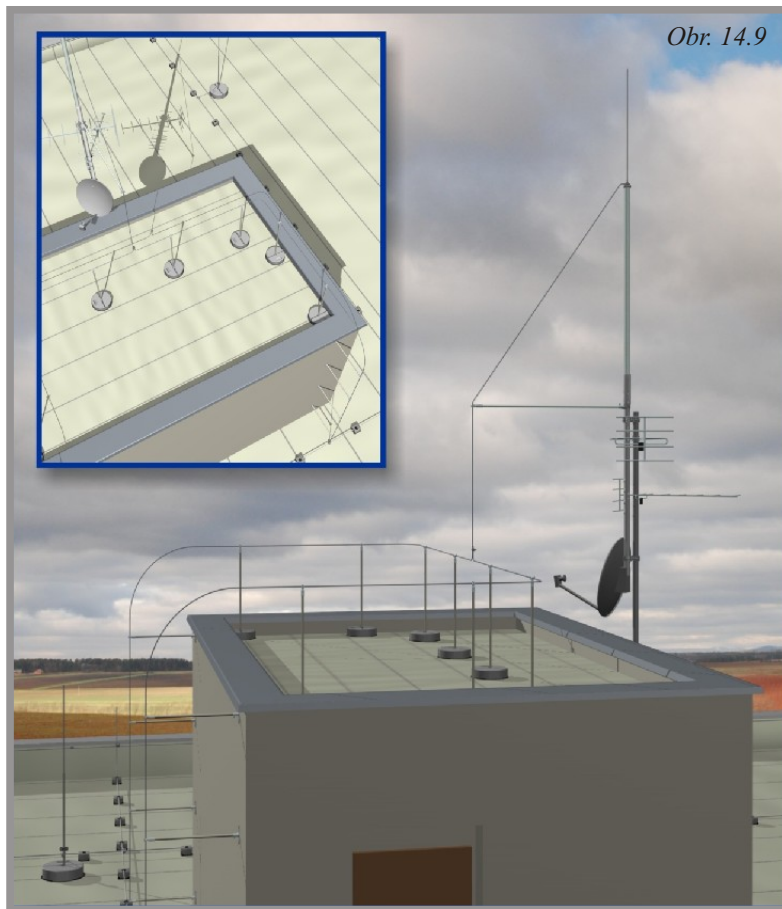


# TIPY A TRIKY PŘI INSTALACI PŘEPĚŤOVÝCH OCHRAN

Dalibor ŠALANSKÝ, člen ILPC, LUMA Plus s.r.o.

Jan HÁJEK, organizační složka Praha, DEHN + SÖHNE GmbH + CO. KG.

**TaT článek 14.**



Obr. 14.9



Obr. 14.10



**České vysoké učení technické v Praze, Fakulta elektrotechnická** podporuje aplikaci vědeckých poznatků do odborné praxe. Jedním z mnoha příkladů spolupráce s průmyslem je i elektronická Kníška o ochraně před bleskem. Empirická povaha bleskového výboje znesnadňuje jeho teoretický popis. Jednou z mála cest, jak k účinkům bleskových proudů přistupovat, je soustavné praktické ověřování a mapování jejich následků. Proti blesku se dosud stoprocentně chránit nedokážeme, ale můžeme s ním alespoň bezpečněji žít.

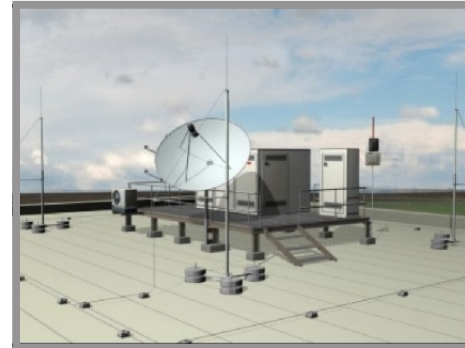
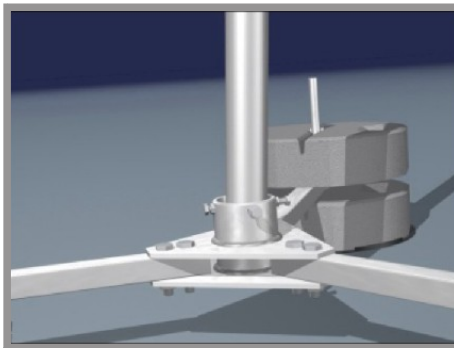
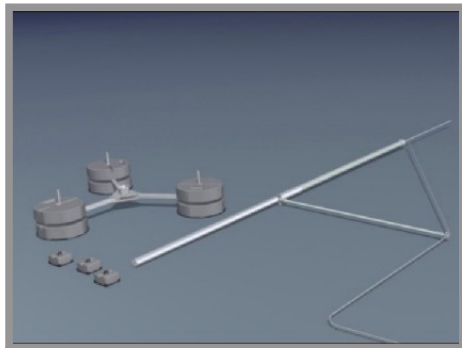
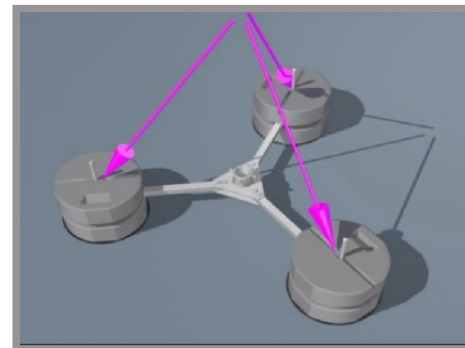
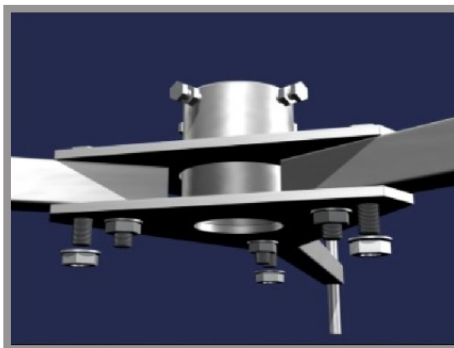
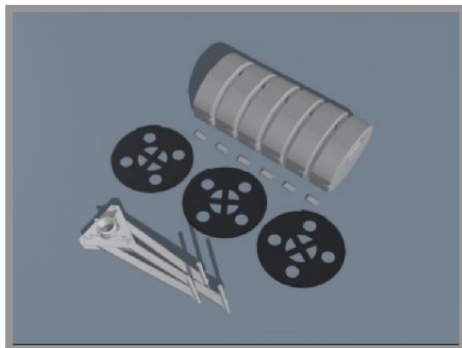
Jan Mikeš



## ANIMACE ŠESTÁ - [www.kniska.eu/animace](http://www.kniska.eu/animace)

Samostatně stojící výškové jímače DEHNiso Combi; sestavení a použití.

Délka 8:23



## SOFTWARE ŠESTÝ - [www.kniska.eu/software](http://www.kniska.eu/software)

Dostatečná vzdálenost  $s$ ; automatický výpočet pro objekty se sedlovou střechou  
- zemnič typu A.

Milánův výpočet dostatečné vzdálenosti - hřebenová soustava, zemniční typu A (jednotlivě pro každý svod)

**Vypočti** **Konec**

Trída LPS: ☒ LPS I ☐ LPS II ☐ LPS III ☐ LPS IV

Materiál: ☒ zdivo, beton ☐ vzduch

koeficient  $k_i = 0,06$  koeficient  $k_m = 0,5$

**Vyberte typ hřebenové soustavy dle obrázku:**

obrázek č.:  koeficient  $k_c = 0$

rozteč svodů  $c = 0,00$  m

délka svodu  $h = 0,00$  m

vzdálenost  $L = 0,00$  m

Dostatečná vzdálenost  $S$   m

Výpočetní program č. D 03 verze 1.00  
pro výpočet dostatečné vzdálenosti u hřebenové soustavy  
s uzemňovací soustavou typu A

Vzniklo za podpory Elektrotechnické společnosti ČR pro potřeby školního  
hromosvodářského střediska v Chomutově

[www.kniska.eu/centrum](http://www.kniska.eu/centrum)

**DEHN** ... s jistotou DEHN.

Ing. Milan Kaucký - K. M. Technik  
Společný člen TSČR  
Člen ILPC

**Elektrika.cz**  
elektrotechnika každý den

**kníška**  
www.kniska.eu

Software volně ke stažení na [www.kniska.eu](http://www.kniska.eu) Po registraci budete upozorňováni na nové verze.

## Ochrana před bleskem pro stanice na výrobu bioplynu

*Jak naší civilizaci docházejí klasické zdroje energie a u alternativních paliv se zjišťují jejich hranice, je naší snahou využít každou z alternativ v maximální míře. Na rozdíl od osmého a devátého pokračování (foto-voltaické elektrárny) tohoto seriálu tipů a triků je tento díl věnován ochraně stanic vyrábějících bioplyn nezávisle na tom, zda jde o jeho přímou distribuci či jeho okamžitou přeměnu na teplo nebo elektrickou energii.*

Zdroj (reaktor) je ve své podstatě nádoba, kde se díky hnilobnému procesu vytváří bioplyn, který se dále jímá a zpracovává. Bioplyn obsahuje především metan, který nepatří mezi netečné plyny, a přestože má vysoký bod samozáhu, k explozi stačí i malá jiskra. Málokterá z obcí, která souhlasí s instalováním uvedeného zařízení ve své blízkosti, si tuto

formu ohrožení uvědomuje. Některá zařízení jsou bohužel postavena tak, že by zřejmě neabsolvovala první zkoušku bleskem úspěšně. (Rozhodně však nechceme nikoho strašit!) Co by tedy mělo být prvním krokem, rozhodne-li se někdo realizovat takovéto zařízení? Základem úspěšné ochrany před bleskem je uvést vše v areálu na jeden potenciál, tzn. kopat a kopat a všude pokládat pásek či drát.

Zlevněním celé zemnicí soustavy může být využití armování v železobetonových žlabech, kterými jsou vedeny energetické systémy. Pouhým provařením (ovšem vyhovujícím požadavkům normy ČSN EN 62305-3) či sesvorkováním armovacích želez lze docílit velmi kvalitní a levné soustavy. Veškerá zařízení, tanky, budovy, podpěry apod. jsou téměř vždy postaveny na mohutných železobetonových základech, takže je jen třeba pečlivě je mezi sebou propojit, a to na více místech a vodivě. Objekty a zařízení související s výrobou bioplynu jsou obecně většinou zařazeny do LPL II (Lightning Protection Level, hladina ochrany před bleskem). Nic ovšem nebrání toto zařízení zařadit do vyšší hladiny LPL I, obzvlášť jsou-li okolí nebo vnitřní obsah budovy výjimečně citlivé na

účinky bleskového výboje. Je proto nutné zkontrolovat ekvivalentní délku zemniče, popř. ji doplnit pásky nebo tyčovými zemniči. Kovová potrubí, tažená mezi jednotlivými celky, se uzemní na co nejvíce místech (na každé patce), zároveň je třeba dbát na dokonale vodivé spoje mezi jednotlivými díly trubek. V tomto případě rozhodně nelze doporučit jako spoj pouhé sešroubování přírub, ale vložení pásku nebo lanka s pospojováním proti sobě pod šrouby, a to minimálně na dvou místech, jak to uvádí norma (ČSN EN 62305-3 D.5.1.2).

Jestliže je určitá část potrubí katodicky chráněna proti korozi, je třeba pro pospojování použít jiskřiště, ovšem pravděpodobně v provedení Ex (obr. 15.1). Nacházejí-li se tato potrubí v areálu budovy, postupuje se při jejich ochraně v podstatě stejně jako u ostatních (normálních) budov. Jsou-li však v těchto budovách instalována zařízení určená k dalšímu zpracování plynu, je navíc třeba brát v úva-hu, že všechny součásti, které jsou používány k zachycení blesku – tzn. jímače, komínky (vybavené pomocnými jímači), ocelové konstrukce –, musí být mimo prostředí s nebezpečím výbuchu, tj. mimo zóny Ex (vyskytují-li se tam).





Obr 15.1

Fermentační nádrž a zásobník na vyrobený bioplyn

· Tyto nádoby lze rozdělit do několika základních skupin podle jejich konstrukce na:

- celokovové s pevnou střechou,
- celokovové s expanzivní fóliovou střechou,
- železobetonové.

Nešlo-li by o tank nebo zásobník, který obsahuje výbušnou směs, bylo by možné jednoduše doporučit využít celé zařízení jako náhodný jimač (to by ve většině případů byla i ta nejlevnější alternativa – bylo-li by ovšem možné zcela se spolehnout na technologickou kázeň při realizaci stavby).

Ideální stav, tj. důsledné vyrovnaní potenciálů, znamená, že budou vodivě pospojovány všechny kovové díly mezi sebou a toto pospojování bude vyhovující i z hlediska větší energie bleskových proudů tak, aby se tyto spoje nepřetavily v okamžiku, kdy jimi bude protékat bleskový proud.

Základy tanku je nejlepší využít jako základové zemnicí desky, tzn. využít armovací železa v betonu pro zřízení co nejlepší zemnicí soustavy. V tomto případě je vhodné spojení mezi jednotlivými pruty realizovat svařením nebo svorkováním. Po obvodu budoucího kovového tanku se vyvedou přizemňovací praporce, které je třeba v místech vyvedení z desky ošetřit proti korozi. Je možné zkusmo vypočítat ekvivalentní délky zemniče. Z normy pro zemnič typu B (obvodový nebo základový zemnič) platí, že střední poloměr plochy re, která je uzavřena zemničem, nesmí být menší než hodnota  $1l$  uvedená v tabulce. Vzhledem k tomu, že jde o kruhovou stavbu, je výpočet o to jednodušší, neboť hodnota  $re$  je přibližně rovna poloměru tanku. Je-li tedy průměr tanku  $16\text{ m}$ , je hodnota  $re$  rovna číslu  $8$ . To je ale pro stanovení ekvivalentní délky zemniče velmi malá hodnota. Rezistivita betonu je přibližně  $200\ \Omega\cdot\text{m}$ . Z uvedené tabulky vyplývá, že pro zemnič uložený v betonu není třeba dělat dodatečná opatření. Nádrž pro uskladnění hořlavých plynů s průměrem větším než

20 m musí být dvakrát uzemněny. Zkontrolovat zemnič, popř. doplnit jeho délku, je třeba v případě, že je zemnič uložen v neznámém prostředí (myšleno vzhledem k rezistivitě prostředí). Po vyzrání betonu se musí vykonat závěrečná kontrola hodnoty zemního odporu. Ta by neměla přesáhnout 10 Ω.

Každopádně je lepší na vývody z uzemňovací soustavy použít nerezový materiál s ohledem na větší kyselost prostředí v rámci této produkce. Na tyto vývody se připojí celá kovová konstrukce tanku, jejíž jednotlivé díly jsou mezi sebou vodivě propojeny. Díly se opět přednostně propojí svařováním. Na vrcholu chráněného zásobníku se vztyčí jímací tyče, a to vždy tak, aby se celé zařízení nacházelo v ochranném prostoru (podle ČSN EN 62305-3 metoda ochranného úhlu či valivé koule). Výhodné je, aby se jímací tyče (resp. místo, kde do celého systému bude vnikat bleskový proud) nacházely nad zónou Ex 2. Výjimečně je možné instalovat hroty jímacích tyčí do této zóny, tedy v místě, kde se výbušná atmosféra vyskytuje pouze občas a krátce.

## Popis zón

**Zóna 0** – prostor, ve kterém je přítomna výbušná plynná atmosféra tvořená směsí hořlavých látek plynu, par nebo mlhy se vzduchem, a to trvale nebo po dlouhá časová období nebo často.

**Zóna 1** – prostor, ve kterém je za normálního provozu pravděpodobnost vzniku výbušné plynné atmosféry tvořené směsí hořlavých látek v podobě plynu, par nebo mlhy se vzduchem příležitostná.

**Zóna 2** – prostor, ve kterém není vznik výbušné plynné atmosféry tvořené směsí hořlavých látek v podobě plynu, par nebo mlhy se vzduchem za normálního provozu pravděpodobný, avšak při případném výjimečném vzniku této atmosféry bude tato přetrvávat pouze po krátké časové období.

Z toho vyplývá, že k úderu blesku, popř. nebezpečnému jiskření, by nikdy nemělo dojít v zónách 0 a 1; u zóny 2 tomu tak může být, protože její vznik není za normálního provozu pravděpodobný. (Jenomže při bouřce může právě nastat jiná než normální provozní situace. Předchozí úder blesku může z určitých důvodů způsobit havarijní odstavení provozu a následný blesk...?)

Fermentory, popř. zásobníky, jsou-li zhotoveny z kovových materiálů dostatečné tloušťky (u železa 5 mm, u hliníku 7 mm), nemusí být vybaveny dodatečnou jímací soustavou. Ovšem vzhledem k riziku nedodržení technologické kázně, ale také vlivem používání nových materiálů pro co nejjednodušší konstrukci a izolační vlastnosti tanků je velmi obtížné zabezpečit dobré vodivé propojení jednotlivých částí tak, aby při úderu blesku nedošlo působením jiskření k iniciaci explozivní směsi. Proto se v současné době i u kovových konstrukcí raději volí izolovaná jímací soustava – oddálený hromosvod.

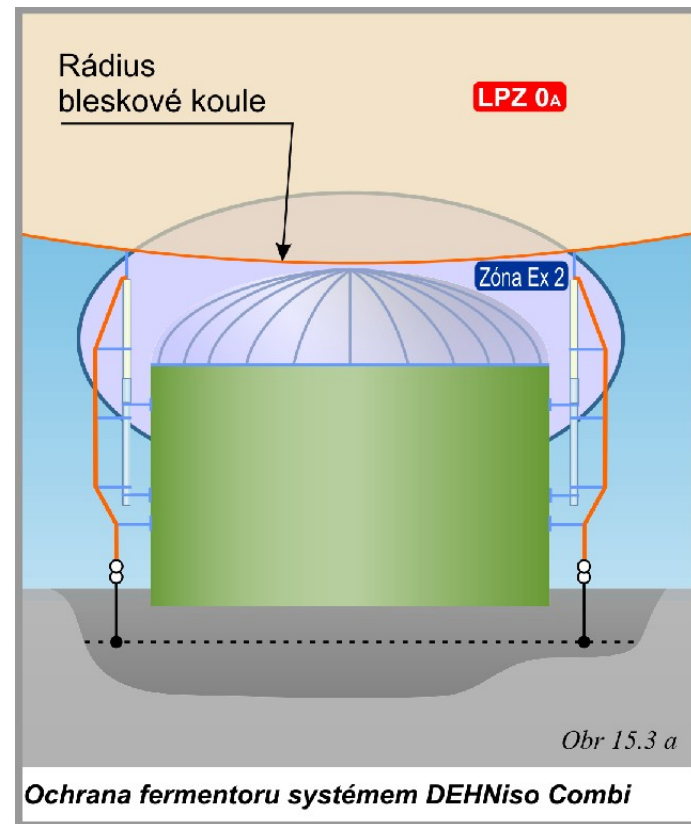
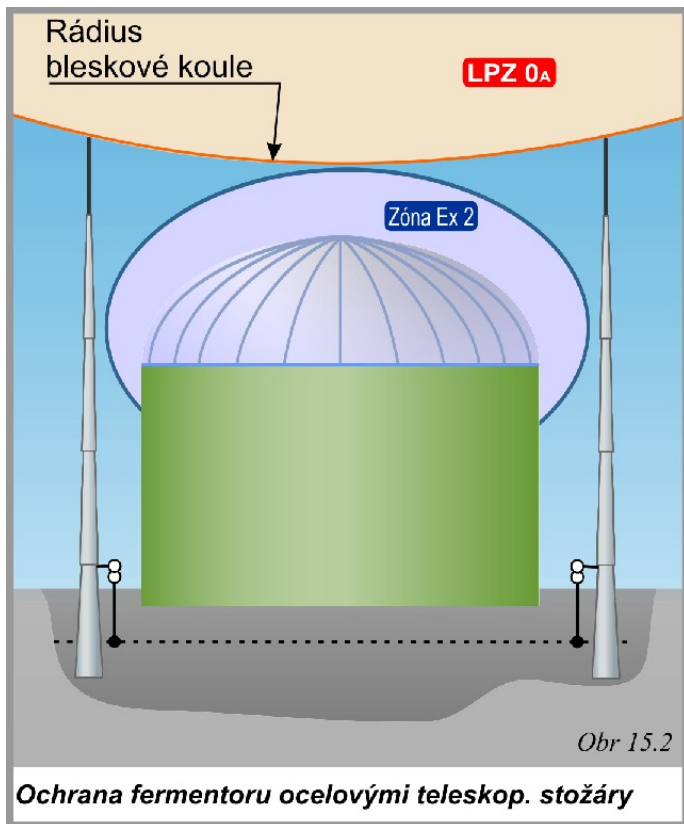
Ten je možné postavit několika způsoby:

1. Prostým vztyčením jímacích tyčí tak, že se celý chráněný objekt nachází v takto vytvořeném ochranném prostoru a zároveň je dodrženo prostorové oddálení pro zachování dostatečné vzdálenosti (obr. 15.2).

2. Použitím základních prvků DEHNiso Combi (obr. 15.3 a, b) lze tohoto oddálení také dosáhnout. Tedy za předpokladu, že výsledná dostatečná vzdálenost s nedosahuje takových hodnot,

aby nastal problém se stabilitou této oddálené jímací soustavy.

3. Vytvořením oddáleného hromosvodu s izolovanými svody



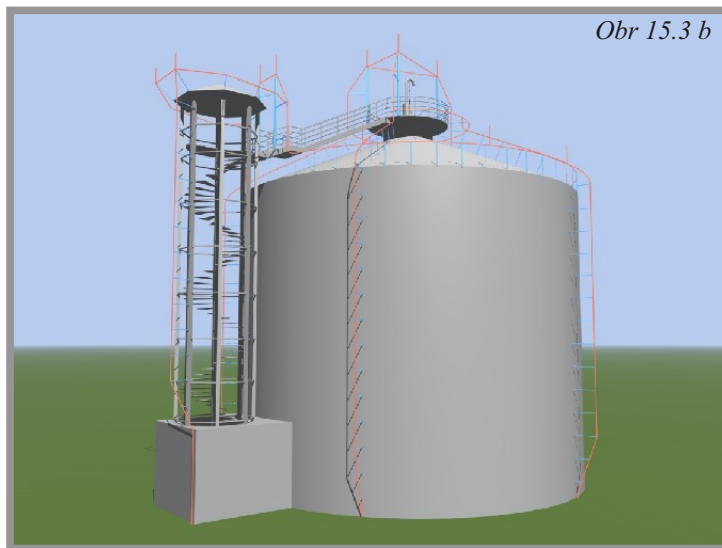
vodičů HVI (obr. 15.4 a, b), není-li dostatečná vzdálenost s větší než 75 cm. V některých případech je možné použít i paralelně vedené sondy HVI. Toto řešení má také nejmenší dopad na vzhled celého zařízení; ale u takovýchto zařízení asi nebude estetické hledisko na prvním místě. Instalace oddáleného hromosvodu je ale jen jednou částí problematiky potenciálového vyrovnání. Nedílnou součástí celé ochrany je i potenciálové vyrovnání

mezi jednotlivými vodiči, které jsou do zařízení zavedeny.

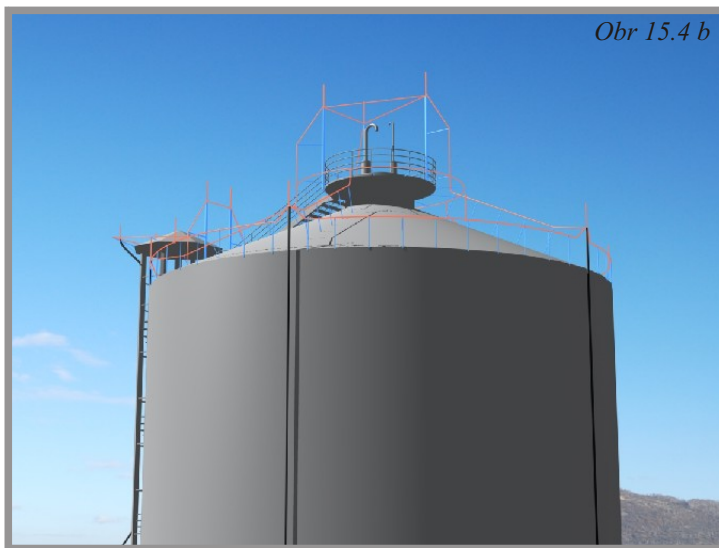
Samozřejmostí je osazení vstupního rozváděče technologie svodičem bleskových proudů. Obsahuje-li zařízení např. několik čerpadel odděleně napájených samostatnými přívody, je třeba toto vyrovnání provést u každého z nich. Tomu musí odpovídat i prostor rozváděče – šířka DEHNventilu Modular (obr. 15.5) je šest jednotek pro soustavu TN-C u sousta-

vy TN-S je to jednotek osm. Je-li to možné, musí být na stejném místě vstupu k chráněnému zařízení obdobně chráněny komunikační vodiče bez ohledu na to, zda jsou použity třeba jen k pouhému odečtu hodnot či přenášení řídicích signálů. Pro tento účel jsou vhodné např. moduly Blitzductor XT ML4, popř. CT.

Svodiče přepětí je výhodné umístit co nejbližší k chráněnému zařízení (např. k měřiči hladiny směsi) tak, aby díky ce

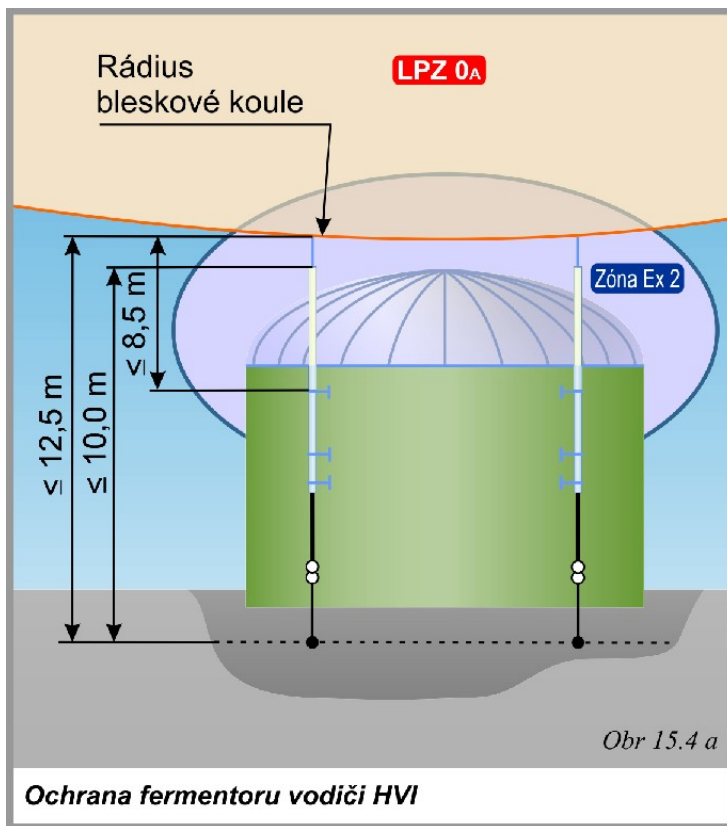


Obr 15.3 b



Obr 15.4 b





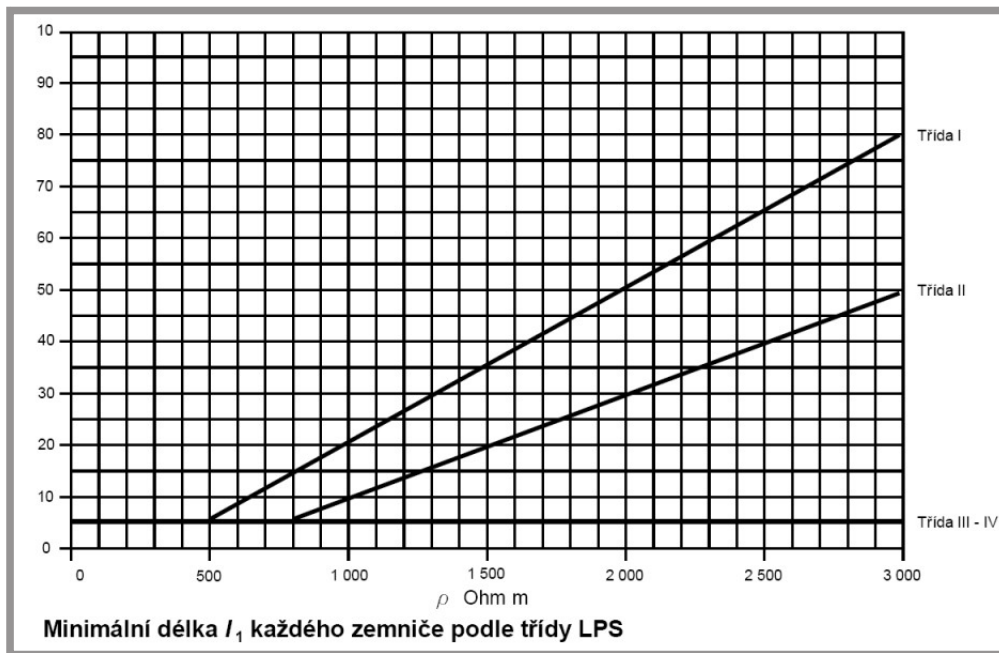
impedanci vodiče a takto vytvořenému rozdílu potenciálu nevznikla sice malá a energeticky chudá, ale jinak stejně nebezpečná iniciační jiskra. Místo instalace svodičů se bude pravděpodobně nacházet v zóně 2, nebo dokonce v zóně 1. Ale i na tuto eventualitu jsou svodiče firmy Dehn připraveny a vybrané typy lze do těchto zón instalovat. Jde např. o svodiče DEHNpipe CD Ex (i) nebo DEHNpipe CD Ex (d), které jsou určeny pro ochranu proudových smyček nebo sběrnicových systémů a které kromě toho splňují požadavky na krytí až do IP67. Dalšími moduly jsou Blitzductor XT Ex (i) nebo Blitzductor CT Ex (i). Cílem tohoto



článku nebylo podát vyčerpávající detailní informace, které by vlivem rychlého vývoje tohoto oboru využívání obnovitelných zdrojů beztak brzy ztratily na aktuálnosti, ale poskytnout čtenáři informace pro co nejlepší orientaci při

následném prohlubování znalostí.

Podrobnější informace na toto téma lze získat na vyžádání na elektronické adrese autorů.



Obrázky:

Obr. 15.1 Jiskřiště v provedení Ex

Obr. 15.2 Ochrana fermentoru ocelovými teleskopickými stožáry

Obr. 15.3 a, b Ochrana fermentoru systémem DEHNiso Combi

a) schematické znázornění, b) reálné provedení

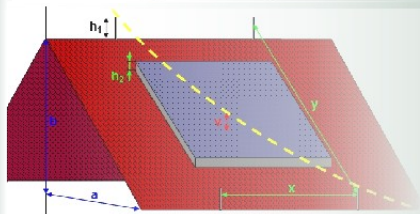
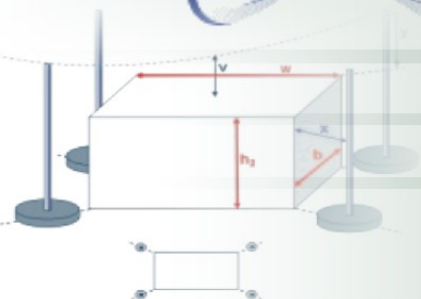
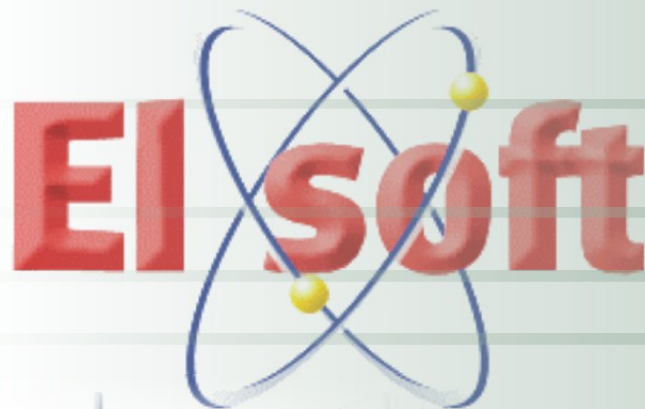
(modrá barva – distanční vzpěry a stožáry GFK z nevodivého materiálu, červená barva – jímací soustava tvořená lany a vodiči AlMgSi

Obr. 15.4 a, b Ochrana fermentoru vodiči HVI

a) schematické znázornění, b) skutečné provedení (svody po plášti nádrže jsou variantně realizovány izolovanými vodiči HVI)

Obr. 15.5 DEHNventil DV Mod 255

Tabulka minimální délky  $l_1$  zemniče podle třídy LPS



## Hromosvody PLUS

Kompletní řešení pro návrh hromosvodu  
dle norem ČSN EN 62305

vysvětlení principů

pravidla z norem v přehledném tvaru

kuchačka, aneb jak na to v praxi + to co v normách  
nenajdete + provázání na pravidla z norem

výpočty provázané na kuchačku a na pravidla z norem

ocenění rizika – výpočet ve tvaru, který zvládne každý

návrh LPS a LPMS – pavouk návrhu  
konkrétní aplikace

**KLIMŠA DAVID**

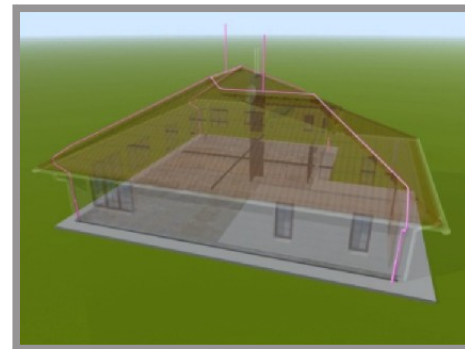
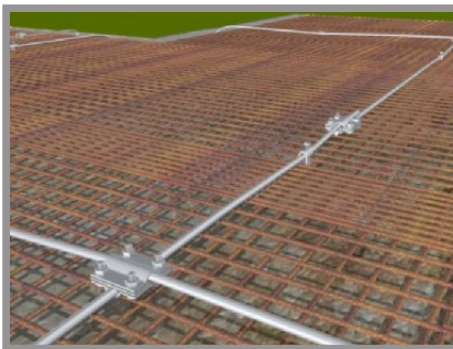
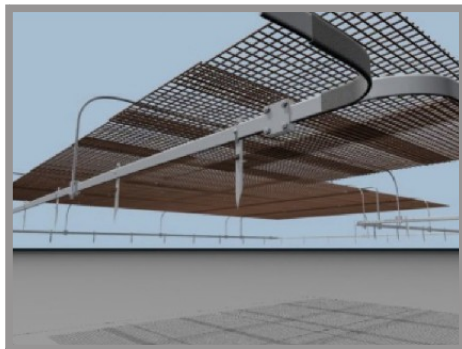
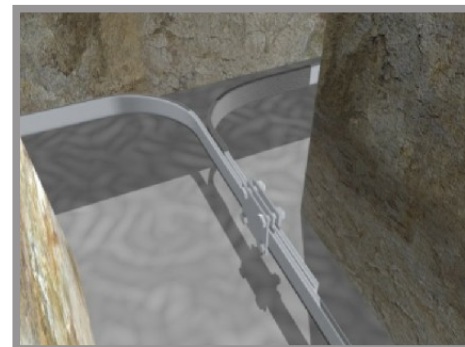
[www.klimsa.cz](http://www.klimsa.cz)

tel.: 603 256 951

## ANIMACE SEDMÁ - [www.kniska.eu/animace](http://www.kniska.eu/animace)

Uzemnění pro rodinné domky; materiály, položení, připojení

Délka 10:52

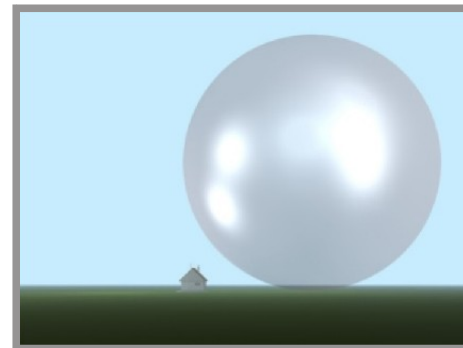
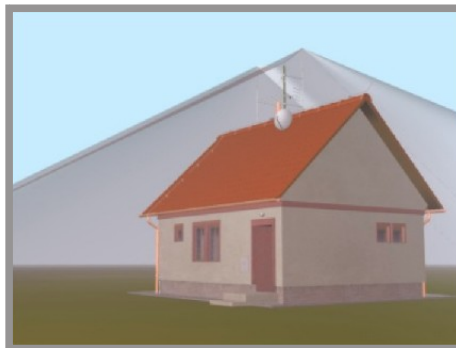
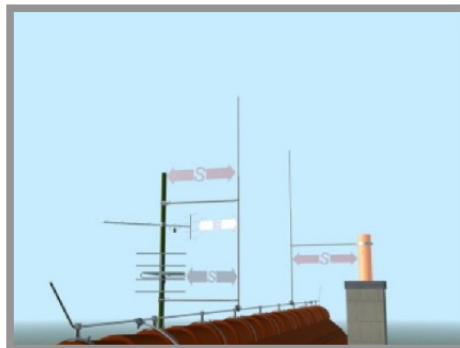
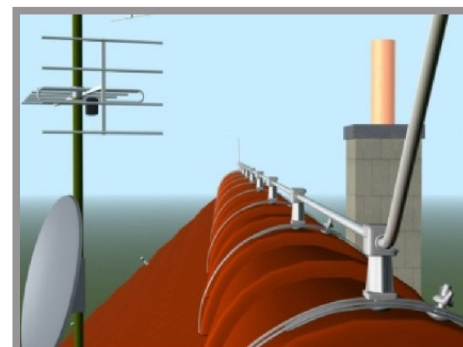




## ANIMACE OSMÁ - [www.kniska.eu/animace](http://www.kniska.eu/animace)

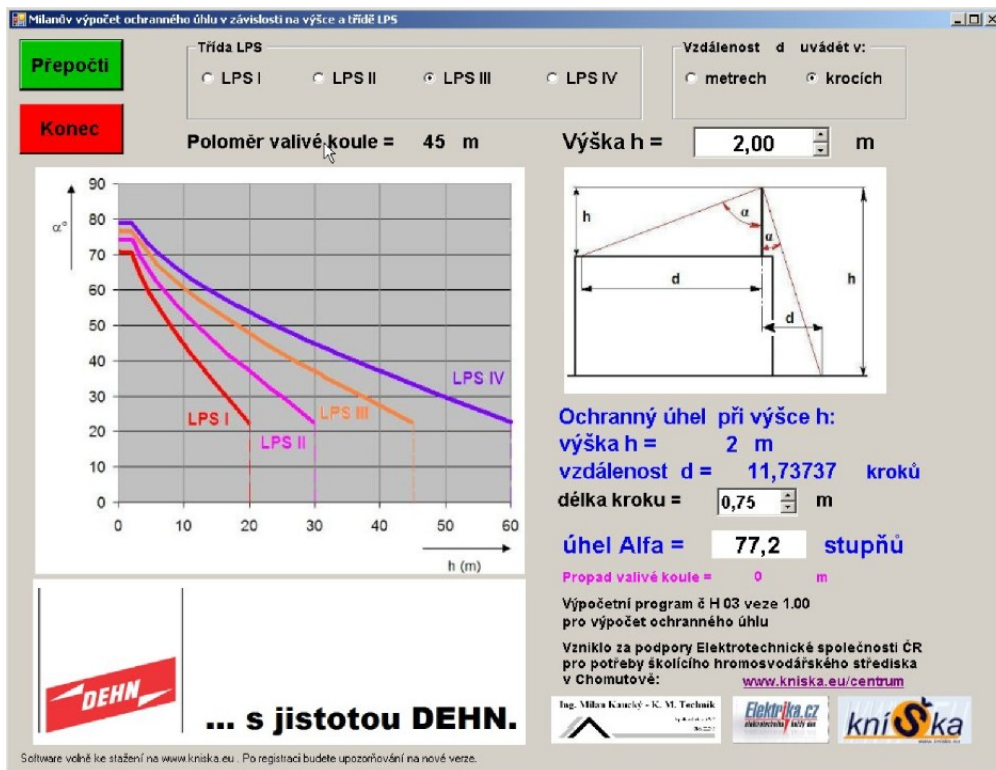
Rodinný domek; instalace hromosvodu, rozdíl mezi “klasickým” a izolovaným hromosvodem.

Délka 9:37



## SOFTWARE SEDMÝ - [www.kniska.eu/software](http://www.kniska.eu/software)

Ochranný úhel; stanovení úhlu a jeho “chráněný” dosah.



## CENTRUM HROMOSVODÁŘŮ A ELEKTROTECHNIKŮ

- pro všechny montéry  
projektanty a revizní techniky
- hromosvody podle nové normy  
ČSN EN 62305
- DEHNiso Combi, vodiče HVI a CUI  
teorie, ale hlavně **PRAXE!!!**

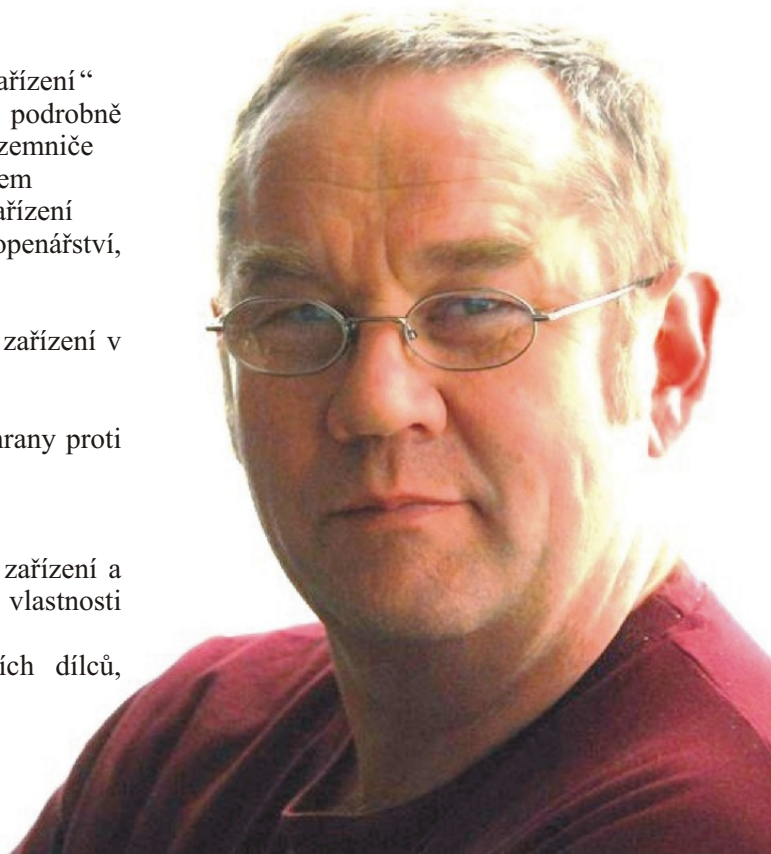
31.1.2008 byl slavnostně zahájen provoz unikátního školicího centra. Bylo zbudováno ve spolupráci s firmou LUMA Plus s.r.o., DEHN+SÖHNE a Střední školou energetickou a stavební. Centrum se nachází v Chomutově a nabízí své služby v oblasti ochrany před bleskem. Máte-li zájem toto centrum navštívit a leccemu se přiučit, použijte tento odkaz:

[www.kniska.eu/centrum](http://www.kniska.eu/centrum)



Ing. Milan Kaucký

1975 absolvoval ČVUT - FSI, obor “Výrobní stroje a zařízení”  
pak nastoupil do VÚM Praha do konstrukce, kde se podrobně seznámil mimo jiné s betonařinou – znalosti pro základové zemniče  
další konstrukce: PAL Kbely, KOVONA Lysá nad Labem  
1988 postgraduální studium Číslicově řízené stroje a zařízení  
Od r. 1990 OSVČ: zámečnictví, elektroinstalace, topenářství, účetnictví, technické a ekonomické poradenství atd...  
od r. 1992 vlastní svářečský průkaz  
v r. 1995 vyučen elektromechanikem pro rozvodná zařízení v COP Praha, Poděbradská 1  
od r. 1997 kontroly (revize) elektrických spotřebičů  
od r. 2002 se intenzivně zabývá studiem i praxí ochrany proti blesku a přepětí  
od r. 2006 revizní technik E2/A do 1000 V  
znalosti:  
· konstrukce výrobních strojů, ostatních strojních zařízení a ocelových konstrukcí, technologie zpracování kovů, vlastnosti materiálů  
· technologie výroby prefabrikovaných stavebních dílců, technologie betonářských prací  
· elektrotechnika NN





## Logika vnitřní ochrany

**Základem vnitřní ochrany** je důsledné vyrovnaní potenciálu. Přehnáno do absurdity (na úrovni matematického axiomu: "*dvě rovnoběžky mají společný bod v nekonečnu*") by ideálem byl objekt, jehož stěny jsou odlity z mědi nebo jiného dobrého vodiče. V takovémto objektu by byl všude prakticky stejný potenciál. Toto řešení samozřejmě není možné. Jednak kvůli ceně, ale hlavně kvůli spoustě dalších technických problémů, které by tímto řešením vznikly. Přesto je dobré pro názornost a pochopení principu si takovéto řešení "jediného potenciálu v objektu" představit a brát jej jako limitní a nedosažitelný ideál.

V reálném řešení je proto nutné navzájem pospojit všechny vodivé prvky stavby, na nichž se za normálních okolností nevyskytuje napětí. Čím více vodivých propojení, ať náhodných či strojených, tím lépe se přiblížíme ideálnímu stavu.

Připojení vodičů s vyšším pracovním potenciálem (fázových sítí NN, sdělovacích, datových atd.) k této soustavě vyrovnaní potenciálu se provede přes

svodiče bleskového proudu nebo svodiče přepětí (souhrnně SPD), které dokáží omezit rozdíl potenciálu na přijatelné svodičem kontrolované úrovni svedením vyrovnávacího proudu do uzemnění. Svodiče se považují a hlavně fungují jako nedílná součást systému vyrovnaní potenciálu budovy. Samotné svodiče, bez toho, že by byly připojeny k soustavě vyrovnaní potenciálu objektu, by ochranu zajistit nedokázaly.

Svodiče (SPD) se rozdělují podle schopnosti účinně svést energii přepětí na SPD typu I (svodič bleskového proudu – v současnosti obvykle zapouzdřené řízené jiskřiště), SPD typu II (varistorové svodiče schopné svést vyšší energii přepětí) a SPD typu III (převážně varistorové pro místní ochranu choulostivých elektronických spotřebičů a zařízení).

Pro názornost použiji i pojem, který normy ČSN EN 62305 nedefinují. Tímto pojmem je "Vztažný potenciál" (dále jen VP), to je potenciál, od kterého se počítají rozdíly potenciálů v určitém místě nebo v celém objektu. Potenciál hlavní sběrnice pospojování v dalším textu nazývám "Základní vztažný potenciál objektu",

kteřý je obvykle roven potenciálu uzemňovací soustavy objektu.

**Je velmi důležité si vždy při řešení vnitřní ochrany uvědomit dvě skutečnosti.**

Zprvé, že žádné napětí (přepětí) není nezávislé na svém okolí. Každé napětí je pouze rozdíl dvou potenciálů a je tedy vázáno definovatelným způsobem alespoň k jednomu z nich. Obvykle k nižšímu s hodnotou rovnou potenciálu PE.

Zadruhé, že úbytek napětí na vodiči (tj. rozdíl potenciálů na začátku a konci vodiče kterým protéká proud) je přímo úměrný velikosti proudu a délce vodiče a nepřímo úměrný průřezu vodiče. To samozřejmě platí i pro vodivé spoje a prvky systému vyrovnaní potenciálu objektu, hlavně v případech vysokých vyrovnávacích proudů od úderu blesku.

Pro vyrovnaní potenciálu objektu existují dva základní případy:

- a) objekt s vnějším elektricky izolovaným LPS (izolovaným hromosvodem od vodivých prvků stavby)
- b) objekt s neizolovaným vnějším LPS (hromosvod i vodivé prvky stavby jsou navzájem vodivě spojeny)

## Objekt s elektricky izolovaným vnějším LPS

Pro zajištění minimálních rozdílů potenciálů je nejvhodnější umístit hlavní sběrnici pospojování (dále HSP - dřívější označení: hlavní ochranná přípojnice - HOP) co nejbližší hranici objektu, nejlépe přímo na vstupu přípojek NN, datových, telekomunikačních a dalších do objektu. Tato HSP je přímo propojená s uzemňovací soustavou a vytváří základní vztažný potenciál objektu (dále jen ZVPO). Připojení svodičů bleskového proudu k HSP je nutné provést co nejkratšími cestami. Díky tomuto řešení vyrovnávací proudy od blesku nezpůsobí větší úbytky napětí, než je bezpodmínečně nutné. Výsledný rozdíl mezi základním vztažným potenciálem objektu a potenciálem vodiče (v místě vstupu přípojek do objektu) je dán ochrannou úrovní samotného SPD zvýšenou o úbytky napětí na připojovacích vodičích SPD.

Rovněž se tímto umístěním neúměrně nezvyšuje rozdíl potenciálu mezi uzemňovací soustavou a základním vztažným potenciálem objektu reprezentovaným hlavní sběrnicí pospojování (HSP), a všechny případné větší rozdíly potenciálů od úbytků napětí

způsobených sváděním vyrovnávacích proudů zůstávají na okraji objektu a nešíří se dovnitř.

### Poznámka:

V případě umístění SPD typu I (svodiče bleskového proudu) až do rozvaděče někde dál uvnitř objektu i HSP do stejného místa je nutné počítat s úbytkem napětí na svodu PE od místa umístění SPD. Tím vznikne mnohem větší rozdíl mezi potenciálem uzemňovací soustavy a základním vztažným potenciálem objektu. To by vadilo zejména v případě více míst vstupů přípojek.

Mnohem horší situace by vznikla umístěním HSP na hranici objektu a SPD typu I dál do objektu. Pokud by se i základní vztažný potenciál objektu neposunul co nejbližší SPD, byly by rozdíly potenciálu mezi PE a potenciálu vodičů mnohem vyšší, než je ochranná úroveň samotných SPD.

Vyrovnáním potenciálu pomocí SPD typ I na hranici objektu se vyloučí z vnitřku objektu energeticky náročné vyrovnávací proudy od bleskového proudu.

Vyrovnávací proudy od SPD typu II a III umístěné dále uvnitř objektu již zdaleka

nemají tak vysoké hodnoty. Proto ani úbytky napětí a tím i rozdíly mezi základním vztažným potenciálem objektu a potenciály konkrétních míst uvnitř objektu již nenabudou při svodu těchto vyrovnávacích proudů významných hodnot.

Tyto rozdíly se ještě více snižují, pokud je systém vyrovnání potenciálu proveden paralelními vodivými cestami. I zde platí pravidlo: "čím více paralelních vodivých cest (ze strojených či náhodných vodičů) a čím větší je jejich celkový průřez, tím více se vyrovnávací proudy rozdělí na proudy o nižší hodnotách, které způsobí menší úbytky napětí. Tím se dosáhne i menších rozdílů potenciálu mezi základním potenciálem objektu a potenciály konkrétních míst". Paralelní cesty zároveň slouží jako záloha.

Nejméně vhodným způsobem tvorby systému vyrovnání potenciálu objektu s izolovaným vnějším LPS je proto systém se stromovou strukturou.

## Objekty s elektricky neizolovaným vnějším LPS

V těchto objektech platí, že vnější LPS i všechny vnitřní vodivé prvky se spolu vodivě spojí. Tím se dráha bleskového proudu rozdělí na mnoho paralelních drah

(vně i uvnitř) a bude i v tomto případě platit co bylo uvedeno výše u izolovaného vnějšího LPS: menší proud (v tomto případě dílčí bleskový) vyvolá svým průchodem menší úbytek napětí. Navíc se rozdělením bleskového proudu na mnoho dílčích drah značně omezí elektromagnetické pole vytvořené okolo každé dráhy.

Přitom je nutné pamatovat, že je nutné vzájemné pospojení nejen ve vertikálním směru. Podle výšky budovy je nutné maximálně po 20 m výšky provést i důsledné horizontální pospojení tak, aby potenciál v celém horizontálním řezu budovou byl v místě tohoto pospojení prakticky na stejné úrovni.

## Pro objekty s izolovaným i neizolovaným vnějším LPS platí.

V místech uvnitř objektu, kde se v stýká více různých vedení (silových, datových atd., např. v rozvaděči, v počítači a pod.), nebo kde by vzdálenost od posledního SPD byla natolik velká, že by rozdíl indukovaných napětí od elektromagnetického pole v jednotlivých vodičích nabyval hodnot, které by již mohly ohrozit svou výši zařízení. Dále v místě kde je více zařízení

navzájem propojeno různými vedeními. Všude tam je nutné vytvořit místní vztažný potenciál.

Ten je možné vytvořit jedinou ekvipotenciální přípojnici, nebo, při rozsáhlejším prostoru, systémem ekvipotenciálních připojovacích bodů, které budou mezi sebou navzájem propojeny co největšími průřezy. U ploch je nutné vytvořit mřížovou soustavu vyrovnání potenciálu tak, aby se co nejvíce jednotným potenciálem blížila limitnímu ideálu zmíněnému v úvodu. Je třeba brát v potaz, že pro některé elektronické obvody může být rozdíl potenciálů i jen pár voltů fatální.

Proto je třeba vždy brát v úvahu možnosti únosného technického řešení a požadavky zařízení v konkrétním místě. Pokud není možné vytvořit jednotný potenciál na velké ploše, např. u počítačového sálu, je potřeba vytvořit plošnou síť, kde rozdíly potenciálu budou co nejmenší. Přitom přímo v místě choulostivého zařízení je nutné zřídit ekvipotenciální přípojnici s jediným vztažným potenciálem vůči tomuto zařízení a k ní připojit co nejkratší cestou potřebná SPD, PE i kostru tohoto zařízení.

## Shrnutí:

napětí o jakékoli hodnotě je vždy vztaženo k určitému potenciálu ochranná úroveň kteréhokoli SPD je vždy součtem ochranné úrovně samotného SPD (udávané výrobcem SPD) a úbytku napětí na připojovacích vodičích SPD k potenciálu příslušné ekvipotenciální přípojnice

v místech, kde je to z hlediska ochrany zařízení nebo spotřebičů nutné je třeba vytvořit jediný vztažný potenciál, ke kterému budou přímo připojeny neživé části a ochranné vodiče a přes SPD živé části elektrických instalací (silových i informačních rozvodů).

rozdělením vyrovnávacích či poruchových proudů na co možná největší počet navzájem propojených cest se velkou měrou sníží úbytek napětí při odvádění těchto proudů i značně se omezí elektromagnetické pole způsobené průchodem těchto proudů

## Logika přístupu k řešení vnitřní ochrany

**Prvním krokem řešení** vnitřní ochrany proti blesku a přepětí je stanovení zón ochrany LPZ, a dále pak důkladná prohlídka stávajícího objektu nebo alespoň aktuální podrobné dokumentace. Je bezpodmínečně nutné nalézt veškeré elektroinstalace (NN, datové, telekomunikační, MaR a pod.), instalace neelektrické ve vodivých trubkách (voda, topení, plyn, atd.) a veškeré další vodivé předměty nebo součásti stavby (obvykle kovové), které by mohli být příčinou zavlečení přepětí od blesku nebo jiného přepětí do budovy, nebo mezi jednotlivými zónami ochrany LPZ uvnitř budovy.

Je vhodné si vypracovat písemný přehled těchto kritických míst s uvedením druhu vodivé cesty, směru šíření přepětí, velikostí a příčiny možného přepětí. Zvláště správné určení směru šíření přepětí je důležité (především pro orientaci SPD

pro slaboproud). Opakovaně se setkávám s mylným názorem, že tento směr je pouze shodný se směrem napájení silových obvodů NN, nebo směrem toku dat v informačních sítích. Ale ne vždy tomu tak je ve skutečnosti.

Dále je nutné zjistit zdroje možného provozního přepětí uvnitř objektu, (např. chladničky, zářivky, spotřebiče s elektronicky řízenými otáčkami atd.) a určit v kterých obvodech budou zapojeny. Rovněž je vhodné určit obvody pro připojení elektroniky a ostatních spotřebičů choulolistých k přepětí.

V neposlední řadě je nutné zjistit dostatečné vzdálenosti od svodů vnějšího LPS.

Teprve na základě této analýzy pak vypracovat rozvržení jednotlivých obvodů silnoproudé i slaboproudé elektroinstalace, systému vyrovnání potenciálu a umístění SPD a další potřebná opatření.

Přitom je důležité nezapomenout na

možnost zpětné indukce přepětí ze souběhu kabelů, PE vodičů svádějících vyrovnávací proudy a pod., a to nejen vodičů před a za SPD. I některé kabely vnitřních, již "ošetřených" obvodů mohou být zdrojem rušení, jsou-li k nim připojeny spotřebiče produkující pravidelně výrazné přepětové špičky, jako jsou např. chladničky. Rovněž se nesmí zapomenout na indukci od elektromagnetického pole bleskového proudu ve svodech (nejen vnějších, ale i vnitřních, jsou-li).

*Na závěr se omlouvám všem, kterým je tento přístup samozřejmý. Ale na výstavě AMPER i na různých školeních se opakovaně setkávám s jevem, že značná spousta elektrotechniků žádá informace jak to udělat, ale vůbec je nezajímá proč to tak udělat.*



## Revize a kontroly SPD

U SPD se podle typu setkáme s různou konstrukcí.

**SPD typu I** jsou převážně zapouzdřená jiskřiště, v současné době hlavně řízená zapouzdřená jiskřiště. Přitom jiskřiště vykazuje z dlouhodobého hlediska stále technické parametry. Ani prověření těchto parametrů není možné provést jednoduchým způsobem. Vyžaduje to vybavení generátorem přepětových impulsů. A to je spíše vybavení zkušeben, ale ne běžného revizního technika. Proto se běžná kontrola jiskřišť omezí na vnější prohlídku neporušenosti pouzdra, dotažení kontaktů, atd. Je vhodné i změřit provozní teplotu např. bezkontaktním teploměrem, není-li vzhledem k okolí podstatně vyšší. A samozřejmě zkontrolovat svítí-li kontrolní LED nebo barvu terčiků stavu.

**SPD typů II a III** jsou osazeny nelineárními polovodičovými prvky, varistory. Varistory se vyrábějí zejména z kysličníku zinečnatého ZnO, o kterém nelze tvrdit, že s časem naprosto nemění své chemické a fyzikální vlastnosti. Pokud by varistor nebyl vůbec zatěžován

žádným přepětím, nebo ani nebyl zapojen, jeho vodivost se bude velmi pomalu snižovat.

Naopak, pokud bude varistor neustále vystavován energeticky náročným přepětím, vypálí se v něm vodivé mikrocesty a vodivost se značně zvýší až k nakonec dojde k jeho průrazu.

Rovněž vysoké teploty (např. od slunce apod.), nadměrná vlhkost a podobně, nepřispívají k dlouhodobě stabilním parametrům varistoru.

Výsledné vlastnosti varistoru v čase proto záleží na kombinaci všech těchto okolností. Zcela stejný svodič může proto v jedněch podmínkách vydržet 10 i více let, a jinde může být zničen již za 3 měsíce. Nebude to chybou varistoru, ale způsobem instalace a volbou koncepce ochrany, která v druhém případě je naprosto nevyhovující. Je to i důvod, proč seriózní výrobce neudává dobu životnosti svodičů.

Proto je nutné stav varistorů pravidelně kontrolovat a revidovat !!!

Jakým způsobem je možné prověřit stav varistorů ve svodičích? Máme několik možností:

- Provedením komplexní zkoušky ve zkušebně zatěžováním energeticky náročnou impulsní přepětovou vlnou z pulsního generátoru přepětí.
- Vyzkoušení funkce SPD přenosným generátorem měkkých napětových pulsů.
- Měřením miliampérového bodu varistoru

Varianta a) je pro běžnou praxi revizního technika naprosto nepoužitelná. Přichází v úvahu pouze ve sporných případech, nebo u reklamací funkce SPD.

Varianta b) by v praxi nejspíš byla ideálním řešením, ale vzhledem k ceně generátoru a dalšího potřebného vybavení pro měření a vyhodnocení je pro běžného revizního technika z ekonomického hlediska nerentabilní. Např. cenově nejpříjemnější speciální měřicí ústředna pro kompletní sortiment SPD jednoho nejmenovaného výrobce SPD stojí cca 100 000 Kč. Perfektně detailně dokáže automaticky během chvilky prověřit stav veškerých prvků, z nichž se jednotlivý SPD skládá. Kromě ceny má však ještě jednu nepříjemnou vlastnost, neměří SPD jiných výrobců. Samozřejmě i cena revize SPD by

pak měla být ekvivalentní ceně vybavení. Varianta c) je nejméně nákladná a pro běžnou potřebu kontroly stavu SPD i přijatelná, a proto se jí dále budu věnovat podrobněji.

**Při kontrole a revizi konkrétního svodiče by měl být vždy respektován doporučený postup měření od jeho výrobce.**

Je však otázkou, má-li se respektovat doporučení jistého nejmenovaného výrobce, kontrolovat pouze barevné terčíky a když už měřit, tak maximálně izolační odpor 250V DC, aby se ověřilo, že varistor nemá velké svodové proudy při běžném napětí. Tato doporučení, spíše než co jiného, svědčí o kvalitě varistorů používaných tímto výrobcem.

Druhým extrémem výrobce je vyžadovat pouze měření generátorem impulsů (viz za b) v přehledu) a vše ostatní zavrhnout. Osobně takováto důkladná měření považuji za velice přínosná i žádoucí, ale vzhledem k nákladům na měřicí techniku v běžné praxi bohužel z ekonomických důvodů nereálná. Proto se přikláním k řešení většiny výrobců, a to i renomovaných značek, pro běžnou potřebu provádět měření miliampérového bodu.

Postoje jednotlivých výrobců jsou i námětem k zamyšlení pro projektanty a montážní firmy, od kterého výrobce zvolit SPD vzhledem ke kvalitě, funkci i nákladům na instalaci a také nákladům na kontroly a revize během životnosti SPD. Z mé zkušenosti není ekonomika provozu nezanedbatelným nákladem pro investora.

**Měření miliampérového bodu** prověří pouze část voltampérové charakteristiky varistoru v okolí 1 mA. Dlouhodobá praxe však prokázala, že pokud se výrazně nemění hodnoty varistoru v tomto intervalu, nemění se výrazně ani celá charakteristika. Proto je toto měření vyhovující v naprosté většině případů v praxi.

Běžně uváděná voltampérová charakteristika varistoru pro miliampérový bod má v oblasti 1 mA výrazný skok v hodnotách. Tento skok ale neznamená, že při průchodu proudem 1 mA varistor ztrácí stabilitu a tzv. otevírá. Tento skok je vyjádřením tolerančního pole přípustného napětí při průchodu proudem 1 mA, kdy se varistor považuje za vyhovující. Takže ve skutečnosti zobrazuje charakteristika v intervalu 0 až 1 mA minimální přípustnou

hodnotu napětí na varistoru. V bodě 1 mA skokem přechází k maximální hodnotě přípustného napětí a v této maximální hodnotě přípustného napětí pokračuje i v oblasti nad 1 mA.

Voltampérová charakteristika skutečného varistoru se v ideálním případě pohybuje někde uprostřed minimálních a maximálních hodnot a je v celém rozsahu spojitá. V oblasti 1 mA je charakteristika natolik plochá, že i při průchodu proudem pouze přibližně 1 mA dává prakticky shodné výsledky výše napětí. Proto i výsledky opakovaných měření s jediným měřicím přístrojem mívají shodné hodnoty, což by nebylo možné, pokud by se skutečná charakteristika přesně shodovala s hodnotami uváděnými konvenční charakteristikou. To znamená, že pokud by se varistor choval přesně podle konvenčně zobrazené charakteristiky, musely by být opakovaně měřené hodnoty při proudě 1 mA nepravidelně rozloženy v celém rozsahu "skoku" od minima do maxima, což se samozřejmě nikdy nestává.

Spojitá charakteristika varistorů je důvodem, proč není nutno pro měření při revizích používat pouze k tomu speciálně

určené měřicí přístroje, jako je např. PM 10 fy. DEHN+Söhne.

Všechny moderní měřicí přístroje, které měří izolační odpor, by měli při tomto měření používat stabilizovaný měřicí proud přibližně 1 mA. Tato vlastnost mě vedla k ověření možnosti měřit varistory s použitím běžných měřicích přístrojů, které revizní technici vlastní.

Protože sám vlastním přístroje fy. Gossen Metrawatt a k dalším jsem měl přístup, ověřoval jsem především je na větším vzorku SPD fy. DEHN+Söhne řad RedLine i YellowLine. Přitom výsledky měření přístrojem PM 10 sloužily jako etalon. Výsledky předčily mé očekávání, neboť rozdíly v naměřených hodnotách se pohybovaly v rozmezí několika jednotek voltů. Prakticky naprostá byla shoda mezi přístrojem PM 10 a Secutestem. To je zřejmě způsobeno tím, že Secutest je napájen přímo ze sítě a má tedy stejně jako PM 10 tvrdší zdroj napětí.

Pro všechny měřicí přístroje je důležité, aby během měření nebo po jeho skončení bylo možno zjistit ustálenou hodnotu napětí během měření, protože při tomto měření není výsledkem hodnota izolačního odporu, ale protože se jedná o část

voltampérové charakteristiky v oblasti 1 mA, je výsledkem měření ustálené měřicí napětí. Z použitých přístrojů byl problém se čtením pouze u Profitestu, ale i tam se vše vyřešilo. V následujícím jsou stručně uvedeny přístroje, které jsem ověřil a za jejichž způsobilost měřit miliampérový bod varistoru se mohu zaručit:

**SECUTEST 0701S.** Měření se provádí metodou z nabídky MENU: měření izolačního odporu (funkce  $R_{ISO}$   $U_N=540V$ ), měření probíhá při stisknutí tlačítka (START) až do ustálení měřicího napětí (měřicí napětí i odpovídající izolační odpor jsou zobrazeny průběžně)

**PROFITEST 0100S-II.** Měření se provádí metodou měření izolačního odporu (funkce  $R_{ISO}$   $U_N=500V$ ), měření probíhá po delším stisku tlačítka START až do ustálení měřicího napětí – po jeho uvolnění doběhne automatický cyklus (měřicí napětí je zobrazeno po dobu měření a následného vybíjení, pak je zobrazen výsledný izolační odpor). Měření s delším stiskem tlačítka START je v návodu

nedokumentovaná funkce!

**METRISO C.** Měření se provádí metodou měření izolačního odporu (funkce  $R_{ISO}$   $U_N=500V$  nebo  $U_N=1000V$ ), měření probíhá po krátkém stisku tlačítka START – automatický cyklus (měřicí napětí je zobrazeno po dobu měření a následného vybíjení, pak je zobrazen výsledný izolační odpor)

Z dalších přístrojů jsem měl možnost seznámit se na výstavě s měřením jednoho DG 275 přístrojem fy. Metrel, Eurotestem. I tento přístroj měl vyhovující výsledek (shodný s výsledkem přístroje PM10) při měření metodou přímého měření izolačního odporu. Zajímavé bylo, že výsledek metodou měření určenou pro měření varistorů se od výsledků naměřených PM 10 odlišoval zhruba o 30 V, a proto tuto metodu u Eurotestu nemohu doporučit. Závazné výsledky by pro Eurotest byly po sérii měření s různými SPD, tak jako jsem je provedl u výše popsaných přístrojů fy. Gossen Metrawatt. Tuto možnost jsem však neměl. Přesto jsem přesvědčen, že nejen Eurotest, ale i další moderní měřicí přístroje jsou schopny

měřit vyhovujícím způsobem hodnotu miliampérového bodu. Ověření a testování těchto přístrojů přenechám jejich majitelům.

Protože všichni výrobci SPD varistory nakupují (i když ne všichni ve stejné kvalitě), měli by i varistory použité pro stejný účel u různých výrobců mít shodné nominální vlastnosti. Pokud to tedy neuvádí přímo výrobce měřeného SPD, je možné potřebný interval napětí, v němž se

má varistor pohybovat, zjistit v návodu pro přístroj PM 10 jako hodnoty pro SPD fy. DEHN+Söhne shodného určení jako je měřené SPD.

Postup měření je velmi jednoduchý, zvláště u SPD typu II pro rozvody NN. Nové typy většiny výrobců bývají již modulární. Stačí proto z báze vyjmout pouzdro s varistorem a měřicí sondy přiložit ke kontaktům a začít měřit. Protože prvky používané pro AC napětí měříme DC napětím, je vhodné

měření opakovat z opačnou polaritou. Výsledky by měli být zhruba totožné. U SPD typu II, které nejsou modulární je nutné pro měření odpojit celý SPD, což je poněkud pracnější.

Mnohem horší situace nastává u SPD typu III. U těchto SPD je nutné vždy podle katalogu zjistit vnitřní zapojení. Protože varistory jsou v těchto SPD zapojeny mezi fází a střední vodič a téměř ve všech případech paralelně se signalizací stavu

**Termíny kontrol a revizí SPD:** Termíny udává ČSN EN 62305-3 v:

**Tabulka E.2 – Maximální interval mezi revizemi LPS**

Hladina ochrany	Vizuální kontrola (rok)	Úplná revize (rok)	Kritické systémy úplná revize (rok)
I a II	1	2	1
III a IV	2	4	1

**POZNÁMKA.** Systém ochrany před bleskem pro prostředí s nebezpečím výbuchu by měl být vizuálně kontrolován každých 6 měsíců. Elektrická instalace by měla být provedena jednou za rok.

Povolené odchylky od ročních termínů revizí by měly být provedeny na cyklus 14 až 15 měsíců tam, kde je účelné provádět měření zemního odporu v různých obdobích roku, aby se získaly údaje o sezónních změnách



(optickou nebo akustickou) , nelze u nich stav varistoru ověřit bez demontáže pouzdra, případně i rozpájení vnitřních obvodů. Takový postup je ale běžně neodůvodnitelný. Pokud by jste se přesto pokusili měřit SPD bez demontáže, obvykle měříte pouze napětí při průchodu proudu cca 1 mA na LED nebo piezoelektrické houkače. To je ale nižší, než u varistoru. Proto v těchto případech nelze měření provádět se směřodatným výsledkem. Ani v návodu pro PM 10 nenajdete hodnoty napětí u většiny SPD z široké škály typu III až na výjimky. Pokud by někdo měl námitky, že ČSN EN 62305-3 je určena pouze pro vnější LPS a tedy dle ní není možné určovat termíny kontrol a revizí SPD, pak platí:

**POZNÁMKA** *Požadují-li národní úřady nebo instituce pravidelné revize elektrických systémů stavby, je doporučeno revidovat systém ochrany před bleskem s ohledem na požadavky funkce vnitřních ochranných opatření před bleskem včetně ekvipotenciálního pospojování proti blesku elektrických systémů ve stejném termínu. Starší instalace by měly by měly analogicky souviset s třídou ochrany před bleskem, nebo pro termíny revizí by měly být vzaty do úvahy místní nebo jiné zkušební předpisy jako jsou směrnice pro konstrukce vedení, technické předpisy, instrukce, bezpečnost v průmyslu a ochrana pracovních práv.  
(Příloha E – Směrnice pro návrh,*

*provedení, údržbu a revize systémů ochrany před bleskem. Čl. E.7.1)*

Zde je důležitá formulace: "...včetně ekvipotenciálního pospojování proti blesku elektrických systémů ve stejném termínu."

SPD pro slaboproudé rozvody je třeba vždy zapojovat a měřit přesně podle návodu konkrétního výrobce. Tam žádná paralela mezi SPD pro shodné užití, ale od různých výrobců, neexistuje. Obvykle i vnitřní zapojení je složitější.

## Často uváděné nepřesnosti v souvislosti s SPD

### Měření izolačního odporu v instalacích s SPD.

Pro provádění revizí v elektroinstalacích v současnosti platí souběžně dvě normy ČSN 33 2000-6-61 a ČSN 33

2000-6. Pro měření izolačního odporu platí následující:

ČSN 33 2000-6-61 ed.2 Elektrická instalace budov – Revize

612.3 Izolační odpor elektrické instalace (platí do 1.9.2009)

Izolační odpor se musí měřit mezi každým pracovním vodičem a ochranným

vodičem nebo zemí.

POZNÁMKA 1 V sítích TN-C se vodič PEN považuje za součást země.

POZNÁMKA 2 V místech s nebezpečím požáru by se měl izolační odpor měřit i mezi pracovními vodiči.

POZNÁMKA 3 Izolační odpor se doporučuje ověřit i mezi pracovními vodiči bez ohledu na prostředí, ve kterém instalace je.

Jmenovité napětí obvodu V	Zkušební stejnosměrné napětí, které se přikládá V	Izolační odpor M?
SELV, PELV	250	? 0,25
Do 500 V včetně (včetně FELV, avšak kromě SELV, PELV)	500	? 0,5
Nad 500 V	1000	? 1,0

Musí se měřit stejnosměrným proudem. Zkušební přístroj musí být schopen poskytnout zkušební napětí uvedené v tabulce při zatížení proudem 1 mA.

POZNÁMKA N Jestliže je pravděpodobné, že výsledky měření mohou být ovlivněny přepětovými ochranami nebo jinými přístroji zapojenými v instalaci, měly by se tyto přístroje před měřením odpojit. Pokud to však není

prakticky proveditelné (např. jsou-li přepětové ochrany přímo v zásuvkách) mělo by se zkušební napětí pro takové obvody přiměřeně snížit (např. u zařízení s fázovým napětím 230 V na DC 250 V)

ČSN 33 2000-6 Elektrické instalace nízkého napětí - část 6. Revize

61.3.3 Izolační odpor elektrické instalace (platí od 1.9.2007)

Izolační odpor se musí měřit mezi každým pracovním vodičem a ochranným vodičem spojeným se zemnicem. Pro účely této zkoušky se mohou pracovní vodiče (fázové vodiče a nulový vodič) spolu navzájem spojit.

POZNÁMKA N Izolační odpor se bez ohledu na prostředí, ve kterém je instalace situována, doporučuje ověřit i mezi pracovními vodiči navzájem.

Jmenovité napětí obvodu V	Zkušební stejnosměrné napětí, které se přikládá V	Izolační odpor M?
SELV, PELV	250	? 0,5
Do 500 V včetně (včetně FELV, avšak kromě SELV, PELV)	500	? 1,0
Nad 500 V	1000	? 1,0

Jestliže je pravděpodobné, že výsledky měření mohou být ovlivněny přepětovými ochranami (SPD) nebo jinými přístroji, nebo jestliže takové přístroje mohou být měřením poškozeny, mají se tyto přístroje před měřením odpojit.

Pokud však odpojení těchto přístrojů není prakticky proveditelné (např. v případě pevných zásuvek obsahujících přepětové ochrany), je možno zkušební napětí pro takové obvody snížit na DC 250 V. Přitom však izolační odpor musí vykazovat hodnotu nejméně 1 MΩ.

**POZNÁMKA 1** - Pro účely měření se nulový vodič odpojuje od ochranného vodiče.

**POZNÁMKA 2** - V sítích TN-C se měří mezi fázovými vodiči a vodičem PEN.

**POZNÁMKA 3** - V místech s nebezpečím požáru by se měl izolační odpor měřit i mezi pracovními vodiči. Prakticky to znamená, že může být zapotřebí, aby se toto měření provádělo ještě během montáže instalace předtím, než se zařízení připojí.

**POZNÁMKA 4** - Hodnoty izolačního odporu jsou obvykle mnohem vyšší než ty, které předepisuje tabulka 6A. Jestliže mezi naměřenými hodnotami jsou zřejmé rozdíly, je třeba to přezkoumat, aby se zjistily příčiny.

Obě normy souhlasně uvádějí povinnost měřit izolační odpor mezi každým pracovním vodičem a ochranným vodičem. V obou případech je rovněž měření izolačního odporu mezi pracovními vodiči navzájem pouze doporučené.

Obě normy doporučují u obvodů s SPD, tyto SPD odpojit nebo tam, kde by odpojení bylo příliš pracné, např. v zásuvkách, snížit měřicí napětí na 250 V DC.

S SPD typu II, která se zapojují mezi pracovní vodiče a ochranný vodič se setkáme v rozvaděčích. Navíc jsou většinou v modulovém provedení, tak odpojení je snadno řešitelné vyjmutím modulu z báze.

Problém nastává s odpojováním SPD typu III, s kterými je možno se ve větším množství setkat přímo v zásuvkových obvodech. A to v provedení jako integrální součást zásuvky, dodatečný přístroj do krabice pod zásuvku nebo zásuvkový adaptér. Problém s odpojením v tomto případě nedělá pouze vytáhnutí zásuvkového adaptéru ze zásuvky. Ostatní dvě provedení vyžadují při odpojení

demontáž zásuvky. To by pro reálné provádění bylo velmi nepraktické a příliš pracné.

Když se ale důkladně podíváme na vnitřní zapojení SPD typu III, zjistíme, že všichni výrobci používají stejný princip. Varistory jsou zapojeny mezi pracovní vodiče a k ochrannému vodiči je vždy v sérii použitableskojistka. Používanébleskojistikyale otevírají až při napětí cca nad 1000V DC. Proto nic nebrání přiložit mezi kterýkoli pracovní vodič a ochranný vodič měřící napětí 500V DC, aniž bybleskojistka otevřela. Díky tomu jsme schopni provést normou povinně předepsané měření izolačního odporu (mezi pracovními a ochranným vodičem), aniž bychom museli varistory odpojovat nebo měřící napětí snižovat.

Problém nastává pouze u doporučeného měření izolačního odporu mezi pracovními vodiči navzájem. Tam většinou bohužel nepomůže ani snížení napětí na 250 V a méně. Důvodem je paralelní zapojení indikace stavu SPD s kontrolkami LED nebo piezoelektrickými houkačkami. Tyto signalizační prvky rozhodně nemají vlastnosti nelineárního odporu na úrovni varistoru. Proto bychom ani při sníženém napětí neměřili izolační odpor izolace

vodičů, ale pouze vnitřní odpor LED nebo piezoelektrické houkačky. V případech, kde je opravdu nutné provést i jen doporučené měření izolačního odporu mezi pracovními vodiči, se alespoň částečnému fyzickému odpojení nevyhneme.

## Jak je to s SPD v obvodech za proudovým chráničem?

Dle novelizované ČSN 33 2000-4-41 ze srpna 2007 je v čl. 411.3.3 Doplnková ochrana vyžadována ochrana proudovými chrániči jako povinnost u zásuvek, jejichž jmenovitý proud nepřesahuje 20A a které jsou užívány laiky (osobami bez elektrotechnické kvalifikace) a jsou určeny pro všeobecné použití, kromě výjimek. Lze tedy předpokládat, že proudové chrániče budou předřazeny většině zásuvkových obvodů v nově budované nebo rekonstruované občanské výstavbě a stavbách pro veřejnost. Vzhledem k rozšiřování elektroniky do stále širšího spektra spotřebičů lze předpokládat i SPD přímo v těchto obvodech. Často se setkávám s názorem, že SPD za proudovým chráničem je zdroj problémů a nemá se takto používat.

Jak je to ve skutečnosti. V rozvaděči se můžeme setkat s SPD typu II. Protože tato SPD má varistory zapojeny mezi pracovní vodiče a ochranný vodič, jeho instalace za proudové chrániče by opravdu byla problematická. Jenže SPD typu II se obvykle instaluje na vstup napájení rozvaděče, jako svodič přepětí pro celý rozvaděč. Není proto žádný běžný důvod předřadit před něj proudový chránič.

Přímo v zásuvkových obvodech, které již v rozvaděči mají instalovanu doplňkovou ochranu proudovým chráničem se můžeme setkat s SPD typu III. Např. STC 230 (fa. DEHN – viz obr.)

Pokud si však důkladně prohlédneme zjednodušené schéma zásuvkového obvodu s SPD typu III, chráněného proudovým chráničem, zjistíme, že varistory, které svádí vyrovnávací proud od příčného přepětí jsou zapojeny pouze mezi pracovní vodiče. Proto i vyrovnávací proud proteče měřící smyčkou proudového chrániče (tam i zpět), aniž by proudový chránič vybavil a došlo k odpojení obvodu. Bleskojistka zapojená mezi pracovní vodiče a ochranný vodič (který neprochází měřící smyčkou proudového chrániče) otevírá až při napětí vyšším než 1000 V.



# TIPY A TRIKY PŘI INSTALACI PŘEPĚŤOVÝCH OCHRAN

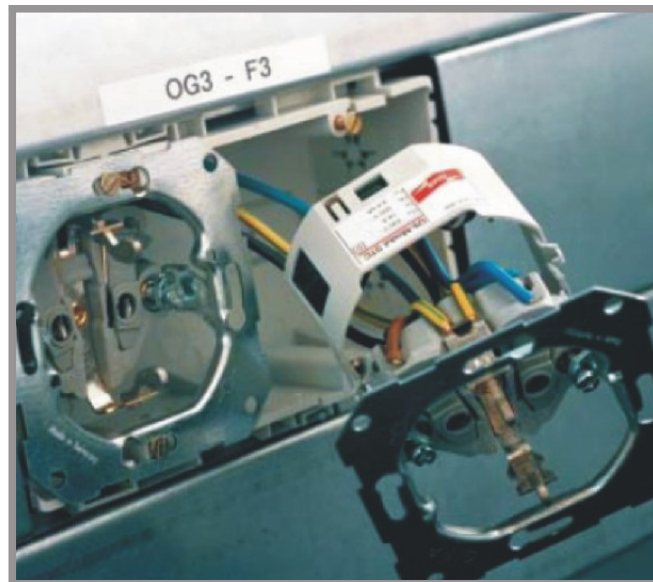
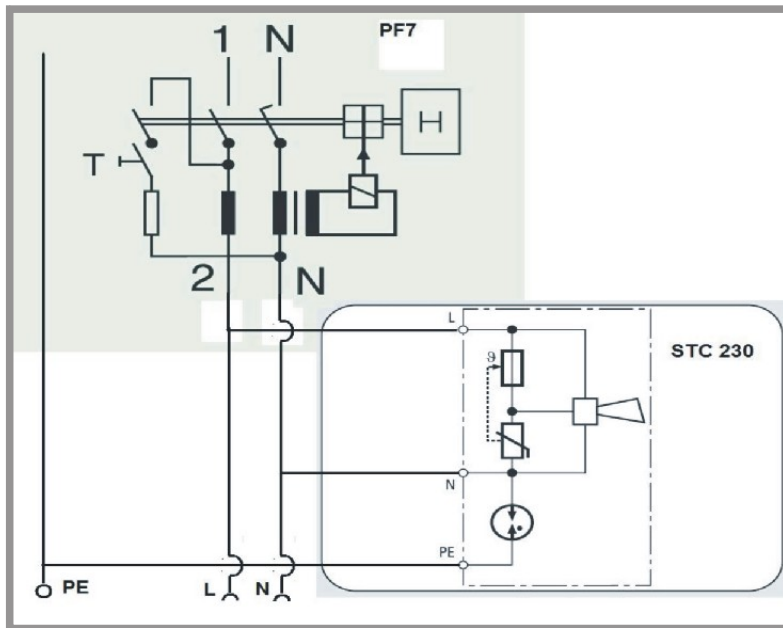
Dalibor ŠALANSKÝ, člen ILPC, LUMA Plus s.r.o.

*Bonus Milan Kaucký*

*Často uváděné nepřesnosti.....*

Jan HÁJEK, organizační složka Praha, DEHN + SÖHNE GmbH + CO. KG.

Proto SPD typu III za běžných okolností a při správné instalaci nemůže způsobit vybavení předřazeného proudového chrániče.



## Nebezpečí skrytá v zákonech

V tomto případě se nejedná o nebezpečí úrazu elektrickým proudem, ale nebezpečí spojené s odpovědností za provedenou práci. Tato odpovědnost může v některých případech spadat až do působnosti zákona 412/2002 (úplné znění zák.140/1961 Sb. trestního zákona), a to zejména:

**dle § 223 :** "kdo jinému z nedbalosti ublíží na zdraví tím, že poruší důležitou povinnost vyplývající z jeho zaměstnání, povolání, postavení nebo funkce, nebo uloženou mu podle zákona bude potrestán ...",

**dle § 224 odst.(1):** "kdo jinému z nedbalosti způsobí těžkou újmu na zdraví nebo smrt, bude potrestán ...

**odst.(2):** "odnětím svobody na 6 měsíců až 5 let nebo peněžitým trestem bude potrestán pachatel, spáchal-li trestný čin uvedený v odstavci (1) proto, že porušil důležitou povinnost vyplývající z jeho zaměstnání, povolání, postavení nebo funkce, nebo uloženou mu podle zákona".

Pro škody na majetku pak platí § 257 **Poškození cizí věci:**

**(1)** "Kdo zničí, poškodí nebo učiní neupotřebitelnou cizí věc a způsobí tak na cizím majetku škodu nikoli nepatrnou, bude potrestán odnětím svobody až na jeden rok,

nebo zákazem činnosti, nebo peněžitým trestem..."

**(2)** " Odnětím svobody na dvě až osm let bude pachatel potrestán způsobil-li způsobem uvedeným v odstavci (1) škodu velkého rozsahu".

Proto by se odpovědnost za vyprojektovanou, fyzicky dodanou nebo zrevizovanou elektroinstalaci v LPS neměla nikdy podceňovat.

Zákonná ustanovení uvedená v dalším textu neplatí pouze pro ochranu proti blesku a přepětí, ale pro jakoukoli profesní činnost a to nejen v elektrotechnice, již se blíže zabývám.

Elektroinstalace včetně systému ochrany před bleskem LPS nejsou podle právních předpisů jako celek výrobky. Jsou však souborem navzájem koordinované spolupracujících komponent, které již jednotlivě výrobky jednoznačně jsou.

Na tyto výrobky se již vztahují všechny zákony, týkající se výrobků, a jak bude dále vysvětleno na textu zákonů, přenesené pak i na celou elektroinstalaci včetně LPS se všemi právními důsledky.

Asi nejdůležitějším zákonem v tomto smyslu je zákon 102/2001 Sb. o obecné bezpečnosti výrobků.

Právě jeho §5 *Povinnosti osob při zajišťování bezpečnosti výrobku uváděného na trh a do oběhu* je klíčový pro rozšíření platnosti právních předpisů nejen na samotné výrobky, protože v odst.(6) je uvedeno:

**„Pokud i další osoby v dodavatelských vztazích při nakládání s výrobkem negativně ovlivní jeho bezpečnost tak, že výrobek neodpovídá požadavkům na bezpečnost podle §3 odst. 1 a 2, jsou povinny zabránit uvedení takového výrobku na trh a do oběhu.“**

**Co jiného než nakládání s výrobkem v dodavatelských vztazích dalšími osobami (mimo výrobce) je projektování, montáž či revize elektroinstalace a LPS?**

Podívejme se na další paragrafy tohoto zákona.

**§3: Obecné požadavky na bezpečnost výrobku**

odst.(1):

*„Bezpečným výrobkem je výrobek, který za běžných nebo rozumně předvídatelných podmínek užití nepředstavuje po dobu stanovené nebo obvyklé použitelnosti žádné nebezpečí, nebo jehož užití představuje vzhledem k bezpečnosti a zdraví osob pouze minimální nebezpečí při správném užívání výrobku přičemž se sledují zejména:*

*a) vlastnosti výrobku, jeho životnost, složení, způsob balení, návod na jeho montáž a uvedení do provozu, pro způsob užívání včetně vymezení prostředí užití, způsoby označení, návod na údržbu a likvidaci a další údaje a informace poskytnuté výrobcem; ...*

*b) vliv na další výrobky, jestliže lze důvodně předpokládat jeho užívání s dalším výrobkem*

*c) způsoby předvádění výrobků...*

*d) kategorie uživatelů...*

Důležitá jsou v odst.(1) formulace: **"za běžných nebo rozumně předvídatelných podmínek užití"**, dále pod písmenem **a): "vlastnosti výrobku, ... včetně vymezení prostředí užití."**

Pro LPS jsou rozumně předvídatelnými podmínkami především přepětí, jímž může být výrobek vystaven. Z vlastností výrobku nás v tomto smyslu zajímá především impulsní výdržné napětí.

Ta jsou dána jednak ČSN EN 60664-1

Koordinace izolace zařízení nízkého napětí - Část 1: Zásady, požadavky a zkoušky (kategorie přepětí) a jednak přímo pro elektroinstalace ČSN 33 2000-4-443 Ochrana před atmosférickým nebo spinacím přepětím čl. 443.4 Výběr zařízení v instalacích:

**"443.4.1 Zařízení musí být vybráno tak, aby jmenovité impulsní výdržné napětí nebylo nižší než požadované impulsní výdržné napětí uvedené v tabulce 44B".**

vlastností výrobku nás v tomto smyslu zajímá především impulsní výdržné napětí.

Jmenovité napětí instalace	Impulsní výdržná kategorie IV (zařízení s velmi vysokým impulsním napětím)	Impulsní výdržná kategorie III (zařízení s vysokým impulsním napětím)	Impulsní výdržná kategorie II (zařízení s normálním impulsním napětím)	Impulsní výdržná kategorie I (zařízení se sníženým impulsním napětím)
230 / 400 V	6 kV	4 kV	2,5 kV	1,5 kV
277 / 480 V				

Řada výrobců elektrotechnických přístrojů již ve svých katalogích uvádí v technických parametrech i kategorii přepětí dle ČSN EN 60664 (IEC 60664).

Jak je z tabulky patrné, přepětí nepřesahující impulsní výdržné napětí pro požadovanou kategorii přepětí výrobku nelze za běžných rozumně předvídatelných podmínek dosáhnout jiným způsobem než důsledným použitím vnitřní LPS se svodiči přepětí. **Vystavení výrobku vyššímu přepětí než udává jeho kategorie přepětí dle ČSN EN 60664 se rovná snížení bezpečnosti výrobku.**

Za zvýšenou pozornost stojí i ustanovení pod písmenem b): "**vliv na další výrobky, jestliže lze důvodně předpokládat jeho užívání s dalším výrobkem**". Tato formulace rozšiřuje odpovědnost za škody nejen na vlastní objekt, ale i na všechny v něm obsažené elektrospotřebiče a následně i za škody vzniklé v souvislosti s jejich poškozením nebo nesprávnou funkcí, protože připojování elektrospotřebičů do zásuvek je důvodně předpokladatelné.. Škody, např. na drahé audiovizuální technice, nebo na datech ve IT-technice, mohou několikanásobně překročit cenu

vlastní elektroinstalace.

Za pozornost rovněž stojí i odst.(2) , který zní:

***„Za bezpečný výrobek se považuje výrobek splňující požadavky zvláštního právního předpisu a mezinárodních smluv, kterými je Česká republika vázaná a které byly vyhlášeny ve Sbírce mezinárodních smluv. Pokud pro výrobek takový předpis neexistuje, považuje se za bezpečný výrobek ten, který splňuje požadavky českých technických norem nebo odpovídá stavu vědeckých a technických poznatků známých v době jeho uvedení na trh.***

*Možnost dosažení vyšší úrovně bezpečnosti nebo dostupnosti jiných výrobků představujících nižší stupeň rizika není důvodem k tomu, aby nebyl výrobek považován za bezpečný“.*

Na málokterou skupinu výrobků jsou vydány právní předpisy nebo mezinárodní smlouvy. Ale téměř na všechny výrobky nebo odborné činnosti existují normy. Formulace uvedená v odst.(2) defakto uzákoňuje povinnost dodržování norem. Ale ne jako neměnného postupu, který je nutný přesně a nekriticky dodržet.

Ustanovení norem se považuje za povinnou minimální bezpečnostní úroveň. Je tedy možné postupovat jiným způsobem, který však musí být nejméně stejně bezpečný, jako postup nebo provedení uvedené normami.

V případě jakýchkoli problémů je pak na dodavateli prokázat a obhájit úroveň bezpečnosti jím použitého postupu nebo provedení. To je samozřejmě mnohem jednodušší, bylo-li postupováno dle norem.

Pozornosti by nemělo ani uniknout, že nejen řešení v normách je považováno za minimum bezpečnosti, ale pokud normy pro daný výrobek a jeho použití neexistují, nebo jsou příliš zastaralé, považuje se za minimální úroveň bezpečnosti stav vědeckých a technických poznatků v době realizace stavby a jejich instalací.

Mohlo by se tedy stát, že u škod vzniklých na objektu realizovaném po 1.5.2001 (tedy od doby platnosti zák. 102/2001 Sb.) a jeho vybavení, by plnou odpovědnost nesla realizační firma, pokud nezřídila v objektu žádnou vnitřní ochranu proti přepětí. V této době sice ještě nebyly přijata ani EN 62305, ale poznatky, které soubor ČSN EN 62305 shrnuje byly již delší dobu před přijetím



zákona 102/2001 Sb. publikovány v odborném tisku a na různých elektrotechnických seminářích.

Samozřejmě netvrdím, že výše uvedené je jediný možný a vyčerpávající výklad. Vykládat závazně zákony je v ČR oprávněn pouze soud, který tak obvykle činí až u konkrétního případu. Záleží tedy jaký soudce, žalobce, obhájce a soudní znalci se

na konkrétním případě budou podílet. Pravděpodobnost, že dojdou ke shodným závěrům s mými je však značná.

Povinnost zřídit LPS není u všech objektů. O její realizaci na většině soukromých objektů rozhoduje investor (vlastník, provozovatel, apod.). Je ale povinností dodavatele jej seznámit (prokazatelně – tedy nejlépe písemně) s možnými riziky

tak, aby se mohl kvalifikovaně sám rozhodnout, je-li investice do LPS pro něj přijatelná a na jaké úrovni, a jakou úroveň vlastní odpovědnosti za škody (spoluúčast) je ochoten převzít sám na sebe. I toto rozhodnutí investora je nanejvýš vhodné mít prokazatelně zaznamenáno. Časem se možná tyto doklady stanou i podkladem pro sjednávání výše pojištění objektu a spoluúčasti pojištěnce.

## Výpočetní program průvěsu valivé koule č. H 01 mezi dvěma až čtyřmi jímači. Verze 1.00

Program řeší elementární výpočet průvěsu valivé koule mezi dvěma (čtyřmi) jímači o shodné výšce vzhledem k podložce (střeše, povrchu země a pod.) Rovina řezu valivou koulí prochází středem valivé koule. Největší průvěs je uprostřed mezi jímači.

Základní postup výpočtu se provádí v následujících krocích:

- ☐ nastavení třídy LPS (implicitně je dána nejpřísnější varianta LPS I).
- ☐ zadání varianty výpočtu:
  - průvěs mezi dvěma jímači o rozteči L
  - průvěs mezi čtyřmi jímači o roztečích  $A \times B$  (vzdálenost L je vypočtena jako úhlopříčka pravoúhlého čtyřúhelníku)
- ☐ zadání rozteče jímačů podle předchozí volby:
  - zvyšuje nebo snižuje se hodnota L po 1 dm (v obrázku je možné kontrolovat zadané i vypočtené hodnoty v metrech)
  - zvyšují nebo snižují se hodnoty A a B po 1 dm, délka úhlopříčky L je automaticky průběžně vypočítávána (v obrázku je možné kontrolovat zadané i vypočtené hodnoty v metrech)

Mezi třídami LPS je možné v průběhu výpočtu libovolně přepínat. Po přepnutí je nutné provést přepočet kliknutím na zelené tlačítko.

Rovněž lze přepínat mezi způsoby výpočtu bez a s úhlopříčkou. Při přepnutí do modu výpočtu na úhlopříčku se automaticky přepočtou rozteče A a B na rozměry čtverce s úhlopříčkou L.

Poznámka. Veškeré přepočty hodnot A, B a L v okýnkách pro zadání jsou zaokrouhleny na cm. Hodnoty lze zadat i přímo přejetím myši a zadáním hodnoty na klávesnici. Hodnoty zadané v milimetrech se zaokrouhlí na centimetry.

Výslednou hodnotou je X, tj. průvěs koule uprostřed jímačů.

Výpočet lze aplikovat i na šikmé střechy. Musí se však brát v úvahu vzdálenosti měřené v kolmém směru ke střeše.

*Upozornění. Program je určen pro reálné rozměry jímacích soustav. Při zadávání mnohem větších rozměrů (přesahujících rozměry valivých koulí) metodou výpočtu úhlopříčky může dojít k chybě běhu programu.*

## Výpočetní program posuvu valivé koule č. H 02 mezi dvěma jímači a podložkou. Verze 1.00

Programek řeší elementární výpočet posuvu valivé koule mezi dvěma jímači o shodné výšce a podložkou (střecha, povrch země a pod.) již se valivá koule dotýká tečně. Rovina řezu valivou koulí prochází středem valivé koule. Největší posuv je uprostřed mezi jímači a ve směru rovnoběžném s podložkou.

Programek je doplněním grafické metody kontroly ochranného prostoru jímací soustavy, kdy si nejprve nakreslíme v měřítku řez objektem rovinou procházející jedním jímačem a kolmou na spojnici obou jímačů. Přiloženou šablonu valivé koule pak posuneme směrem k objektu o programkem vypočtenou vzdálenost Y. Tento posuv nám znázorní polohu valivé koule uprostřed mezi jímači.

Základní postup výpočtu se provádí v následujících krocích:

- ☐ nastavení třídy LPS (implicitně je dána nejprísnejší varianta LPS I).
- ☐ zadání výšky jímačů nad podložkou H, hodnota se zvyšuje nebo snižuje po 1 dm (v obrázku je možné kontrolovat zadané i vypočtené hodnoty v metrech)
- ☐ zadání rozteče jímačů L, hodnota se zvyšuje nebo snižuje po 1 dm (v obrázku je možné kontrolovat zadané i vypočtené hodnoty v metrech)

Mezi třídami LPS je možné v průběhu výpočtu libovolně přepínat. Po přepnutí je nutné provést přepočet kliknutím na zelené tlačítko.

Poznámka. Veškeré přepočty hodnot H a L v okýnkách pro zadání jsou zaokrouhleny na cm. Hodnoty lze zadat i přímo přjetím myši a zadáním hodnoty na klávesnici. Hodnoty zadané v milimetrech se zaokrouhlí na centimetry.

Výslednou hodnotou je Y, tj. posuv koule uprostřed jímačů.

Hodnota X je pouze orientační hodnotou. Vyjadřuje maximální průvřes kulové plochy mezi oběma jímači v rovině proložené středem valivé koule a vrcholy obou jímačů.

*Poznámka. Při výšce H větší než je poloměr valivé koule pro příslušnou třídu LPS výpočet uvažuje dotyk s tyčí ve výšce R (poloměr valivé koule) nad podložkou. V tomto případě se posuv středu valivé koule rovná maximálnímu průvřesu koule a se zvyšující se hodnotou H se již nemění.*

## Výpočetní program ochranného prostoru č.H02 mezi dvěma jímači a podložkou. Verze 1.00

Programek řeší elementární výpočet posuvu valivé koule mezi dvěma jímači o shodné výšce a podložkou (střecha, povrch země a pod.) již se valivá koule dotýká tečně. Rovina řezu valivou koulí prochází středem valivé koule. Největší posuv je uprostřed mezi jímači a ve směru rovnoběžném s podložkou.

Programek nahrazuje částečně grafickou metodu kontroly ochranného prostoru jímací soustavy, kdy si můžeme kontrolovat nepřesahují-li jednotlivé části stavby výšku ochranného prostoru pod valivou koulí.

Základní postup výpočtu se provádí v následujících krocích:

- ☐ nastavení třídy LPS (implicitně je dána nejprísnejší varianta LPS I).
- ☐ zadání výšky jímačů nad podložkou **H**, hodnota se zvyšuje nebo snižuje po 1 dm (v obrázku je možné kontrolovat zadané i vypočtené hodnoty v metrech)
- ☐ zadání rozteče jímačů **L**, hodnota se zvyšuje nebo snižuje po 1 dm (v obrázku je možné kontrolovat zadané i vypočtené hodnoty v metrech)
- ☐ zadáváním vzdáleností od roviny vytyčené jímači zjišťujeme výšku ochranného prostoru od podložky v místě s největší propadem valivé koule, tj. v rovině uprostřed mezi jímači.

Mezi třídami LPS je možné v průběhu výpočtu libovolně přepínat. Po přepnutí je nutné provést přepočet kliknutím na zelené tlačítko.

*Poznámka. Veškeré přepočty hodnot **v**, **H** a **L** v okýnkách pro zadání jsou zaokrouhleny na cm. Hodnoty lze zadat i přímo přejetí myši a zadáním hodnoty na klávesnici. Hodnoty zadané v milimetrech se zaokrouhlí na centimetry.*

Výslednou hodnotou je **z**, tj. výška ochranného prostoru uprostřed jímačů ve vzdálenosti **v** od roviny jímačů.

Hodnoty souřadnic středu valivé koule vzhledem k rovině jímačů jsou pouze orientačními hodnotami. Vyjadřuje maximální průvės kulové plochy mezi oběma jímači v rovině proložené středem valivé koule a vrcholy obou jímačů. Uvedeny jsou pro názornost.

*Poznámka. Ve výšce **H** rovné je poloměru valivé koule pro příslušnou třídu LPS výpočet uvažuje dotyk s tyčí ve výšce **R** (poloměr valivé koule) nad podložkou.*



## Výpočetní program ochranného úhlu č. H 03 (metoda ochranného úhlu). Verze 1.00

Programek řeší elementární výpočet velikosti ochranného úhlu v závislosti na výšce  $H$  a třídě LPS.

Metoda ochranného úhlu má v sobě skrytou záludnost, která není v normě uvedena. Ochranný úhel dle této metody není stanoven jako tečna ke kružnici, ale jako její sečna. Proto se povrch valivé koule propadá pod rovinu vyjádřenou ochranným úhlem. Náznorněji viz. obrázek:

Na obrázku je fialově zvýrazněna valivá koule, černě je znázorněn jímač o výšce  $h$ . Ochranný úhel dle ČSN EN 62305-3 čl. 5.2.2 je znázorněn modře. Z obrázku je patrné, že úhel alfa je konstruován podle sečny kružnice mezi bodem dotyku koule a jímače a bodem kružnice v  $\frac{1}{2}$  délky oblouku ohraničeného body dotyku s jímačem a se zemí (či vztaznou rovinou). Je tedy vidět, že kružnice od valivé koule se v cca  $\frac{2}{3}$  propadá do ochranného prostoru stanoveného ochranným úhlem. Největší propad je v cca  $\frac{1}{3}$  výšky od vrcholu a rozhodně to není zanedbatelná hodnota.

V programu je takto vypočtená hodnota uvedena fialově.

Základní postup výpočtu se provádí v následujících krocích:

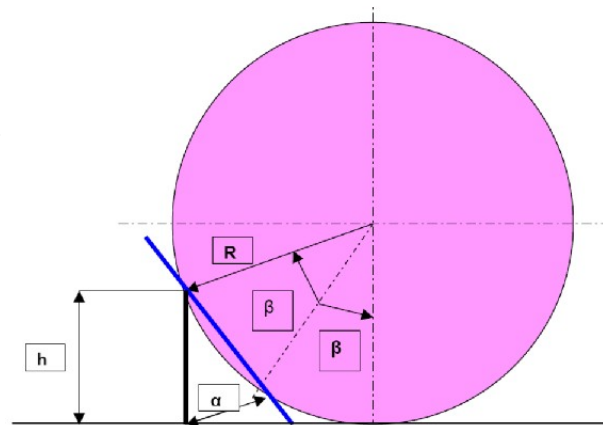
- ☐ nastavení třídy LPS (implicitně je dána nejpřísnější varianta LPS I).
- ☐ zadání výšky jímačů nad podložkou  $H$ , hodnota se zvyšuje nebo snižuje po 1 dm

Mezi třídami LPS je možné v průběhu výpočtu libovolně přepínat. Po přepnutí je nutné provést přepočet kliknutím na zelené tlačítko.

*Poznámka. Veškeré přepočty hodnoty  $H$  v okýnkách po zadání jsou zaokrouhleny na cm. Hodnoty lze zadat i přímo přejetím myši a zadáním hodnoty na klávesnici. Hodnoty zadané v milimetrech se zaokrouhlí na centimetry.*

Výslednou hodnotou je Alfa, tj. hodnota ochranného úhlu dle ČSN EN 62305.

Hodnota **Propad** je pouze orientační hodnotou. Vyjadřuje maximální průvřes kulové plochy do ochranného prostoru vytvořeného podle velikosti ochranného úhlu.



## Výpočetní program dostatečné vzdálenosti č.D02 - hřebenová soustava s uzemňovací soustavou typu B. Verze 1.00

Programek řeší elementární výpočet dostatečné vzdálenosti u hřebenové soustavy s uzemňovací soustavou typu B.

Základní postup výpočtu se provádí v následujících krocích:

- ☐ nastavení třídy LPS (implicitně je dána nejpřísnější varianta LPS I).
- ☐ volba materiálu izolace (implicitně nastaveno zdivo, beton)
- ☐ volba, budou-li svody ve stěnách **A** i **B** (implicitně nastaveny svody pouze ve stěnách **B**)  
zadání rozměrů budovy: šířka  $a$ , délka  $b$ , výška  $h$ , hodnota se zvyšuje nebo snižuje po 1 dm
- ☐ upřesnění parametrů mřížové soustavy. Podle zadaných rozměrů a třídy LPS program navrhne počet polí mezi svody  $a$  a na jeho základě vypočte i rozteče svodů  $c$  a podle nastavení i svodů ve **ca-stěně A**.
- ☐ na každé straně je možné upravovat počet svodů. Přitom se automaticky přepočítávají jejich rozteče. Program předpokládá umístění svodů v rozích budovy.
- ☐ případné doladění rozteče svodů. Poznámka: tato změna již není provázána ani s počtem svodů ani s rozměrem příslušné stěny, proto je nutné případné změny roztečí kontrolovat, aby rozmístění a počet svodů odpovídaly rozměrům budovy
- ☐ zadávání vzdálenosti  $L$  od přípojnice vyrovnání potenciálu, hodnota se zvyšuje nebo snižuje po 1 dm (v obrázku je možné kontrolovat zadané i vypočtené hodnoty v metrech)

Mezi třídami LPS je možné v průběhu výpočtu libovolně přepínat. Po přepnutí je nutné provést přepočet kliknutím na zelené tlačítko.

Poznámka. Veškeré přepočty hodnot **a**, **b**, **h**, **c**, **ca-stěna A** a **L** v okýnkách pro zadání jsou zaokrouhleny na cm. Hodnoty lze zadat i přímo přejetím myši a zadáním hodnoty na klávesnici. Hodnoty zadané v milimetrech se zaokrouhlí na centimetry.

Program předpokládá propojení svodů s vodivými okapy. V případě nevodivých okapů je nutné svody ve výšce okapů propojit vodorovnými vodivými spoji nebo výšku  $h$  určit jako délku svodu od země až k hřebenovému vedení.

Výslednou hodnotou je  $S$ , tj. dostatečná vzdálenost v místě vzdáleném o hodnotu  $L$  od přípojnice vyrovnání potenciálu budovy

## Výpočetní program dostatečné vzdálenosti č.D01 - mřížová soustava s uzemňovací soustavou typu B. Verze 1.00

Programek řeší elementární výpočet dostatečné vzdálenosti u jednoúrovňové mřížové soustavy s uzemňovací soustavou typu B. (ČSN 62305-3, příloha C, obrázek C.2)

Základní postup výpočtu se provádí v následujících krocích:

- ☐ nastavení třídy LPS (implicitně je dána nejpřísnější varianta LPS I).
- ☐ zadání materiálu izolace (implicitně nastaveno zdivo, beton)
- ☐ zadání rozměrů budovy: šířka **a**, délka **b**, výška **h**, hodnota se zvyšuje nebo snižuje po 1 dm
- ☐ upřesnění parametrů mřížové soustavy. Podle zadaných rozměrů a třídy LPS program navrhne počet polí mezi svody a na jeho základě vypočte i rozteče svodů **c1** a **c2**.
- ☐ na každé straně je možné upravovat počet svodů. Přitom se automaticky přepočítávají jejich rozteče. Program předpokládá umístění svodů v rozích budovy.
- ☐ případné doladění rozteče svodů. *Poznámka: tato změna již není provázána ani s počtem svodů ani s rozměrem příslušné stěny, proto je nutné případné změny roztečí kontrolovat, aby rozmístění a počet svodů odpovídaly rozměrům budovy*
- ☐ zadávání vzdálenosti **L** od přípojnice vyrovnání potenciálu, hodnota se zvyšuje nebo snižuje po 1 dm (v obrázku je možné kontrolovat zadané i vypočtené hodnoty v metrech)

Mezi třídami LPS je možné v průběhu výpočtu libovolně přepínat. Po přepnutí je nutné provést přepočet kliknutím na zelené tlačítko.

*Poznámka. Veškeré přepočty hodnot **a**, **b**, **h**, **c1**, **c2** a **L** v okýnkách pro zadání jsou zaokrouhleny na cm. Hodnoty lze zadat i přímo přejetím myši a zadáním hodnoty na klávesnici. Hodnoty zadané v milimetrech se zaokrouhlí na centimetry.*

Výslednou hodnotou je **S**, tj. dostatečná vzdálenost v místě vzdáleném o hodnotu **L** od přípojnice vyrovnání potenciálu budovy

## Výpočetní program dostatečné vzdálenosti č.D03 - hřebenová soustava s uzemňovací soustavou typu A. Verze 1.00

Programek řeší elementární výpočet dostatečné vzdálenosti u hřebenové soustavy s uzemňovací soustavou typu A. (ČSN EN 62305, příloha E čl. E.4.2.4.1

Základní postup výpočtu se provádí v následujících krocích:

- ☐ nastavení třídy LPS (implicitně je dána nejpřísnější varianta LPS I).
- ☐ volba materiálu izolace (implicitně nastaveno zdivo, beton)
- ☐ volba, budou-li svody ve stěnách **A** i **B** (implicitně nastaveny svody pouze ve stěnách **B**)
- ☐ volba tvaru jímací soustavy, počtu svodů i svodu přiřazeného k výpočtu se provede podle čísla obrázku (**1** až **12**)
- ☐ upřesnění parametrů hřebenové soustavy: rozteče svodů **c** a délky svodu **h**
- ☐ zadávání vzdálenosti **L** od přípojnice vyrovnání potenciálu, hodnota se zvyšuje nebo snižuje po 1 dm (v obrázku je možné kontrolovat zadané i vypočtené hodnoty v metrech)

Mezi třídami LPS je možné v průběhu výpočtu libovolně přepínat. Po přepnutí je nutné provést přepočet kliknutím na zelené tlačítko.

*Poznámka. Veškeré přepočty hodnot **h**, **c**, a **L** v okýnkách po zadání jsou zaokrouhleny na cm. Hodnoty lze zadat i přímo přejetím myši a zadáním hodnoty na klávesnici. Hodnoty zadané v milimetrech se zaokrouhlí na centimetry.*

*Program dle normy vypočítává dostatečnou vzdálenost při poměru **c/h** v intervalu (0,33 až 2,00). Pokud jsou hodnoty mimo tento interval, program upozorní na tuto skutečnost.*

Výslednou hodnotou je **S**, tj. dostatečná vzdálenost v místě vzdáleném o hodnotu **L** od přípojnice vyrovnání potenciálu budovy



## Doslov

Kníška 2.0 je dokončena. Jak jste si mohli povšimnout, jejím obsahem není pouze prostý text s příloženými obrázky, ale je rozšířena i o “něco navíc”. Animace, které si můžete prohlédnout na stránkách [www.kniska.eu/animace](http://www.kniska.eu/animace), mohou poskytnout praktické návody, jak pracovat s hromosvodním materiálem firmy DEHN+SÖHNE. Jsou určeny především montérům, ale i projektanti zde naleznou návod, jak správně navrhovat výškové jímáče, jak rovnat drát, jak pracovat se systémem DEHNiso-Combi. Naproti tomu software, který je k dispozici na stejných stránkách pod odkazem [www.kniska.eu/software](http://www.kniska.eu/software), je určen především projektantům a měl by jim usnadnit navrhování a výpočet izolovaných hromosvodů. Zároveň montéři zde naleznou nástroj pro kontrolu své práce.

Oproti první verzi kníšky jsme trochu pozměnili diskuzní příspěvky. Převvedli jsme je do formy rozhovorů a zařadili na konec každého článku. Ony příspěvky jsou skutečné, uveřejněné v diskuzním fóru na portálu elektrika.cz. Tímto prosíme jejich autory o shovívavost. Texty otázek i odpovědí jsou stylisticky pozměněny, nicméně hlavní obsah dotazu zůstal.

V současné době máme rozpracováno několik dalších témat do seriálu “Tipy a triky při instalaci přepětových ochrany”. Teď nám vlastně došlo, že již dávno není tento název relevantní, neboť téma se nezaměřuje pouze na “přepětovky”, ale komplexně na obor ochrany před bleskem. Doufáme, že redakce časopisu Elektro nám bude i v budoucnu příznivě nakloněna a tento seriál zde budeme moci vydávat. Nicméně vždy po nějakém čase bude verze kníšky přepracována a doplněna, a to nejen o články, ale zejména o ony bonusy, které činí tento projekt zajímavějším.

Toto vydání je zaměřeno na veletrh AMPER 2008 a se všemi našimi čtenáři se velice rádi setkáme, ať na autogramiádě, tak třeba na stánku firmy DEHN+SÖHNE.

23. 3. 2008

Dalibor a Honza