

Vyhledávání rizik k ochraně před bleskem a přepětím pro stavby a objekty udržované a revidované podle ČSN 34 1390

Ing. Jiří Kutáč, znalec v oboru elektrotechnika, specializace ochrana před bleskem a přepětím
Ing. František Popolanský, CSc., znalec v oboru energetika, specializace škody způsobené bleskem

1. Úvod

Každý revizní technik by si měl uvědomit, že blesk je přírodní elektrický jev, který se řídí přírodními zákony a ty se po staletí nemění. Lidstvo ale tyto zákony postupně objevovalo a bude dále objevovat.

Blesk je výboj atmosférické elektřiny. Bud z mraku do mraku, nebo z mraku do země či ze země do mraku. Bleskový proud má tyto účinky:

- tepelné,
- mechanické,
- elektrodynamické,
- kombinované,
- jiskření,
- elektromagnetické,
- vysokonapěťové.

Normy v ochraně před bleskem a přepětím již neplatné, např. ČSN 34 1390 [1], ale i současný soubor ČSN EN 62305-1 až -4 [2] až [5] vždy respektovaly a respektují chování blesku jako elektrického jevu a všech jeho škodlivých účinků na osoby, zvířata i majetek.

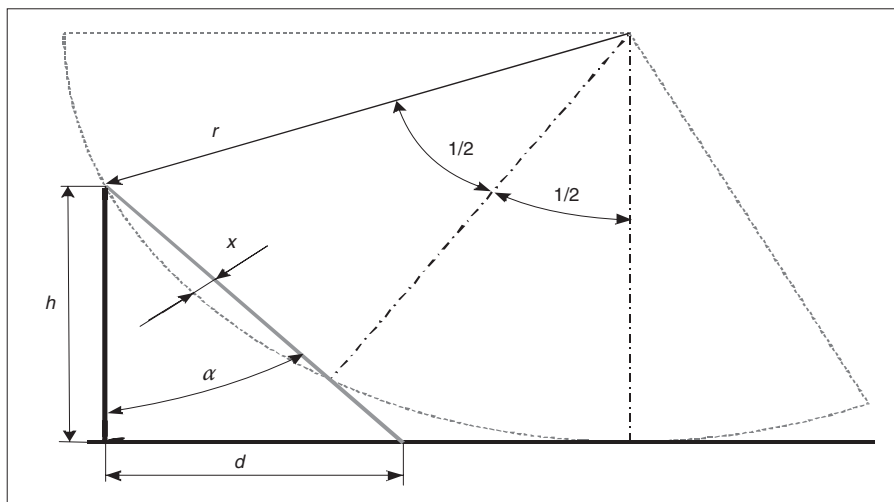
Všichni technici by měli mít na paměti, že i když normy nejsou všeobecně závazné, tak je to minimální technický standard. Je-li tento standard elektrotechnikem dodržen a dojde-li ke vzniku škodlivé události s následnou soudní dohrou, je elektrotechnik zbaven odpovědnosti za vzniklé škody.

Dále je nutné přihlídnout k dodržování právních předpisů (zákonů, vyhlášek), které se týkají dané problematiky. Normy vznikaly a vznikají vždy jako následek ztrát na lidských životech (zvířat) nebo hmotných škod. Proto i když technik nemá osobní zkušenost s daným problémem, měl by si vzít poučení, která jsou obsažena v normách z hlediska bezpečnosti osob a majetku. Nevezme-li si je k srdci, tak se z něho stane filozof, který je nebezpečný nejen sám sobě, ale především pro své zákazníky.

2. Všeobecně o normě ČSN 34 1390 [1]

Již v knize *Bouřky a ochrana před bleskem* [6] se uvádí:

„Všechny směrnice a normy se shodují v tom, že elektrické zařízení musí být v dostatečné vzdálenosti od ochrany před bleskem, aby se předešlo škodám na tomto zařízení. Těž vodiče elektrického vedení sdělovacího mají být co nejdále od hromosvodu.“



Obr. 1. Konstrukce ochranného úhlu jímáče [7]

Tabulka hodnot ochranného úhlu a vzdáleností v závislosti na třídě LPS a výšce jímáče [7]

Výška jímáče nad zemí h (m)	LPS I r = 20 m			LPS II r = 30 m			LPS III r = 45 m			LPS IV r = 60 m		
	α (°)	d (m)	x (m)	α (°)	d (m)	x (m)	α (°)	d (m)	x (m)	α (°)	d (m)	x (m)
2	70,60	5,68	0,00	74,2	7,06	0,00	77,20	8,80	0,00	78,90	10,19	0,00
3	66,16	6,79	0,19	70,62	8,53	0,19	74,22	10,61	0,19	76,35	12,36	0,19
4	62,35	7,63	0,26	67,55	9,68	0,26	71,74	12,13	0,25	74,22	14,15	0,25
5	58,94	8,30	0,33	64,83	10,64	0,32	69,55	13,41	0,32	72,33	15,70	0,32
6	55,82	8,83	0,39	62,34	11,45	0,39	67,56	14,52	0,38	70,62	17,06	0,38
7	52,90	9,26	0,46	60,04	12,14	0,45	65,71	15,51	0,45	69,04	18,27	0,45
8	50,15	9,58	0,53	57,87	12,74	0,52	63,98	16,39	0,51	67,56	19,37	0,51
9	47,52	9,83	0,61	55,82	13,25	0,59	62,35	17,17	0,58	66,16	20,37	0,58
10	45,00	10,00	0,68	53,86	13,69	0,66	60,79	17,89	0,65	64,83	21,28	0,64
11	42,55	10,10	0,76	51,97	14,06	0,73	59,31	18,53	0,72	63,56	22,12	0,71
12	40,18	10,13	0,83	50,15	14,38	0,80	57,87	19,11	0,78	62,35	22,90	0,77
13	37,86	10,10	0,91	48,39	14,64	0,87	56,49	19,64	0,85	61,18	23,62	0,84
14	35,59	10,02	0,99	46,67	14,84	0,95	55,16	20,11	0,92	60,04	24,29	0,91
15	33,36	9,87	1,07	45,00	15,00	1,02	53,86	20,54	0,99	58,94	24,90	0,98
16	31,15	9,67	1,16	43,36	15,11	1,10	52,59	20,92	1,06	57,87	25,48	1,04
17	28,97	9,41	1,25	41,76	15,18	1,17	51,36	21,26	1,13	56,83	26,01	1,11
18	26,80	9,09	1,34	40,183	15,20	1,25	50,15	21,57	1,20	55,82	26,51	1,18
19	24,65	8,72	1,43	38,63	15,19	1,33	48,97	21,83	1,28	54,83	26,96	1,25
20	22,50	8,28	1,52	37,01	15,13	1,41	47,81	22,07	1,35	53,86	27,38	1,32

Norma [1] z 29. ledna 1969 v odst. II. *Základní ustanovení* uvádí: „Ochrana před bleskem podle této normy vyhovuje současným znalostem o atmosférické elektřině a o účincích atmosférických výbojů a současnemu stavu techniky.“

V dalších částech tohoto příspěvku bude především vysvětlen odst. 6 normy [1] *Připojení ostatních zařízení k hromosvodu*, a to články 111 až 116.

3. Rizika související s návrhem jímací soustavy

Základní metodou návrhu jímací soustavy podle normy [1] čl. 36 a čl. 52 je metoda ochranného úhlu (vrcholového), jehož hodnota je konstantní, a to 112° pro všechny typy objektů a úroveň srovnávací roviny.

Pozn. 1:

Pro vyšší objekty nad 30 m platí korelace vrcholového úhlu jímáče od výškové úrovně 0,8h (kde h je výška jímáče).

Pozn. 2:

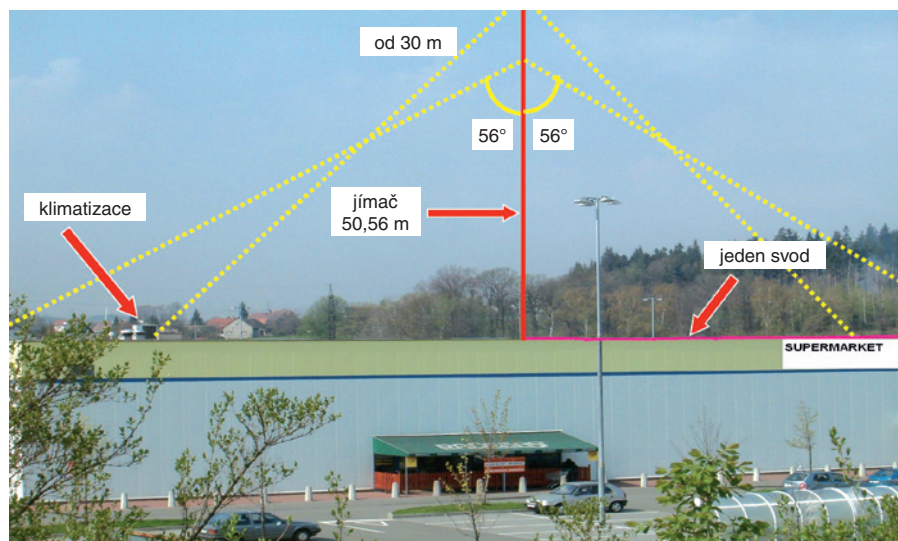
V současné normě o ochraně před bleskem [4] je stanovena základní metoda *valicí se koule* a pomocné metody *ochranný úhel* (obr. 1) a *mřížová soustava* (viz tab.).

Porovnáním metody ochranného úhlu podle normy [1] a [4] je zřejmé, že od určité výšky srovnávací roviny je přísnější starší (již neplatná) norma [1] než ta současně platná [4]. Jde především o ploché střechy, kde jsou instalovány klimatizační jednotky. Srovnávací rovina je zde střecha za předpokladu současného dotyku koule s hranou objektu a vrcholu jímače, který chrání jednotku.

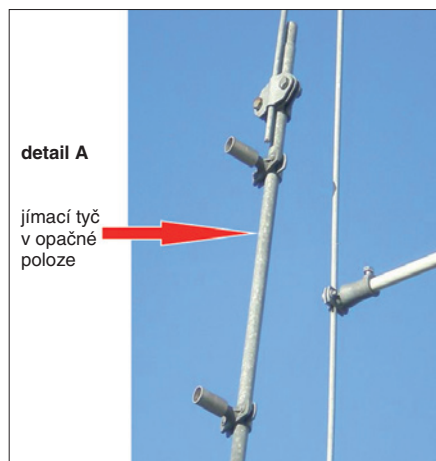
Příklad kontroly výšky jímače podle přílohy 2, odst. 1, čl. 1 normy [1]

Budova má rozměry 100 × 50 × 8 m, jeden jímač umístěný uprostřed střechy a jeden svod. Tato budova byla revidována podle normy ČSN 34 1390.

- výška jímače nad srovnávací rovinou:
 $h = 0,67r_x + 1,25h_x = 0,67 \cdot 55 + 1,25 \cdot 8 = 46,85 \text{ m}$
- výška jímače musí být přepočtena (pro h nad 30 m):
 $h = 46,85/0,8 = 58,56 \text{ m}$
- potřebná délka jímací tyče (obr. 2) podle normy [1]:
 $l = 58,56 - 8 = 50,56 \text{ m}$



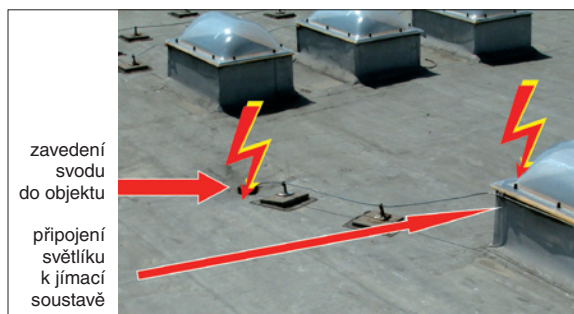
Obr. 2. Příklad posouzení návrhu jímací soustavy pro budovu – jeden jímač a jeden svod úhlu jímače [7]



Obr. 3. Oddálený hromosvod po působení větru (destrukce jímače) – nefunkční izolační držák

Od kritických výšek jímače pro třídy I až IV LPS (*Lightning Protection System*, systém ochrany před bleskem) tučně označených v tabulce je nad srovnávací rovinou přísnější norma [4] než norma [1]:

- LPS I 6 m,
- LPS II 9 m,
- LPS III 14 m,
- LPS IV 18 m.



Obr. 4. Nedodržení dostatečné vzdálenosti s svodu vůči vnitřní elektroinstalaci

Skutečná délka jímací tyče podle projektu, který byl vypracován podle normy [1], je pouze 5 m, což je nedostatečné s ohledem na ustanovení normy, která požaduje, aby se nacházela celá plocha střechy budovy v ochranném prostoru jímací tyče.

Jímací soustava musí být podle čl. 65 normy [1] dostatečně mechanicky upevněna. Nesmí dojít k její destrukci (obr. 3). Svody, které jsou vedeny po povrchu střechy, se podle čl. 37 normy [1] posuzují jako jímací soustava.

Instalace jímače o délce cca 51 m (obr. 2) by vyžadovala zřízení mřížového stožáru, který by vyhovoval přírodním podmínkám (vě-

tru, námraze), což by nebyl jednoduchý problém. Proto by bylo potřeba raději hledat jiné technické řešení, např. navržení více nižších jímačů nebo použití mřížové soustavy.

4. Posuzování rizik pro soustavu svodů

Srovnání počtu svodů pro:

- *rodinný dům o rozměrech 10 × 10 × 8 m podle:*
 - čl. 64 normy [1] – 1 svod;
 - tab. 4 normy [4]: LPS IV – dva svody, LPS III – tři svody, LPS II – čtyři svody.
- *obytný dům o rozměrech 10 × 30 × 25 m podle:*
 - čl. 64 normy [1] – tři svody;
 - tab. 4 normy [4]: LPS IV – čtyři svody, LPS III – šest svodů.
- *obytný dům o rozměrech 10 × 30 × 31 m podle:*
 - čl. 64 normy [1] – šest svodů;
 - tab. 4 normy [4]: LPS IV – čtyři svody, LPS III – šest svodů.

Umístění svodů podle čl. 61 normy [1] musí být co nejkratší bez zbytečných ohybů a spoje podle čl. 80 musí mít styčnou plochu rovnou pětinasobku průřezu vodiče.

Na obr. 4 je zaveden svod dovnitř objektu, aniž byla akceptována celková rekonstrukce vnitřní elektroinstalace, která stála několik milionů korun. Přitom svodič bleskových proudů byl umístěn v jiné části objektu a v místě zavedení svodu byly umístěny citlivé elektronické přístroje. Z tohoto příkladu plyne poučení, že hromosvodní ochrana musí být podle čl. 114 normy [1] posuzována i s ohledem k vnitřnímu vybavení objektu.

5. Rizika při připojování elektrických silových zařízení podle čl. 114 ČSN 34 1390 [1]

Podle čl. 111 normy [1] se musí pro velké kovové předměty na povrchu a uvnitř objektu zajistit, aby při úderu blesku do hromosvodu nedošlo ke škodlivým účinkům přeskočení z hromosvodu na tyto předměty nebo ke škodlivým účinkům indukovaných nábojů, jako jsou např. výbuch, úraz nebo poškození.

K zabránění přeskočení se používá dostatečná vzdálenost svodů hromosvodu od velkých kovových předmětů podle čl. 112 normy [1] nebo, nelze-li potřebnou vzdálenost dodržet, musí být s tímto zařízením hromosvod spojen (čl. 113). To se netýká souběhu nebo křížování. Při připojování neživých částí elektrických zařízení k hromosvodu se ochranný vodič propojí s hromosvodem v zemi.

Pozn. 3:

Požaduje-li se ochrana před přepětím u elektrického zařízení (instalace) v chráněném objektu, vřadí se mezi pracovní vodiče elektrického zařízení a hromosvod svodič přepětí v místech stanovených podle ČSN 34 1010 [8].

Pozn. 4:

Čl. 133 normy [8]: *Za účelem ochrany venkovní sítě s napětím do 1 000 V proti vniknutí vyššího napětí ze sítě s provozním napětím nad 1 000 V musí být nulový bod (uzel) zdroje, střední vodič nebo některý krajní vodič sítě s napětím do 1 000 V spojen se zemí buď přímo, nebo přes přepětiovou ochranu.*

- souběh 0,5 m,
- křížování 0,2 m;
- sdělovací vedení na objektu musí být vzdálena od nadzemní části hromosvodu:
 - souběh 1 m,
 - křížování 0,5 m;
- pro vnitřní silová vedení platí podmínky čl. 114 normy [1].

Z obr. 5 je na první pohled patrné, že revizní technik hrubě zanedbal své povinnosti při vykonávání revize, když ponechal vnitřní telekomunikační linku v dotyku s okapem, který je spojen se svodem hromosvodu, a tato linka dokonce leží na přípojce sítě nn. Tento případ je o to více zarážející, že jde o objekt mateřské školky a školy.

- pro cihlu:
 - bod A $a = 0,66$ m,
 - bod B $a = 0,71$ m.

- **zemní odpor uzemnění $R_z = 5 \Omega$**
 - pro vzduch:
 - bod A $a = 1,3$ m,
 - bod B $a = 1,55$ m;
 - pro cihlu:
 - bod A $a = 0,26$ m,
 - bod B $a = 0,31$ m.
- **spojení uzemnění hromosvodu s kovovým předmětem**
 - pro vzduch:
 - bod A $a = 0,3$ m,
 - bod B $a = 0,55$ m;
 - pro cihlu:
 - bod A $a = 0,06$ m,
 - bod B $a = 0,11$ m.

Z uvedených výpočtů dostatečných vzdáleností a pro rodinný dům je zřejmé, že pro samostatný zemnič, který není spojen s vodičem PE, ať již pro vyšší nebo nižší hodnotu zemního odporu uzemnění, není možné v praxi dodržet dostatečnou vzdálenost mezi hromosvodem a vnitřní elektroinstalací.

Proto je nutné u starších objektů učinit tato opatření:

- vždy vytvořit pro objekt/areál jeden potenciál – spojit uzemnění hromosvodu s uzemněním vodiče PE (čl. 96 až 106 normy [1]),
- je-li to možné, samostatné zemniče svodit spolu vzájemně spojit ideálně v nezamrzající hloubce (0,5 až 0,75 m),
- při provedení uvedených doporučení použít vzorec pro dostatečnou vzdálenost a , který se na základě nejnovějších vědeckých výsledků upraví tak, že cihla bude mít dvojnásobně horší izolační vlastnosti než vzduch (dostatečná vzdálenost a pro cihlu: $a_{\text{cihla}} = 2a_{\text{vzduch}}$),
- dalším řešením je použití vzorce pro dostatečnou vzdálenost s podle čl. 6.3 normy [4].

Pozn. 6:

Vyhláška 50/1978 Sb. [9] § 12 Povinnosti organizace

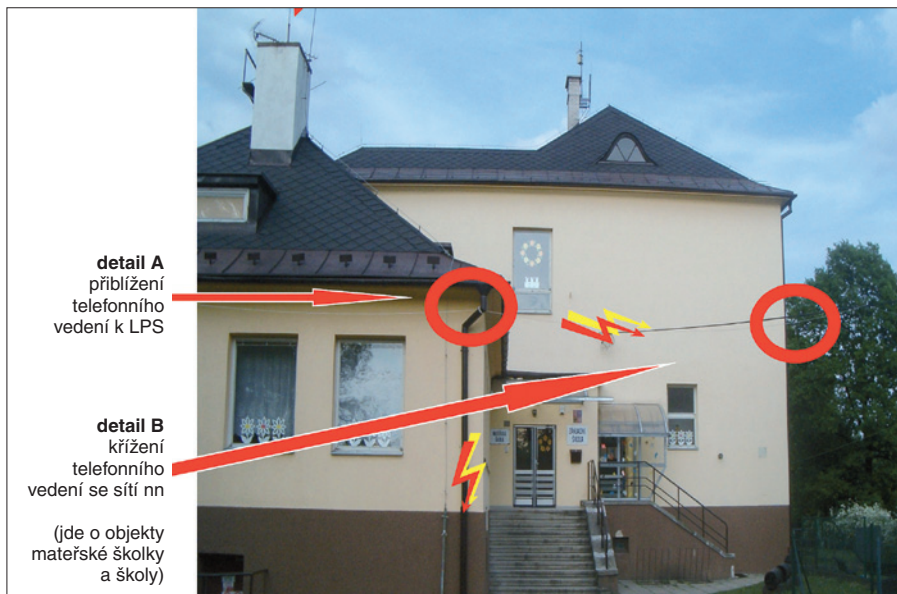
(1) Organizace jsou povinny zajišťovat trvalé zvyšování odborné úrovně pracovníků uvedených v této vyhlášce, soustavné doplňování jejich znalostí v souladu s nejnovějšími poznatky vědy a techniky, zejména v oblasti předpisů k zajištění bezpečnosti práce a technických zařízení, včetně technických norem, souvisejících s jejich činností.

7. Rizika spojená s nedostatečnou kontrolou zemničů

Revizní technik může pochybit při těchto činnostech:

- *neprovedení měření zemních odporů zemničů*

Důsledek: Při povětrnostních podmínkách, při kterých dochází např. k enormnímu zvýšení zemního odporu (sucho, mráz), může vzniknout problém přechodu blesko-



Obr. 5. Pro souběh a křížování elektrických vedení s hromosvodem platí čl. 115 ČSN 34 1390

Pozn. 5:

Čl. 134 normy [8]: *Pracovní uzemnění na ochranu před atmosférickým přepětím. Pro ochranu elektrického zařízení před atmosférickým přepětím se použijí svodiče přepětí. Použijí-li se svodiče přepětí, nesmí být odpor jejich uzemnění větší než 15 Ω.*

Z praxe:

V budově došlo po úderu blesku do sítě nn k přeskočení části bleskového proudu přes elektrické zařízení na člověka, který byl na místě mrtev. Hlavní příčinou smrtelného zranění člověka byl pravděpodobně rozdíl potenciálů bleskového proudu (vlivem úbytku napětí) na vstupu do objektu. Na objektu byla instalována jímací soustava, včetně svodů a uzemňovací soustavy. Chyběl svodič bleskového proudu SPD typu I (jiskřiště).

Pro souběh a křížování elektrických vedení s hromosvodem platí podle čl. 115 normy [1]:

- vnější silová vedení na objektu musí být vzdálena od nadzemní části hromosvodu:

6. Snižování rizik vznikajících při nedodržení dostatečných vzdáleností podle čl. 112 ČSN 34 1390 [1]

Na dvou konkrétních příkladech bude vysvětlena dostatečná vzdálenost a , která je rozhodující při posuzování ochrany před bleskem.

Jde o rodinný dům o rozměrech 10 × 10 × 8 m se sedlovou střechou s jedním jímačem a svodem.

Posuzování bude provedeno pro bod A, který je umístěn 2 m nad terénem (1NP), a bod B, který je umístěn 5 m nad úrovní terénu (2NP).

- **podle normy [1] platí:**

$$a = 0,2R + l/10n$$

kde

a je dostatečná vzdálenost,

R zemní odpor,

l délka svodu,

n počet svodů.

- **zemní odpor uzemnění $R_z = 15 \Omega$**

- pro vzduch:
 - bod A $a = 3,3$ m,
 - bod B $a = 3,55$ m;

vého proudu do země – ohrožení vnitřní instalace stavby.

□ *ponechání více uzemňovacích soustav v jednom objektu (areálu)*

Důsledek: Vznik rozdílu potenciálů v rámci jednoho objektu (areálu), ohrožení elektrických a elektronických zařízení uvnitř objektu (areálu). Po zásahu bleskem se na vnější fasádě stavby objevilo v pravidelných vzdálenostech 18 černých děr (obr. 6). Bleskový proud procházel pravděpodobně přes hydroizolaci s obsahem hliníku o šířce 1 m, která byla instalována před 20 roky. Předpokladem vzniku této škody byl relativně velký zemní odpor jednotlivých zemničů, jež spolu nebyly vzájemně spojeny. Kdyby byla provedena společná uzemňovací soustava, neprocházel by žádný bleskový proud nebo jen velmi malý dovnitř do budovy.

8. Shrnutí

Na závěr je třeba připomenout tyto vývojové etapy přijímání norem v ochraně před bleskem do soustavy norem ČSN:

1. *období platnosti normy [1], tj. od 1. dubna 1970 do 1. února 2009*

V tomto období vznikaly také české normy nejen pro vnitřní elektroinstalace s ohledem na přepětí, ale také pro svodiče přepětí. Při zpracování revize je nutné pamatovat na tyto normy a vyhodnotit rizika, která jsou způsobena jejich nedodržením – projektanti je opomněli vzít v potaz při zpracování projektu. Objekty navržené podle normy [1] se revidují dále podle této normy do první rekonstrukce nebo podstatného rozšíření nebo změnil-li se podstatně účel využití této stavby – zvýšila-li se skutečná rizika.

2. *přechodné období platnosti normy [1] a souboru norem [2] až [5] ed. 1, tj. od 1. listopadu 2006 do 1. února 2009*

V tomto období se již měly všechny nové projekty navrhovat podle nového souboru

norem [2] až [5]. Souběžná platnost byla určena pro již nakreslené projekty, aby se stihly zrealizovat do 1. února 2009. Bohužel v praxi to vypadalo trochu jinak. Většina nových projektů byla započata a dále zpracována podle normy [1] a mnohdy až do konečného termínu platnosti 1. února 2009 zmiňované normy. Tak se např. instalovala stanice mobilního operátora na střeše ško-



Obr. 6. Po úderu blesku do objektu došlo k vyrovnání potenciálů pomocí hydroizolace objektu

ly, aniž byla brána v úvahu podkrovní počítačová učebna. Přitom byly antény, včetně vodiče PE napájení sítě nn spojeny s hromosvodem. Riziko, které může vzniknout při přímém úderu blesku do hromosvodu a při následném přeskočení bleskového proudu z počítačů na sedící žáky, nebylo vůbec zohledněno.

Z praxe:

Je znám dokonce jeden případ, kdy bleskový proud vnikl do budovy přes anténní kabel a přeskočil přes tělo řídicího důstojníka hasičů na zásuvku nn. Dispečerský pult byl situován tak, že důstojník seděl zády k oběma zásuvkám. Jeho kolegové, kteří byli na výjezdu, nezachytili jeho signál, a tak se urychleně vrátili. Našli ho v bezvědomí a poskytli mu první pomoc. To rozhodlo o jeho záchraně života.

3. *období platnosti souboru norem [2] až [5] ed. 1, tj. od 1. listopadu 2006 do roku 2011*

Z uvedeného textu je zcela pochopitelné, že za dobu existence českých norem v ochraně před bleskem (asi půl století) se základní principy návrhu ochrany před bleskem nijak dramaticky nezměnily, ale došlo pouze k jejich dalšímu upřesnění. Tento princip bude zachován i pro druhou edici (ed. 2) souboru norem [2] až [5].

Pozn. 7:

V roce 2011 by měla být v platnosti již ed. 2 souboru IEC 62305-1 a -4 [10] až [13].

Literatura:

- [1] ČSN 34 1390:1969 *Předpisy pro ochranu před bleskem.*
- [2] ČSN EN 62305-1:2006-11 *Ochrana před bleskem – Část 1: Obecné principy.*
- [3] ČSN EN 62305-2:2006-11 *Ochrana před bleskem – Část 2: Řízení rizika.*
- [4] ČSN EN 62305-3:2006-11 *Ochrana před bleskem – Část 3: Hmotné škody na stavbách a nebezpečí života.*
- [5] ČSN EN 62305-4:2006-11 *Ochrana před bleskem – Část 4: Elektrické a elektronické systémy ve stavbách.*
- [6] Říhánek, L. V. – Postránecký, J.: *Bouřky a ochrana před bleskem.* Nakladatelství Československé akademie věd, Praha 1957.
- [7] TNI 34 1390:2008-08 *Ochrana před bleskem – Komentář k souboru norem ČSN EN 62305-1 až -4.*
- [8] ČSN 34 1010:1965-06 *Elektrotechnické předpisy ČSN. Všeobecné předpisy pro ochranu před nebezpečným dotykovým napětím.*
- [9] Vyhláška Českého úřadu bezpečnosti práce a Českého báňského úřadu č. 50/1978 Sb., o odborné způsobilosti v elektrotechnice. 19. května 1978.
- [10] IEC 62305-1:2011 *Protection against lightning – Part 1: General Principles.*
- [11] IEC 62305-2:2011 *Protection against lightning – Part 2: Risk management.*
- [12] IEC 62305-3:2011 *Protection against lightning – Part 3: Physical damage to structure and life hazard.*
- [13] IEC 62305-4:2011 *Protection against lightning – Part 4: Electrical and electronic systems within structures.*

■ **Elektřina skladovaná jako plyn.** Využívání obnovitelných zdrojů energie, zejména sluneční a větrné energie pro výrobu elektřiny je na pořadu dne nejen v Evropské unii. Produkce elektrické energie z těchto zdrojů je však značně kolísavá, a tak je třeba řešit problém s jejím skladováním v době její velké produkce, ale malé poptávky po ní. Obnovitelná elektřina může být mj. přeměněna na substitut zemního plynu. Výroba elektřiny v elektrárnách na plyn je v současné době stan-



dardní záležitostí. Nyní chtějí výzkumníci z Německa a Rakouska, kteří na této problematice spolupracují, jít opačnou cestou. V budoucnosti by chtěli skladovat přebytky elektrické energie (např. z větrných nebo slunečních elektráren) jako klimaticky neutrální metan v již existujících skladovacích zařízeních na plyn a v rozvodných sítích zemního plynu. V době velké poptávky po elektrické energii by bylo možné tento uskladněný plyn opět přeměnit na elektřinu.