

Studie „Koncepce řešení ochrany před bleskem a přepětím pro budovy“

Daniel Anděl

Ing. Jiří Kutáč, Ph.D.



Obsah

1. Úvod.....	3
1.1. Legislativa	3
1.2. Aktuální přehled souvisejících ČSN s ochranou před bleskem k 1. 7. 2023.....	7
2. Vnější ochrana před bleskem.....	9
2.1. Budovy zděné.....	9
2.2. Budovy železobetonové.....	9
2.3. Budovy s kovovou střechou anebo fasádou	10
2.4. Rozhodné skutečnosti pro izolovaný hromosvod.....	14
2.5. Porovnání normy ČSN 34 1390 a souboru norem ČSN EN 62305, ed. 2 s ohledem na dostatečnou vzdálenost.....	15
2.6. Posouzení ochrany před bleskem – stínění nebo Faradayova klec versus izolovaný hromosvod.....	15
2.7. Ochranná opatření před úrazem osob dotykovým a krokovým napětím	19
2.8. Práce na hromosvodu	23
2.9. Parametry součástí vnější ochrany před bleskem	24
2.10. Nejčastější chyby při projektování a montáži	25
2.11. Revize	30
3. Vnitřní ochrana před bleskem a přepětím.....	31
3.1. Uzemnění.....	31
3.2. Pospojování.....	31
3.3. Magnetické stínění a trasy vedení.....	31
3.4. Koordinovaný systém SPD	32
3.5. Uspořádání prvků vnitřní ochrany s využitím SPD.....	34
3.6. Parametry součástí vnitřní ochrany před bleskem a přepětím	37
3.7. Nejčastější chyby při projektování a montáži	41
4. Přílohy	46

1. Úvod

Pro potřebu tohoto standardu si budovy rozdělíme na zděné a železobetonové, dále na budovy s kovovou střechou anebo kovovou fasádou. Každá z budov skýtá jiná úskalí a jiné překážky pro spolehlivou ochranu před účinky blesku a přepětí. Všechny však spojuje jeden hlavní problém – dodržení dostatečné vzdálenosti „s“, což znamená vzdálenost mezi hromosvodem a první kovovou konstrukcí stavby, kterou udává výpočet podle kategorie LPS. Tuto kategorii nám určí analýza rizik vypracovaná projektantem na základě parametrů objektu, které musí být důsledně zadány, aby byl výsledek analýzy správný.

1.1. Legislativa

V České republice jsou dva stupně nové právní úpravy:

- *zákonná,*
- *podzákonná (prováděcí právní předpisy).*

Technické normy nejsou obecně závazné normy (§ 4/1 zákona o technických požadavcích na výrobky č. 22/1997), na rozdíl od právních norem, které jsou obecně závazné.

Závaznými se stávají, resp. technické požadavky v nich obsažené se stávají závaznými, pokud:

- *je to sjednáno smluvně,*
- *jejich aplikaci nařídí správní orgán správním rozhodnutím,*
- *na jejich aplikaci odkazuje právní předpis.*

V případě odkazu právního předpisu na technickou normu existují následující typy odkazů, a to:

- **odkaz přímý** neboli výlučný (kdy splnění technické normy je jediným možným způsobem splnění právního požadavku),
- **odkaz nepřímý** neboli indikativní (kdy splnění technické normy je toliko jedním z možných způsobů splnění právního požadavku),
- **odkaz všeobecný** (kdy se jedná o odkaz na technické normy jako celek, aniž by tyto byly blíže specifikovány).

Příklad odkazu přímého: „Při navrhování stavby musí být ... v souladu s českými technickými normami uvedenými v příloze ...“

- *nedatovaný odkaz (vždy je závazné aktuální znění technické normy),*
- *datovaný odkaz (závazné je toliko konkrétní znění technické normy, byť – paradoxně – se nemusí jednat o znění nejaktuálnější).*

Příklad odkazu indikativního: „Podrobné technické požadavky stanoví technické normy určené k tomuto předpisu.“

V souvislosti s problematikou indikativního odkazu třeba zmínit institut „určených norem“ – těmi se rozumí technické normy, které tak byly označeny Úřadem pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví po dohodě s příslušným ministerstvem ČR, jehož působnosti se příslušná oblast týká, za účelem specifikace technických požadavků na výrobky plynoucích z nařízení vlády (§ 4a zákona o technických požadavcích na výrobky). Úřad oznamuje určené normy ve svém věstníku Oznámení o určených normách.

Zákon č. 283/2021 Sb., stavební zákon, Díl 4 Technické požadavky na stavby,

§ 145 Základní požadavky na stavby, (1) Stavba musí být navržena a provedena tak, aby byla vhodná pro určené využití a po celou dobu trvání plnila při běžné údržbě a působení běžně předvídatelných vlivů základní požadavky na stavby, kterými jsou

- a) mechanická odolnost a stabilita,
- b) požární bezpečnost,
- c) ochrana zdraví,
- d) ochrana životního prostředí,
- e) bezpečnost při užívání, provozu a údržbě,
- f) úspora energie,
- g) udržitelné využívání přírodních zdrojů.

§ 149 Požadavky na bezpečnost při užívání, provozu a údržbě; Stavba musí být navržena a provedena takovým způsobem, aby při jejím užívání, údržbě nebo provozu

- a) nevznikalo nebezpečí nehod nebo poškození zdraví osob nebo zvířat,
- b) byla zohledněna přístupnost pro osoby s omezenou schopností pohybu nebo orientace, zejména u
 1. staveb pozemních komunikací a veřejných prostranství⁽³²⁾,
 2. staveb občanského vybavení v částech určených pro užívání veřejností,
 3. společných prostor a domovního vybavení bytového domu,
 4. bytu zvláštního určení,
 5. staveb pro výkon práce nejméně 25 osob, pokud charakter provozu v těchto stavbách umožňuje zaměstnávat osoby se zdravotním postižením.

Hlava II, Požadavky na výrobky pro stavby § 153

(1) Pro stavby mohou být navrženy a použity jen takové výrobky, materiály a konstrukce, jejichž vlastnosti z hlediska způsobilosti stavby pro navržený účel zaručují, že stavba při správném provedení a běžné údržbě po dobu předpokládané existence splní základní požadavky na stavby.

§ 158 Obsah dokumentace

(1) Dokumentace pro povolení stavby obsahuje průvodní list, souhrnnou technickou zprávu, situační výkresy a dokumentaci objektů. Dokumentace pro povolení změny využití území obsahuje průvodní list, souhrnnou technickou zprávu, situační výkresy a výkresovou dokumentaci. Dokumentace pro rámcové povolení obsahuje průvodní list, souhrnnou technickou zprávu a situační výkresy. Dokumentace pro povolení záměru stanovená prováděcím právním předpisem musí obsahovat urbanistické a základní architektonické a technické řešení záměru umožňující posouzení jeho mechanické odolnosti a stability, požární bezpečnosti a vlivů na území a životní prostředí.

(2) Dokumentace pro provádění stavby a dokumentace pro odstranění stavby obsahuje průvodní list, souhrnnou technickou zprávu, situační výkresy, dokumentaci objektů a technických a technologických zařízení.

Pokud jde o zmíněný odkaz na aplikaci českých technických norem, pak se jedná o odkaz přímý. Uvedené vyplývá z rozhodnutí Nejvyššího správního soudu ČR, konkrétně z rozsudku ze dne 28. 5. 2015, č. j. 1As 162/2014-63. Konkrétně v bodě č. 43 odůvodnění rozsudku Nejvyšší správní soud ČR uvedl: „Z vymezení pojmu *normová hodnota* ve vyhlášce 268/2009 vyplývá, že se u odkazů na technické normy v této vyhlášce nejedná o tzv. *indikativní odkazy* ve smyslu čl. 45a a odst. 1 *Legislativních pravidel vlády*, ale o odkazy *závazné*. *Technické normy*, na které je ve vyhlášce odkazováno, totiž *neobsahují příklady, jak lze splnit povinnosti stanovené právním předpisem, ale stanoví přímo tyto povinnosti*.“

Existuje však ještě další argument, který podporuje správnost závěru o aplikaci českých technických norem. Tím je Příloha 2, část A, písmeno f) nařízení vlády č. 190/2022 Sb., o vyhrazených technických elektrických zařízeních a požadavcích na zajištění jejich bezpečnosti, v níž nalezneme další požadavek na podklady pro vyhotovení revize vyhrazeného elektrického zařízení, a to: „*Výpočet rizik pro zařízení určená na ochranu před účinky atmosférické*

elektřiny se začleněním posuzovaného systému ochrany před bleskem a přepětím (dále jen „LPS“) do příslušné třídy LPS podle normových hodnot, technickou zprávu obsahující dokumentaci LPS, popis návrhu včetně technických výkresů, doprovodnou technickou dokumentaci jednotlivých použitých součástí prokazující jejich vhodnost k použití v dané třídě LPS splněním normativních hodnot a podmínky pro údržbu.“ Z uvedeného dle našeho názoru vyplývá, že pro vyhotovení zprávy o výchozí revizi je nezbytné, aby byl splněn technický požadavek vyplývající z příslušné české technické normy.

Je třeba také poukázat na skutečnost, že existují právní oblasti, kde povinnost aplikace českých technických norem vyplývá přímo ze zákona. Takovou oblastí je oblast veřejných zakázek. Zákon č. 134/2016 Sb., o zadávání veřejných zakázek, ve svém § 90 výslovně stanoví, že zadavatel při stanovení technických podmínek prostřednictvím odkazu na normy nebo technické dokumenty musí v první řadě použít české technické normy přejímající evropské normy přijaté evropskými normalizačními orgány a zpřístupněné veřejnosti. Teprve není-li takový postup možný, je zadavatel oprávněn použít i jiné evropské technické posouzení nebo jiný postup předvídaný uvedeným zákonem. V oblasti veřejných zakázek, je-li předmětem projekce a/nebo dodávka zařízení určeného k ochraně před účinky atmosférické, popř. statické elektřiny (bleskosvodu), je tedy nemyslitelné, aby se postupovalo podle jiných technických norem než dle ČSN EN 62305. Jakýkoli jiný postup je zjevně v rozporu s uvedeným zákonem.

Je ale také vhodné odkázat na právní úpravu v pracovně-právních předpisech, kdy sám zákoník práce (zákon č. 262/2006 Sb.) ve svém § 349 odst. 1 definuje, co se rozumí právními a ostatními předpisy k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci. Těmito předpisy jsou „*předpisy na ochranu života a zdraví, předpisy hygienické a protiepidemické, technické předpisy, technické dokumenty a technické normy, stavební předpisy, dopravní předpisy, předpisy o požární ochraně a předpisy o zacházení s hořlavinami, výbušninami, zbraněmi, radioaktivními látkami, chemickými látkami a chemickými směsmi a jinými látkami škodlivými zdraví, pokud upravují otázky týkající se ochrany života a zdraví.*“ Uvedená definice je významná z toho pohledu, že na ni výslovně (ve své poznámce 3 pod čarou) odkazuje nový zákon č. 250/2021 Sb., o bezpečnosti práce, v souvislosti s provozem vyhrazených technických zařízení, jež stanoví, že TIČR je pověřenou organizací vykonávající dohled nad VTZ. Při posuzování bezpečnosti VTZ (včetně bleskosvodů) má být tedy postupováno dle českých technických norem harmonizovaných s evropskými technickými normami. Uvedená definice je ale také podstatná z toho pohledu, že ji musí respektovat všichni zaměstnavatelé, kteří při zajišťování bezpečnosti a ochrany zdraví svých zaměstnanců musí striktně postupovat v souladu s právními normami obsaženými v pracovně-právních předpisech, tedy i s těmi, které jsou obsaženy v zákoníku práce.

Dalším zcela zásadním krokem je splnění požadavku **§ 3 odst. 1 písm. a zákona č. 102/2001 Sb., o obecné bezpečnosti výrobků** a o změně některých zákonů (zákon o obecné bezpečnosti výrobků, ve znění pozdějších předpisů), tzn. **dodržet montážní návody výrobce**.

Nařízení vlády č. 190/2022 Sb.

§ 3 Vyhrazená elektrická zařízení

(1) Vyhrazenými elektrickými zařízeními jsou zařízení, která představují zvýšenou míru ohrožení života, zdraví a bezpečnosti fyzických osob, a to

a) elektrická zařízení pro výrobu, přeměnu, přenos, rozvod, distribuci a odběr elektrické energie a elektrické instalace staveb a technologií,

b) zařízení určená k ochraně před účinky atmosférické nebo statické elektřiny.

(2) Vyhrazenými elektrickými zařízeními nejsou

a) ruční elektromechanické nářadí, elektronické přístroje a elektrické spotřebiče do napětí 400 V včetně, pokud nejsou určené pro pevné připojení k elektrické síti,

b) prodlužovací šňůry a odpojitelné přívody,

c) zdravotnické elektrické přístroje,

d) elektrické zařízení strojního zařízení, které je považováno za výrobek podle jiného právního předpisu⁴⁾,

e) elektrická zařízení a instalace s charakterem proudu nebo napětí, které nepředstavují zvýšenou míru ohrožení života, zdraví a bezpečnosti fyzických osob, pokud nejsou určeny k použití v prostředí s nebezpečím výbuchu plynů, par nebo prachů.

§ 4 Zařazení vyhrazených elektrických zařízení do tříd

(1) Vyhrazeným elektrickým zařízením I. třídy je

a) elektrické zařízení

1. ve vnitřních a vnějších prostorách s extrémně vysokými teplotami okolí nad + 55 °C,

2. v prostorách s výskytem tryskající a intenzivně tryskající vody a možností ponoření,

3. v prostorách s trvalým výskytem korozivních a znečišťujících látek a

4. v prostorách s nebezpečím požáru hořlavých kapalin;

nebezpečí působení vnějších vlivů musí vyplývat z projektové nebo provozní dokumentace,

b) elektrické zařízení určené pro použití v prostředí s nebezpečím výbuchu plynů, par nebo prachů,

c) elektrické zařízení v objektu, který podle požárně bezpečnostního řešení umožňuje přítomnost více než 200 osob,

d) elektrická instalace ve zdravotnických prostorech, s výjimkou zdravotnických prostorů, kde se nepředpokládá použití žádných příložených částí a kde zkrat zdroje nebo jiná porucha nemůže způsobit ohrožení života a zdraví osob, majetku nebo životního prostředí,

e) elektrické zařízení určené na ochranu před účinky atmosférické a statické elektřiny, pokud chrání zařízení uvedená v písmenech a) až d).

(2) Vyhrazeným elektrickým zařízením II. třídy jsou

a) ostatní vyhrazená elektrická zařízení podle § 3 odst. 1 písm. a), neuvedená v § 3 odst. 2 a v § 4 odst. 1 písm. a) až d),

b) zařízení určená na ochranu před účinky atmosférické a statické elektřiny neuvedená v odstavci 1 písm. e).

Příloha č. 1 k nařízení vlády č. 190/2022 Sb.

Část A

Podklady pro provedení revize vyhrazeného elektrického zařízení obsahují zejména

I. Pro výchozí revize

a) *průvodní, projektovou nebo výkresovou dokumentaci skutečného provedení vyhrazeného elektrického zařízení, technickou zprávu k dokumentaci,*

b) protokoly o určení vnějších vlivů, pokud nejsou součástí průvodní dokumentace,

c) výchozí revize těch částí vyhrazeného elektrického zařízení objektu, provozního souboru (dílčího provozního souboru), jež jsou z něho jako celku připraveny postupně k uvedení do provozu,

d) záznamy o prohlídkách a zkouškách provedených na vyhrazeném elektrickém zařízení v průběhu jeho montáže,

e) záznamy o provedených opatřeních, prohlídkách a zkouškách provedených v průběhu rekonstrukce vyhrazeného elektrického zařízení, které nemůže být ze závažných společenských, národohospodářských nebo technologických důvodů bez napětí po celou dobu provádění činností, popřípadě stanovisko pověřené organizace nebo znalce,

f) *výpočet rizik pro zařízení určená na ochranu před účinky atmosférické elektřiny se začleněním posuzovaného systému ochrany před bleskem a přepětím (dále jen „LPS“) do příslušné třídy LPS podle normových hodnot, technickou zprávu obsahující dokumentaci LPS, popis návrhu včetně technických výkresů, doprovodnou technickou dokumentaci jednotlivých použitých součástí prokazující jejich vhodnost k použití v dané třídě LPS splněním normativních hodnot a podmínky pro údržbu,*

g) protokoly o kusovém ověřování na zabudované výrobky,

h) identifikaci právnické osoby nebo podnikající fyzické osoby, včetně čísla oprávnění, která elektroinstalaci prováděla.

II. Pro pravidelné a mimořádné revize

- a) provozní a projektovou nebo výkresovou dokumentaci vyhrazeného elektrického zařízení a podmínky pro údržbu,
- b) protokoly o určení vnějších vlivů, pokud nejsou součástí provozní dokumentace,
- c) záznamy o výsledcích provedených prohlídek a zkoušek a o zjištěných a odstraněných závadách při provozu a údržbě,
- d) zprávu o předchozí revizi,
- e) doklady o kontrolách orgánů inspekce práce,
- f) osvědčení k vyhrazenému elektrickému zařízení I. třídy vydanému pověřenou organizací podle § 6 odst. 1 písm. b) zákona,
- g) doklad uvádějící důvody mimořádné revize.

Dalším zcela zásadním krokem je splnění požadavku **§ 3 odst. 1 písm. a zákona č. 102/2001 Sb., o obecné bezpečnosti výrobků** a o změně některých zákonů (zákon o obecné bezpečnosti výrobků, ve znění pozdějších předpisů), tzn. **dodržet montážní návody výrobce**.

1.2. Aktuální přehled souvisejících ČSN s ochranou před bleskem k 1. 7. 2023

ČSN EN 62305-1, ed. 2, 2011-09; Ochrana před bleskem – část 1: Obecné principy

ČSN EN 62305-2, ed. 2, 2013-02; Ochrana před bleskem – část 2: Řízení rizika

ČSN EN 62305-3, ed. 2, 2012-01; Ochrana před bleskem – část 3: Hmotné škody na stavbách a ohrožení života

ČSN EN 62305-3, ed. 2/Z1, 2013-07; Hmotné škody na stavbách a ohrožení života, včetně všech alternativních ochranných opatření, např. jímáče ESE

ČSN EN 62305-4, ed. 2, 2011-09; Ochrana před bleskem – část 4: Elektrické a elektronické systémy ve stavbách

ČSN EN 62561-1, ed. 2, 2017-12; Součásti systémů ochrany před bleskem (LPSC) – Část 1: Požadavky na spojovací součásti

ČSN EN IEC 62561-2, ed. 2, 2018-12; Součásti systému ochrany před bleskem (LPSC) – Část 2: Požadavky na vodiče a zemniče

ČSN EN 62561-3, ed. 2, 2018-04; Součásti systémů ochrany před bleskem (LPSC) – Část 3: Požadavky na oddělovací jiskřiště

ČSN EN 62561-4, ed. 2, 2018-05; Součásti systému ochrany před bleskem (LPSC) – Část 4: Požadavky na podpěry vodičů

ČSN EN 62561-5, ed. 2, 2018-05; Součásti systému ochrany před bleskem (LPC) – Část 5: Požadavky na revizní skříně a provedení zemničů

ČSN EN IEC 62561-6, ed. 2, 2018-12; Součásti systému ochrany před bleskem (LPSC) – Část 6: Požadavky na čítače úderů blesků (LSC)

ČSN EN IEC 62561-7, ed. 2, 2018-12; Součásti systému ochrany před bleskem (LPSC) – Část 7: Požadavky na směsi zlepšující uzemnění

IEC TS 62561-8, ed. 1, 2018; Součásti systémů ochrany před bleskem (LPSC) – Část 8: Požadavky na součásti pro izolovaný LPS

ČSN EN 61643-11, ed. 2, 2013; Ochrany před přepětím nízkého napětí – Část 11: Ochrany před přepětím zapojené v sítích nízkého napětí – Požadavky a zkušební metody

ČSN CLC/TS 61643-12 (341392), 2013-06; Ochrany před přepětím nízkého napětí – Část 12: Ochrany před přepětím zapojené v sítích nízkého napětí – Zásady pro výběr a instalaci

ČSN EN 61643-21, 2002; Ochrany před přepětím nízkého napětí – Část 21: Ochrany před přepětím zapojené v telekomunikačních a signalizačních sítích – Požadavky na funkci a zkušební metody

CLC/TS 61643-22, 2015-06; Ochrany před přepětím nízkého napětí – Část 22: Ochrany před přepětím zapojené v telekomunikačních a signalizačních sítích – Výběr a zásady instalace (**nezavedena**)

- ČSN EN 60664-1, ed. 3, 2021; Koordinace izolace zařízení nízkého napětí – Část 1: Zásady, požadavky a zkoušky
- ČSN EN 61000-4-5, ed. 3, 2015; Elektromagnetická kompatibilita (EMC) – Část 4-5: Zkušební a měřicí technika – Rázový impulz – Zkouška odolnosti
- ČSN EN 61000-4-9, ed. 2, 2017-03; Elektromagnetická kompatibilita (EMC) – Část 4: Zkušební a měřicí techniky. Díl 9: Pulsy magnetického pole – zkouška odolnosti. Základní norma EMC (IEC 1000-4-9:1993)
- ČSN EN 61000-4-10, ed. 2, 2017-07; Elektromagnetická kompatibilita (EMC) – Část 4: Zkušební a měřicí technika. Oddíl 10: Tlumené kmity magnetického pole – zkouška odolnosti. Základní norma EMC
- ČSN EN 1127-1, ed. 3, 2020; Výbušná prostředí – Prevence a ochrana proti výbuchu – Část 1: Základní koncepce a metodika
- ČSN EN 60079-11, ed. 2, 2012; Výbušné atmosféry – Část 11: Ochrana zařízení jiskrovou bezpečností "i"
- ČSN EN 60079-14, ed. 4, 2014; Výbušné atmosféry – Část 14: Návrh, výběr a zřizování elektrických instalací
- ČSN EN 60079-25, ed. 3, 2023; Výbušné atmosféry – Část 25: Jiskrově bezpečné elektrické systémy
- ČSN EN 61643-31, 2019-11; Ochrany před přepětím nízkého napětí – Část 31: Požadavky a zkoušky pro SPD ve fotovoltaických instalacích
- ČSN EN 50130-4, ed. 2, 2012; Poplachové systémy – Část 4: Elektromagnetická kompatibilita – Norma skupiny výrobků: Požadavky na odolnost komponentů požárních systémů, poplachových zabezpečovacích a tísňových systémů a systémů CCTV, kontroly vstupu a přivolání pomoci
- ČSN 33 2000-1, ed. 2, 2009; Elektrické instalace nízkého napětí – Část 1: Základní hlediska, stanovení základních charakteristik, definice
- ČSN 33 2000-4-41, ed. 3, 2018; Elektrické instalace nízkého napětí – Část 4-41: Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti – Ochrana před úrazem elektrickým proudem
- ČSN 33 2000-4-443, ed. 3, 2016-11; Elektrické instalace nízkého napětí – Část 4-44: Bezpečnost – Ochrana před rušivým napětím a elektromagnetickým rušením – Kapitola 443: Ochrana před atmosférickým nebo spínacím přepětím
- ČSN 33 2000-5-534, ed. 2, 2016-11; Elektrické instalace nízkého napětí – Část 5-53: Výběr a stavba elektrických zařízení – Odpojování, spínání a řízení – Oddíl 534: Přepěťová ochranná zařízení
- ČSN 33 2000-5-54, ed. 3, 2012; Elektrické instalace nízkého napětí – Část 5-54: Výběr a stavba elektrických zařízení – Uzemnění a ochranné vodiče
- ČSN 33 2000-7-704, ed. 3, 2018; Elektrické instalace nízkého napětí – Část 7-704: Zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech – Elektrická zařízení na staveništích a demolicích
- ČSN 33 2000-7-705, ed. 2, 2007; Elektrické instalace nízkého napětí – Část 7-705: Zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech – Zemědělská a zahradnická zařízení
- ČSN 33 1500/Z4, 2007; Elektrotechnické předpisy. Revize elektrických zařízení
- ČSN 33 2000-6, ed. 2, 2017-03; Elektrické instalace nízkého napětí – Část 6: Revize

2. Vnější ochrana před bleskem

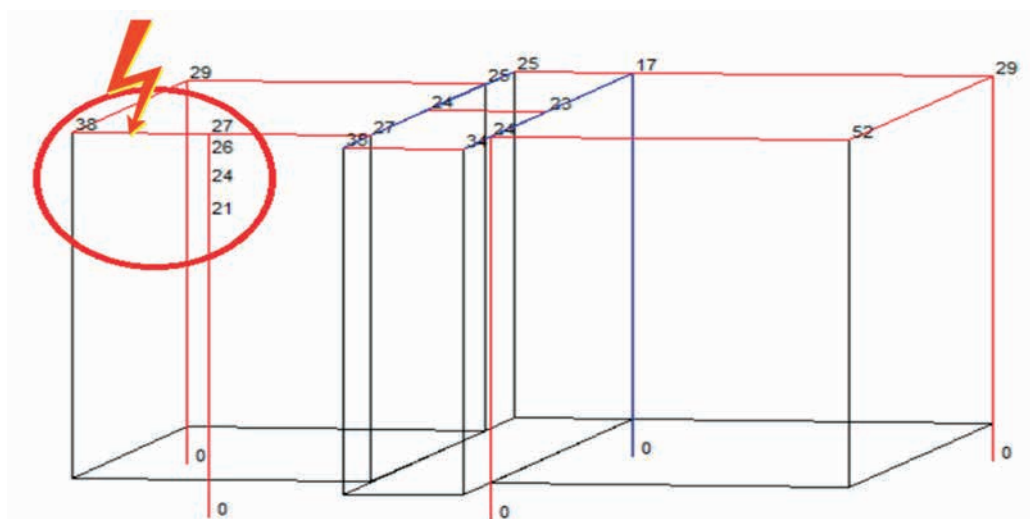
2.1. Budovy zděné

U zděných budov je problematika dodržení dostatečné vzdálenosti velmi důležitým problémem, stejně jako u ostatních typů staveb. Není tady sice armování jako u staveb betonových, ale najdou se zde jiné kovové prvky, od kterých je potřeba dodržet vzdálenost s . Například to můžou být vnitřní metalické sítě – ať už silnoproudé a/nebo datové, nebo kovové překlady, kovové rámy oken a dveří a spousta dalších „maličností“, které se při nevhodném řešení hromosvodu a následném úderu blesku můžou z maličkosti změnit na noční můru majitele domu. To byl také důvod níže zmíněného požáru rodinného domu.

Požár rodinného domu, který způsobil škodu za 8 000 000 Kč



Výpočet dostatečné vzdálenosti s – nedodržení minimální vzdálenosti



Z výše zmíněného obrázku je zřejmý důvod vzniku požáru, a to nedodržení minimální vzdálenosti $s = 0,38 \text{ m}$ mezi svodem hromosvodu a nejbližší kovovou konstrukcí stavby.

Když není možno dodržet dostatečnou vzdálenost s pro danou stavbu například mezi hromosvodem a klimatizací, anténním systémem nebo ostatními vnitřními kovovými konstrukcemi, pak je zapotřebí instalovat systém izolovaného hromosvodu podle ČSN EN 62305-3, čl. 5.1.2 a 5.3.2. To byl zásadní důvod pro instalaci hromosvodu na nádražní budově v Protivíně.

Izolovaný hromosvod na Jinonickém dvoře



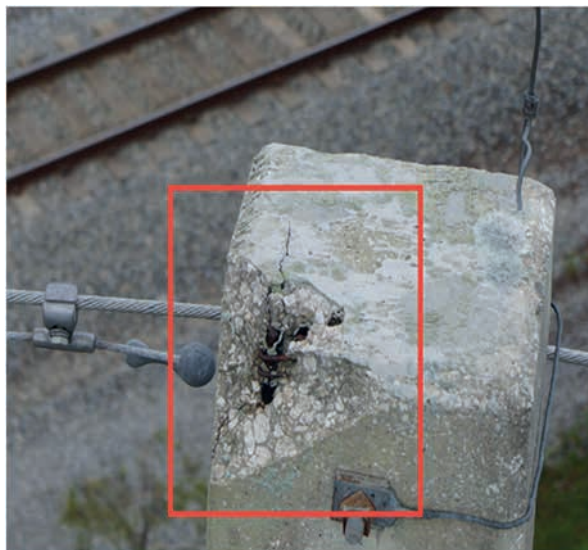
2.2. Budovy železobetonové

Betonové budovy, jak už nadpis napovídá, obsahují spoustu kovových prvků zalitých v betonu. Často se setkáváme s označením takovýchto staveb jako Faradayova klec – není to však tak jednoduché, jak si spousta stavebníků myslí, více se o tom dočtete níže. Takovéto kovové armování v naprosté většině případů totiž nesplňuje požadavky potřebné k provedení Faradayovy klece, proto se hodí spíše jako stínění, případně pro vyrovnání potenciálu v budově. Při řešení hromosvodu tedy nastává stejný problém jako u zděných staveb – dodržení dostatečné vzdálenosti s od kovových prvků stavby.

Škody na stěně budovy s armovanými stěnami



Škoda na betonové podpěře vedení



Podle čl. 5.3.5 normy ČSN EN 62305-3 musí být pro použití náhodných svodů splněny níže uvedené body najednou:

ČSN EN 62305-3:

- čl. 4.3 Propojení ocelového armování stavby ze železobetonu

U staveb ze železobetonu (včetně prefabrikátů, dílů z předpjatého betonu) musí být elektrické propojení armování stanoveno elektrickou zkouškou mezi nejhořejším dílem a úrovní země tak, aby celkový elektrický odpor nebyl větší než $0,2 \Omega$.

- čl. 5.3.5 Náhodné součásti
- čl. 5.5.3 Spoje
- čl. E.4.3.1 Všeobecně
- čl. E.4.3.2 Použití ocelového armování v betonu
- **čl. E.4.3.3 Svařování nebo svorkování ocelových armovaných prutů, obr. E.5**
- čl. E.4.3.6 Spojení
- čl. E.4.3.7 Svody

ČSN EN 62305-4:

- **čl. A.3.2 Mřížové prostorové stínění – bezpečný odstup ds**

Nebude-li dosaženo hodnoty $0,2 \Omega$ mezi nejhořejším dílem hromosvodu a úrovní země, nebo nemůže-li být provedeno toto měření, nesmí být použito ocelové armování jako náhodný svod, jak je uvedeno v 5.3.5. V tomto případě je doporučeno zřízení vnějších svodů.

U starších objektů nelze zajistit splnění požadavků čl. 4.3 normy ČSN EN 62305-3, protože nelze dodatečně provést vodivá spojení mezi spoji armování, a splnit tak požadavky článků čl. E.4.3.3 a A.3.2.

Izolovaný hromosvod na budově s armováním



2.3. Budovy s kovovou střechou anebo fasádou

U budov s kovovou střechou a/nebo fasádou je dodržení dostatečné vzdálenosti **s** při použití neizolovaného hromosvodu těžko technicky proveditelné. Neizolovaný drát takového hromosvodu by se musel umístit na izolační podpěry s délkou podle výpočtu dostatečné vzdálenosti pro $km = 0,7$ (izolační podpěry). To by jednak vypadalo opticky nehezky, ale hlavně je obtížné zajistit odolnost takového řešení vůči povětrnostním vlivům – hlavně silným větrům a/nebo sněhu. U plechových krytin převládá z elektrotechnické podstaty kapacitní vazba mezi samotnou střechou a vnitřní instalací, respektive jakýmkoliv vodivými částmi v objektu, a tedy hrozí možnost vzniku parazitních kapacitních proudů vlivem vzájemných vysokých napětí. Tyto proudy pak mohou vytvářet ionizovanou dráhu usnadňující průchod bleskových proudů.



Příčinou vzniku požáru u plechových krytin je ve většině případů stejnosměrný proud, který může dosahovat hodnoty až 400 A, trvající po dobu 0,5 s. Plocha, která je ohraničena tvarem této vlny, představuje elektrickou energii schopnou zapálit jakýkoli hořlavý povrch. Pokud jde o stavební výrobky a konstrukce staveb, pak tyto se zkouší podle ČSN EN 13501-1, ed. 1 – Požární klasifikace stavebních výrobků a konstrukcí staveb – Část 1: Klasifikace podle výsledků zkoušek reakce na oheň. V této technické normě však nejsou zohledněny žádné hodnoty bleskového proudu – podle ČSN EN 62305-1, ed. 2, tab. 3, až do 200 kA vlny 10/350 nebo hodnoty dlouhého výboje až 200 C po dobu 0,5 s. Proto také izolace, jako např. minerální vaty, polystyreny a další stavební materiály (PVC atd.), jsou brány z pohledu blesku jako hořlavé.

Izolovaný hromosvod na rodinném domě s plechovou střechou



2.4. Rozhodné skutečnosti pro izolovaný hromosvod

Rizika pro vnější ochranu vyplývající z použití stavebních materiálů

- Vnější kovové náhodné součásti, kovové atiky, kovové části fasád nebo oken mohou bleskový proud zavést dovnitř do objektu paralelně k metalickým instalacím objektu. Pak není možno dodržet dostatečnou vzdálenost mezi těmito dvěma soustavami – viz ČSN EN 62305-3, ed. 2, čl. 6.3.
- Kontrolované šíření bleskového proudu rychlostí světla vnitřními kovovými částmi.
- Armování pro účely stínění není provedeno komplexně pro celou stavbu a mělo by být zřízeno podle ČSN viz bod 3.
- Bleskový proud může nekontrolovaně protéci paralelně vnější/vnitřní soustavou (viz bod 2.1) ke koncovým zařízením datacentra a poškodit je anebo je zcela zničit. To závisí na velikosti a tvaru vln bleskového proudu – viz ČSN EN 62305-1, ed. 2, příloha A.1, tab. 3.
- Účinností systému koordinované ochrany se účinky bodů uvedených výše podstatně sníží.

Z výše uvedených důvodů je prioritním řešením vnější ochrany jako izolované soustavy podle ČSN EN 62305-3, ed. 3, čl. 5.1.2 a E.5.1.2 Izolovaný (oddálený) LPS.

Izolovaný vnější LPS by měl být použit, když by průchod bleskového proudu způsobil ve spojených vnitřních vodivých částech škody na stavbě nebo na jejím vnitřním vybavení.

Izolovaný vnější LPS může být také použit, když vlastnosti obsahu stavby zaručují snížení vyzařovaného elektromagnetického pole způsobeného průchodem bleskového proudu ve svodech.

Izolovaný LPS by měl být instalován na stavbě s rozsáhlými vzájemně spojenými vodivými částmi, kdy je požadováno, aby bleskový proud netekl přes zdi stavby do uvnitř instalovaných zařízení.

Použití izolovaného (oddáleného) LPS může být výhodné, je-li předpoklad, že změny stavby, jejího obsahu a využití povedou ke změnám na LPS.

2.5. Porovnání normy ČSN 34 1390 a souboru norem ČSN EN 62305, ed. 2 s ohledem na dostatečnou vzdálenost

Zákonnou povinností znalce je postupovat tak, aby se vytvořilo bezpečné pracoviště. V této souvislosti je třeba mít na paměti, že pro posuzování **dostatečné vzdálenosti podle ČSN 34 1390 (čl. 112) se vycházelo z principu, že pro cihlu nebo beton je vzdálenost 5x nižší než pro vzduch. Za dobu 50 let (tedy za dobu od vydání uvedené normy) bylo ovšem prokázáno, že cihla nebo beton jsou naopak 2x vodivější než vzduch. Z těchto nových poznatků již také nový soubor ČSN EN 62305 vychází.**

Podle zákona č. 262/2006 Sb., zákoníku práce, v platném znění, je zaměstnavatel povinen zajistit bezpečnost a ochranu zdraví zaměstnanců při práci s ohledem na rizika možného ohrožení jejich života a zdraví, která se týkají výkonu práce. Zaměstnavatel je povinen vytvářet bezpečné a zdravé neohrožující pracovní prostředí a pracovní podmínky vhodné organizaci bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a přijímáním opatření k předcházení rizikům.

Přestože ČSN EN není obecně závazným předpisem, představuje jakýsi standard kvality ochrany. Zákoník práce výslovně odkazuje i na jiné než právní předpisy při určování ochranných opatření. Rovněž podle preventivní povinnosti dle zákona o požární ochraně „ZPO“ musí provozovatel elektrického zařízení činit opatření k prevenci rizika výbuchu/požáru. Zejména to platí, je-li na takové riziko upozorněn osobou odborně způsobilou. **Preventivní opatření by mělo spočívat v řešení respektujícím ČSN EN 62305-1 až 4, ed. 2, čímž se dosáhne maximálně možné minimalizace rizik.**

2.6. Posouzení ochrany před bleskem – stínění neboli Faradayova klec versus izolovaný hromosvod

Stínění neboli Faradayova klec

- 1 Účinky bleskového výboje
- 1.1 ČSN EN 62305-1, ed. 2; Ochrana před bleskem – Část 1: Obecné principy
 - 1.1.1 čl. A.1 Úder blesku do země
 - 1.1.2 čl. D.4.1.1 Odporový ohřev
- 2. Stínění neboli Faradayova klec
 - 2.1 ČSN EN 62305-3, ed. 2; Ochrana před bleskem – Část 3: Hmotné škody na stavbách a ohrožení života
 - 2.1.1 čl. 4.3 Propojení ocelového armování stavby ze železobetonu
 - 2.1.2 čl. 5.3.5 Náhodné součásti
 - 2.1.3 čl. 5.5.3 Spoje
 - 2.1.4 čl. E.4.3.1 Všeobecně
 - 2.1.5 čl. E.4.3.2 Použití ocelového armování v betonu
 - **2.1.6 čl. E.4.3.3 Svařování nebo svorkování ocelových armovaných prutů, obr. E.5**
 - 2.1.7 čl. E.4.3.6 Spojení
 - 2.1.9 čl. E.4.3.7 Svody
 - 2.2 ČSN EN 62305-4, ed. 2; Ochrana před bleskem – Část 4: Elektrické a elektronické systémy ve stavbách
 - **2.2.1 čl. A.3.2 Mřížové prostorové stínění – bezpečný odstup ds**

čl. E.4.3.3 Svařování nebo svorkování ocelových armovaných prutů

Spojení svislých prutů musí být provedeno:

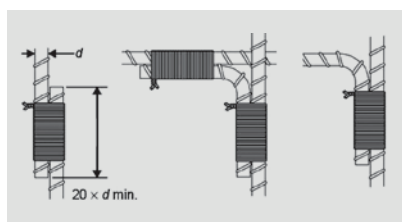
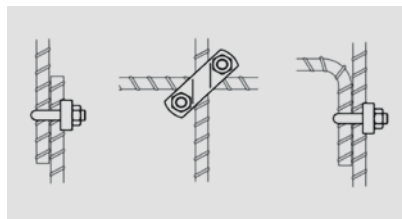
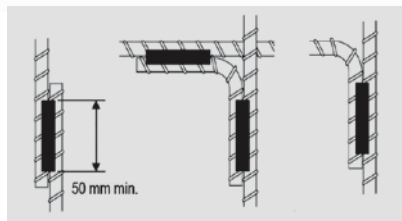
- svařením
- sevřením
- překrytím (svázáním)

za podmínky že:
přesah spojení se rovná minimálně

20násobku průměru prutu

nebo

je nutno spojení zajistit jiným bezpečným způsobem.

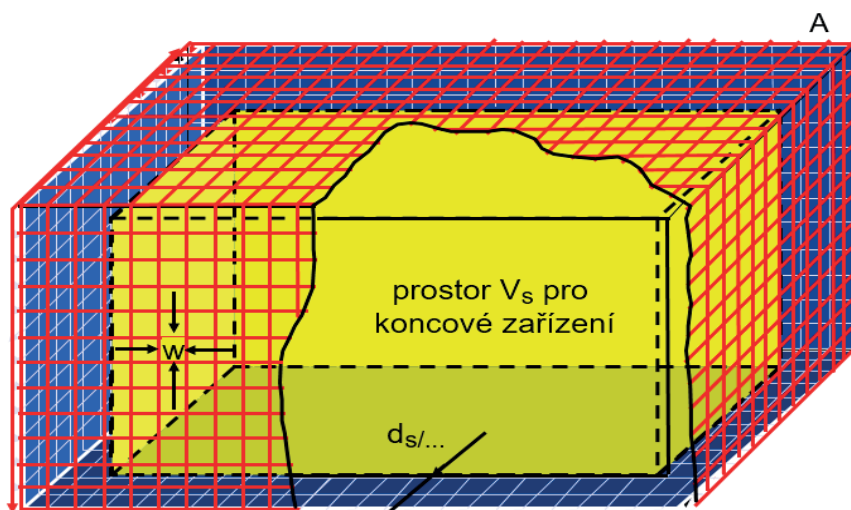


A.3.2 Mřížové prostorové stínění

V praxi jsou velkoprostorová stínění LPZ obvykle tvořena náhodnými součástmi stavby jako například kovovým armováním stropů, stěn a podlah, kovovými rámy, kovovými střešními a kovovými fasádami.

Vnitřní systémy by měly být umístěny uvnitř „bezpečných prostor“, které respektují bezpečný odstup od stínění LPZ (viz obrázek A.4). Toto je z důvodu relativně vysokých magnetických polí v blízkosti stínění způsobených dílčími bleskovými proudy tekoucími stíněním (obzvláště pro LPZ 1).

Obrázek A.4 – Prostor pro elektrické a elektronické systémy uvnitř LPZ n



dostatečná vzdálenost

blízký úder:
 $d = w \cdot SF/10$

přímý úder:
 $d = w$

- 2.3 Shrnutí
- Podle článku 4.3 normy ČSN EN 62305-3, ed. 2, musí být u staveb ze železobetonu (včetně prefabrikátů, dílů z předpjatého betonu) elektrické propojení armování stanoveno elektrickou zkouškou mezi nejhořejším dílem a úrovní země. Při měření zařízením vhodným pro tyto účely by neměl být celkový elektrický odpor větší než 0,2 Ω.
- **Nebude-li dosaženo této hodnoty, nebo nemůže-li být provedeno toto měření, nesmí být použito ocelové armování jako náhodný svod, jak je uvedeno v čl. 5.3.5. V tomto případě je doporučeno zřízení vnějších svodů.**

- Pokud není dodržen přechodový odpor, pak může dojít k výbuchu
- podle ČSN EN 62305-1, ed. 2, D.4.1.1 Odporový ohřev

$$W = R \times \int i^2(t) \times dt$$

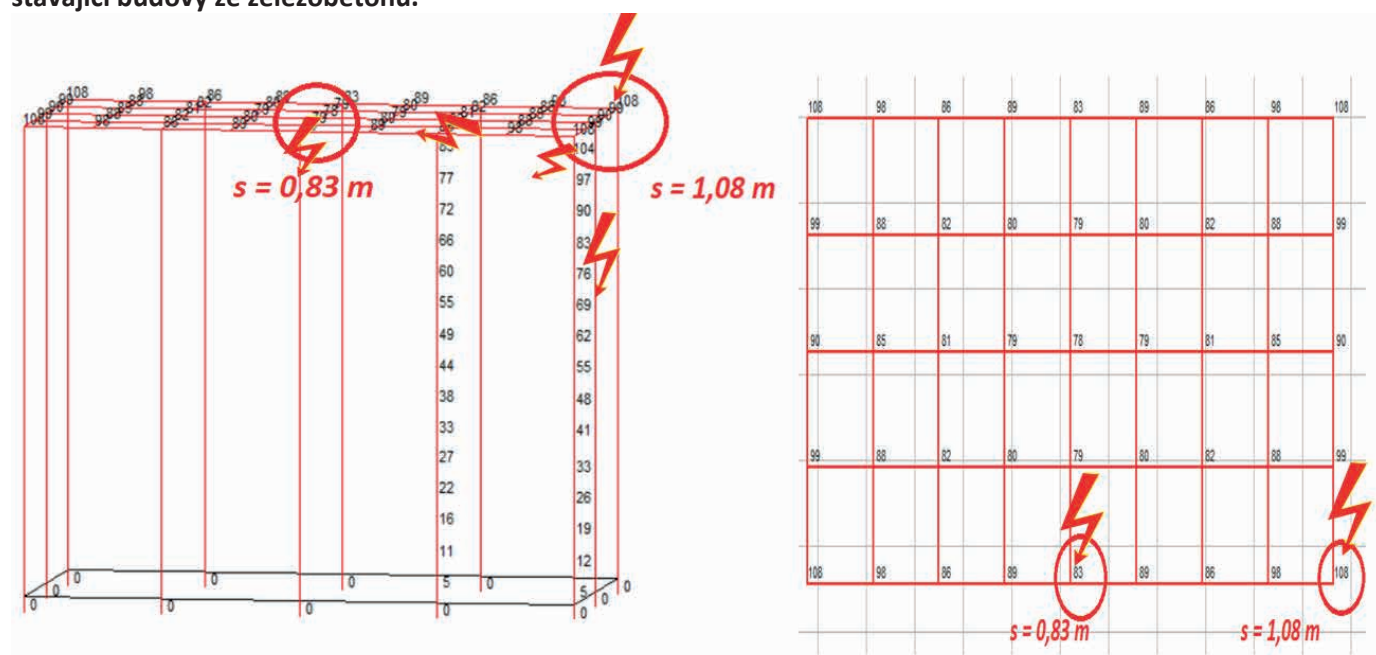
Výhody:

- Armování je k dispozici.

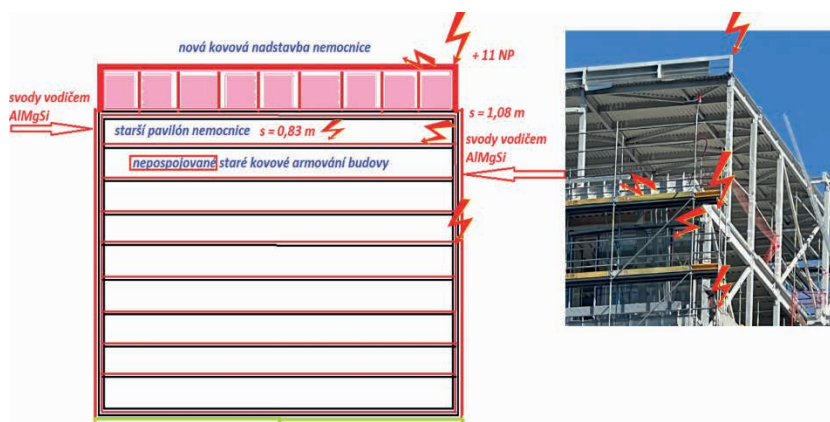
Nevýhody:

- Je nutno splnit níže uvedené články norem současně:
 - podle ČSN EN 62305-3, ed. 2:
 - čl. 4.3 *Propojení ocelového armování stavby ze železobetonu – přechodový odpor 0,2 Ω,*
 - čl. 5.3.5 *Náhodné součásti,*
 - čl. 5.5.3 *Spoje,*
 - čl. E.4.3.1 *Všeobecně,*
 - čl. E.4.3.2 *Použití ocelového armování v betonu (obrázek E.5),*
 - čl. E.4.3.3 *Svařování nebo svorkování ocelových armovaných prutů,*
 - čl. E.4.3.6 *Spojení,*
 - čl. E.4.3.7 *Svody,*
 - podle ČSN EN 62305-4, ed. 2:
 - čl. A.3.2 *Mřížové prostorové stínění – bezpečný odstup ds.*
- Drahá montáž, která podstatně zvýší konečnou cenu oproti ceně izolovaného hromosvodu, měření přechodových odporů v průběhu celé montáže.
- Dále u starších objektů nelze zajistit splnění požadavků čl. 4.3 normy ČSN EN 62305-3, ed. 2, tj. celkový elektrický odpor mezi nejhořejší částí hromosvodu a hlavní ekvipotenciální sběrnici by neměl být větší než 0,2 Ω, jinak nesmí být použito ocelové armování nebo konstrukce jako náhodný svod, jak je uvedeno v čl. 5.3.5 normy ČSN EN 62305-3, ed. 2.
- Pro kovové střešní konstrukce, které jsou umístěny na starších objektech, není možno z fyzikálních principů zabránit šíření bleskových proudů a na základě norem ČSN realizovat systém stínění neboli Faradayovu klec. Nelze dodržet bezpečný odstup podle čl. A.3.2 normy ČSN EN 62305-4, ed. 2, a tudíž se dílčí bleskové proudy mohou šířit nekontrolovaně metalickými vedeními nejen v nové přístavbě, ale především také ve stávající budově v nepospojovaných kovových konstrukcích a vedeních.

Svody z holého drátu nezajistí dodržení dostatečných vzdáleností mezi svody a nepospojovaným armováním stávající budovy ze železobetonu.



Kovová střešní nadstavba na původní stavbě, která má nepospojované armování – kvůli nedodržení dostatečných vzdáleností hrozí nekontrolované přeskoky dílčích bleskových proudů.



Izolovaný hromosvod

- 3. Izolovaný hromosvod
- 3.1 ČSN EN 62305-3, ed. 2; Ochrana před bleskem – Část 3: Hmotné škody na stavbách a ohrožení života,
- 3.1.1 čl. 5.1.2 Výběr vnějšího LPS,
- 3.1.2 čl. 5.3.2 Umístění izolovaného (oddáleného) LPS,
- 3.1.3 čl. E.5.1.2 Izolovaný (oddálený) LPS,
- 3.2 Shrnutí.

Výhody izolovaného hromosvodu:

- Svedení plného bleskového proudu nejprve do uzemňovací soustavy.
- Dosažení nejvyšší disponibility zařízení během bouřky.
- Není potřeba dodržet obvyklou vzdálenost mezi svody podle tabulky 4 normy ČSN EN 62305-3, ed. 2.
- Jednoduchá a snadná montáž.

Nevýhody izolovaného hromosvodu:

- Montáž pouze autorizovanou firmou.

Další důvody, proč zvolit izolovaný hromosvod

- podle odstavce 5.1.2 Jímací soustava

„Izolovaný (oddálený) vnější LPS od chráněné stavby by měl být použit v případě, že tepelné a výbušné účinky v místě úderu nebo ve vodičích, které vedou bleskový proud, mohou způsobit škody na stavbě nebo na jejím obsahu (viz Příloha E). Typickými příklady jsou stavby s hořlavou krytinou, stavby s hořlavými stěnami a s prostředím s nebezpečím výbuchu a požáru.

Izolovaný vnější LPS může být také použit, když vlastnosti obsahu stavby zaručují snížení vyzařovaného elektromagnetického pole způsobeného průchodem bleskového proudu ve svodech.

- podle odstavce E.5.1.2 Izolovaný (oddálený) LPS

Izolovaný vnější LPS by měl být použit, když by průchod bleskového proudu způsobil ve spojených vnitřních vodivých částech škody na stavbě nebo na jejím vnitřním vybavení.

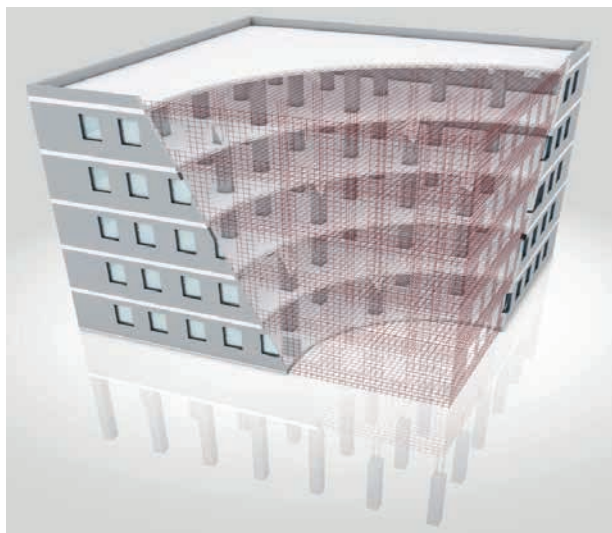
POZNÁMKA 1: Použití izolovaného LPS je výhodné tam, kde se předpokládá, že změny na stavbě mohou vyžadovat změny LPS.

LPS by měl být instalován na stavbě s rozsáhlými vzájemně spojenými vodivými částmi, kdy je požadováno, aby bleskový proud netekl přes zdi stavby do uvnitř instalovaných zařízení.

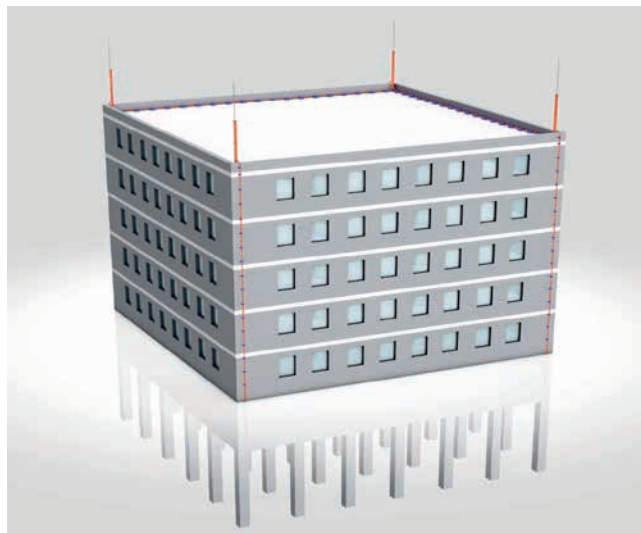
- podle odstavce E.5.2.6 Izolovaná (oddálená) jímací soustava

Izolovaný LPS může být tedy uplatněn u stavby ze železobetonu, který zlepší ještě více elektromagnetické stínění.

Finanční porovnání řešení stínění neboli Faradayova klec versus izolovaný hromosvod



Uspořádání prostorového stínění vzorové stavby 20 x 20 x 20 m



Ochrana vzorové budovy před bleskem s využitím vodičů HVI 20 x 20 x 20 m

Souhrny z realizovaných rozpočtů na jednotlivé varianty

Varianta LPS	Jednotlivé varianty	Celkové náklady Kč	Poznámka
Faradayova klec	svařovaná	1 123 901,00	Příloha 2
	šroubové svorky	1 653 867,00	Příloha 3
	bez šroubové svorky	1 568 735,00	Příloha 4
Izolovaný LPS	HVI kabel	339 695,00	Příloha 5

2.7. Ochranná opatření před úrazem osob dotykovým a krokovým napětím

V okolí svodů mohou vzniknout **nebezpečná dotyková napětí**. Toto nebezpečí může být zmenšeno na přípustnou úroveň, pokud budou splněny následující podmínky:

- pravděpodobnost přiblížení nebo doba výskytu osob je velmi malá,
- soustava náhodných svodů je tvořena z více nosníků rozsáhlé kovové konstrukce stavby nebo z více ocelových armovaných sloupů stavby,
- rezistivita vrchní vrstvy půdy v okruhu do 3 m od svodu není menší než 5 kΩm.

POZNÁMKA:

Postačuje například asfalt o tloušťce 5 cm, nebo vrstva šterku o tloušťce 15 cm.

Nebude-li žádná z těchto podmínek splněna, musí být učiněna následující opatření:

- izolace odkrytého svodu například zasíťovaným polyethylenem silným 3 mm,
- fyzická zábrana a/nebo výstražná tabulka.

V okolí svodů vně stavby mohou vzniknout **nebezpečná kroková napětí**. Toto nebezpečí může být zmenšeno na přípustnou úroveň, pokud budou splněny následující podmínky:

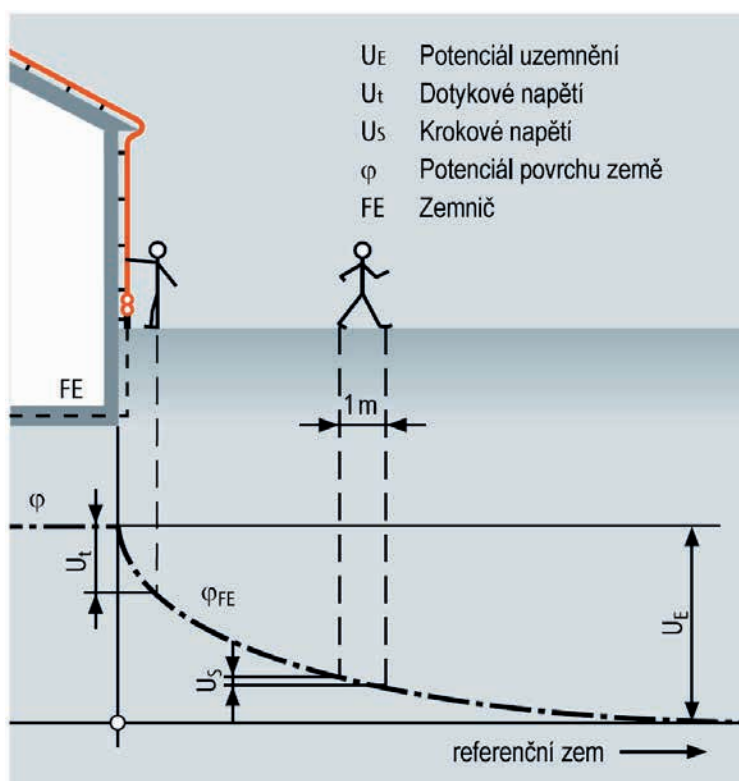
- pravděpodobnost přiblížení nebo výskytu osob v okruhu do 3 m od svodu je velmi malá,
- rezistivita vrchního podloží půdy v okruhu do 3 m od svodu není menší než 5 kΩm.

Není-li splněna žádná z těchto podmínek, musí být učiněna následující opatření:

- ekvipotenciální vyrovnaní mřížovou uzemňovací soustavou,
- fyzická zábrana a/nebo výstražná tabulka.

Ochrana před dotykovým napětím

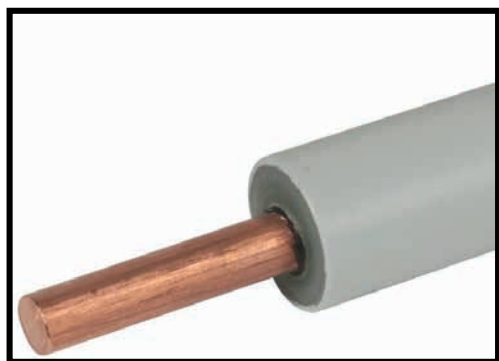
Dotykové napětí je definováno jako napětí, které působí na člověka mezi jeho stanovištěm na povrchu země (odstup cca 1 m od svodu) a svodem, kterého by se mohl dotknout. Elektrický proud přitom přes ruku prochází do těla a dále pak do nohou (**obr. 1**). Nebezpečný prostor pro osoby zdržující se vně budovy je na úrovni země definován do výšky a do vzdálenosti 3 m od svodu.



Obr. 1. Ilustrace problému krokového a dotykového napětí

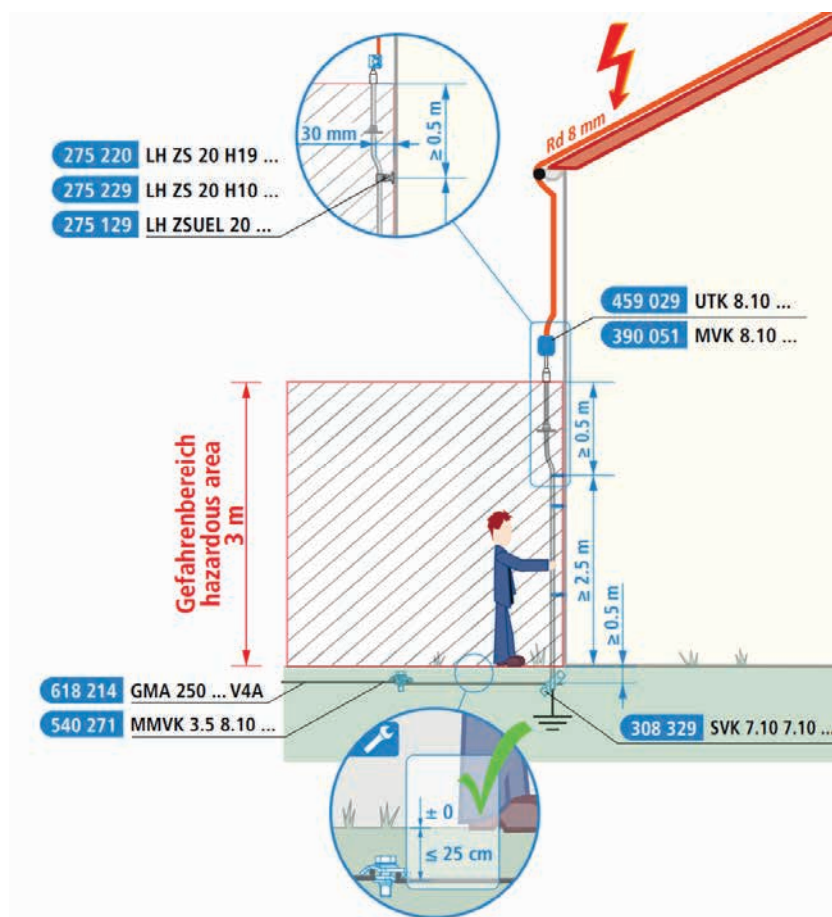
Norma jako účinné opatření proti úrazům osob dotykovým napětím definuje takový volně vedený svod, který je opláštěn izolací, jež vydrží rázové napětí 100 kV (vlna 1,2/50 μs) a zamezí plazivému povrchovému výboji i při dešti.

Vodič CUI má vnitřní vodič z mědi o průměru 8 mm a vysokonapěťovou izolaci.



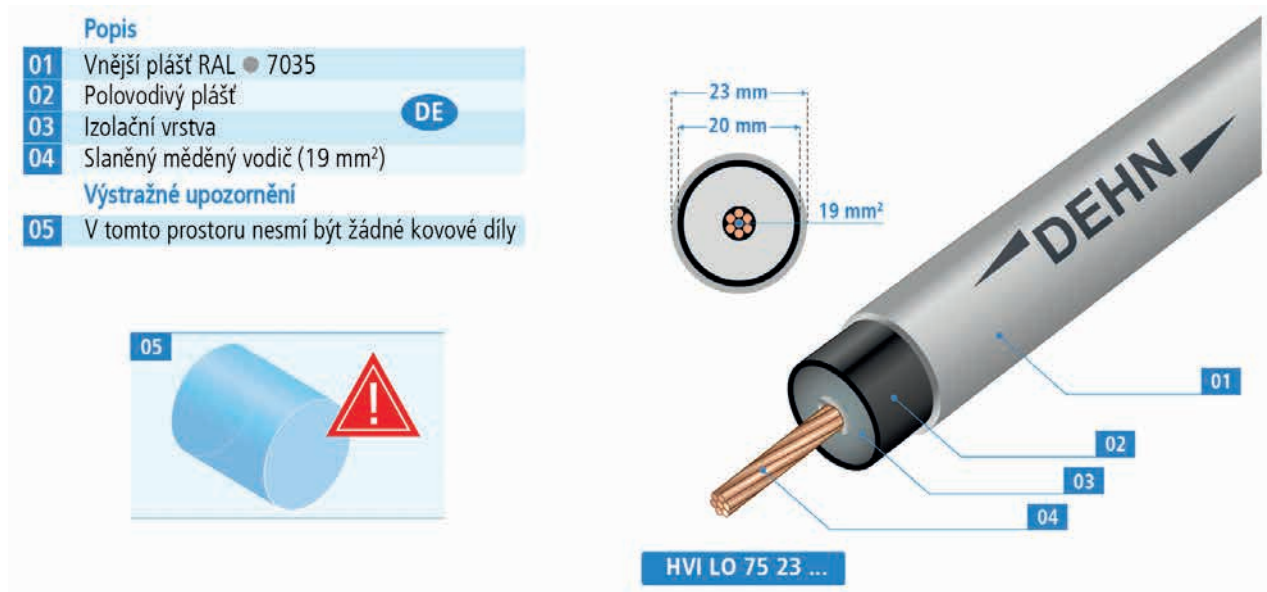
Obr. 2. Detail provedení vodiče CUI

Zkušební svorka se instaluje do výšky nad 3 m a zemní konec vodiče CUI se připojuje na stávající základový nebo obvodový zemnič budovy podle montážního návodu. Pro zamezení povrchovému výboji i při dešti je vodič CUI opatřen trychtýřovým krytem vytvářejícím suché pásmo na vrcholu vodiče.



Obr. 3. Detail provedení instalace podle montážního návodu

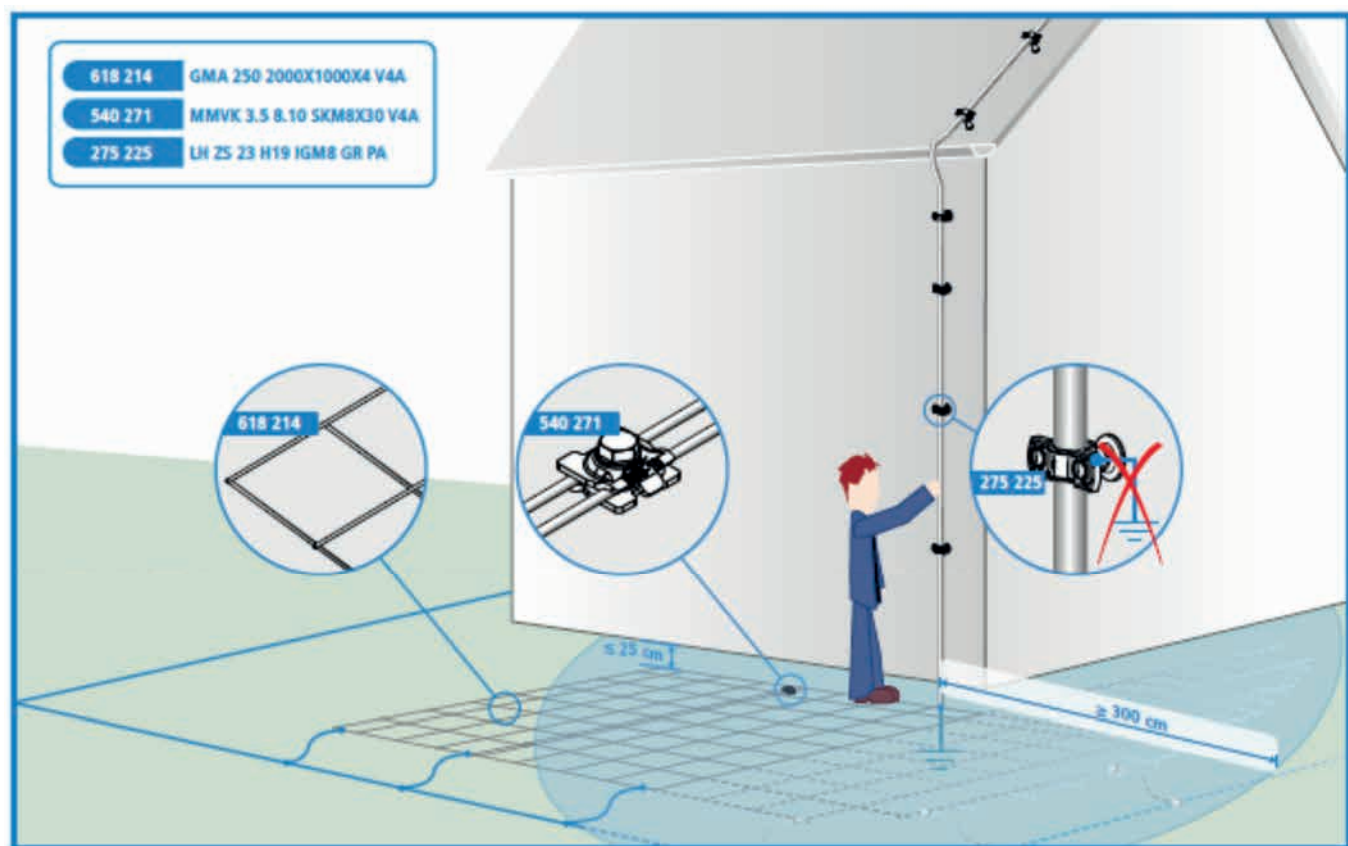
Vodič HVI long šedý je vysokonapětově odolný izolovaný vodič určený pro dodržení dostatečné vzdálenosti vůči elektrickým a vodivým částem podle ČSN EN 62305-3, ed. 2 (VDE 0185-305-3). Je dimenzován na přerušované impulzní napětí blesku min. 100 kV (1,2/50 μ s). Ochranu proti mechanickým vlivům a také funkci ochrany proti náhodnému dotyku zajišťuje vnější izolační plášť.



Obr. 4. Skladba šedého vodiče HVI long

Vysokonapěťová izolace vodiče HVI long zabrání nekontrolovaným přeskokům části bleskového proudu například přes vodivé části střešní krytiny na vnitřní kovová nebo elektrická zařízení.

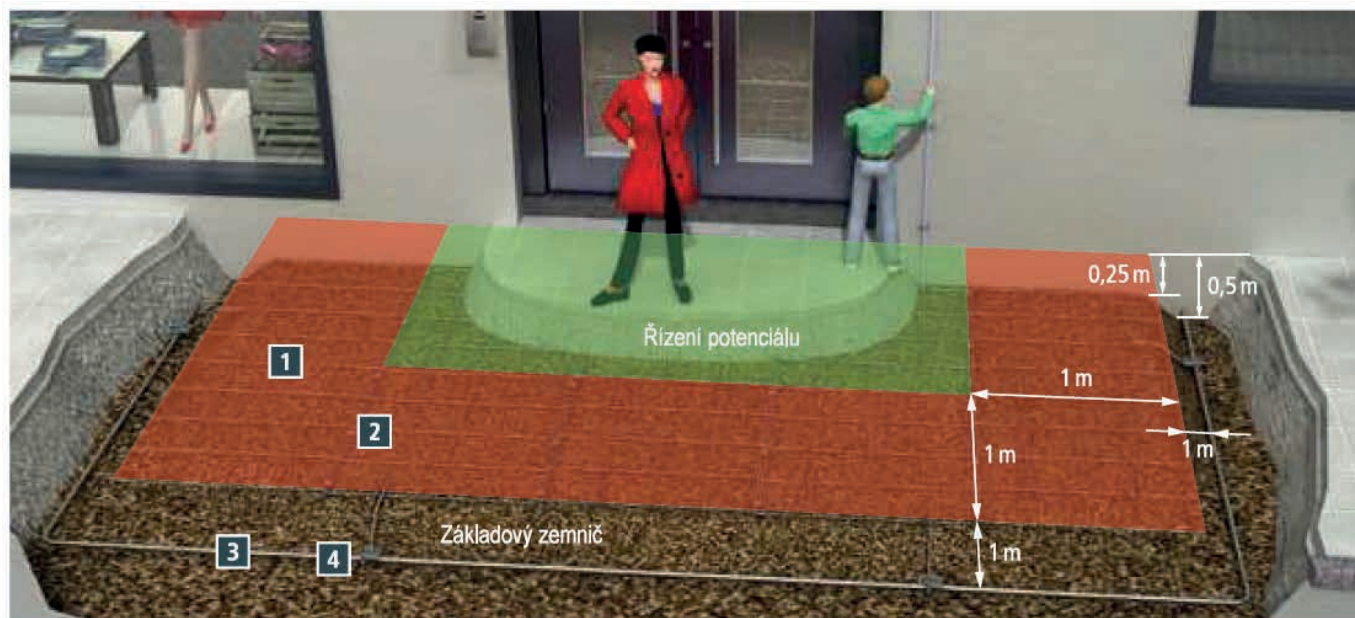
Pro dostatečnou ochranu musí být zajištěna i ochrana proti krokovému napětí v místě, kde vodič HVI vstupuje do země. Doporučuje se položit mřížové rošty a obvodové zemní vedení v oblasti alespoň 3 m radiálně kolem bodu vstupu. Mřížové rošty se ukládají maximálně 25 cm pod úroveň terénu.



Obr. 5. Vodič HVI long šedý zabraňující nebezpečnému dotykovému napětí

Ochrana před krokovým napětím

Krokové napětí je ta část napětí na povrchu země, kterou překlene člověk 1 m dlouhým krokem, přičemž elektrický proud prochází lidským tělem z jedné nohy do druhé (**obr. 1**). Krokové napětí závisí na tvaru potenciálového trychtýře. Jak je z obrázku zřejmé, s rostoucí vzdáleností od budovy krokové napětí klesá.



Č.	Kat. č.	Komponenta	Č.	Kat. č.	Komponenta
1	618 214	Mřížový rošt nerez (V4A) (2 m x 1 m)	3	860 020	Drát Ø 10 mm nerez (V4a) (20 m)
2	540 270	Propojovací svorka pro mřížové rošty	4	390 079	Svorka MV nerez (V4A)

V základech / v zemi se instalují mřížové rošty s oky o velikosti $\leq 0,25 \text{ m} \times 0,25 \text{ m}$ pod stanovištěm osob. Pro zajištění dostatečné životnosti těchto kovových roštů se doporučuje použití roštů s průměrem tyčí 3–4 mm, NIRO (V4A). Mřížové rošty se ukládají max. 0,25 m hluboko pod povrch země. Dále musí být instalován obvodový zemnič ve vzdálenosti 1 m od roštu, a to v hloubce 0,5 m. Mřížový rošt musí přesahovat min. 1 m za chráněný prostor (např. hranici budovy). Dále je nezbytné tyto mřížové rošty spojit se svody a se zemnicí soustavou budovy. Je třeba upozornit na to, že opuštění prostoru mřížového roštu během úderu blesku je životu nebezpečné.

2.8. Práce na hromosvodu

Podle nařízení vlády č. 190/2022 Sb., *Nařízení vlády o vyhrazených technických elektrických zařízeních a požadavcích na zajištění jejich bezpečnosti*, jsou hromosvod vč. uzemnění a fotovoltaická elektrárna vyhrazená technická zařízení elektro. Jejich realizace tedy musí být zajištěna osobou s odpovídající kvalifikací v oblasti vyhrazených technických zařízení.

Upozornění:

Je důležité, aby každá osoba podílející se na instalaci izolovaných vodičů byla prokazatelně proškolená tak, aby montáž odpovídala požadavkům výrobce materiálu (zařízení). Nejlepší variantou je certifikát výrobce o absolvování školení a referenční akce s kontrolou správnosti.

2.9. Parametry součástí vnější ochrany před bleskem

Hlavní parametry vysokonapěťových vodičů ($s = 0,6 \text{ m}$):

Zkušební impulzní proud:	150 kA (vlny 10/350);
Rázové impulzní napětí:	600 kV;
Max. dovolené oteplení pro LPS III/IV:	39 K;
Odpor při stejnosměrném proudu:	
- vnitřního vodiče:	$\leq 1,15 \Omega/\text{km}$;
- polovodivého pláště:	1–5 k Ω/m ;
Izolační odpor:	> 10 G $\Omega \cdot \text{km}$;
Délka svodu:	15 m pro LPS III/IV;
Stabilní a odolný pro:	UV;
Minimální délka vodiče:	6 m.

Hlavní parametry vysokonapěťových vodičů ($s = 0,75 \text{ m}$):

Zkušební impulzní proud:	150 kA (vlny 10/350);
Rázové impulzní napětí:	785 kV;
Délka svodu:	12,5 m pro LPS II;
Max. dovolené oteplení pro LPS II:	95 K;
Odpor při stejnosměrném proudu:	
- vnitřního vodiče:	< 1 Ω/km ;
- vodivého pláště:	1–8 k Ω/m ;
Izolační odpor:	> 10 G Ω/km ;
Stabilní a odolný pro:	UV;
Minimální délka vodiče:	6 m.

Hlavní parametry vysokonapěťových vodičů ($s = 0,9 \text{ m}$):

Zkušební impulzní proud:	200 kA (vlny 10/350);
Rázové impulzní napětí:	900 kV;
Délka svodu:	11,25 m pro LPS I;
Max. dovolené oteplení pro LPS I:	98 K;
Stabilní a odolný pro:	UV;
Minimální délka vodiče:	6 m.

Hromosvodní součásti:

Na základě třídy ochrany před bleskem LPS II je nutno použít jen ty hromosvodní součásti, které jsou zkoušeny podle níže uvedeného souboru norem ČSN EN 62561-1 až 7, ed. 2; Součásti systému ochrany před bleskem (LPSC), a zároveň musí vyhovět tomuto souboru:

Část 1: Požadavky na spojovací součásti

Část 2: Požadavky na vodiče a zemniče

Část 3: Požadavky na oddělovací jiskřiště

Část 4: Požadavky na podpěry vodičů

Část 5: Požadavky na revizní skříně a provedení zemničů

Část 6: Požadavky na čítače úderu blesku (LSC)

Část 7: Požadavky na směsi zlepšující uzemnění

IEC TS 62561-8 ed.1 Součásti systémů ochrany před bleskem (LPSC) – Část 8: Požadavky na součásti pro izolovaný LPS

Parametry svorek pro třídu LPS I – 150 kA:

- Speciálně při výběru svorek a spojovacích součástí je nutno počítat pro jeden svod pro třídu LPS II s proudovým zatížením 100 % při zkušebním bleskovém proudu 150 kA (vlny 10/350).
- Při montáži svorek je nutno dodržet utahovací momenty pro dané svorky.
- Navíc součásti, které jsou určeny pro hromosvody, musí splňovat mechanické a elektrické požadavky obsažené v souboru norem ČSN EN 62561-1 až 7, ed. 2.

Parametry materiálů zemničů pro elektrická zařízení zvn, vvn, vn a nn

- nerezová ocel – číslo materiálu 1.4571/1.4404

(použít pásek z korozivzdorné oceli V4A s obsahem molybdenu > 2 %)

2.10. Nejčastější chyby při projektování a montáži

Projektant provádí kontrolu těchto parametrů:

- bleskový proud, který proteče jednotlivým svodem podle vypočtené třídy ochrany před bleskem (LPS I až IV),
- umístění vodiče v ochranném prostoru jímací soustavy – nesmí dojít k úderu blesku do izolace vodiče,
- výpočet dostatečné vzdálenosti v nejvyšším bodě připojení vodiče HVI na jímací soustavu,
- zajištění dostatečné délky vodiče s respektováním oblasti koncovky vodiče HVI,
- vodiče řady HVI jsou určeny také do prostředí s nebezpečím výbuchu (zón EX-1, 2 nebo 21, 22),
- do tohoto prostředí je nutno navrhovat speciální kovové podpěry.

Montážní firmy respektují tyto požadavky:

- dodržení montážních návodů pro jednotlivé typy vodičů HVI,
- zajištění dostatečné délky vodiče s respektováním oblasti koncovky vodiče HVI,
- oblast koncovky se uzemňuje na vnitřní vodič PE nebo se instaluje samostatný vodič PE ze zkušební svorky,
- žádné tepelné a mechanické poškození polovodivé vrstvy vodiče HVI,
- na tento plášť vodiče je možno nanášet barvu až po odsouhlasení výrobcem podle jejího chemického složení,
- šedé barevné provedení pláště vodiče umožní instalaci pod omítku, do betonu nebo půdy, včetně nátěru,
- vodiče HVI se neinstalují do samostatných kovových trubek, ale např. do kovových nebo skleněných fasád.

Chybně vypracovaná analýza rizik – chybně zadané hodnoty

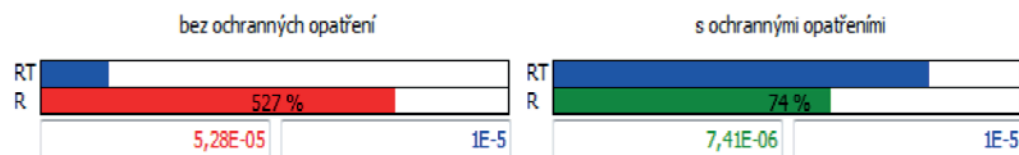
5.1 riziko R1, lidské životy

Pro osoby vně budovy, ale i uvnitř objekt byla určena následující rizika:

Připustné riziko R_T : 1,00E-05

Vypočtené riziko R1 (nechráněné): 5,28E-05

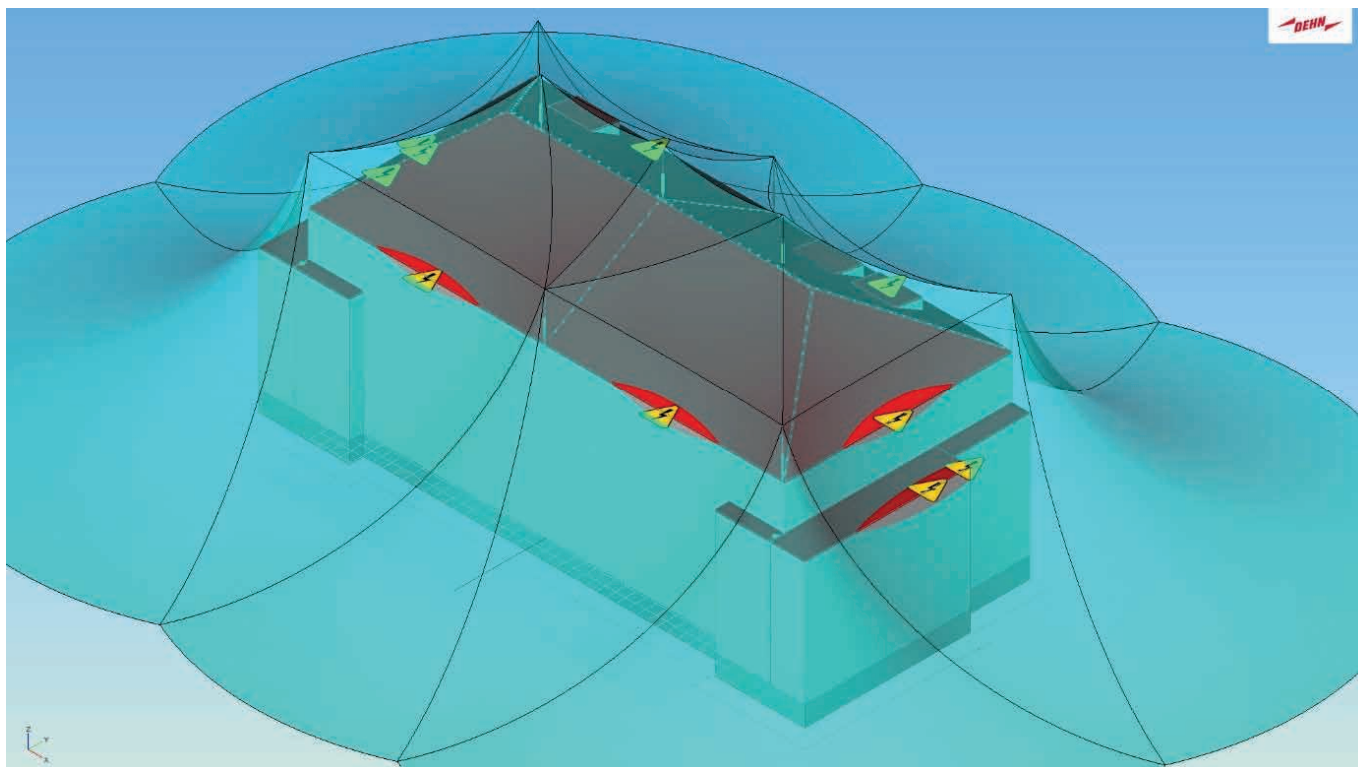
Vypočtené riziko R1 (chráněné): 7,41E-06



Za účelem snížení rizika je nutno realizovat ochranná opatření popsaná v 5.

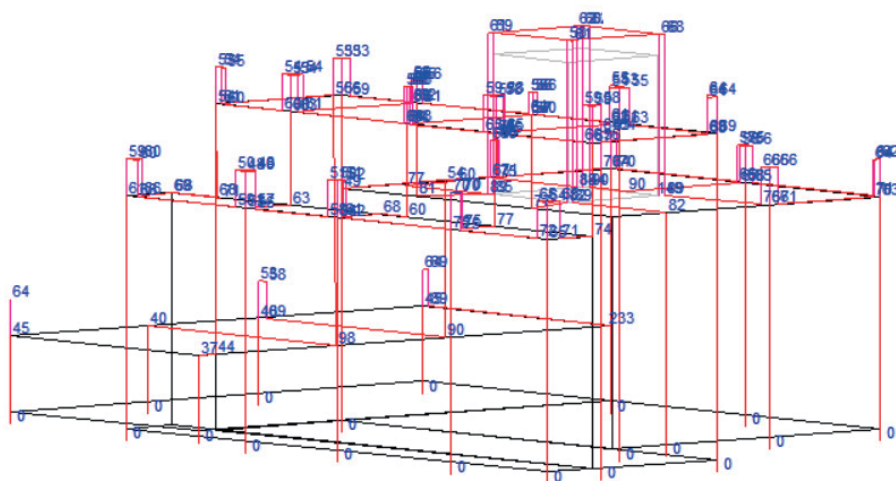
Ukázka části výstupu z analýzy rizik

Objekt není 100% v ochranném prostoru jímací soustavy



Ukázka neúplně chráněného objektu

Nedodržení dostatečné vzdálenosti „s“

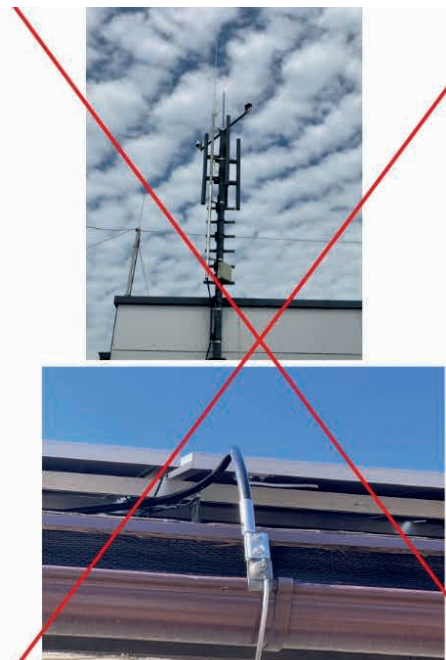
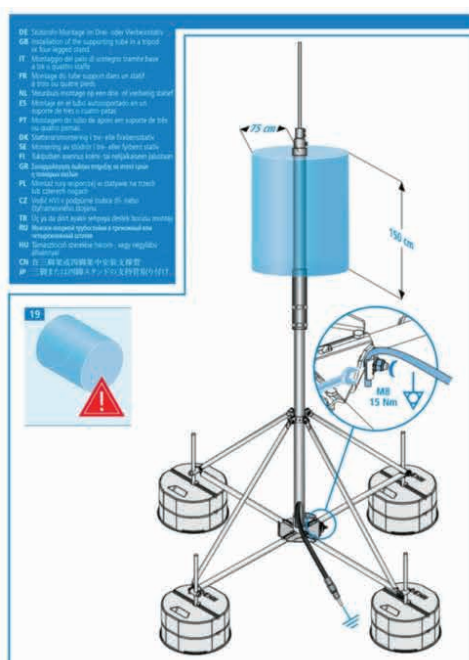
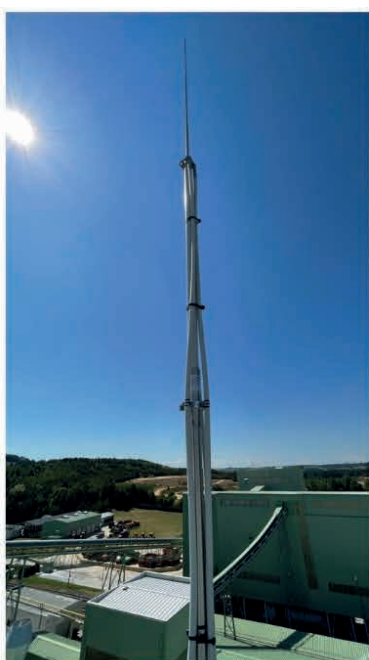


Opomenutí větrné stability



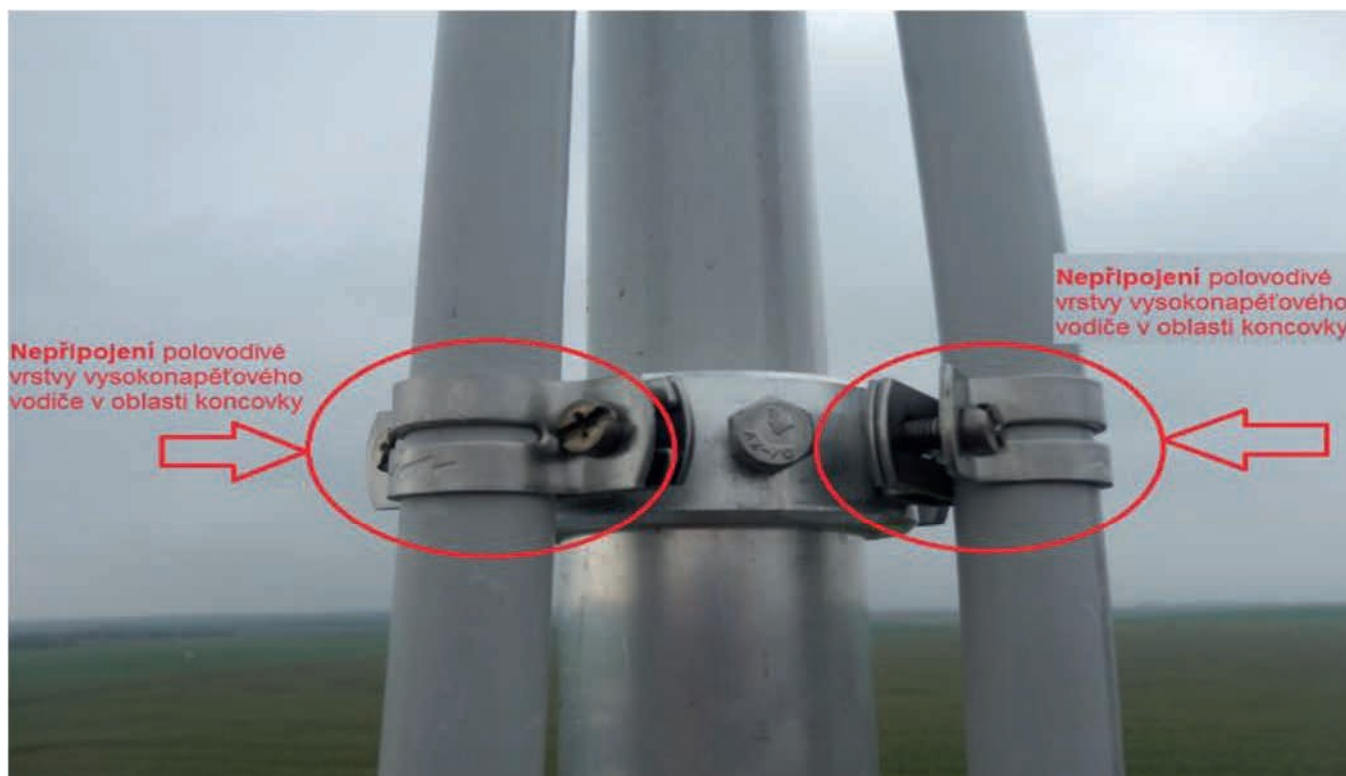
Ukázka poškození jímací soustavy po silném větru

Nedodržení oblasti koncovky



Ukázka nedodržení oblasti koncovky

Nepřipojení polovodičové vrstvy k pospojování



Ukázka chybné instalace – nedodržení montážního návodu

Mechanické poškození vodiče



Ukázka poškození vodiče během instalace

Nevhodné kotvení vodiče



Ukázka nevhodného kotvení vodiče ke stavbě

Chybné kotvení podpůrné trubky



Ukázka chybného kotvení podpůrné trubky: chybí šroub = snížená stabilita

2.11. Revize

Během stavby bude provedena kontrola provedení uzemnění před zalitím do betonu, popř. před záhozem ve výkopu. Doporučuje se provádět fotodokumentaci provedení uzemnění.

Po dokončení instalace LPS bude provedena výchozí revize.

Účelem revize je zjistit, zda:

- LPS odpovídá projektu podle této normy;
- všechny součásti LPS jsou v dobrém technickém stavu a nejsou zkorodovány;
- všechny nově přidané inženýrské sítě nebo konstrukce jsou začleněny do LPS.

Revize se provádí také po změnách nebo opravách, nebo je-li známo, že do stavby udeřil blesk.

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 měření 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 sezonních změnách.

Revizní technik kontroluje:

- umístění vodiče v ochranném prostoru jímací soustavy – nesmí dojít k úderu blesku do izolace vodiče,
- výpočet dostatečné vzdálenosti v nejvyšším bodě připojení vodiče HVI na jímací soustavu,
- zajištění dostatečné délky vodiče s respektováním oblasti koncovky vodiče HVI,
- vodiče řady HVI jsou určeny také do prostředí s nebezpečím výbuchu (zón EX-1, 2 nebo 21, 22),
- do tohoto prostředí je nutno navrhovat speciální kovové podpěry,
- dodržení montážních návodů pro jednotlivé typy vodičů HVI,
- zajištění dostatečné délky vodiče s respektováním oblasti koncovky vodiče HVI a jejího připojení na vnitřní vodič PE nebo samostatný vodič PE ze zkušební svorky,
- tepelné a mechanické poškození polovodivé vrstvy vodiče HVI,
- uložení vodiče s ohledem na jeho okolí.

3. Vnitřní ochrana před bleskem a přepětím

Všechny vodiče každého vedení by měly být pospojovány přes svodiče bleskových proudů a přepětí. Typ svodiče bleskových proudů a přepětí musí souhlasit s řízením rizik, a tedy se zařazením objektu do hladiny LPL. Při výstavbě budovy je nutné plně respektovat koordinovanou ochranu SPD dle normy ČSN EN 62305-4, ed. 2. Nestačí svodič bleskových proudů a přepětí umístěný pouze v rozvodně. Je potřeba, aby svodiče byly instalovány také v podružných rozváděčích, a zejména mají být instalovány typy 3 u cílových chráněných zařízení. Stavby jsou děleny podle jejich účelu do několika kategorií. Při ochraně před bleskovým proudem a přepětím nesmíme zapomenout na dispoziční uspořádání budovy a věnovat pozornost ochraně v jednotlivých prostorech. Jedná se například o serverovny, vytápění, požární signalizace, evakuační rozhlas, bezpečnostní zařízení, kamerový systém a další technologie, které jsou součástí moderních budov.

Základní části vnitřní ochrany:

- uzemnění a pospojování,
- magnetické stínění a trasy vedení,
- koordinovaný systém SPD.

3.1. Uzemnění

Podle normy ČSN EN 62305-4, ed. 2, čl. 5.2 a ve vyhlášce č. 268/2009 Sb. je doporučeno ve stavbách s elektronickými systémy uspořádání uzemnění typu B (základový zemnič).

3.2. Pospojování

Podle normy ČSN EN 62305-4, ed. 2, čl. 5.3 může být pospojování realizováno mřížovou soustavou a zahrnuje kovové části stavby, nebo části vnitřních systémů a pospojování kovových částí nebo metalických inženýrských sítí na rozhraních každé LPZ buď přímo, nebo instalováním vhodných SPD.

3.3. Magnetické stínění a trasy vedení

Podle normy ČSN EN 62305-4, ed. 2, čl. 6 může magnetické stínění snížit elektromagnetické pole i velikost indukovaných rázových vln. Rozlišují se tato provedení:

- prostorové stínění,
- stínění vnitřních vedení,
- stínění vnějších vedení.

Vhodné trasy vnitřních vedení mohou také minimalizovat velikost indukovaných rázových vln. Obě opatření účinně sníží trvalé výpadky vnitřních systémů.

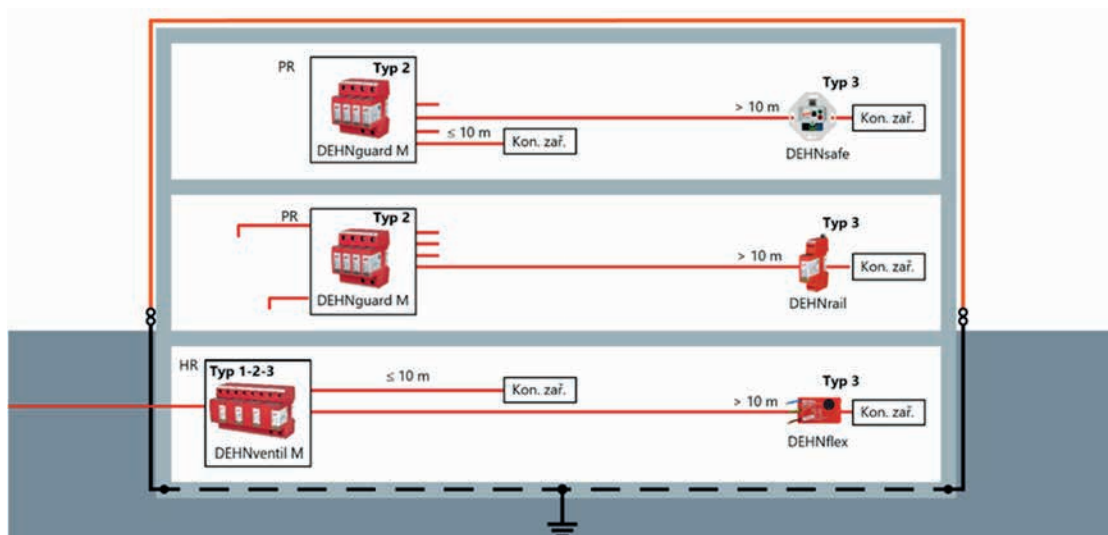
3.4. Koordinovaný systém SPD

Podle normy ČSN EN 62305-4, ed. 2, čl. 7 vyžaduje ochrana vnitřních systémů proti rázovým vlnám systematické řešení složené z koordinované SPD jak pro silnoproudá, tak i pro signální a sdělovací metalická vedení.

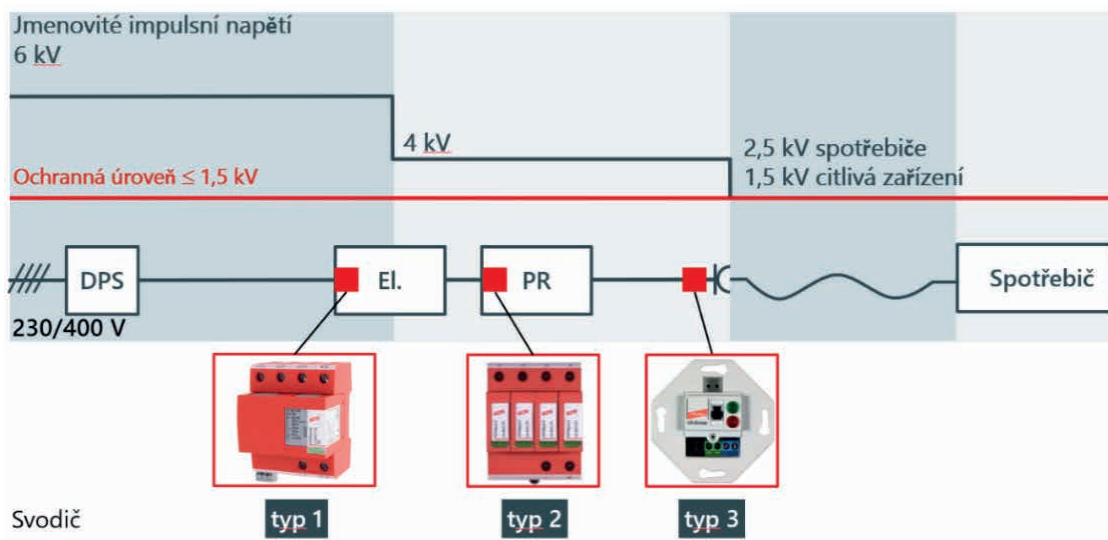
Tento systém je vhodný pouze pro ochranu zařízení, které je odolné vůči vyzařovaným magnetickým polím, protože SPD budou chránit zařízení pouze proti přivedeným rázovým vlnám. Nižší hladiny ohrožení při přepětí může být dosaženo použitím koordinované SPD.

Vyrovnání potenciálů se dosáhne vzájemným propojením LPS:

- Svodiče přepětí SPD Typ 2 pro napájecí síť (podle ČSN EN 61643-11, ed. 2).
- Svodiče přepětí SPD Typ 3 pro napájecí síť (podle ČSN EN 61643-11, ed. 2).
- Svodiče přepětí SPD Typ 1/P1 pro informačně-technické sítě (podle ČSN EN 61643-21).



Koordinovaný systém SPD, kaskádovitě zapojené SPD musí být energeticky koordinovány v souladu s ČSN CLC/TS 61643-12 a/nebo ČSN CLC/TS 61643-22. Za tímto účelem by měl výrobce SPD poskytnout dostatečné informace o tom, jak dosáhnout energetické koordinace mezi jeho různými typy SPD.



Přehled umístění jednotlivých typů SPD v budově podle zón LPZ

Koncept zón LPZ je založen na myšlence postupného snižování energie blesku na bezpečnou úroveň tak, aby nedošlo k poškození koncového zařízení. Těmito zónami jsou teoreticky prostory místností, ve kterých je shodná úroveň LEMP a úroveň rušení.

Podle způsobu ohrožení bleskovým proudem jsou definovány tyto zóny:

a) vnější

LPZ 0 – ohrožena netlumeným elektromagnetickým polem bleskového proudu a impulzními bleskovými proudy; zóna LPZ 0 se dělí na:

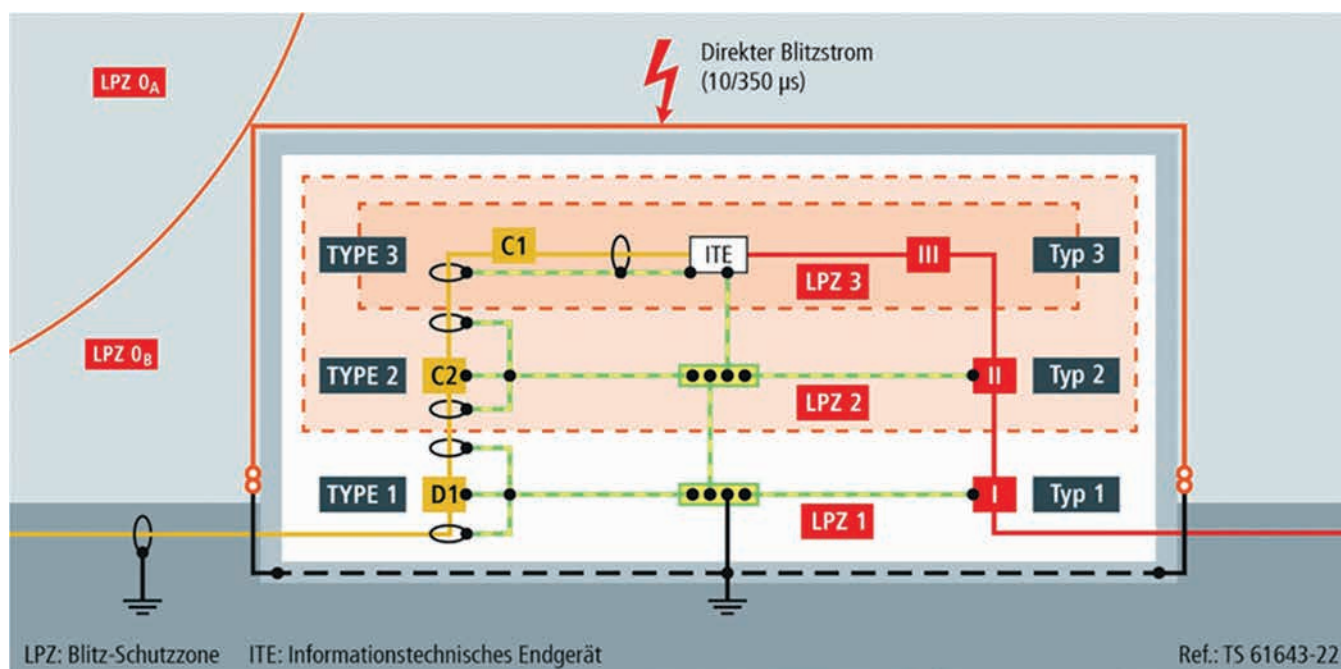
LPZ 0A – ohrožena přímými údermi blesku, impulzními bleskovými proudy a netlumeným elektromagnetickým polem,

LPZ 0B – chráněna před přímými údermi blesku; ohrožena dílčími impulzními bleskovými proudy a netlumeným elektromagnetickým polem;

b) vnitřní (chráněny před přímými údermi blesku)

LPZ 1 – impulzní proudy jsou omezeny rozdělením bleskového proudu a přepětovými ochranami umístěnými na rozhraní zón; elektromagnetické pole může být dále tlumeno stíněním místnosti;

LPZ 2...n – impulzní proudy jsou dále omezeny rozdělením bleskového proudu a přepětovými ochranami umístěnými na rozhraní zón; elektromagnetické pole je většinou tlumeno stíněním místnosti.



Technické řešení vnitřní ochrany SPD pro silovou a datovou část vedení

Zóna ochrany před bleskem	Kategorie SPD podle ČSN EN 61643-21
0 → 1	D1 0.5 ... 2.5 kA (10/350)
1 → 2	C2 1 ... 5 kA (8/20)
2 → 3	C1 0.25 ... 1 kA (8/20)

Zóna ochrany před bleskem	Třída zkoušek SPD podle ČSN EN 61643-11
0 → 1	SPD Typ 1
1 → 2	SPD Typ 2
2 → 3	SPD Typ 3

Umístění SPD do jednotlivých zón dle kategorií LPZ

3.5. Uspořádání prvků vnitřní ochrany s využitím SPD

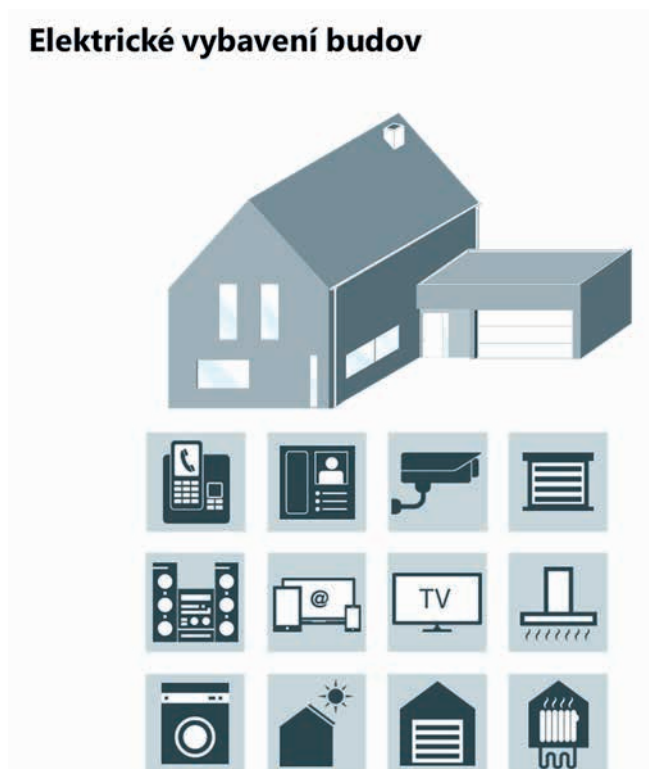
Elektrické vybavení moderní budovy

Elektrická vybavenost v moderních budovách je velmi rozmanitá a zahrnuje různé technologie a systémy. Zde jsou uvedeny některé z hlavních prvků:

- **Elektrická distribuční síť:** přivádí elektrickou energii z vnější sítě do budovy.
- **Rozváděče:** zde je elektrická energie rozdělena na jednotlivé obvody, které jsou chráněny před přetížením či zkraty pomocí jisticích a ochranných přístrojů.
- **Kabeláž a vedení:** systém rozvodů elektrického proudu od distribuční sítě ke koncovým zařízením.
- **Zásuvky a osvětlení:** jde o klíčové prvky elektrické výbavy v budovách, jejichž funkce se neustále vyvíjejí.
- **Inteligentní systémy a automatizace:** do nových budov implementujeme chytré systémy, které umožňují bezobslužné ovládání osvětlení, klimatizace, bezpečnostních prvků a dalších technologií. Tato řešení jsou často ovládána pomocí chytrých telefonů nebo počítačů.
- **Energetická účinnost a obnovitelné zdroje:** u moderní budovy se klade velký důraz na energetickou účinnost a využívání obnovitelných zdrojů, jako jsou fotovoltaické panely, větrné turbíny a tepelná čerpadla.
- **Bezpečnostní prvky:** elektrická vybavenost zahrnuje také prvky pro zajištění bezpečnosti budovy, například systémy EZS a EPS.

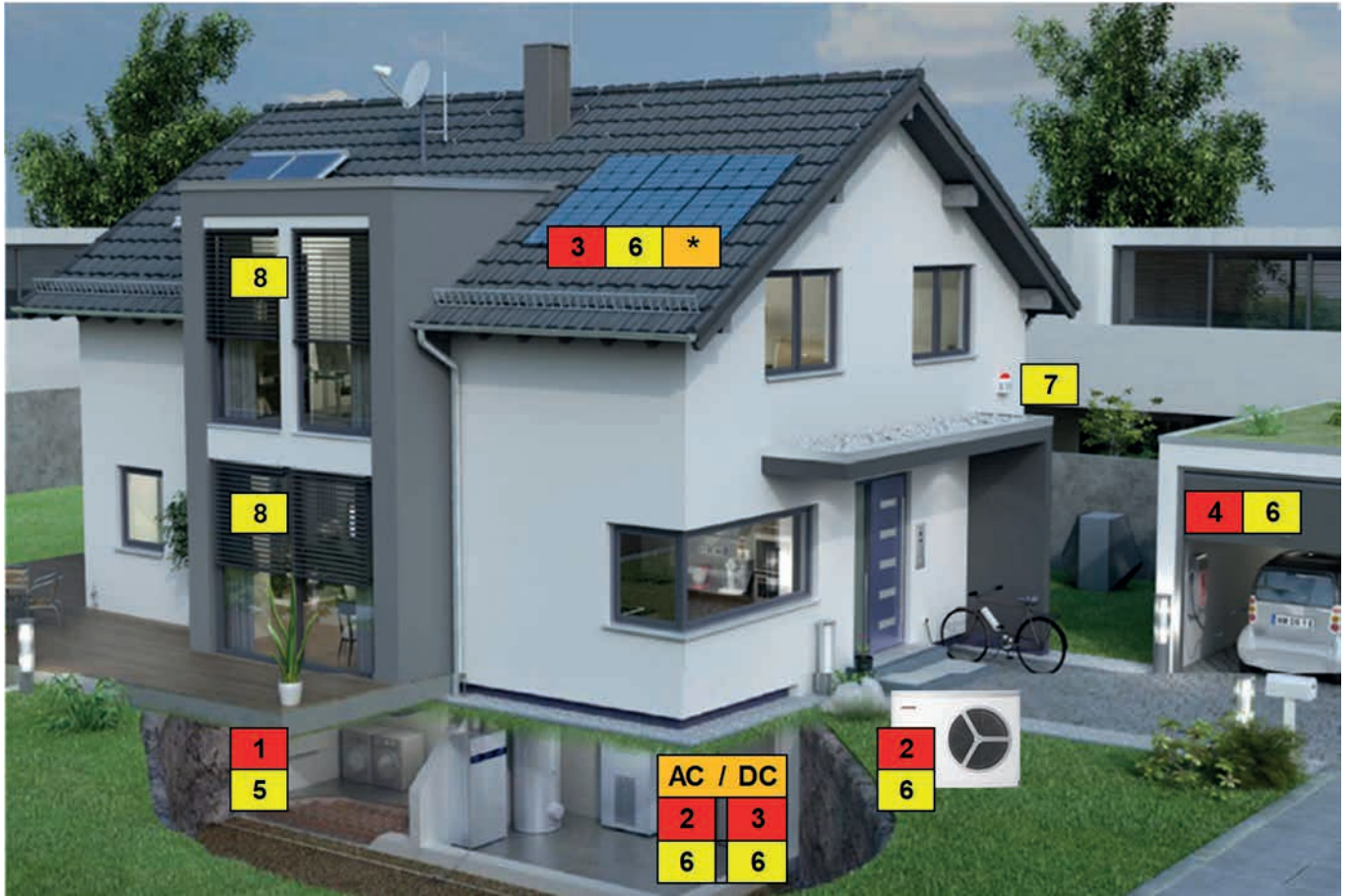
Uvedené elektrické systémy patří k těm, které spadají do konceptu ochrany budovy před úderem blesku a přepětím a je u nich vyžadována instalace ochran SPD.

Příklady elektrických systémů v budovách, u kterých je požadována aplikace SPD:



Rozvody NN
 Datová síť
 Tepelné čerpadlo
 Topení oběhem vody/podlahové
 Klimatizace
 Ventilace/výměna vzduchu
 Fotovoltaické panely / bateriové úložiště
 Žaluzie/rolety/markýzy
 Kamerový systém
 Osvětlení zahrady
 Čerpání vody / dešťové vody
 Nabíjení elektromobilu
 Zabezpečení domu a pozemku + EPS
 Ventily zalévání
 Vjezdová brána / domácí telefon
 Větrná elektrárna
 Solární ohřev
 Vytápění vjezdu
 Ochrana potrubí
 Bazén

Instalace SPD v budově – doporučené produkty



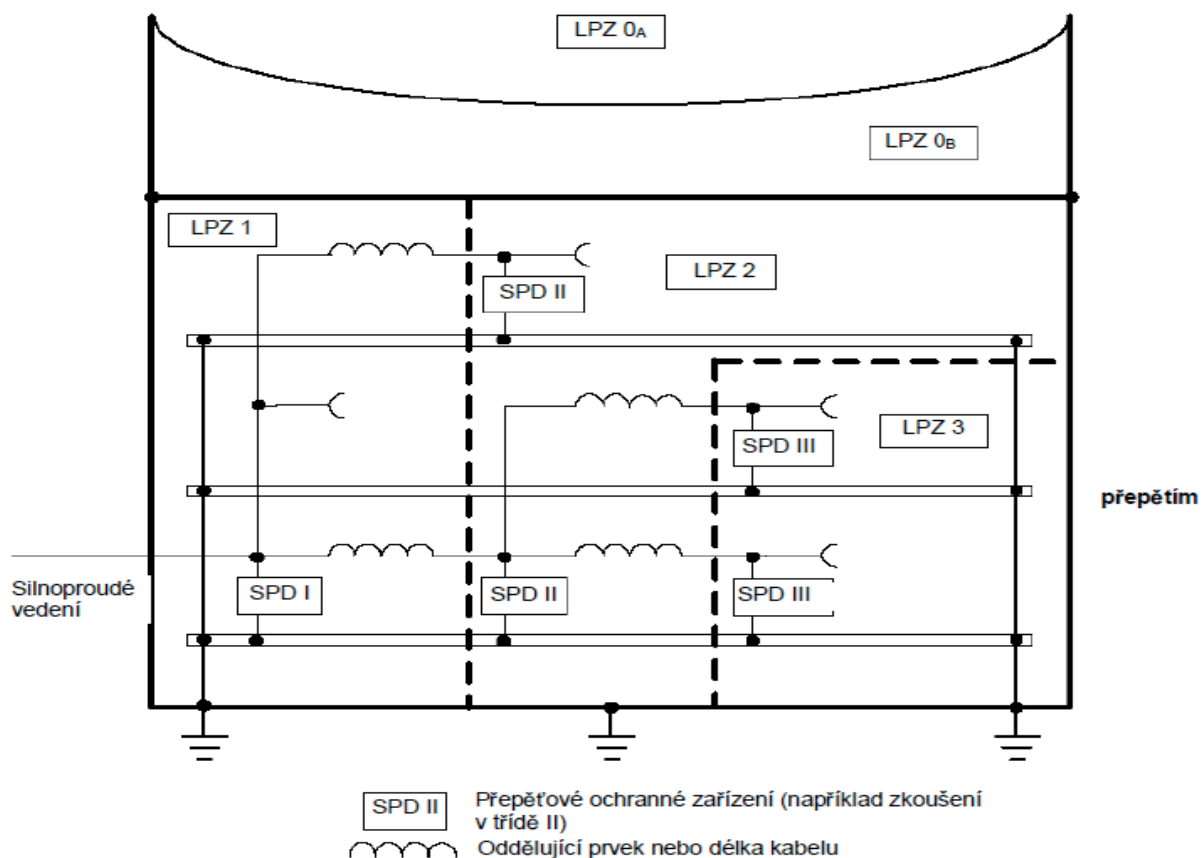
ochrana silového vedení			instalace / rozhraní	typ	obj. č.
1		DEHNventil Kompletně zapojený kombinovaný svodič typ T1+T2+T3 na bázi jiskřiště, složený ze základního dílu a jednoho zásuvného ochranného modulu.	LPS I až IV hlavní rozvaděč AC	DV M2 TNC 255 DV M2 TNS 255	956 305 956 405
1		DEHNshield Kombinovaný svodič, typ T1+T2 na bázi jiskřiště. Je určen pro ochranu před bleskem a přepětím, zároveň chrání koncová zařízení.	LPS III a IV hlavní rozvaděč AC	DSH TNC 255 DSH TNS 255	941 300 941 400
2		DEHNgard M Kombinovaný svodič, typ T2+T3 Vysoký svodový výkon je zajištěn výkonným zinkoxidovým varistorem/jiskřištěm	podružný rozvaděč	DG M TNC 275 DG M TNS 275 DG M TT 275	952 300 952 400 952 310
2		DEHNgard MP Kombinovaný svodič, typ T2+T3 Varianty DG MP s dvojitými push-in svorkami pro snadné průchozí zapojení.	podružný rozvaděč	DG MP TNC 275 DG MP TNS 275 DG MP TT 275	942 300 942 400 942 310
2		DEHNCord Třífázový, kompaktní svodič přepětí pro TT- a TN-S systémy. Typ T2+T3	podružný rozvaděč koncová zařízení: např. tepelné čerpadlo, brána, ventilace	DCOR 3P TT 275 FM	900 439
3		DEHNgard DC Svodič přepětí určený pro fotovoltaické aplikace, typ T2. Kombinované odpojovací a zkratovací zařízení s bezpečným odpojením ochranného modulu (patentovaný princip SCI).	za střídačem na straně DC do blízkosti FV panelů	DG M YPV SCI 150 (150V) DG M YPV SCI 1000 (1000V) DG M YPV SCI 1200 (1200V)	952 513 952 510 952 512
3		DEHNCube Kompletně zapojený, vícepólový svodič přepětí pro ochranu fotovoltaických aplikací, v rozvodnici s krytím IP 65. Svodič přepětí typu T2.	za střídačem na straně DC do blízkosti FV panelů	DCU 2 YPV 1100 1M 2S DCU 2 YPV 1100 2M 1S DCU 2 YPV 1100 2M 2S	900 913 900 921 900 923
4		DEHNCube EMOB Kompletně zapojená jednotka pro elektromobilitu. Pro aplikace do 22 kW. Typ T2+T3.	instalace k nabíjecí stanici - wallbox	DCU EMOB 2 16 DCU EMOB 2 25 DCU EMOB 1 32	900 901 900 902 900 904
ochrana datových vedení			instalace	typ	obj. č.
5		DEHNbox Kombinovaný svodič bleskových proudů a přepětí. Nízká ochranná úroveň zajišťuje ochranu koncových zařízení. Optimalizován pro použití v telekomunikační oblasti, jako např. rozhraní ISDN a VDSL2.	vstup datového vedení do budovy	DBX TC B 180	922 220
5		DEHNpatch Univerzální svodič přepětí pro datové sítě a Ethernet.	vstup datového vedení do budovy	DPA M CLE RJ45B 48 DPA CL8 EA 4PPOE DPA C8 D 4PPOE	929 121 929 161 929 166
6		BLITZDUCTORconnect Svodič bleskových proudů a svodič přepětí s univerzálním použitím, vhodný pro ochranu koncových zařízení. Ochrana obvodů MaR, BUS a telekomunikačních systémů.	podružný rozvaděč koncová zařízení	BCO ML2 BE 24 BCO ML2 BE 48	927 224 927 225
7		DEHNpatch Univerzální svodič přepětí pro aplikace GBit Ethernet, Power over Ethernet a podobné aplikace. Krytí IP 66.	koncových zařízení venkovní prostředí	DPA CLE IP66	929 221
8		BUSTector Svodič přepětí v provedení jako KNX Bus-svorka, přizpůsobená KNX/EIB systémům.	sběrnice KNX/EIB	BT 24	925 001
8		DEHNCord R 3P Svodič přepětí pro elektrické žaluzie; kompaktní rozměry. Typ T2.	žaluzie	DCOR R 3P 275	900 449

3.6. Parametry součástí vnitřní ochrany před bleskem a přepětím

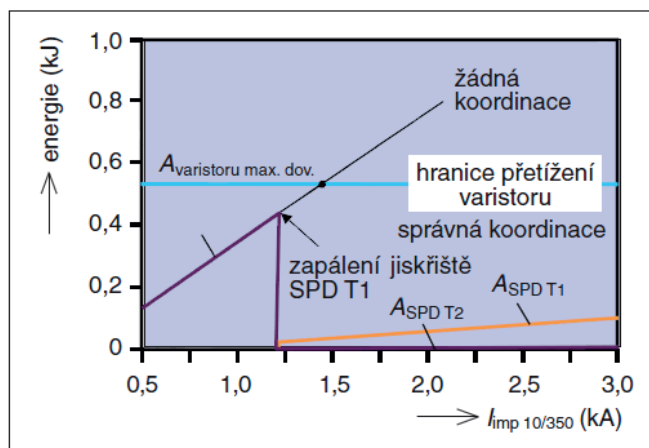
Ekvipotenciální pospojování před bleskem:

- Dodržet parametry SPD pro danou třídu, např. LPS I – bleskový proud 100 kA (10/350).
- Dodržet parametry SPD pro danou třídu, např. 2x lepší LPS I – bleskový proud 200 kA (10/350).
- Správně instalovat přepětové ochrany (délka přívodu a odvodu z SPD do 0,5 m).
- Pokud možno jeden výrobce SPD pro danou síť.
- V podružném rozváděči – přepětové ochrany SPD typu 2 a 3 dle odolnosti koncového zařízení.
- Pro obvody: telefonů, datových sítí, CCTV, EZS, EPS, ŘS (řídící systém), SPD – přepětové ochrany ve třídě LPS I – na vstupu do objektu SPD typ 1 a v podružném rozváděči SPD typ 2 až 4.

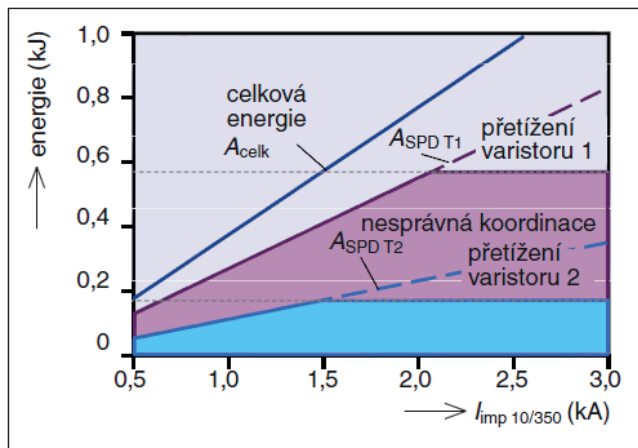
Dodržet principy energetické koordinace mezi svodiči přepětí podle ČSN EN 62305-4, ed. 2, čl. 7.



V každém objektu v hlavním rozváděči musí být instalovány svodiče bleskových proudů SPD typu 1 (o hodnotě souhrnného bleskového proudu 100 kA, vlny 10/350, jiskřiště).



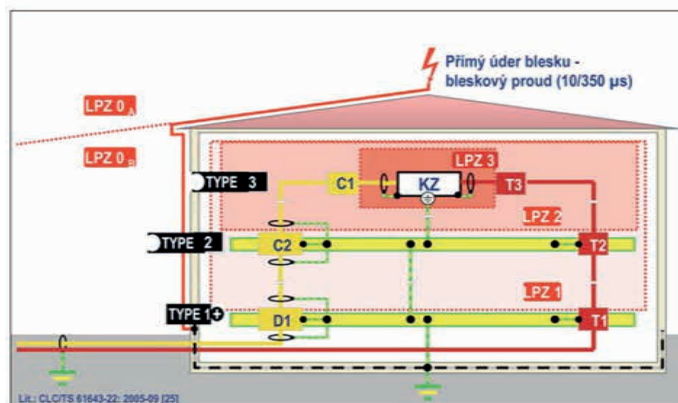
Obr. 3. Průběh napětí na jiskřišti: SPD typu 1 podle CLC/TS 61643-12 [6]



Obr. 4. Průběh napětí na varistoru: SPD typu 1 podle CLC/TS 61643-12 [6]

Bude-li stanovena ochrana 1,5x nebo 2x lepší třída LPS I, znamená to, že budou instalovány dvě přepětové ochrany SPD typu 1 (o hodnotě souhrnného bleskového proudu 100 kA, vlny 10/350, jiskřiště) na vstupních, potažmo výstupních kabelech.

Všechna vstupující vedení – telefonní, datová síť, CCTV, EZS, EPS, ŘS (řídící systém), PDS do objektu – budou osazena svodiči bleskových proudů SPD typu 1 a v místech podružných rozváděčů SPD typu 2 až 4 dle odolnosti koncového zařízení.

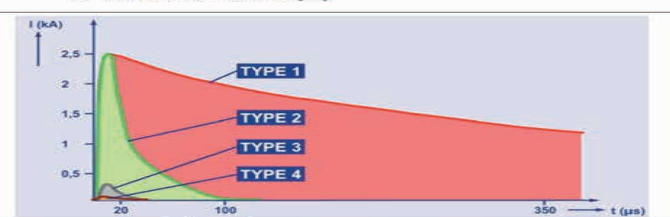


Obr. 7.4f. Příklad instalace přepětových ochran dle koncepce zón ochrany před bleskem LPZ

symbol	třída / U _{skok}	ochranné působení	příklady
P1	1 / (0,5 kV)	univerzální	
P2	2 / (1 kV)	pro koncové přístroje s vylepšenou odolností	
P3	3 / (2 kV)	pouze pro velmi robustní zařízení	
P4	4 / (4 kV)	bez deklarovaných vlastností	
Žádný symbol			

V jednotlivých případech může být odolnost koncových zařízení odlišná!

Obr. 7.4ch. Význam označení svodičů - ochranná úroveň pro koncová zařízení P1 - P4 dle ČSN EN 61000-4-5 [26]



Obr. 7.4i. Třídy svodičů - srovnání tvarů vlny (8/20 μs) a (10/350 μs) impulzních proudů

Hlavní parametry SPD pro napájecí síť nn

dle souboru norem ČSN EN 62305, ed. 2; Ochrana před bleskem

Definice

Zkušební bleskový impulzní proud I_{imp}

Vrcholová hodnota zkušební vlny proudu z impulzního generátoru 10/350 μs, která simuluje první výboj blesku v přírodních podmínkách. Plocha daná vlnou 10/350 vyjadřuje náboj, který musí přepětová ochrana svést při průchodu bleskového proudu. Tuto hodnotu náboje jsou schopny svést jen přepětové ochrany na bázi jiskřiště.

Nejvyšší trvalé provozní napětí U_c :

Nejvyšší efektivní nebo stejnosměrné napětí, které může být trvale přiloženo na ochranné svorky SPDs (přepětové ochrany), musí být rovno nebo vyšší než jmenovité napětí sítě.

V praxi to znamená, že je to hodnota napětí, při které ještě nedochází k zapálení přepětové ochrany a při které se vrací přepětová ochrana do nevodivého stavu.

Následný proud I

Následný proud je síťový proud, který může protéci obvodem následkem zapálení přepětové ochrany na bázi jiskřiště. Velikost a doba trvání následného proudu je závislá od místa jištění, možného zkratového proudu a proudového omezení.

I_{fi} ... možný následný proud, závislý na použité přepětové ochraně.

Pro ověření schopnosti přepětových ochrany zhaset následné proudy je důležité simulovat při zkouškách přerušení obvodu v celém rozsahu sinusového průběhu napětí. Přitom nesmí dojít k vybavení předřazeného jištění.

Zkratová odolnost

Zkratová odolnost souvisí především s tepelnou a mechanickou odolností vnitřních i vnějších obvodů přepětové ochrany tak, aby nevzniklo žádné nebezpečí pro osoby a zařízení.

Předjištění přepětové ochrany musí odpojit přepětovou ochranu od sítě dříve, než by došlo k poškození přepětové ochrany zkratovým proudem nebo ke vzniku požáru.

Ochranná úroveň U_p

Nejvyšší okamžitá hodnota napětí na svodiči, stanovená jednotlivými standardními zkouškami:

- zapalovací impulzní napětí 1,2/50 μ s (100 %),
- zapalovací napětí se strmostí 1 kV/ μ s,
- zbytkové přepětí při jmenovitém impulzním proudu.

Svodič bleskových proudů SPD T1 (B)

Svodič bleskových proudů 1-pólový
dle souboru norem ČSN EN 62305, ed. 2: Ochrana před bleskem;
typu 1 dle ČSN EN 61643-11:2013;

<i>Nejvyšší trvalé napětí AC (U_c):</i>	255 V;
<i>Souhrnný bleskový proud (10/350) (I_{imp}) pro TNC:</i>	200 kA;
<i>Jmenovitý impulzní proud (8/20) (I_n):</i>	200 kA;
<i>Ochranná úroveň (U_p):</i>	$\leq 2,5$ kV;
<i>Zkratová pevnost při max. předjištění:</i>	100 kA;
<i>Max. následný proud při UC:</i>	100 kA;
<i>Specifická energie (W/R) na pól:</i>	625,00 kJ/Ohm.

Kombinovaný svodič SPD T1+T2+T3 (B, C) do 10 m

Kombinovaný svodič přepětí 3-pólový
dle souboru norem ČSN EN 62305, ed. 2: Ochrana před bleskem;
typu 1+2+3 dle ČSN EN 61643-11:2013;

<i>Nejvyšší trvalé provozní napětí:</i>	264 V AC/50 Hz;
<i>Zkušební bleskový proud dle souboru norem ČSN EN 62305, ed. 2:</i>	
<i>Souhrnný zkušební impulzní proud (3-pólový):</i>	100 kA (10/350μs);
<i>Ochranná úroveň:</i>	< 1,5 kV;
<i>Doba odezvy:</i>	< 100 ns;
<i>Zkratová pevnost při max. předjištění:</i>	100 kA;
<i>Max. následný proud při UC:</i>	100 kA;
<i>Specifická energie [L1+L2+L3-PEN] (W/R):</i>	1,40 MJ/Ohm.

Kombinovaný svodič SPD T1+T2+T3 (B, C) do 10 m

Kombinovaný svodič 4-pólový
dle souboru norem ČSN EN 62305, ed. 2: Ochrana před bleskem;
typu 1+2+3 dle ČSN EN 61643-11:2013;

<i>Nejvyšší trvalé provozní napětí:</i>	264 V AC/50 Hz;
<i>Zkušební bleskový proud dle souboru norem ČSN EN 62305, ed. 2:</i>	
<i>Zkušební impulzní proud (4-pólový):</i>	100 kA (10/350μs);
<i>Ochranná úroveň:</i>	< 1,5 kV;
<i>Doba odezvy:</i>	< 100 ns;
<i>Zkratová pevnost při max. předjištění:</i>	100 kA;
<i>Max. následný proud při UC:</i>	100 kA;
<i>Specifická energie [L1+L2+L3+N-PE] (W/R):</i>	2,50 MJ/Ohm.

Kombinovaný svodič SPD T1+T2+T3 do 10 m

Kombinovaný svodič 2-pólový
dle souboru norem ČSN EN 62305, ed. 2: Ochrana před bleskem;
typu 1+2+3 dle ČSN EN 61643-11:2013;
Není potřeba koordinační tlumivky nebo dodržení vzdálenosti mezi svodičem typu 1 a 2:

<i>Nejvyšší trvalé provozní napětí:</i>	264 V AC/50 Hz;
<i>Zkušební bleskový proud dle souboru norem ČSN EN 62305, ed. 2:</i>	
<i>Souhrnný zkušební impulzní proud:</i>	50 kA (10/350μs);
<i>Ochranná úroveň:</i>	< 1,5 kV;
<i>Doba odezvy:</i>	< 100 ns;
<i>Zkratová pevnost při max. předjištění:</i>	100 kA;
<i>Max. následný proud při UC:</i>	100 kA;
<i>Specifická energie [L,N-PE] (W/R):</i>	156,25 kJ/Ohm.

Svodič přepětí SPD T2 (C) do 10 m

svodič přepětí 4-pólový
dle souboru norem ČSN EN 62305, ed. 2: Ochrana před bleskem;
typu 2 dle ČSN EN 61643-11:2013;
ochrana před přepětím nízkonapěťových zařízení a rozváděčů;
pro napájecí síť TN-S, jiskřiště v kombinaci s varistorem;
svodič přepětí typu 2 dle ČSN EN 61643-11:2013;

<i>Nejvyšší trvalé provozní napětí:</i>	275 V AC / 50 Hz;
<i>Dle souboru norem ČSN EN 62305, ed. 2: Ochrana před bleskem;</i>	
<i>Min. napětí TOV</i>	440 V;
<i>Bez nutnosti dodatečného předjištění</i>	-
<i>Jmenovitý impulzní proud:</i>	20 kA (8/20μs);
<i>Max. impulzní proud:</i>	40 kA (8/20μs);

Ochranná úroveň:

při 5 kA (8/20): < 1,0 kV;

při 20 kA (8/20): < 1,5 kV;

Doba odezvy: < 25 ns;

Zkratová pevnost při max. předjištění: 25 kA;

Bez únikových proudů;

Měření izolačního odporu 500 V bez nutnosti vytažení modulů.

Svodič přepětí SPD T3 (D)

svodič přepětí 4-pólový k ochraně koncových zařízení,

dle souboru norem ČSN EN 62305, ed. 2: Ochrana před bleskem;

svodič přepětí typu 3 dle ČSN EN 61643-11:2013, žádné přerušení při poruše,

Ve funkci svodiče přepětí: Typ 3 (D);

Nejvyšší trvalé provozní napětí: 255 V AC/50 Hz;

Nejvyšší trvalé provozní napětí: 255 V AC/50 Hz;

Jmenovitý provozní proud AC (IL): 25 A;

Celkový impulzní proud (8/20 μs) [L1+L2+L3+N-PE] (Itotal): 8 kA;

Kombinovaný impuls [L1+L2+L3+N-PE] (UOC total): 16 kV;

Napětí TOV [L-N] (UT) – charakteristika: 440 V/120 min – Bezpečný výpadek

Zkratová pevnost při nadproudové ochraně ze strany sítě 25 A gL/gG (ISCCR) 6 kAeff;

Ochranná úroveň [L-N]/[L/N-PE] (UP): ≤ 1000/≤ 1500 V;

Doba odezvy: ≤ 25 ns.

3.7. Nejčastější chyby při projektování a montáži

Nedodržení českých technických norem týkajících se aplikace SPD

ČSN EN 62 305, ed. 2; Ochrana před bleskem

ČSN 33 2000-4-443, ed. 3; Elektrické instalace budov – Část 4-44: Bezpečnost-Ochrana před rušivým napětím a elektromagnetickým rušením – Kapitola 443: Ochrana proti atmosfé. nebo spínacím přepětím

ČSN 33 2000-5-534, ed. 2; Elektrické instalace nízkého napětí – Část 5-53: Výběr a stavba elektrických zařízení – Oddíl 534: Přepětová ochranná zařízení

(ukončení 13. 05. 2025, nově nahrazena ČSN 33 2000-5-53, ed. 3, s účinností od: 1. 12. 2022)

ČSN EN 61 643-11, ed. 2; Ochrany před přepětím nízkého napětí – Část 11: Ochrany před přepětím zapojené v sítích NN – Požadavky a zkušební metody

ČSN EN 61 643-21, ed. 2; Ochrany před přepětím nízkého napětí – Část 21: Ochrany před přepětím zapojené v telekomunikačních a signalizačních sítích – Požadavky na funkci a zkušební metody

PNE 33 0000-5, ed. 3; Umístění přepětového ochranného zařízení SPD typu T1 (třídy požadavků B) v elektrických instalacích odběrných zařízení

Připojovací podmínky NN – vydává ČEZ Distribuce, a. s. Platnost od 1. 4. 2022 – čl. 9.3 Přepětové ochrany

Nedodržení průřezu přípojovacích vodičů vč. montážního návodu

T1 (T1+T2) – min. 16 mm² mědi nebo ekvivalentní

T2 – min. 6 mm² mědi nebo ekvivalentní

T3 – dle technického listu

 F1 A gG	S ₂ / mm ²	S ₃ / mm ²	S ₄ / mm ²	 F2 A gG
25	6	16	16	---
35	6	16	16	---
40	6	16	16	---
50	6	16	16	---
63	10	16	16	---
80	10	16	16	---
100	16	16	16	---
125	16	16	16	---
160	16	16	16	---
200	25	25	25	---
250	25	25	25	---
>250	25	25	25	250

Příklad tabulky s hodnotami průřezů vodičů v závislosti na předjištění

Nedodržení přípojovacích délek vodičů dle ČSN 33 2000-5-534, ed. 2

a + b > 0,5m musí být zvolena alespoň jedna z možností:

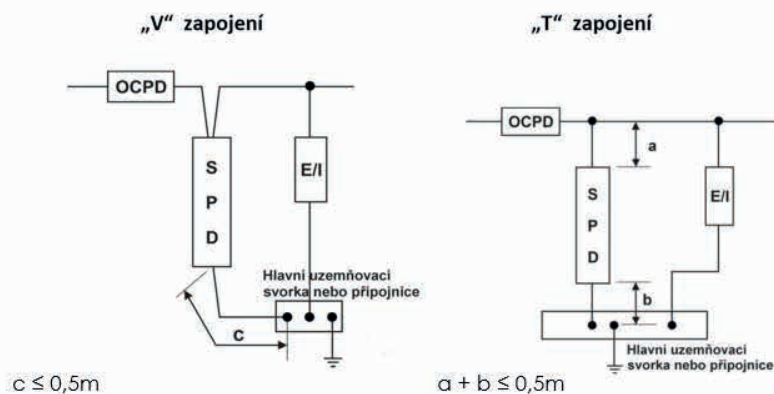
- Volba SPD s nižší napětovou ochrannou hladinou U_p
- Instalace druhé koordinované SPD v blízkosti zařízení, které má být chráněno
- Použití instalaci se zapojení „V“

Nebere se v úvahu:

- Od hlavní uzemňovací svorky k mezilehlé uzemňovací svorce
- Od mezilehlé uzemňovací svorky k vodiči PE



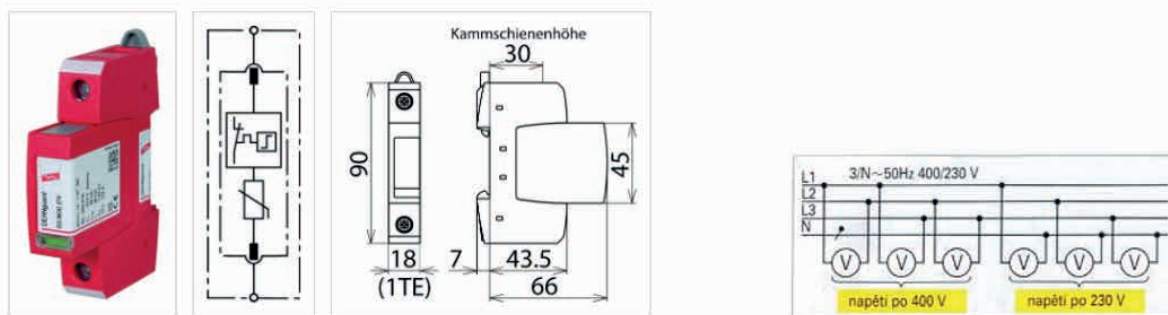
STAK 25



Druhy normových zapojení

Nevhodná volba nejvyššího dovoleného napětí Uc

DEHNGuard S ...



Typ	DG S 275	DG S 320	DG S 385	DG S 440	DG S 600
Obj. č.	952 070	952 073	952 074	952 075	952 076
SPD podle ČSN EN 61643-11 / ... IEC 61643-11	typ 2/Třída II	typ 2/Třída II	typ 2/Třída II	typ 2/Třída II	typ 2/Třída II
Energeticky koordinovaná ochranná úroveň pro konc. zař. (≤ 10 m)	typ 2 + typ 3	typ 2 + typ 3	typ 2 + typ 3	typ 2 + typ 3	typ 2 + typ 3
Jmenovité napětí AC (U_n)	230 V (50/60 Hz)	230 V (50/60 Hz)	230 V (50/60 Hz)	400 V (50/60 Hz)	480 V (50/60 Hz)
Maximální provozní napětí AC (U_c)	275 V (50/60 Hz)	320 V (50/60 Hz)	385 V (50/60 Hz)	440 V (50/60 Hz)	600 V (50/60 Hz)
Maximální provozní napětí DC (U_{cD})	350 V	420 V	500 V	585 V	600 V
Jmenovitý impulzní proud (8/20 μ s) (I_n)	20 kA	20 kA	20 kA	20 kA	15 kA
Maximální impulzní proud (8/20 μ s) (I_{max})	40 kA	40 kA	40 kA	40 kA	30 kA
Ochranná úroveň (U_p)	≤ 1,5 kV	≤ 1,5 kV	≤ 1,75 kV	≤ 2 kV	≤ 2,5 kV
Ochranná úroveň při 5 kA (U_p)	1 kV	≤ 1,2 kV	≤ 1,35 kV	≤ 1,7 kV	≤ 2 kV

Příklad vybraných hodnot z technických listů

Špatné zapojení dané přepětové ochrany – nedodržení montážního návodu

CE

DEHNshield DSH TNC 255

DE: Einbauanleitung
GB: Installation instructions
IT: Istruzioni di montaggio
FR: Instructions de montage
NL: Montagehandleiding
ES: Instrucciones de montaje
PT: Instruções de montagem
DK: Monteringsvejledning
SE: Monteringsanvisning
FI: Asennusohje
GR: Οδηγός εγκατάστασης
PL: Instrukcja montażu
CZ: Montážní návod
TR: Kurulum Talimatları
RU: Инструкция по монтажу
CN: 安装说明
HU: Szerelési útmutató
JP: 設置説明書

1739 / 08.19 / 3005831

DSH TNS 255

DSH TT 255

TN-C

TN-S

TT (3+1)

DSH TNC 255		DSH TNS 255		DSH TT 255	
U_n / T _{tot} a 10%		230 V (50/60 Hz)		230 V (50/60 Hz)	
U_c		255 V (50/60 Hz)		255 V (50/60 Hz)	
I_n		25 kA _{max}		25 kA _{max} (L → N)	
I_{cD}		25 kA _{max}		25 kA _{max} (L → PE)	
I_{imp} (8/20 μ s)		12.5 kA (L → PE)		12.5 kA (L → N)	
		37.5 kA (L1+L2+L3 → PE)		37.5 kA (L1+L2+L3+N → PE)	
		50 kA (L1+L2+L3+N → PE)		50 kA (L1+L2+L3+N → PE)	
		50 kA (N → PE)		50 kA (N → PE)	
max. I_{imp}		160 A gG		160 A gG	
T_{tot}		-40°C ... +80°C		-40°C ... +80°C	
η		95% ... 99%		95% ... 99%	
I_{sc}		<< 10 μ A		<< 10 μ A	
IP		20		20	
L x W x H		90 mm x 72 mm x 72 mm		90 mm x 72 mm x 72 mm	

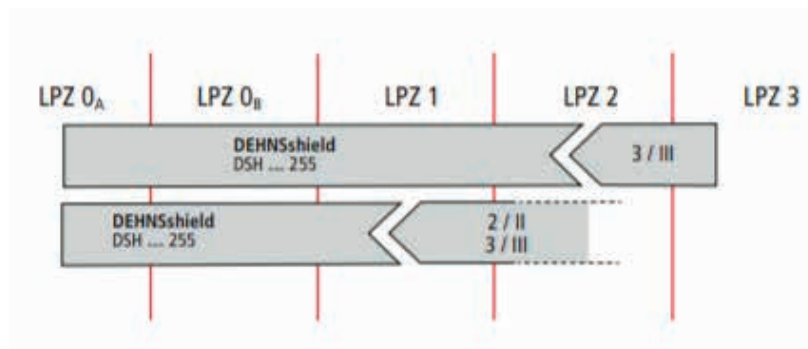
DSH TNC 255		DSH TNS 255		DSH TT 255	
min. $S_{L1, L2, L3, N, PE(N)}$		1.5 mm ²		1.5 mm ²	
max. $S_{L1, L2, L3, N, PE(N)}$		25 mm ²		35 mm ²	
		16 mm ² Cu		16 mm ² Cu	

DSH TNC 255, DSH TNS 255, DSH TT 255		S_1 / mm ²		S_2 / mm ²		S_3 / mm ²		S_4 / mm ²		F_2 / A gG	
F1		25		10		16		16		...	
		35		10		16		16		...	
F2		40		10		16		16		...	
		50		10		16		16		...	
F2		63		10		16		16		...	
		80		10		16		16		...	
F2		100		16		16		16		...	
		125		16		16		16		...	
F2		160		25		25		25		...	
		>160		25		25		25		160	

LPZ 0_A LPZ 0_B LPZ 1 LPZ 2 LPZ 3

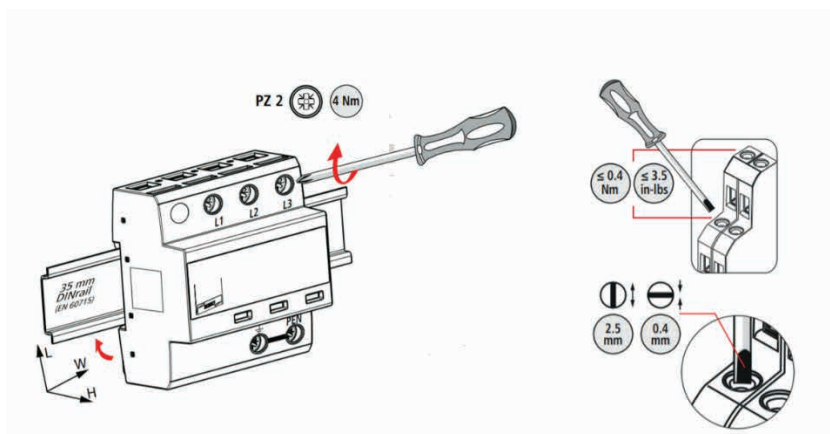
Ukázka montážního návodu svodiče bleskových proudů a přepětí

Nedodržení koordinace SPD



Příklad vhodné koordinace jednotlivých SPD

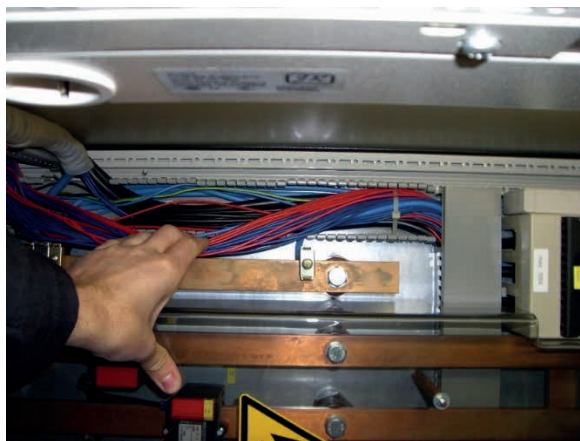
Špatné dotažení svorek (utahovací moment)



Výťah z montážního návodu svodiče bleskových proudů a přepětí

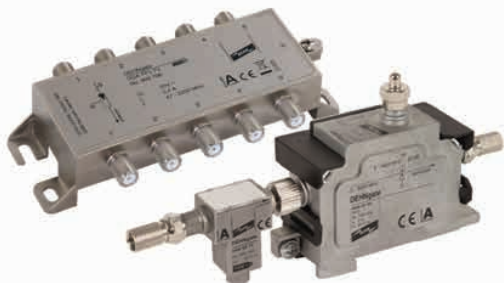
Nevhodné umístění SPD v rozváděči

- souběh vodičů,
- křížení vodičů,
- vyvarování se indukce,
- umístění SPD na vstupu napájecího vedení,
- umístění před, nebo za hlavním vypínačem.



Ukázka nevhodného provedení

Opomenutí dalšího vstupujícího vedení (např. data, coax apod.)



Ukázka nevhodného provedení

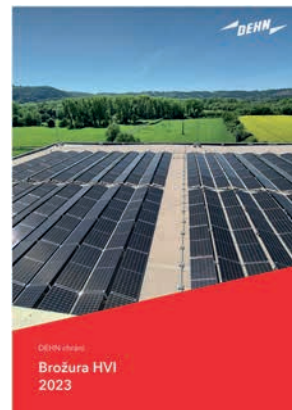
4. Přílohy

Reference – Rodinné domy a dřevostavby



<https://www.dehn.cz/cs/rodinne-domy-a-drevostavby>

Brožura HVI



https://www.dehn.cz/sites/default/files/media/files/ds441_brozura_hvi_cz_0923.pdf

Reference – Obytné a veřejné budovy



<https://www.dehn.cz/cs/obytné-a-verejne-budovy>

Certifikáty pro vodiče HVI



<https://www.dehn.cz/cs/ceske-dokumenty-k-vyrobkum#Certifikaty-a-zkusebni-zpravy>

**Vydavatel nepřebírá jakoukoli záruku za aktuálnost, správnost, úplnost nebo kvalitu poskytovaných informací.*

DEHN



Zachytávací tyče



Vodič HVI



DEHNGuard DG M YPV SCI

obj. číslo:

952 511 – 600V

952 510 – 1000V

952 512 – 1200V



DEHNCombo DCB YPV

obj. číslo:

900 070 – 1200V

900 071 – 1500V

DEHN chrání fotovoltaické systémy

Kontaktní adresy:

DEHN s.r.o.

Pod Višňovkou 1661/33, CZ - 140 00 Praha 4 - Krč

tel.: +420 222 998 880-2

e-mail: info@dehn.cz, www.dehn.cz

kancelária pre Slovensko, Jiří Kroupa

M. R. Štefánika 13, 962 12 Detva, Slovenská republika

tel.: +421 907 877 667

e-mail: j.kroupa@dehn.sk, www.dehn.cz

DS128/CZ/0424 © Copyright 2024 DEHN s.r.o.

Ochrana před přepětím
Hromosvody/uzemnění
Ochranné pracovní pomůcky
DEHN chrání.

DEHN s.r.o.
Pod Višňovkou 1661/33
CZ - 140 00 Praha 4 - Krč

Tel.: +420 222 998 880-2
E-mail: info@dehn.cz
www.dehn.cz