



Josef Valíček, Ing. Jiří Kutáč, Ph.D.

Studie „Koncepce řešení ochrany před bleskem a přepětím pro datová centra“

Obsah

1. Úvod	- 3 -
1.1. Legislativa	- 3 -
1.2. Obecné zásady pro datová centra dle ČSN EN 50600	- 7 -
1.3. Aktuální přehled souvisejících ČSN s ochranou před bleskem k 20. 3. 2022	- 8 -
1.4. Rozhodné skutečnosti pro použití izolovaného hromosvodu	- 10 -
1.4.1 Rizika pro ochranu před bleskem vyplývající z použití náhodných součástí	- 10 -
1.4.2 Vnější ochrana před bleskem pomocí izolovaného hromosvodu	- 10 -
2. Návrh ochrany před bleskem pro datová centra dle ČSN EN 62305-2, ed. 2	- 11 -
2.1. Zadání	- 11 -
2.2. Ochrana před bleskem – řízení rizik	- 11 -
3. Vnější ochrana před bleskem a přepětím – hromosvod	- 23 -
3.1 Porovnání normy ČSN 341390 a souboru norem ČSN EN 62305, ed. 2, s ohledem na dostatečnou vzdálenost	- 23 -
3.2 Příklad výpočtu dostatečných vzdáleností	- 26 -
3.3 Základní popis řešení pro objekty datacenter	- 29 -
3.4 Popis použité jímací soustavy	- 29 -
3.5 Svody	- 30 -
3.6 Vyrovnání potenciálů	- 30 -
3.7 Uzemnění	- 30 -
3.8 Popis použitých materiálů a jejich dimenzování	- 32 -
3.9 Ekvipotenciální pospojování	- 32 -
3.10. Ochranná opatření před úrazem osob dotykovým a krokovým napětím	- 33 -
3.11. Práce na hromosvodu	- 37 -
3.12. Parametry součástí vnější ochrany před bleskem	- 38 -
3.13. Vnější ochrana před bleskem a přepětím – doporučené produkty	- 39 -
3.13.1. Jímací soustava a systém svody	- 39 -
3.13.2. Zemnicí soustava	- 40 -
3.14. Nejčastější chyby při projektování a montáži	- 41 -
3.15. Revize	- 46 -
4. Vnitřní ochrana před bleskem a přepětím	- 47 -
4.1. Uzemnění	- 47 -
4.2. Pospojování	- 47 -
4.3. Magnetické stínění a trasy vedení	- 47 -
4.4. Koordinovaný systém SPD	- 48 -
4.5. Technická řešení vnitřní ochrany SPD pro silová a datová vedení	- 49 -
4.6. Vnitřní ochrana před bleskem a přepětím – doporučené produkty	- 50 -
4.7. Parametry součástí vnitřní ochrany před bleskem a přepětím	- 52 -
4.8. Nejčastější chyby při projektování a montáži SPD	- 57 -
5. Přílohy	- 61 -
Příloha č. 1 – Technické vybavení datacenter	- 62 -
Příloha č. 2 – Systém ochrany před bleskem u objektů s fotovoltaickými panely	- 74 -
Příloha č. 3 – Izolované sítě IT	- 83 -

1. Úvod

Datová centra jsou specializované objekty, jež jsou určeny k nepřetržitému provozu datových serverů a dalších technologických zařízení. Jde o prostory, které vyžadují bezproblémový a stabilní provoz tak, aby byla zajištěna maximální bezpečnost uložených dat. Na samotnou konstrukci budovy je kladen požadavek vysoké odolnosti vůči vlivům z okolí. Jedním z těchto vlivů je i působení atmosférických jevů, kdy zvláště elektrometeory mohou provoz datových center negativně ovlivnit.

Důležitým bezpečnostním prvkem budovy je funkční vnější i vnitřní ochrana před bleskem. Hromosvody na starších objektech bývají provedeny dle dříve platné normy ČSN 341390, podle které bývají dodnes revidovány a udržovány, ale nezdědka nesplňují parametry ani této starší ČSN.

Často dochází k úpravám objektů, jako je např. oprava nebo zateplení střechy či fasády, doplnění nové technologie na střechu objektů nebo zásah do vnitřních elektroinstalací, aniž by byla zajištěna adekvátní úprava systému ochrany před bleskem a přepětím na základě platných ČSN a legislativy. V těchto případech potom dochází k nedodržení dostatečné vzdálenosti, následně v případě úderu blesku do budovy může dojít k zavlečení části bleskového proudu do objektu na systém vnitřního pospojování, a tím k ohrožení provozu serverů i ostatních technologických zařízení, včetně ohrožení stavby i technologií požárem. Zároveň dochází také k ohrožení zdraví a života osob uvnitř tohoto objektu.

Tato studie má za úkol najít vhodné řešení úprav hromosvodu tak, aby bylo zabráněno všem výše uvedeným rizikům.

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 nepřímého/indikativního: „Podrobné technické požadavky stanoví technické normy určené k tomuto předpisu.“

V souvislosti s problematikou indikativního odkazu je třeba zmínit institut „určených norem“ – tímto 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 prostranství³²⁾,
 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.

§ 36 ve spojení s § 3 písm. k) **vyhlášky Ministerstva pro místní rozvoj č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby:** § 36 odst. 2 ukládá povinnost, aby u staveb uvedených v odst. 1 tohoto paragrafu (tj. u staveb, u kterých je nezbytné zřizovat ochranu před bleskem) byl výpočet řízení rizika proveden dle normových hodnot k výběru nejvhodnějších ochranných opatření stavby. § 3 písm. k) uvedené vyhlášky pak normovou hodnotu definuje jako konkrétní technický požadavek, zejména limitní hodnota, návrhová metoda, národně stanovené parametry, technické vlastnosti stavebních konstrukcí a technických zařízení, obsažených v příslušné české technické normě, jehož dodržení se považuje za splnění požadavků konkrétního ustanovení této vyhlášky. Z uvedeného vyplývá, že je nezbytné, aby byl splněn technický požadavek

vyplývající z příslušné české technické normy (v případě bleskosvodů pak ze souboru českých technických norem ČSN EN 62305).

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 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 prvé 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 anebo 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 hořlavými, 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.

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 charaktery 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 příložných 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 (díličního 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.

Revize na vyhrazeném elektrickém zařízení musí být dle § 6 odst. (4) nařízení vlády č. 190/2022 Sb. provedena rovněž, jde-li o změnu:

- a) parametru ochrany proti přetížení a zkratu,
- b) ochrany před úrazem elektrickým proudem,
- c) ve vlastnostech ochrany před účinky atmosférické a statické elektřiny.

Jinak řečeno, jakákoliv úprava elektroinstalace a systému ochrany před bleskem a přepětím musí být posouzena a schválena Technickou inspekcí ČR. Jedním z podkladů pro toto osvědčení vydané Technickou inspekcí ČR je revizní zpráva zařízení pro ochranu před atmosférickou elektřinou, přepětím a statickou elektřinou, kterou nelze vystavit bez existujícího výpočtu rizik a projektové dokumentace LPS se splněním normativních hodnot, tedy řady ČSN EN 62305, ed. 2. Bez těchto dokumentů tedy toto zařízení nesmí být uvedeno do provozu, případně zjistí-li se tyto skutečnosti se zpožděním, zařízení nesmí být provozováno.

1.2. Obecné zásady pro datová centra dle ČSN EN 50600

Jde o komplexní soubor, který obsahuje normy a doporučení vztahující se na návrh, provoz a správu, a také ukazatele výkonnosti pro energeticky účinný provoz datového centra. V tomto souboru najdeme následující normy.

ČSN EN 50600-1, ed. 2, 2020; Informační technologie – Zařízení a infrastruktury datových center – Část 1: Obecné pojmy

ČSN EN 50600-2-1, 2015; Informační technologie – Zařízení a infrastruktury datových center – Část 2-1: Výstavba budov

ČSN EN 50600-2-1, ed. 2, 2022; Informační technologie – Zařízení a infrastruktury datových center – Část 2-1: Výstavba budov

ČSN EN 50600-2-2, ed. 2, 2020; Informační technologie – Zařízení a infrastruktury datových center – Část 2-2: Zdroje a rozvody napájení

ČSN EN 50600-2-3, ed. 2, 2020; Informační technologie – Zařízení a infrastruktury datových center – Část 2-3: Úprava okolního prostředí

ČSN EN 50600-2-4, 2016; Informační technologie – Zařízení a infrastruktury datových center – Část 2-4: Infrastruktura telekomunikační kabeláže

ČSN EN 50600-2-5, 2016; Informační technologie – Zařízení a infrastruktury datových center – Část 2-5: Zabezpečovací systémy

ČSN EN 50600-2-5, ed. 2, 2022; Informační technologie – Zařízení a infrastruktury datových center – Část 2-5: Zabezpečovací systémy

ČSN EN 50600-3-1, 2016; Informační technologie – Zařízení a infrastruktury datových center – Část 3-1: Informace o správě a provozu

ČSN EN 50600-4-1, 2017; Informační technologie – Zařízení a infrastruktury datových center – Část 4-1: Přehled a obecné požadavky na klíčové ukazatele výkonnosti

ČSN EN 50600-4-2, 2017; Informační technologie – Zařízení a infrastruktury datových center – Část 4-2: Účinnost využití energie

ČSN EN 50600-4-3, 20017; Informační technologie – Zařízení a infrastruktury datových center – Část 4-3: Faktor obnovitelné energie

ČSN EN 50600-4-6, 2020; Informační technologie – Zařízení a infrastruktury datových center – Část 4-6: Činitel opětovného využití energie

ČSN EN 50600-4-7, 2020; Informační technologie – Zařízení a infrastruktury datových center – Část 4-7: Koeficient účinnosti chlazení

V rámci koncepce ochrany před bleskem a přepětím je pro nás podstatná ČSN EN 50600-2-2, ed. 2; Informační technologie – Zařízení a infrastruktury datových center – Část 2-2: Zdroje a rozvody napájení, která obsahuje přímé vazby na ČSN EN 62305, ed. 2; Ochrana před bleskem.

1.3. Aktuální přehled souvisejících ČSN s ochranou před bleskem k 20. 3. 2022

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 před bleskem, např. jímače 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 skříň 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, 2005-09; 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. 2, 2008; 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. 2, 2011; 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

1.4. Rozhodné skutečnosti pro použití izolovaného hromosvodu

1.4.1 Rizika pro ochranu před bleskem vyplývající z použití náhodných součástí

- 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.
- Nekontrolované šíření bleskového proudu rychlostí světla vnitřní kovovými částmi.
- Armování pro účely stínění/Faradayovy klece není provedeno komplexně pro celou stavbu a mělo by být zřízeno podle ČSN viz bod 2.2.
- Bleskový proud může nekontrolovaně protéci paralelně vnější/vnitřní soustavou (viz výše uvedené body) ke koncovým zařízením a poškodit 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.
- Účinnost systému koordinované ochrany se účinky výše uvedených bodů se podstatně sníží.

1.4.2 Vnější ochrana před bleskem pomocí izolovaného hromosvodu

- Zvýše uvedených důvodů je prioritní řešení vnější ochrany jako izolované soustavy podle ČSN EN 62305-3, ed.3, čl. 5.1.2 a E.5.1.2 Izolovaný (oddálený) LPS.
- Podle čl. 5.1.2 by měl být použit izolovaný (oddálený) vnější LPS 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 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 zaručí snížení vyzářovaného 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. Návrh ochrany před bleskem pro datová centra dle ČSN EN 62305-2, ed. 2

2.1. Zadání

Objekt datacentra je postaven ze železobetonové konstrukce (sloupy a stropní konstrukce), která je vyplněna cihelným zdivem. Stavba složená z vícepatrové budovy, chodby a prostor pro umístění serveru. Střechy jsou ploché s umístěním zařízení VZT, STA, vysílačů operátorů a dalších.

V případě nově budovaného objektu je nutné uvedenou studii přizpůsobit provedení nového objektu. Uvedené podklady s požadovanou úpravou lze využít jak pro stávající objekt, tak pro nově budovanou stavbu dle nových ČSN.

Příklad rozvržení objektu datacentra:

- rozvodna,
- datové sály,
- dohledové centrum.

Předpokládaný počet zaměstnanců: 2 osoby pro jednu směnu.

Příklad přehledu výskytu osob v jednotlivých zónách je přílohou součástí studie.

2.2. Ochrana před bleskem – řízení rizik

vytvořeno podle mezinárodní normy: IEC 62305-2:2010-12

s přihlédnutím ke specifickým podmínkám dané země v: ČSN EN 62305-2:2013-02

Obsah řízení rizik

1. Přehled zkratk

2. Normativní podklady

3. Riziko škod a příčiny poškození

4. Údaje o projektu

4.1. Vyhodnocení rizik

4.2. Poloha, včetně parametrů budovy

4.3. Rozdělení budovy do zón ochrany před bleskem/zón

5. Inženýrské sítě

6. Vlastnosti stavby

6.1. Riziko požáru

6.2. Opatření pro snížení následku požáru

6.3. Jiné nebezpečí v budově pro osoby

7. Vyhodnocení rizika

7.1. Riziko R1, lidské životy

7.2. Riziko R2, veřejné služby

7.3. Výběr ochranných opatření

8. Objasnění pojmů

1. Přehled zkratk

a	odpisová míra
at	doba návratnosti
ca	hodnota zvířat v zóně, v tisících korun
cb	hodnota části budovy připadající na zónu, v tisících korun
cc	hodnota obsahu zóny, v tisících korun
cs	hodnota vybavení zóny (včetně její produkce), v tisících korun
ct	celková hodnota stavby, v tisících korun
CD;CDJ	činitel polohy
CL	roční náklady na celkové ztráty, bez použití ochranných opatření
CPM	roční náklady na vybraná ochranná opatření
CRL	roční náklady na zbytkové ztráty
EB	pospojování pro ochranu před bleskem (lightning equipotential bonding)
H	výška budovy
HP	nejvyšší bod budovy
i	úrok
KS1	činitel související se stínící účinností stavby
KS1W	rozteč mezi svody LPS
KS2	činitel související se stínící účinností stínění umístěných uvnitř stavby
KS2W	velikost ok stínění uvnitř budovy nebo stavby
L1	ztráta lidského života
L2	ztráta veřejných služeb
L3	ztráta kulturního dědictví
L4	ztráta ekonomická
L	délka objektu
LEMP	elektromagnetický impulz vyvolaný bleskem
LP	ochrana před bleskem
LPL	hladina ochrany před bleskem
LPS	systém ochrany před bleskem
LPZ	zóna ochrany před bleskem
m	sazba na údržbu
ND	počet nebezpečných událostí způsobených úderem do stavby
NG	hustota úderů blesku do země
PB	pravděpodobnost hmotné škody na stavbě (úderem do stavby)
PEB	pravděpodobnost snížení PU a PV v závislosti na charakteristikách vedení a výdržném napětí zařízení, je-li instalováno EB (pospojování)
PSPD	pravděpodobnost snížení PC, PM, PW a PZ, jsou-li nainstalovány koordinované systémy SPD
R	riziko
R1	riziko ztrát lidských životů ve stavbě
R2	riziko ztráty veřejné služby ve stavbě
R3	riziko ztráty kulturního dědictví ve stavbě

R4	riziko ztráty ekonomických hodnot ve stavbě
RA	součást rizika (úraz živých bytostí – údery do stavby)
RB	součást rizika (hmotná škoda na stavbě – údery do stavby)
RC	součást rizika (porucha vnitřních systémů – údery do stavby)
RM	součást rizika (porucha vnitřních systémů – údery v blízkosti stavby)
RU	součást rizika (úraz živých bytostí – údery do připojeného vedení)
RV	součást rizika (hmotná škoda na stavbě – údery do připojeného vedení)
RW	součást rizika (porucha vnitřních systémů – údery do připojeného vedení)
RZ	součást rizika (porucha vnitřních systémů – údery v blízkosti připojeného vedení)
RT	přípustné riziko
rf	činitel snižující ztráty závisující na riziku požáru
rp	činitel snižující ztráty v důsledku protipožárních opatření
SM	roční úspora peněz
SPD	přepětové ochranné zařízení
SPM	ochranná opatření proti LEMP (opatření pro ochranu vnitřních systémů před účinky LEMP)
tex	doba trvání přítomnosti nebezpečí výbuchu
W	šířka stavby
Z	zóny budov

2. Normativní podklady

Řada ČSN EN 62305 se skládá z následujících částí:

- ČSN EN 62305-1:2011-09 – „Ochrana před bleskem – Část 1: Obecné principy“
- ČSN EN 62305-2:2013-02 – „Ochrana před bleskem – Část 2: Řízení rizika“
- ČSN EN 62305-3:2012-01 – „Ochrana před bleskem – Část 3: Hmotné škody na stavbách a ohrožení života“
- ČSN EN 62305-4:2011-09 – „Ochrana před bleskem – Část 4: Elektrické a elektronické systémy ve stavbách“

3. Riziko škod a příčiny poškození

Aby nedošlo k poškození způsobenému bleskem, je nutné specifikovaná ochranná opatření na objektu důsledně zrealizovat. Řízení rizik popsané v normě ČSN EN 62305-2:2013-02 zahrnuje analýzu rizik, která potřebnou úroveň ochrany objektu stanoví s ohledem na ohrožení bleskem. Cílem řízení rizik je snížení rizika tím, že ochranná opatření sníží riziko na přijatelnou úroveň.

K určení převládajícího rizika pro objekt bez ochranných opatření se uvažují nebezpečí, která v důsledku přímého/nepřímého ohrožení budovy a připojených vedení bleskem hrozí poškozením dle uvedených R. Riziko je míra možných ročních ztrát. Rizika jsou komplexní a dělí se na:

- Riziko R1: Riziko ztrát na lidských životech;
- Riziko R2: Riziko ztrát na veřejných službách;
- Riziko R3: Riziko ztrát na kulturním dědictví;
- Riziko R4: Riziko ztrát ekonomických hodnot;

V závislosti na přístupu jsou tato rizika všechna, nebo pouze jednotlivě vyhodnocena. Každé riziko je definováno jako přípustné v podobě číselné hodnoty. Chcete-li dosáhnout přijatelného rizika, musíte zvážit technická a ekonomicky optimální ochranná opatření, jako je vnější ochrana před bleskem dle ČSN EN 62305-3:2012-01 a koordinovaná ochrana SPD dle ČSN EN 62305-4:2011-09.

Aby bylo možné určit rizikové oblasti přesněji, posuzujeme rizika do detailu. Každé riziko se skládá ze součtu součástí rizika:

- $R1 = RA + RB + RC + RM + RU + RV + RW + RZ$
- $R2 = RB + RC + RM + RV + RW + RZ$
- $R3 = RB + RV$
- $R4 = RA + RB + RC + RM + RU + RV + RW + RZ$

Každá riziková složka popisuje určité nebezpečí. Mezi rizikové složky patří i možná ztráta. Ztráty, které můžete utrpět v důsledku úderu blesku, jsou definovány takto:

- L1 = Ztráta lidského života
- L2 = Ztráta veřejné služby
- L3 = Ztráta kulturního dědictví
- L4 = Ztráta ekonomické hodnoty

V souvislosti s přístupem k součástem rizika jsou potenciální ztráty spojené s následujícími, jak je uvedeno níže.

Součásti rizika se rozlišují podle zdrojů poškození.



Zdroj poškození S1: **Úder blesku do budovy**

RA Součást vztahující se k úrazu živých bytostí způsobenému úrazem elektrickým proudem v důsledku dotkových a krokových napětí ve stavbě a mimo stavbu v zónách až do 3 m kolem svodů. Mohou také nastat ztráty typu L1 a – v případě staveb obsahujících dobytek – ztráty typu L4 s možnými ztrátami zvířat.

RB Součást vztahující se ke hmotné škodě způsobené nebezpečným jiskřením uvnitř stavby, které iniciuje požár nebo výbuch, jež mohou také ohrozit prostředí. Mohou nastat všechny typy ztrát (L1, L2, L3 a L4).

RC Součást vztahující se k poruše vnitřních systémů způsobené LEMP. Ve všech případech mohou nastat ztráty typu L2 a L4 společně s typem L1 v případě staveb s rizikem výbuchu a nemocnic nebo jiných staveb, kde porucha vnitřních systémů bezprostředně ohrožuje lidské životy.

Zdroj poškození **S2: Úder blesku v blízkosti stavby**

RM Součást vztahující se k poruše vnitřních systémů způsobené LEMP. Ve všech případech mohou nastat ztráty typu L2 a L4 společně s typem L1 v případě staveb s rizikem výbuchu a nemocnic nebo jiných staveb, kde porucha vnitřních systémů bezprostředně ohrožuje lidské životy.

Zdroj poškození **S3: Úder blesku do vedení připojeného ke stavbě**

RU Součást vztahující se k úrazu živých bytostí způsobenému dotykovými a krokovými napětími uvnitř stavby, jejichž příčinou jsou bleskové proudy injektované do vedení vstupujícího do stavby. Mohou také nastat ztráty typu L1 a v případě zemědělských staveb ztráty typu L4 s možnými ztrátami zvířat.

RV Součást vztahující se ke hmotné škodě (požár nebo výbuch iniciované nebezpečným jiskřením mezi venkovní instalací a kovovými částmi, obvykle na vstupu vedení do stavby), způsobené bleskovým proudem přeneseným přes nebo podél vstupujícího vedení. Mohou nastat všechny typy ztrát (L1, L2, L3 a L4).

RW Součást vztahující se k poruše vnitřních systémů způsobené přepětími indukovanými do vstupních vedení a přenesenými do stavby. Ve všech případech mohou nastat ztráty typu L2 a L4 společně s typem L1 v případě staveb s rizikem výbuchu a nemocnic nebo jiných staveb, kde porucha vnitřních systémů bezprostředně ohrožuje lidské životy.

Zdroj poškození **S4: Úder blesku v blízkosti vedení připojeného ke stavbě**

RZ Součást vztahující se k poruše vnitřních systémů způsobené přepětími indukovanými do vstupních vedení a přenesenými do stavby. Ve všech případech mohou nastat ztráty typu L2 a L4 společně s typem L1 v případě staveb s rizikem výbuchu a nemocnic nebo jiných staveb, kde porucha vnitřních systémů bezprostředně ohrožuje lidské životy.

Podle jednotlivých součástí rizika lze nebezpečí ztrát analyzovat a eliminovat je příslušnými ochrannými opatřeními.

Provedená analýza rizik dle ČSN EN 62305-2:2013-02 na projekt – objekt/budovu: objekt poukazuje na nutnost ochranných opatření na a v objektu. Na základě posouzení potenciálního rizika pro objekt byla určena nezbytná opatření ke snížení rizika. Výsledkem hodnocení rizika může být nejen LPS, ale i SPM, včetně potřebného stínění proti LEMP.

Výsledkem je ekonomicky rozumná volba ochranných opatření, vhodná pro stávající budovu určitého charakteru a typu užívání stavby.

4. Údaje o projektu

4.1 Vyhodnocení rizik

Vzhledem k povaze a využití budovy objektu je nutné zvážit tato rizika:

Riziko R1: Riziko ztráty lidského života; RT: 1,00E-05

Riziko R2: Riziko ztráty veřejných služeb; RT: 1,00E-03

Přípustná rizika RT jsou definována:

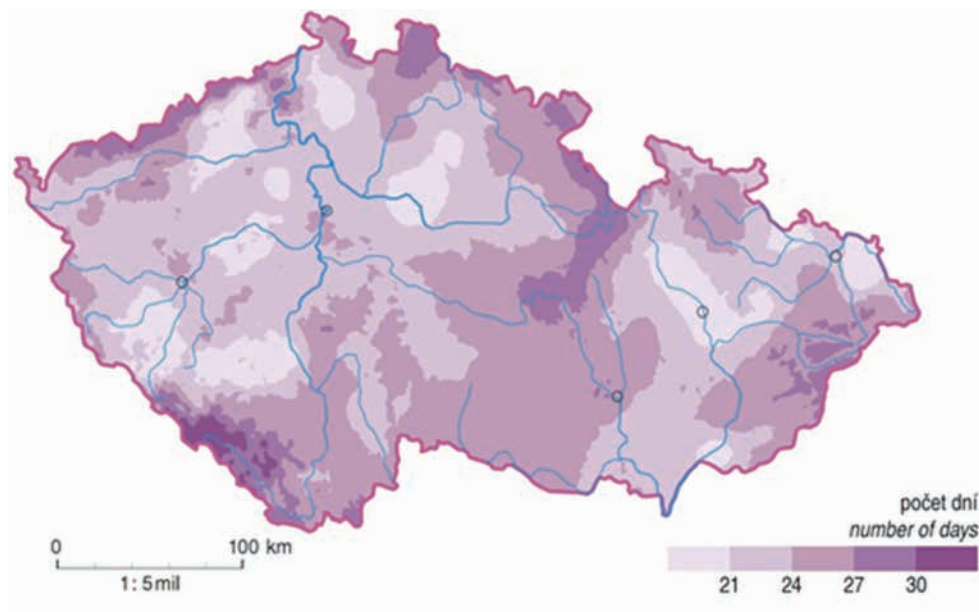
Cílem analýzy rizika je snížit existující rizika na přijatelnou úroveň přípustného rizika RT tak, aby byla provedena ekonomicky rozumná volba ochranných opatření.

4.2 Poloha, včetně parametrů budovy

Základem analýzy rizik je hustota úderů blesků Ng. Udává počet přímých úderů blesku za rok na km².

Pokud tuto hodnotu nelze zjistit, použije se desetina počtu bouřkových dní za rok v dané oblasti.

Hustota úderů blesků – mapa ČR:



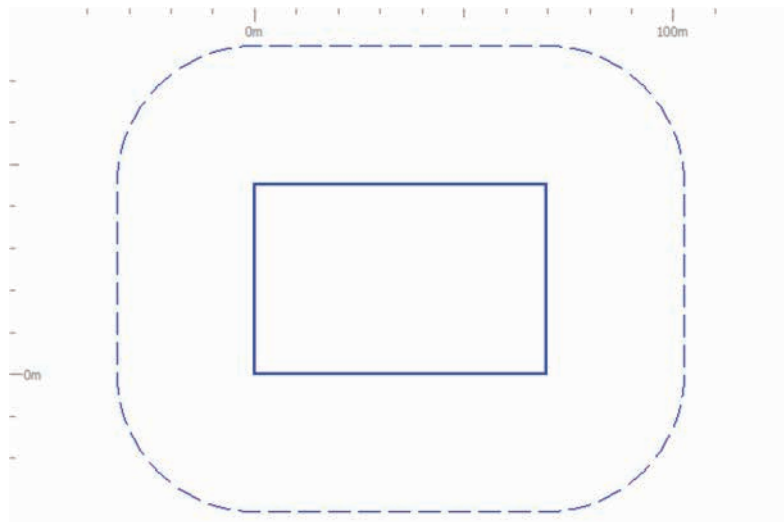
Atlas podnebí Česka, © 2007,
Český hydrometeorologický ústav © 2007,
Univerzita Palackého v Olomouci.

Rozhodující pro určení sběrných ploch přímého a nepřímého úderu blesku jsou následující rozměry vyšetřované stavby:

Na základě rozměrů budovy a jejího tvaru se vypočítají následující sběrné plochy:

Sběrná plocha pro přímé údery blesku: 14 226,00 m²

Sběrná plocha pro nepřímé údery blesku: 904 713,00 m²



Pro stanovení sběrných ploch pro přímý a nepřímý úder blesku je důležitým prvkem i tvar a struktura budovy. Budova je definována těmito parametry:

Relativní pozice C_{db} : 0,50

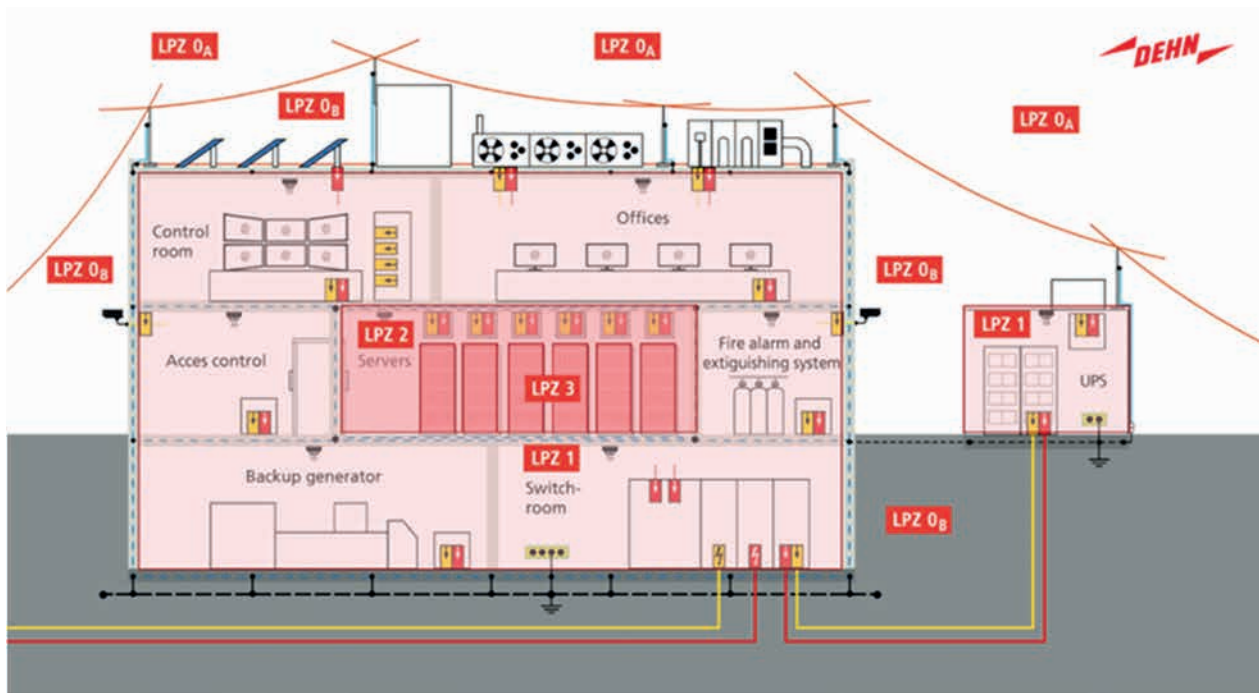
Je nutno počítat s touto hustotou úderů blesků ve vztahu k izokeraunické mapě a velikosti a okolí budovy:

- přímé údery do stavby $N_D = 0,0213$ úderů/rok
- nepřímé údery vedle stavby $N_M = 2,7141$ úderů/rok (je očekáváno).

4.3 Rozdělení budovy do zón ochrany před bleskem/zón

Celá stavba objektu byla rozdělena do následujících vyšetřovaných zón ochrany před bleskem:

- LPZ 0B - ochrana budovy před přímými údery blesku
 - Z1 vně objektu
- LPZ 1 - vnitřní prostor chráněné stavby
 - Z2 rozvodna
- LPZ 2 - místnost/přístroj uvnitř LPZ 1 se stíněním
 - Z3 dohledové centrum
- LPZ 3
 - Z4 datové sály



Zóny ochrany před bleskem se liší těmito normativními definicemi:

- LPZ 0_B Chráněno proti přímému úderu blesku, ohrožuje celé elektromagnetické pole blesků. Vnitřní systémy mohou být vystaveny bleskovým proudům (poměrné části).
- LPZ 1 Impulzní proudy dále omezeny přepětovými ochranami (SPD) na hranici zóny. Elektromagnetické pole blesku může být zmírněno prostorovým stíněním.
- LPZ 2 ... n Impulzní proudy dále omezeny přepětovými ochranami (SPD) na hranici zóny. Elektromagnetické pole blesku je obvykle zmírněno prostorovým stíněním.

Objekt je možné rozdělit do zón podle následujících rozlišovacích kritérií:

- typ půdy nebo podlahy,
- požární úseky,
- prostorové stínění,
- uspořádání vnitřních systémů,
- stávající nebo předpokládaná ochranná opatření,
- výše možných ztrát.

5. Inženýrské sítě

Analýza rizika se vyhodnocuje pro všechna příchozí a odchozí napájecí vedení budovy. Elektricky vodivé trubky by neměly být brány v úvahu v případě, že jsou připojeny k hlavní ochranné přípojnici budovy (HEP). Pokud žádné takové připojení neexistuje, je nutné je v analýze rizik uvažovat (vyrovnání se potenciálů!).

V rámci analýzy rizik byly pro objekt/budovu zohledněny následné inženýrské sítě:

- CCTV
- EPS
- ŘS
- datová síť
- EZS
- síť VN/NN

Parametry byly stanoveny pro každé vedení, například:

- typ vedení (nadzemní/podzemní),
- délka vedení (mimo budovu),
- okolí vedení,
- související konstrukční systém,
- typ vnitřní kabeláže,
- nejnižší jmenovité impulzní výdržné napětí (výdržné napětí na svorkách),

a to jako soubor vstupních dat.

Na tomto základě je vyhodnoceno potenciální nebezpečí pro budovy a jejich obsah v důsledku úderu blesku vedle vedení v analýze rizik.

6. Vlastnosti stavby

6.1. Riziko požáru

Riziko požáru v budově je základním prvkem při posuzování potřebných kontrolních opatření. Riziko požáru bylo uvažováno při výpočtu pro budovu objektu jako:

	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6
žádné riziko požáru nebo výbuchu	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
nízké riziko požáru	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
obvyklé riziko požáru	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
vysoké riziko požáru	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
výbuch - EX-zóna 2, 22	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
výbuch - EX-Zóna 1, 21	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
výbuch - EX-zóna 0, 20 a pevné výbušné látky	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6.2. Opatření pro snížení následku požáru

Následující opatření byla vybrána ke snížení následků požáru ve výpočtu:

	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6
neexistují žádná opatření	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
hasící přístroje, ruční hasící přístroje, hydranty, protipožární stěny (odolnost vyšší 120 min), chráněné únikové cesty	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
automatické hasící zařízení/EPS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6.3 Jiné nebezpečí v budově pro osoby

Vzhledem k počtu osob je možné nebezpečí paniky pro budovu/objekt klasifikovat takto:

	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6
žádné zvláštní nebezpečí	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
nízká úroveň paniky (např. budovy nejvýše se dvěma poschodími a počet osob do 100)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
průměrná úroveň paniky (např. budovy pro kulturní nebo sportovní podniky účast, mezi 100 a 1000 návštěvníky)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
obtížná evakuace (např. budovy s handicapovanými osobami, nemocnice)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
vysoká úroveň paniky (např. budovy pro kulturní nebo sportovní podniky, účast více než 1000 návštěvníků)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

7. Vyhodnocení rizika

V bodu 4.1 je popsáno riziko a v bodu 7 je toto riziko vypočteno.

U každého rizika značí označení: přípustné = modrý pruh; vyhovující = zelený pruh; nevyhovující = červený pruh.

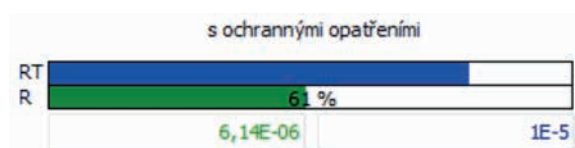
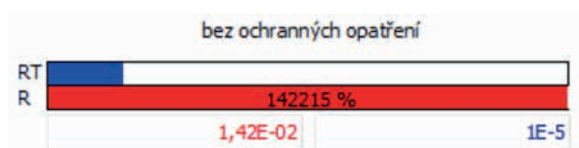
7.1 Riziko R1, lidské životy

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

Přípustné riziko RT: 1,00E-05

Vypočtené riziko R1 (nechráněné): 1,42E-02

Vypočtené riziko R1 (chráněné): 6,14E-06



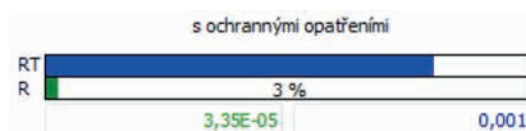
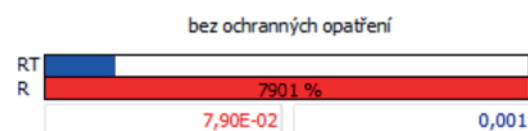
Za účelem snížení rizika je nutno realizovat ochranná opatření popsaná v bodě 7.3.

7.2 Riziko R2, veřejné služby

Riziko R2, ztráty veřejných služeb, bylo pro objekt/budovu stanoveno následovně:

Přípustné riziko RT: 1,00E-03

Vypočtené riziko R2 (nechráněné): 7,90E-02



Za účelem snížení rizika je nutno realizovat ochranná opatření popsaná v bodě 7.3.

7.3 Výběr ochranných opatření

Výběrem následujících ochranných opatření můžete stávající rizika snížit na přijatelnou úroveň. Je nutno realizovat minimálně veškerá níže uvedená ochranná opatření.

opatření s ochranou / požadovaný stav:

Prostor	opatření	činitel
pB:	systém ochrany před bleskem LPS LPS třída I	2.000E-02
pEB:	pospojování proti blesku pospojování lepší než LPL I (x 2,0)	2.000E-03

Lepší ochranné charakteristiky než LPL I: vyšší jmenovitý proud I_N , nižší ochranná hladina U_p , v porovnání s požadavky stanovenými pro LPL I v odpovídajících místech instalace.

Zóna LPZ 1 a LPZ 2: Protipožární opatření – hasicí přístroje, ruční hasicí přístroje, hydranty, protipožární stěny (odolnost vyšší 120 min), chráněné únikové cesty

Veškerá silová a datová vedení v zónách LPZ: koordinovaná ochrana SPD lepší než LPL 1 (x 2,0)

8. Objasnění pojmů

Koordinovaná ochrana SPD

Vybraná SPD vytvoří koordinovaný systém, který snižuje selhání elektrických a elektronických systémů.

Izolační rozhraní

Zařízení, která mohou snížit rázové vlny ve vedeních, které vstupují do LPZ. Tato zařízení zahrnují oddělovací transformátory s uzemněným stíněním mezi vinutími, nekovové kabely z optických vláken a optočleny. Izolační odpor těchto zařízení musí být v souladu s vyhláškou nebo normou.

LEMP elektromagnetický impulz vyvolaný bleskem [en: lightning electromagnetic impulse]

Všechny elektromagnetické účinky proudu blesku, který prostřednictvím galvanické, indukční nebo kapacitní vazby vytvoří spoje pro průchod rázové vlny a elektromagnetického pulzního pole.

LP ochrana před bleskem [en: lightning protection]

Kompletní systém pro ochranu staveb, včetně jejich vnitřních systémů a obsahu a osob před účinky blesku. Skládá se z vnějšího systému ochrany před bleskem (LPS) a opatření na ochranu proti LEMP.

LPL hladina ochrany před bleskem [en: lightning protection level]

Číselná hodnota, která je založena na parametrech bleskových proudů a pravděpodobnosti jejich výskytu, které nepřekročí odpovídající maximální a minimální mezní hodnoty uvažovaných blesků.

LPS systém ochrany před bleskem [en: lightning protection system]

Kompletní systém, který se používá ke snížení rizika poškození budovy nebo konstrukce přímými údery blesku.

EB ochrana před bleskem pospojováním proti blesku [en: lightning equipotential bonding]

Pospojení oddělených kovových částí a LPS přímým připojením nebo připojením přes zařízení pro ochranu proti přepětí na snížení škod způsobených bleskovými proudy případným rozdílem potenciálů.

SPD přepětivé ochranné zařízení [en: surge protective device]

Zařízení, které je určeno k omezení přechodného přepětí a svedení impulzních proudů. Obsahuje alespoň jeden nelineární prvek.

Uzel

Uzel na přívodním vedení lze zanedbat při šíření rázové vlny: Příklady uzlu jsou distribuční bod na vedení ve VN/NN transformátoru nebo v rozvodně, spínač nebo telekomunikační zařízení (např. multiplexery nebo xDSL zařízení) v telekomunikačním vedení.

Fyzické poškození

Poškození budovy nebo stavby (nebo jejího obsahu) v důsledku mechanického, tepelného, chemického a výbušného důsledku úderu blesku.

Úraz živých bytostí

Trvalé zranění nebo smrt lidí či zvířat prostřednictvím elektrického proudu v důsledku nebezpečného dotykového nebo krokového napětí způsobeného bleskem.

R riziko škod

Pravděpodobná průměrná roční ztráta (osob a zboží) v důsledku úderu blesku na základě celkové hodnoty (zboží a osob) chráněné budovy.

ZS zóna budovy

Část budovy se shodnými vlastnostmi parametrů pro posouzení rizikové složky.

Zóna ochrany před bleskem LPZ [en: lightning protection zone]

Oblast, ve které je elektromagnetické prostředí definováno z hlediska nebezpečí od blesku. Hranice zón LPZ nejsou nutně fyzické hranice (např. stěny, podlaha nebo strop).

Magnetické stínění

Uzavřené kovové mřížky, nebo opláštění, které obklopuje stavební prvky, které mají být chráněny, nebo jejich část, za účelem snížení ztrát z elektrických a elektronických zařízení

Kabel pro ochranu před bleskem

Speciální kabel s vysokou dielektrickou pevností, stínění je kovové, připojené přímo nebo prostřednictvím povlaku vodivého plastu, který je připojen k potenciálu země.

Ochrana před bleskem – kabelový kanál

Kabelový kanál s nízkým odporem (např. beton s ocelovou výztuží, nebo propojený kovový kanál) v trvalém kontaktu se zemí.

3. Vnější ochrana před bleskem a přepětím – hromosvod

3.1 Porovnání normy ČSN 341390 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 341390 (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 vhodnou organizací bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a přijímáním opatření k předcházení rizikům.**

České státní normy (včetně harmonizovaných) představují standard kvality ochrany před bleskem a přepětím. Zákoník práce však 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.**

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:

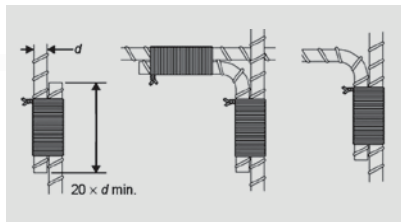
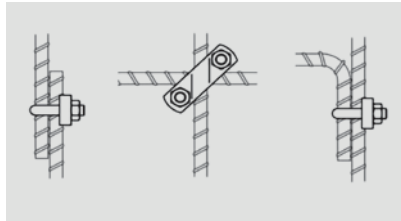
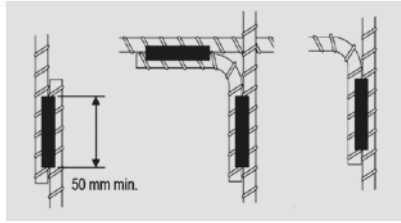
- svařením
- sevřením
- překrytím (svázáním)

za podmínky že: přesah spojení se rovná minimálně

20násobku průměru prutu

nebo

je nutno spojení zajistit jiným bezpečným způsobem.

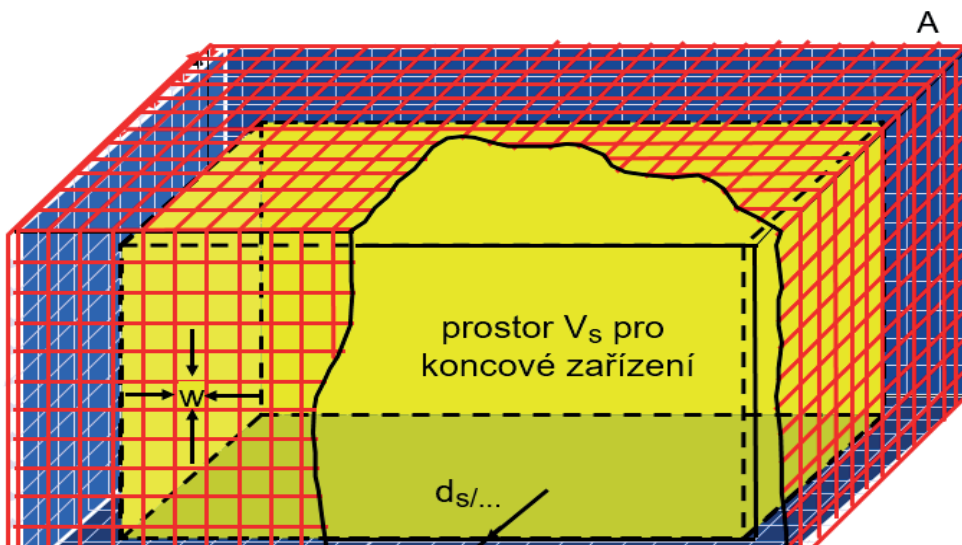


A.3.2 Mřížové prostorové stínění

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

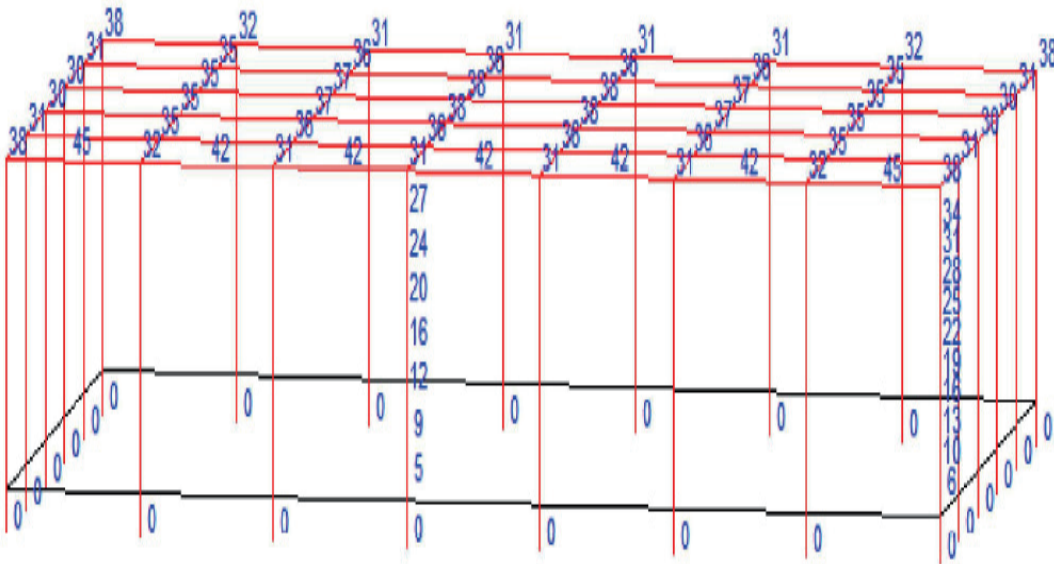
Nevýhody:

- **Je nutno splnit níže uvedené články norem současně:**
 - podle ČSN EN 62305-3, ed. 2:
 - čl. 4.3 Propojení ocelového armování stavby ze železobetonu – přechodný 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 přechodných 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 nejhornější částí hromosvodu a hlavní ekvipotenciální sběrnici by neměl větší než 0,2 Ω, jinak nesmí být použito ocelové armování nebo konstrukce jako náhodný svod, jak je uvedeno v 5.3.5 v normě 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 Faradayovou 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.

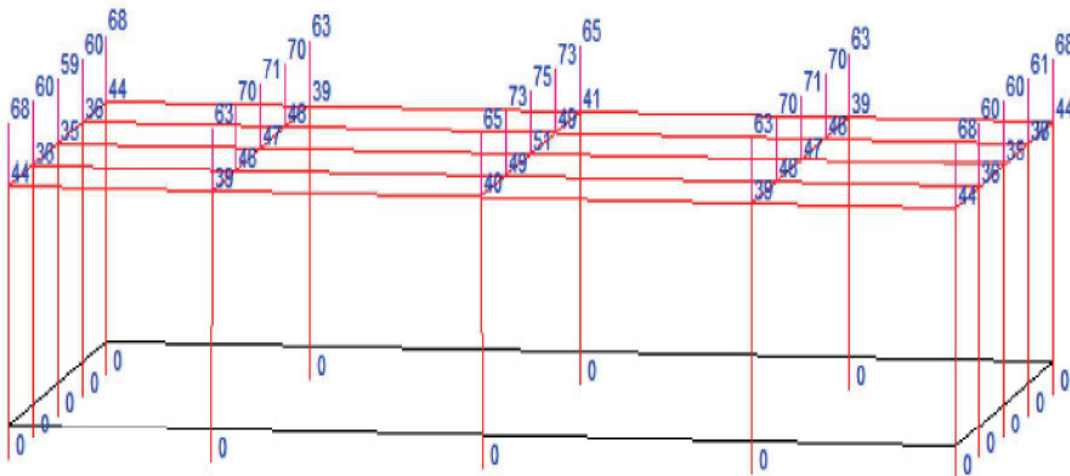
3.2. Příklad výpočtu dostatečných vzdáleností

Výpočet dostatečných vzdáleností je proveden pro dva výpočty pro datové centrum:

- holý vodič – materiál cihla,
- vysokonapěťový vodič – materiál vzduch.



Obr. 3a Datové centrum – výpočet dostatečné vzdálenosti pro holý drát



Obr. 3b Datové centrum – výpočet dostatečné vzdálenosti pro vysokonapěťový vodič

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 dostupnosti 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 v případě, kdy vlastnosti obsahu stavby zaručují snížení vyzářovaného elektromagnetického pole způsobeného průchodem bleskového proudu ve svodech.

- **podle odstavce E.5.1.2 Izolovaný (oddálený) LPS**

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

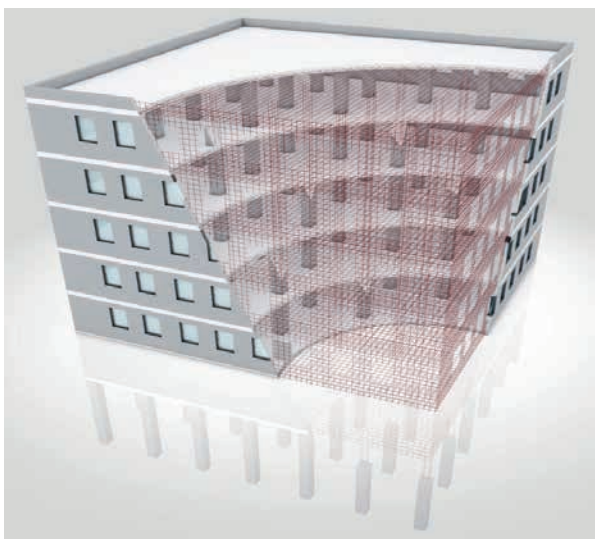
POZNÁMKA 1: Použití izolovaného LPS je výhodné tam, kde se předpokládá, že změny na stavbě mohou vyžadovat změny LPS.

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.

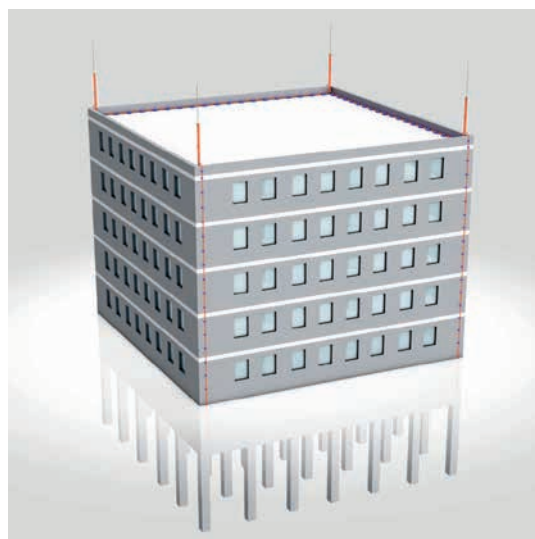
- **podle odstavce E.5.2.6 Izolovaná (oddálená) jímací soustava**

Izolovaný LPS může být tedy uplatněn u stavby ze železobetonu, který zlepšuje 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 vysokonapěťových izolovaných vodičů 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

3.3. Základní popis řešení pro objekty datacenter

Stávající objekty jsou chráněny hromosvodem dle dříve platné normy ČSN 341390. Z důvodů studie koncepce řešení úprav hromosvodu byla provedena analýza rizik dle platné normy ČSN EN 62305-2, ed. 2. V případě nově budovaného objektu je analýzu rizik nutné provést dle ČSN EN 62305-2, ed. 2, na základě technických požadavků na stavby.

V případě nově budovaného objektu je nutné uvedenou studii přizpůsobit provedení nového objektu. Uvedené podklady s požadovanou úpravou lze využít jak pro stávající objekt, tak pro nově budovanou stavbu dle nových ČSN.

Dle dnes platných norem je nutné chránit kabely a zařízení před možností zavlečení bleskového proudu do objektu.

Z tohoto důvodu se doporučuje izolovaný hromosvod se svody s vodiči s vysokonapěťovou izolací, které zajistí, aby nedošlo k nežádoucímu přeskoku na kovové konstrukce objektu vč. instalace v objektu.

Vypočtené dostatečné vzdálenosti musí být uvedeny ve výkresové části jednotlivých projektů úprav hromosvodu. Rozsah úprav hromosvodu bude zvolen investorem, popř. projektantem, na základě místního šetření tak, aby navržené řešení dotčené části objektu splňovalo montážní pokyny zvoleného výrobce izolovaného hromosvodu.

Při realizaci je nutné postupovat dle montážních pokynů zvoleného výrobce.

Ochrana objektu před atmosférickým přepětím (úderem blesku) bude provedena podle ČSN EN 62305, ed. 2, popř. dle edice platné v daném období.

Upozornění:

Při realizaci nelze hromosvod demontovat celý a nechat objekt bez ochrany.

Všechny práce na hromosvodu musí být zkoordinovány.

3.4 Popis použité jímací soustavy

Pro ochranu objektu před úderem blesku bude použita soustava oddálených jímačů s vodiči s vysokonapěťovou izolací. Rozteč jímačů bude upřesněna projektantem. Jímače budou upevněny a montovány dle pokynů zvoleného výrobce. Svody budou provedeny vodiči s vysokonapěťovou izolací a s ekvivalentní dostatečnou vzdáleností $s < 0,75$ m pro vzduch.

Jímací soustava je řešena jako izolovaná. Při realizaci je nutné dodržet dostatečnou vzdálenost „s“ od všech zařízení.

Realizaci hromosvodu je možné rozdělit do etap – upřesní investor dle finančních možností.

Je třeba zajistit, aby se vodič s vysokonapěťovou izolací nedostal do kontaktu se stávajícím hromosvodem, popř. s kovovými konstrukcemi spojenými s hromosvodem na stávajících neřešených střeších.

Celá plocha střechy je chráněna metodou valivé koule. Boční stěny jsou chráněny metodou ochranného úhlu.

3.5. Svody

Svody budou provedeny vodiči s vysokonapětovou izolací a pláštěm šedé barvy a budou zakončeny nerezovou zaváděcí tyčí propojenou s uzemněním. Jedná se o téměř bezúdržbové zakončení svodů.

Podpěry budou uloženy max. po 1 m. Vodič pospojování, např. CYY 1x6 (dle provedení), lze vyvézt v rámci hlavního ochranného pospojování objektu.

Vzhledem k tomu, že se jedná o izolovaný svod, lze ho uložit do zateplení fasády. Způsob uložení (po povrchu, popř. v zateplení) určí projektant zateplení spolu s dodavatelem a investorem. V případě vedení v zateplení je nutné zajistit, aby nedošlo k zatékání vody po vodiči do zateplení.

Při realizaci je nutné dodržet montážní pokyny zvoleného výrobce. Dále je nutné dodržet poloměr ohybu u vodiče s vysokonapětovou izolací.

Při montáži svodů se dodavatel neobejde bez plošiny. Ve vnitrobloku bude nutné instalovat svody horolezeckým způsobem. Materiál bude na střechu přemístěn pomocí jeřábu. Je nutno počítat s výškou budovy.

3.6. Vyrovnání potenciálů

Na střeše bude proveden systém vyrovnání potenciálů pláště vodičů s vysokonapětovou izolací pomocí drátu AlMgSi pr. 8 mm uloženého na betonových podpěrách pro ploché střechy a označeného žzl. smrštiteľnou bužírkou, aby došlo k odlišení od jímacího vedení. Systém vyrovnání potenciálů bude opatřen samostatným svodem připojeným na novou uzemňovací soustavu objektu. K tomuto systému budou připojeny veškeré kovové prvky na střeše objektu. Tento systém nesmí být nad úroveň přilehlého terénu spojen s vedením na potenciálu bleskového proudu.

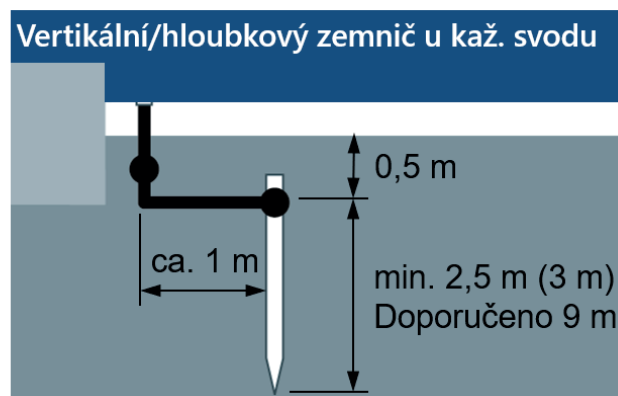
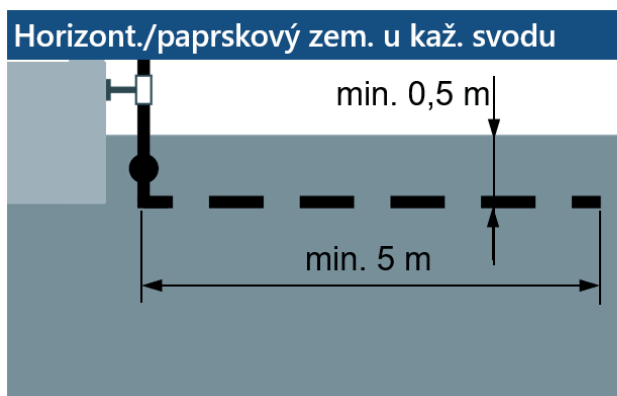
3.7. Uzemnění

Uzemnění typu A – (vhodné pro stávající stavby, nízké stavby, nebo LPS s jímacími tyčemi nebo zavěšenými lany nebo pro izolovaný LPS) bude realizováno uspořádání typu A podle normy ČSN EN 62305-3, ed. 2, čl. 5.4.2.1. Toto uspořádání se skládá z vodorovných nebo svislých zemničů, instalovaných vně chráněné stavby, které jsou spojeny s každým svodem, nebo ze základových zemničů, které netvoří uzavřenou smyčku. Pro uspořádání typu A nesmí být celkový počet zemničů nižší než dva. Objekty ve třídě III a IV jsou na rezistivitě nezávislé. U kombinovaných zemničů (svislých nebo vodorovných) musí být zohledněna celková délka zemničů. Je-li zemní odpor uzemňovací soustavy menší než 10Ω , nemusí být dodržena minimální délka každého zemniče podle třídy LPS dle obrázku 3 z uvedené normy. Budou vyvedeny samostatné vývody pro každý svod LPS a samostatný vývod pro přípojnicí +MET.

* Tam kde je obvodový zemnič, který spojuje vzájemně svody, v kontaktu s půdou, je stále zemnič klasifikován jako typ A, je-li obvodový zemnič v kontaktu s půdou nejméně 80 % své délky.

* V uspořádání typu A by měl připadat minimálně jeden zemnič na jeden svod a na celý LPS nejméně dva zemniče.

* Zemniče musí být uloženy tak, aby bylo možno provést revizi během montáže.



Příklad provedení uzemnění typu A

Uzemnění typu B – (přednostní provedení uzemňovací soustavy)

Základový zemnič tvoří uzavřenou smyčku (může být doplněn na mřížový) bude realizován z pásku FeZn 30 x 4 mm, nebo z páskového vodiče z korozivzdorného materiálu V4A 30 x 3,5 mm (dle provedení) položeného v základovém pasu objektu. Základový zemnič tvoří uzavřenou smyčku. Zemnič může být také doplněn na mřížový. U základového zemniče nesmí být střední poloměr r_e plochy, která je uzavřena základovým zemničem, menší než hodnota l_1 kde l_1 je zobrazena na obrázku 3 v ČSN EN 62305-3, ed. 2, dle LPS třídy I, II, III a IV. Je-li požadovaná hodnota l_1 větší než odpovídající hodnota r_e , musí být dodatečně instalován vodorovný nebo svislý zemnič a tyto zemniče by měly být spojeny s obvodovým zemničem v místě připojení svodů. Všeobecně je doporučen nízký zemní odpor uzemňovací soustavy; je-li to možné, má být nižší jak 10 Ω . Z vytvořeného zemniče budou vyvedeny samostatné vývody pro každý svod LPS, a samostatný vývod pro přípojnicí +MET.

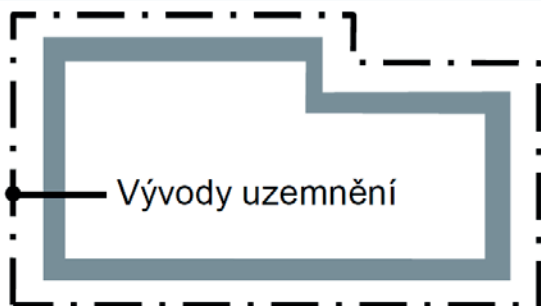
Obvodový zemnič je navržen jako zemnič typu B ve smyslu ČSN EN 62305-3, ed. 2, čl. 5.4.2.2, a je proveden jako obvodový zemnič okolo chráněného objektu. Zemnič bude uložen minimálně 80 % své celkové délky v zemině. Dle ČSN EN 62305-3, ed. 2, čl. 5.4.1 je všeobecně doporučen nízký zemní odpor uzemňovací soustavy; je-li to možné, má být nižší jak 10 Ω . Dle ČSN EN 62305-3, ed. 2, čl. 5.4.3 by měl být obvodový zemnič typu B přednostně uložen v hloubce minimálně 0,5 m v zemi a ve vzdálenosti asi 1 m od vnějších zdí objektu. Hloubka uložení zemniče musí být zvolena tak, aby byly minimalizovány vlivy koroze, vysušování a zamrzání půdy, a aby zemní odpor zemniče zůstal stálý. Bude instalován samostatný zemnič uložený v zemi okolo řešeného objektu. Z hlediska životnosti zemniče uloženého v půdě je doporučeno používat výrobky z nerezové oceli V4A. Z vytvořeného zemniče budou vyvedeny samostatné vývody pro každý svod LPS a samostatný vývod pro přípojnicí +MET.

* Zemniče musí být uloženy tak, aby bylo možno provést revizi během montáže.

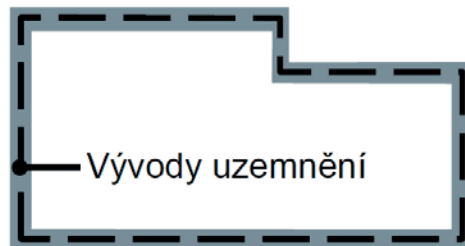
* Pro skalnaté podloží se doporučuje uspořádání zemniče typu B.

* Pro stavby s větším množstvím elektronických systémů nebo s vysokým nebezpečím požáru se upřednostňuje zemnič typu B.

Okružní zemnič (min. 80% v zemi)



Základový zemnič



Příklad provedení uzemnění typu B

Ochrana před korozí u zemnění

- podle ČSN 33 2000-5-54, ed. 3, čl. NA.7.1 a NA.7.3 se všechny spoje zemničů a podzemní spoje uzemňovacích přívodů musí chránit proti korozi pasivní ochranou (např. asfaltovou zálivkou, licí pryskyřicí, antikorozi páskou apod.) v délce nejméně 30 cm v půdě a 30 cm nad povrchem.

3.8. Popis použitých materiálů a jejich dimenzování

Všechny materiály použité pro jímací vedení a uzemňovací soustavu musí být testovány jako hromosvodní součásti dle ČSN EN 62561-1 až 7, ed. 2. Materiál, tvary a minimální průřezy ploch jímací soustavy, jímacích tyčí a svodů je uveden v tabulce č. 6 normy ČSN EN 62305-3, ed. 2.

Materiál, tvary a minimální rozměry zemničů jsou specifikovány v tabulce č. 7 normy ČSN EN 62305-3, ed. 2.

Napojení různých kovových dílů nebo konstrukcí střechy k jímací soustavě, použití náhodných svodů: Všechna zařízení na střeše budou pospojována v rámci vnitřní elektroinstalace.

3.9. Ekvipotenciální pospojování

Ekvipotenciální pospojování pro vnější kovové části musí být provedeno co nejbližší vstupu do stavby.

Totéž platí pro elektrická a telekomunikační vedení. Všechny vodiče každého vedení by měly být pospojovány přímo nebo přes SPD. Typ SPD musí souhlasit s oceněním rizika – viz příloha PD.

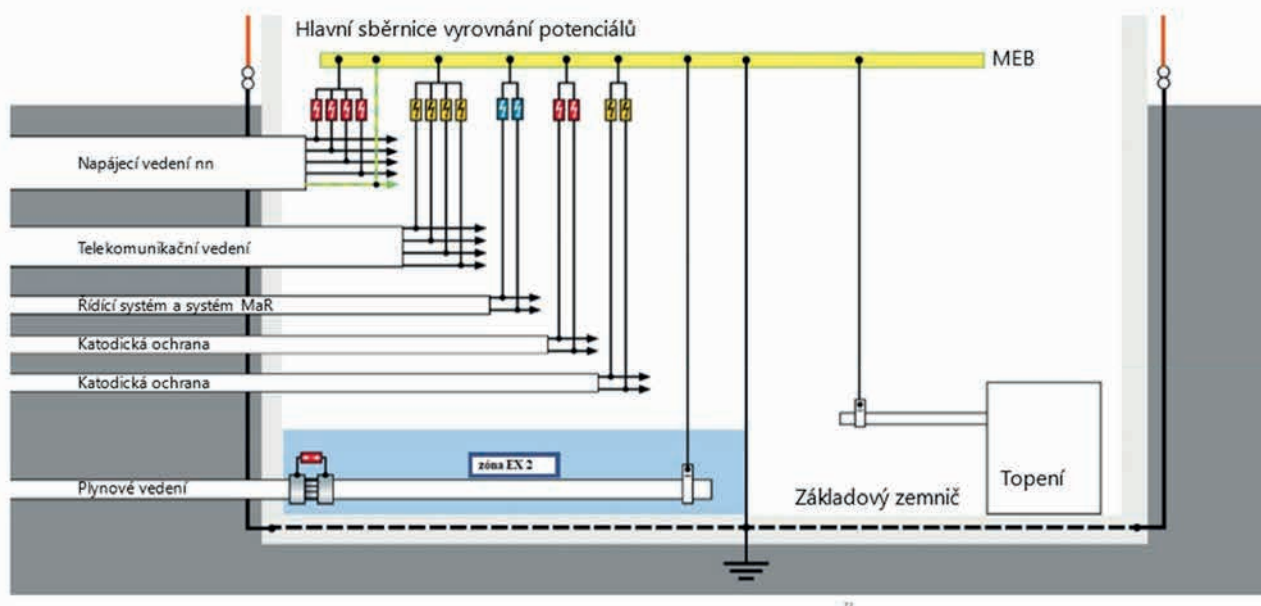
- Živé vodiče musí být pospojovány přes SPD typu viz *analýzy rizik* pouze k hlavní ekvipotenciální přípojnici.
- Vodiče PE nebo PEN v sítích TN musí být pospojovány přímo nebo přes SPD k přípojnici pospojování.
- Jsou-li vedení stíněná nebo uložena v kovových kanálech, pak musí být stínění a kanály pospojovány.
- Ekvipotenciální pospojování stínění kabelů nebo kanálů musí být provedeno co nejbližší vstupu do stavby. Vodiče pospojování a SPD musí mít takové parametry, jak je uvedeno v 6.2.3 normy ČSN EN 62305-3.

Zásuvky pro PC budou chráněny přepětovou ochranou třídy 3 (dříve D). Rozvody STA a slaboproudu budou chráněny příslušnou přepětovou ochranou.

Stávající přípojky budou doplněny o svodiče bleskových proudů – viz analýza rizik.

U přípojky slaboproudů osadí svodiče správce slaboproudých rozvodů dle skutečného počtu vstupujících kabelů do objektu a typu přenosového signálu.

Vyrovnání potenciálů bleskových proudů pro všechny vnější inženýrské sítě



3.10. 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 k Ω .

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 tato opatření:

- izolace odkrytého svodu například zasítovaným 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:

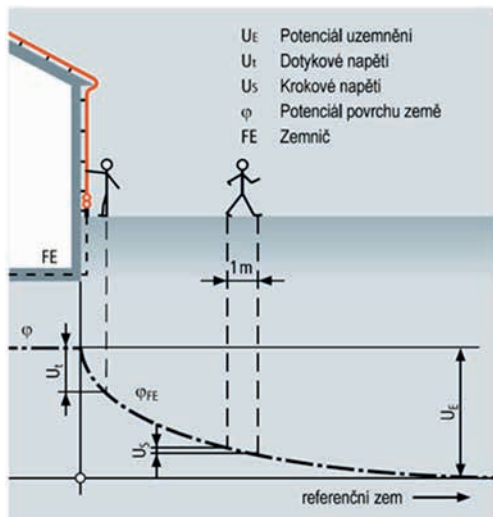
- pravděpodobnost přiblížení nebo výskytu osob v okruhu do 3 m od svodů je velmi malá,
- rezistivita vrchního podloží půdy v okruhu do 3 m od svodu není menší než 5 k Ω .

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

- ekvipotenciální vyrovnání mřížovou uzemňovací soustavou,
- fyzickou zábranou a/nebo výstražnou tabulkou.

Ochrana před dotykovým napětím

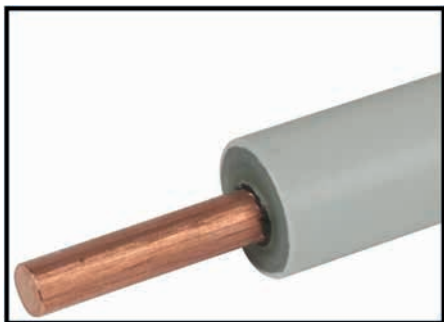
Dotykové napětí je definováno jako napětí, které působí na člověka mezi jeho stanovištěm na povrchu země (odstup cca 1 m od svodu) a svodem, kterého by se mohl dotknout. Elektrický proud přitom přes ruku prochází do těla a dále pak do nohou (obr. 1). Nebezpečný prostor pro osoby zdržující se vně budovy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



Ilustrace problému krokového a dotykového napětí

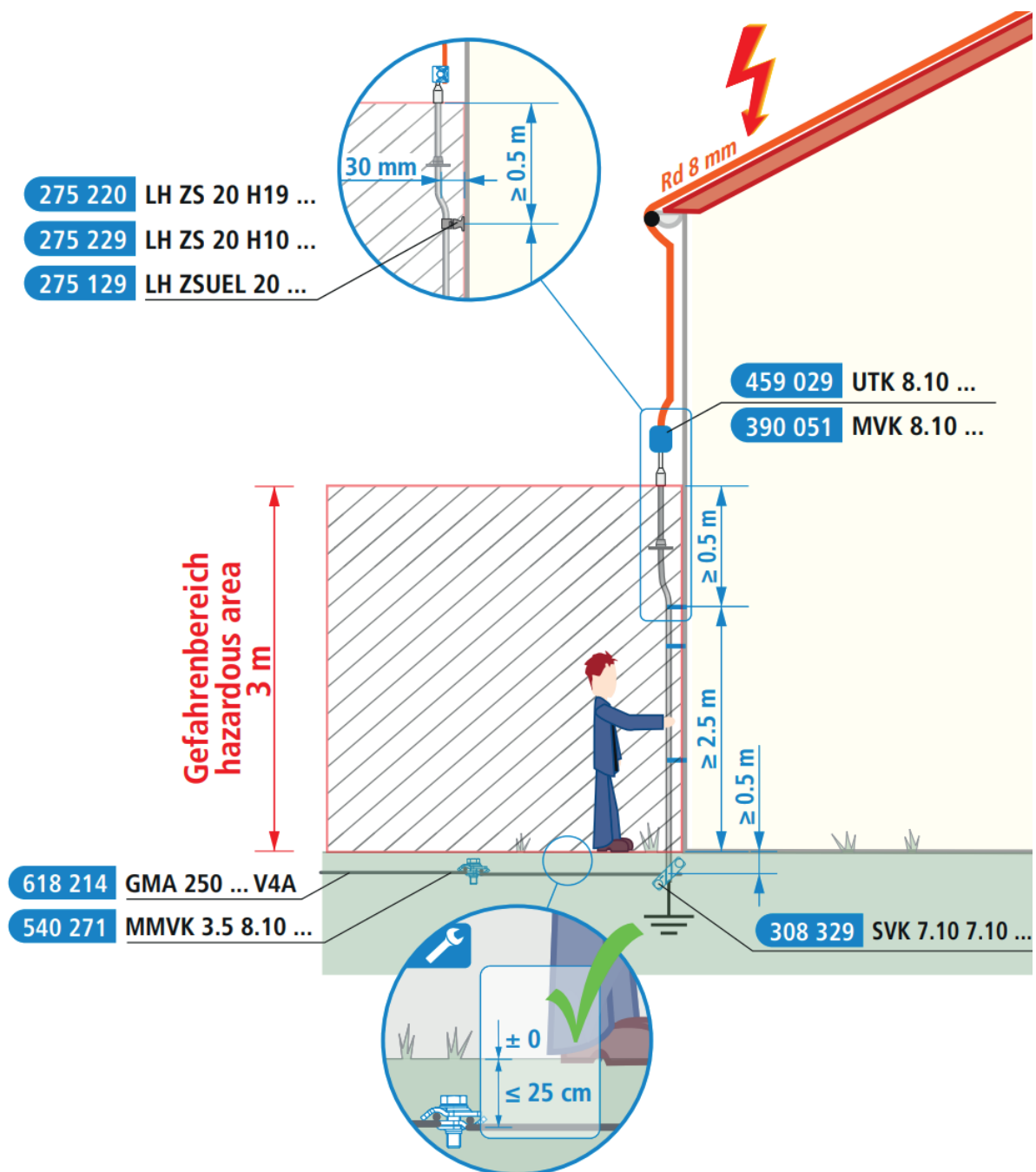
Norma definuje jako opatření účinné proti úrazům osob dotykovým napětím takový volně vedený svod, který je opláštěn izolací, jež odolá rázovému napětí 100 kV (vlna 1,2/50 μs) a zamezí plazivému povrchovému výboji i při dešti.

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



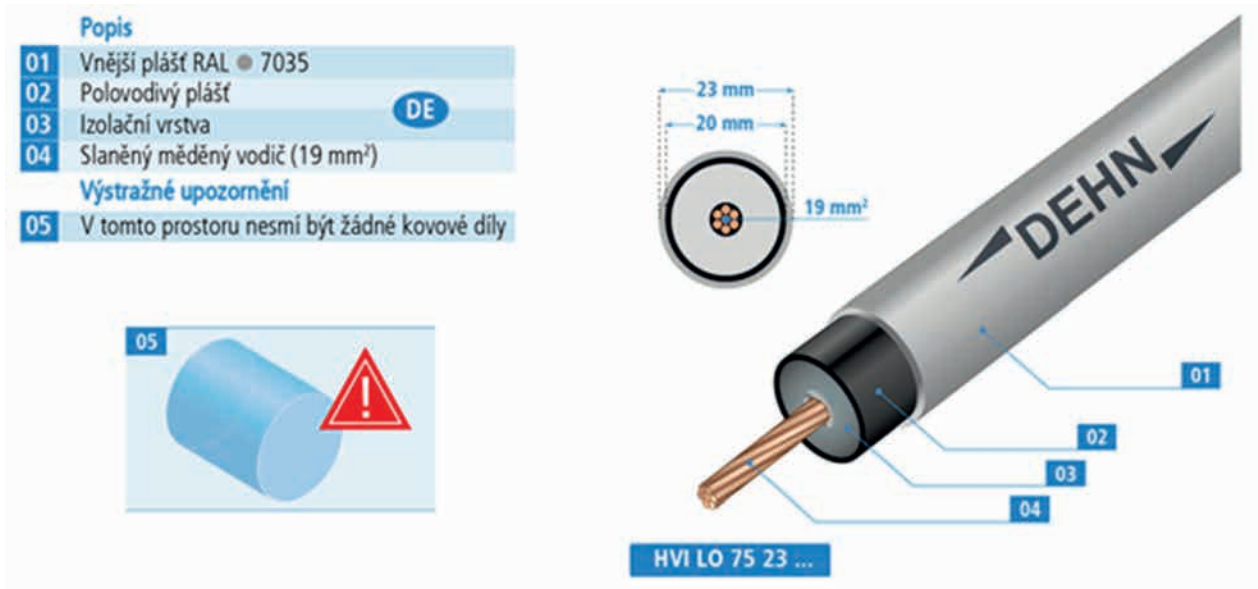
Detail provedení vodiče CUI

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.



Detail provedení instalace podle montážního návodu

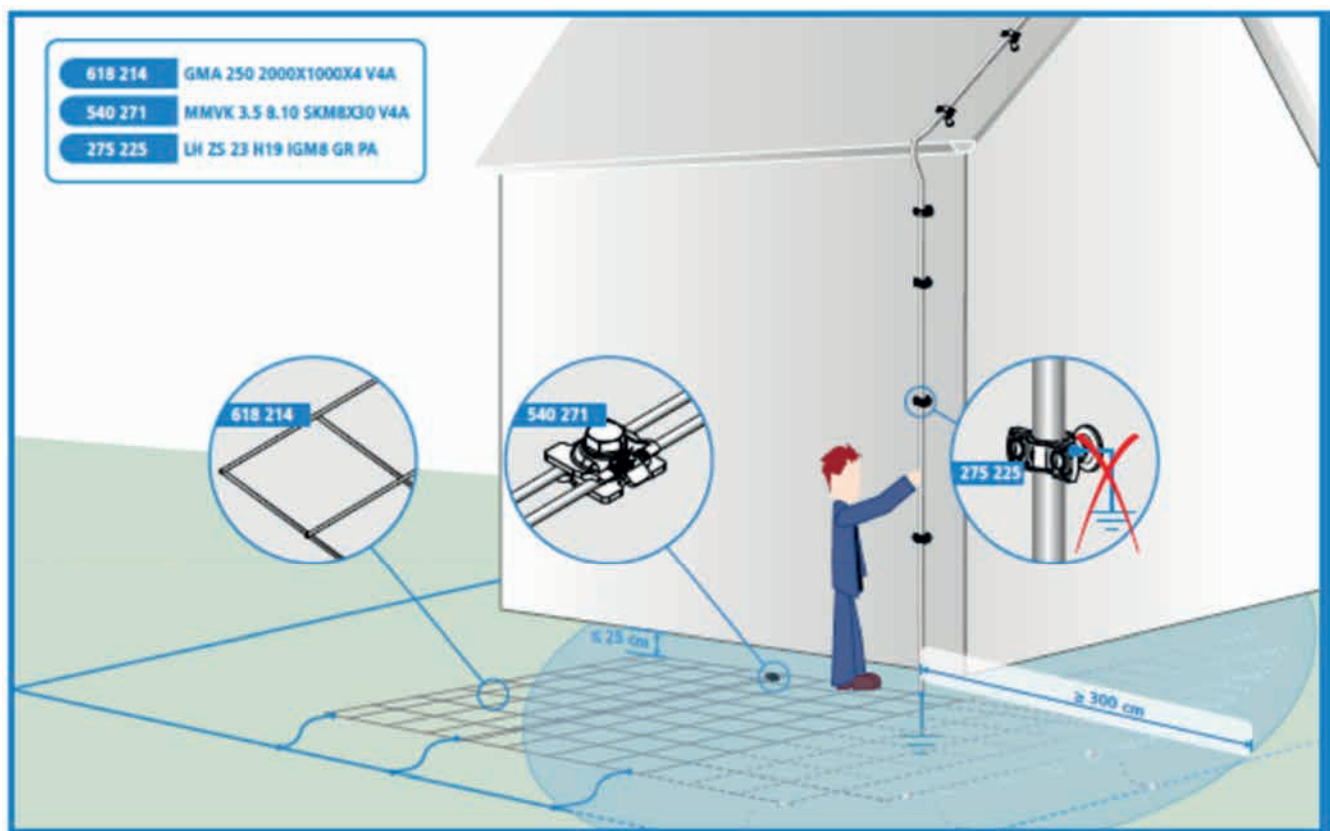
Vodič HVI long šedý je vysokonapětově odolný izolovaný vodič určený pro dodržení dostatečné vzdálenosti vůči elektrickým a vodivým částem podle ČSN EN 62305-3, ed. 2 (VDE 0185-305-3). Je dimenzován na přerušované impulzní napětí blesku min. 100 kV (1,2/50 μ s). Ochranu proti mechanickým vlivům a také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



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.

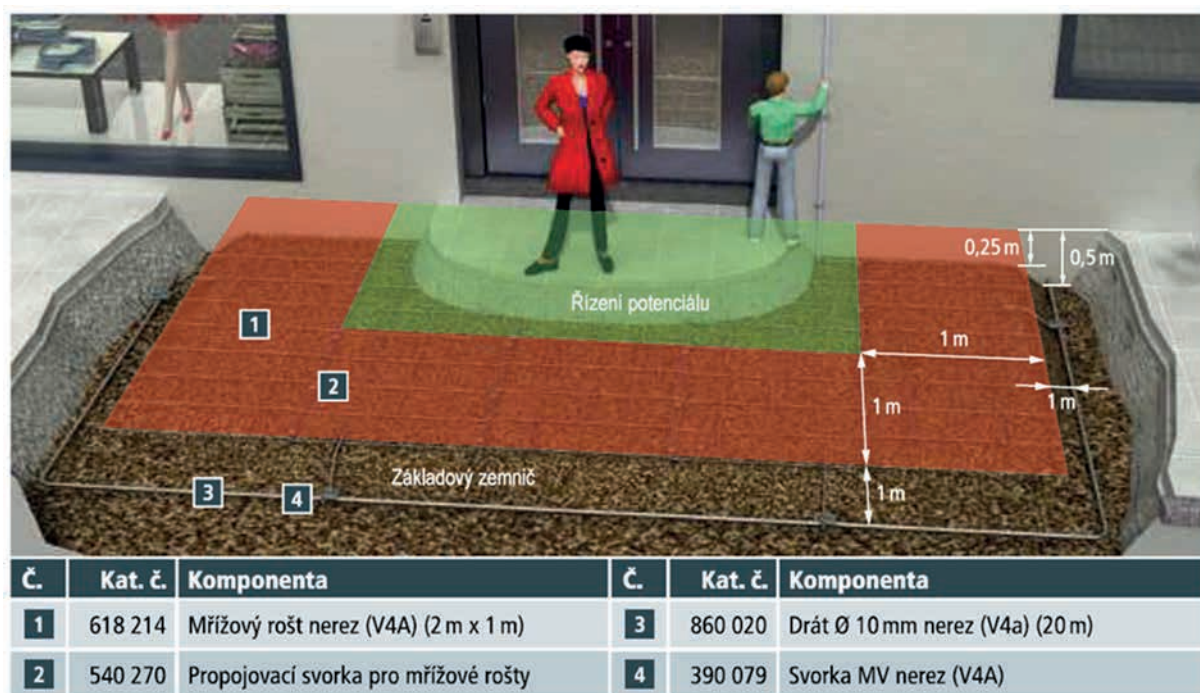
Pro dostatečnou ochranu musí být zajištěna i ochrana proti krokovému napětí v místě, kde HVI vodič vstupuje do země. Doporučuje se položit mřížové rošty a obvodové zemní vedení v oblasti alespoň 3 m radiálně kolem bodu vstupu. Mřížové rošty se ukládají maximálně 25 cm pod úroveň terénu.



Vodič HVI long šedý zajišťující ochranu před dotykovým napětím

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.



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.

3.11. Práce na hromosvodu

Po rekonstrukci úprav hromosvodu musí být dodrženy kontroly, resp. revize hromosvodu dle tabulky č. 2 normy ČSN EN 62305-3, ed. 2. Nesmí se stát, že by projektant našel při místním šetření několik svodů bez zkušebních svorek, popř. chybějící části svodu. Při výpočtu dostatečné vzdálenosti se počítá s rozdělením bleskového proudu do několika cest dle daných fyzikálních zákonů (Ohmův zákon atd.), proto je nutné udržovat hromosvod v bezvadném stavu pro jeho správnou funkci.

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.

3.12. Parametry součástí vnější ochrany před bleskem

Hlavní parametry vysokonapěťových vodičů (s = 0,6 m):

Zkušební impulzní proud:	150 kA (vlny 10/350);
Rázové impulzní napětí:	602 kV;
Délka svodu:	11,25 m;
Max. dovolené oteplení pro LPS III/IV:	39 K;
Stabilní a odolný pro:	UV;
Minimální délka vodiče:	6 m.

Hlavní parametry vysokonapěťových vodičů (s = 0,75 m):

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

Hlavní parametry vysokonapěťových vodičů (s = 0,9 m):

Zkušební impulzní proud:	200 kA (vlny 10/350);
Rázové impulzní napětí:	900 kV;
Délka svodu:	11,25 m;
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 5, 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 skříň a provedení zemničů

Část 6: Požadavky na čítače úderů blesků (LSC)

Část 7: Požadavky na směsi zlepšující uzemnění

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 součástí, které jsou určeny pro hromosvody, musí splňovat mechanické a elektrické požadavky obsažené v souboru norem ČSN EN 62561-1 až 7, ed. 2.

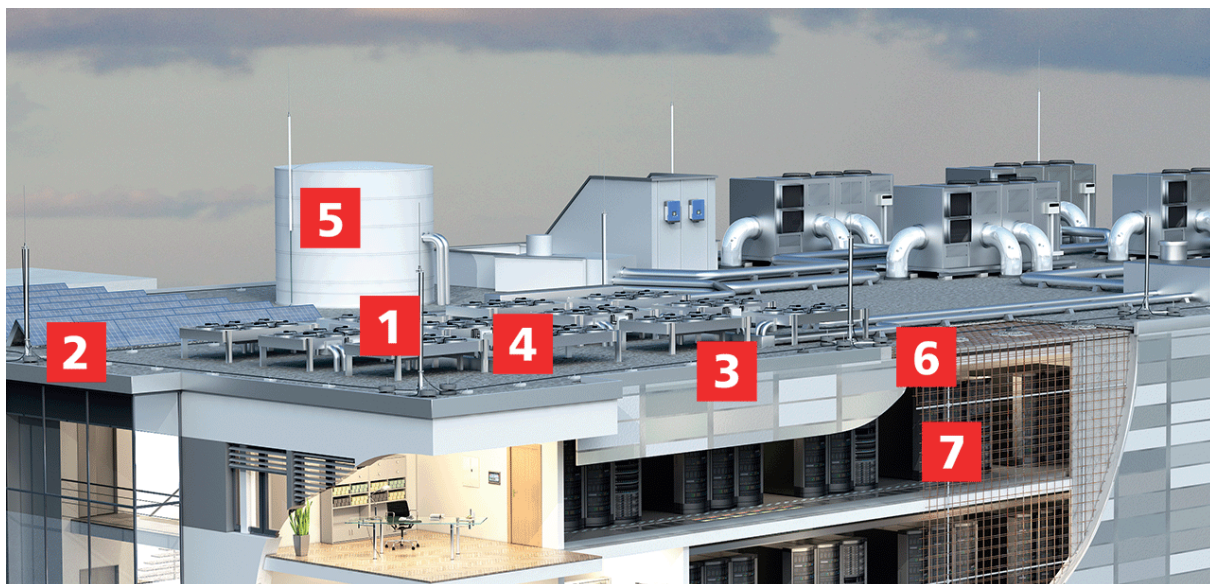
Parametry materiálů zemničů pro elektrická zařízení zvn, vvn, vn a nn









- nerezová ocel – číslo materiálu 1.4571/1.4404

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

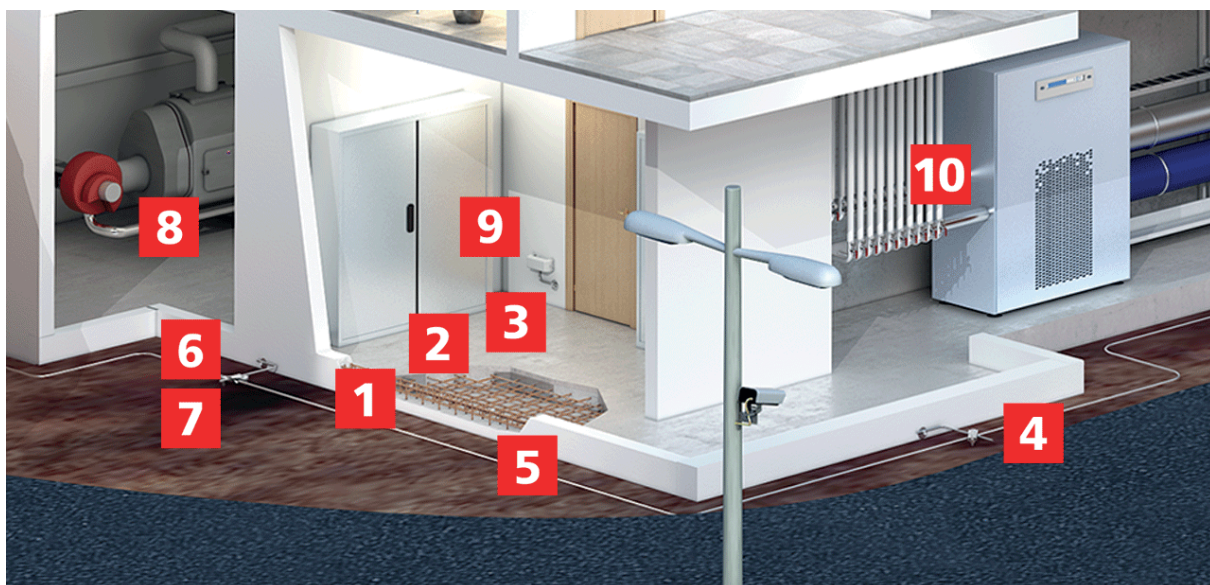
3.13. Vnější ochrana před bleskem a přepětím – doporučené produkty

3.13.1. Jímací soustava a systém svody



Jímací soustava a systém svodů			Obj. č.
1		Podpurná trubka GFK/AL s jímačem Pro vodiče HVI.	105 325
2		Stojany pro podpurné trubky Stojany pro upevnění podpurných trubek HVI, pro HVI vodiče uložené uvnitř/vně podpurné trubky.	107 390
3		Betonový podstaves Hmotnost 17 kg, stohovatelný, pro výstavbu stojanů k podpurným tyčím	102 010
3		Vodič HVI long šedý Vodič s vysokonapěťovou izolací pro dodržení dostatečné vzdálenosti mezi vedením hromosvodu a ostatními vodivými součástmi podle ČSN EN 62305.	819 136
4		Podpěra vodiče HVI pro ploché střechy Hmotnost 1 kg, ro upevnění drátů, pásků a při použití adaptéru i pro vodiče HVI. Adaptér pro vodič HVI	253 015 253 026
5		Držák vedení pro vodič HVI Pro montáž na stěnu, plastový.	275 220
6		Zkušební svorka UNI Nerezová, pro spojení svodu s vývodem z uzemnění.	459 129
7		Propojovací svorka pro mřížové rošty Propojovací svorka pro spojení mřížových roštů, resp. jejich napojení na uzemňovací soustavu.	540 270

3.13.2 Zemní soustava



Zemní soustava		Obj. č.
1	 Pásek FeZn - š. 30 / tl. 3,5 Dle ČSN EN 62561-2, pro použití v uzemňovacích soustavách.	810 335
2	 Svorka pro "T", křížová a paralelní spojení Svorky slouží k propojení výztužných mříží nebo výztužných prutů s kruhovými nebo plochými vodiči.	308 026
3	 Svorky SV pro spoje v zemi Šikmé svorky (Schräg-Verbinder-Klemmen) pro křížové a "T" spoje.	308 062
4	 Vodotěsná průchodka do bílé vany Provedení pro vestavu do bednění, s vodotěsnou přepážkou a dvojitým závitem M10/M12 pro připojení např. na ekvipotenciální přípojnicí	478 540
4	 Připojovací svorky se svorníkem Pro připojení drátů a pásek k uzemňovacím bodům se závitem M10/12 a závitem M16.	478 011 478 027
5	 Dráty z korozivzdorné oceli Dle ČSN EN 62561-2, pro použití v ochraně před bleskem a uzemněním.	860 010
6	 Křížová svorka s mezidestičkou, pro drát a pásek Křížové svorky, pro spoje nad zemí a v zemi, křížové a "T" spojení vodičů.	319 209
7	 Protikorozní páska Pro obalení nadzemních a podzemních spojů. V rolích délky 10 m, odolnost proti UV záření.	556 125 556 130
8	 Uzemňovací svorky/objímky na potrubí Svorky/páskové objímky slouží pro připojení potrubí podle a k uzemnění nebo systému vyrovnání potenciálů pomocí plynule nastavitelného pásku.	540 910
9	 Ekvipotenciální přípojnice MS Pro vyrovnání potenciálů, krytka z umělé hmoty, šedá.	563 050
10	 Uzemňovací svorky/objímky pro připojení potrubí K uzemnění nebo systému vyrovnání potenciálů při působení blesku podle ČSN EN 62305-3.	407 012

3.14. Nejčastější chyby při projektování a montáži

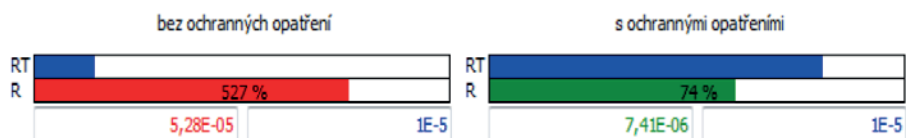
Chybně vypracovaná analýza rizik – chybně zadané hodnoty

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

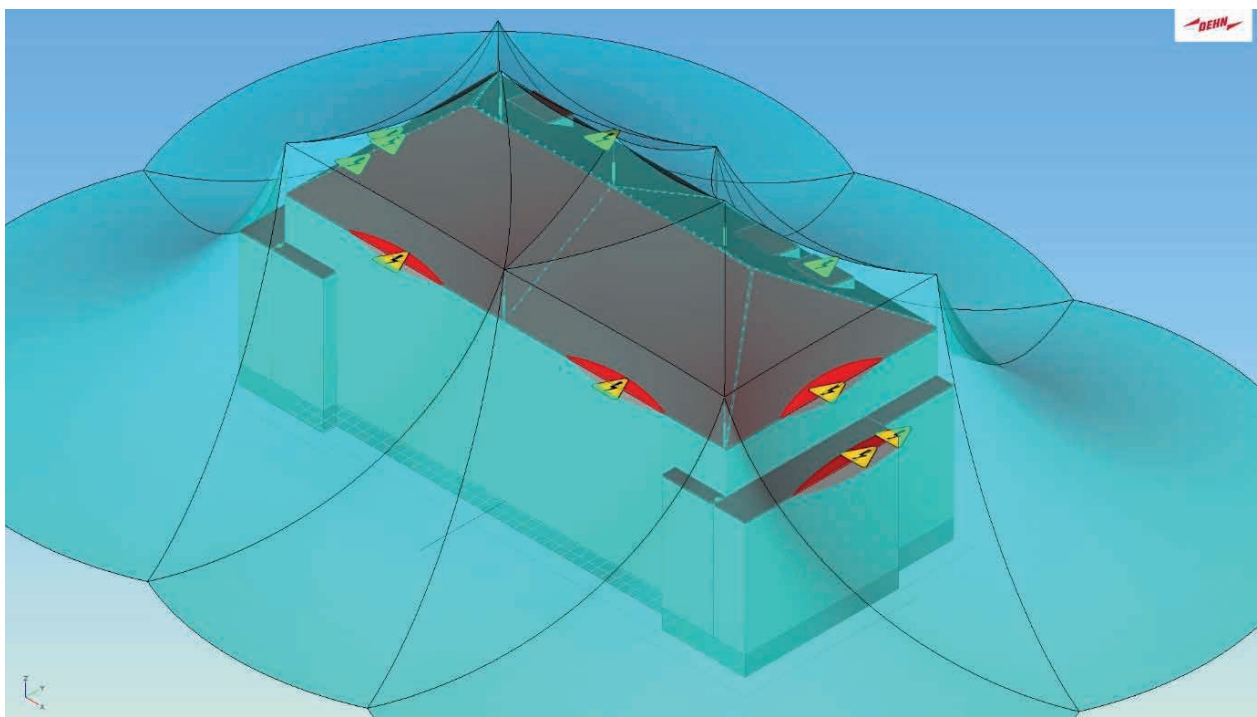
Vypočtené riziko R1 (chráněné): 7,41E-06



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

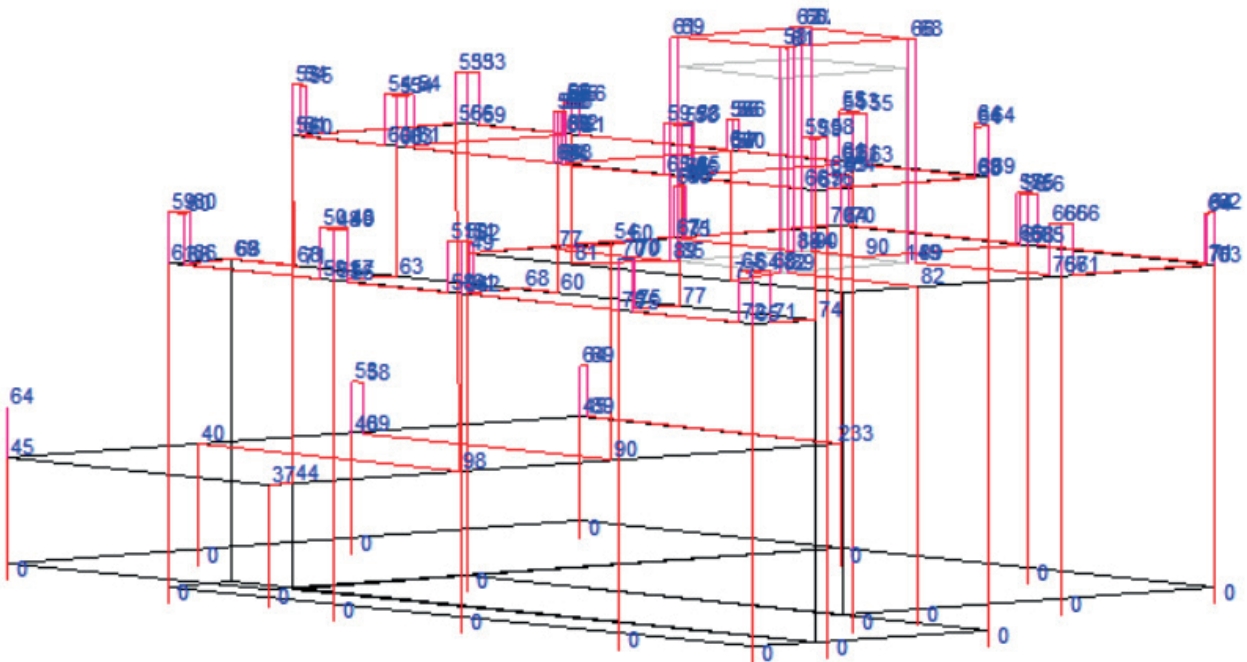
Ukázka části výstupu z analýzy rizik

Objekt není 100% v ochranném prostoru jímací soustavy



Ukázka neúplně chráněného objektu

Nedodržení dostatečné vzdálenosti „s“



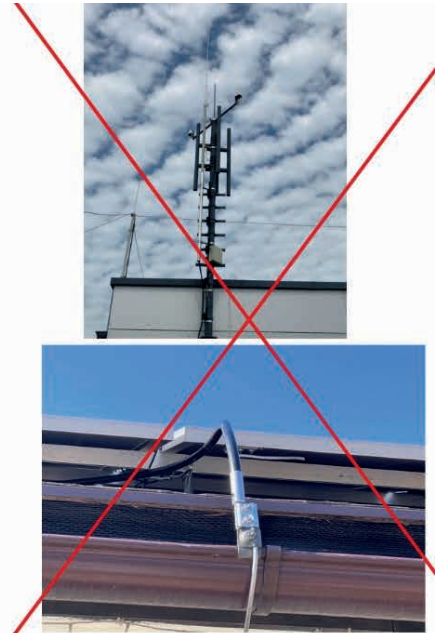
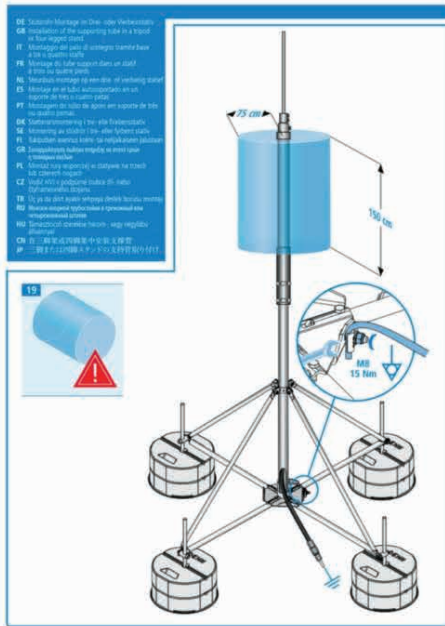
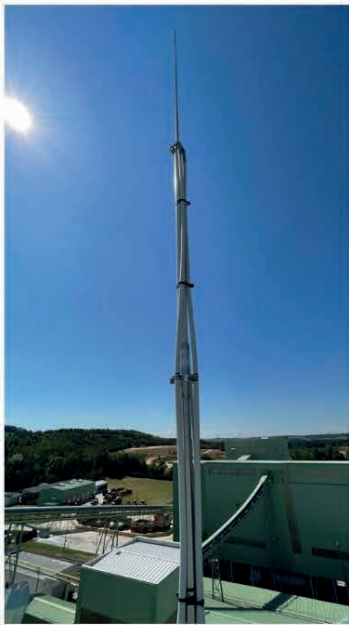
Ukázka vhodného výpočtu dostatečné vzdálenosti

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



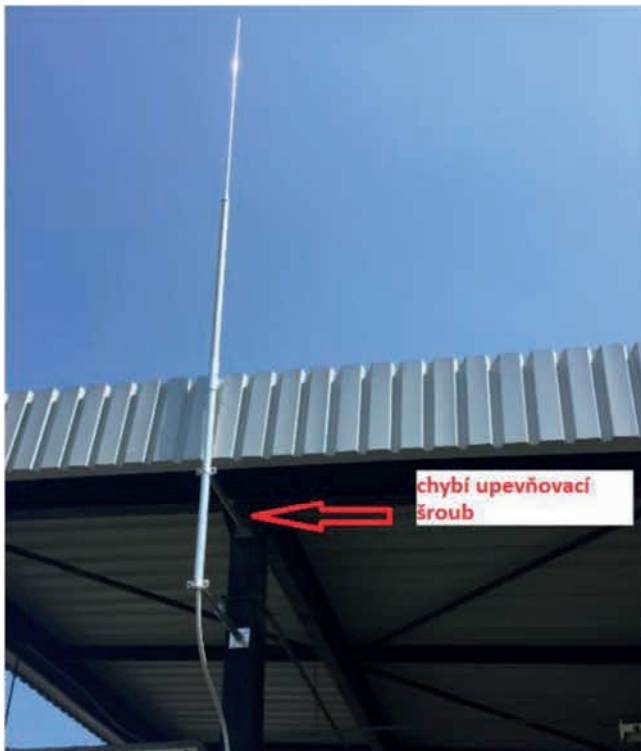
Ukázka poškození vodiče během instalace

Nevhodné kotvení vodiče



Ukázka nevhodného kotvení vodiče ke stavbě

Chybné kotvení podpůrné trubky



Ukázka chybějícího šroubu – snížená stabilita

3.15. 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, že:

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.

Dle přílohy č. 4 k nařízení vlády č. 190/2022 Sb.:

Na všech zařízeních LPS je nutno provést nejméně jednou ročně vizuální kontrolu, kterou se ověří, že LPS není viditelně poškozen.

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 vysokonapěťového izolovaného vodiče na jímací soustavu,
- zajištění dostatečné délky vodiče s respektováním oblasti koncovky vysokonapěťového izolovaného vodiče,
- vysokonapěťové izolované vodiče 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 vysokonapěťových izolovaných vodičů,
- zajištění dostatečné délky vysokonapěťového izolovaného vodiče s respektováním oblasti koncovky a její připojení na vnitřní vodič PE nebo samostatný vodič PE ze zkušební svorky,
- tepelné a mechanické poškození polovodivé vrstvy vysokonapěťového izolovaného vodiče,
- uložení vodiče s ohledem na jeho okolí.

4. 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. V datacentrech 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. V datacentrech nesmíme dále zapomenout na ochranu proti bleskovým proudům a proti přepětí v různých technických prostorech, jako jsou serverovny, MaR, vytápění, požární signalizace, evakuační rozhlas, bezpečnostní zařízení, kamerový systém a další technologie, bez kterých se v objektu datacentra neobejdeme.

Výstupní data z analýzy rizik dle ČSN EN 62305-2, ed. 2, pro vnitřní ochranu

pEB:	pospojování proti blesku	2.000E-03
	pospojování lepší než LPL I (x 2,0)	

Veškerá silová a datová vedení v zónách LPZ: koordinovaná ochrana SPD lepší než LPL 1 (x 2,0)

Základní části vnitřní ochrany:

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

4.1. Uzemnění

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

4.2. 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.

4.3. 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.

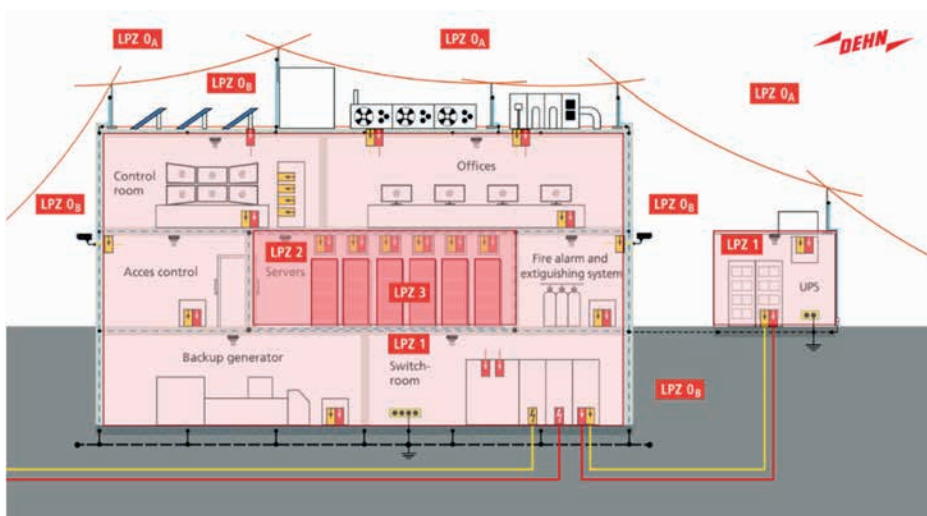
4.4. Koordinovaný systém SPD

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.

Vyrovnaní potenciálů se dosáhne vzájemným propojením LPS:

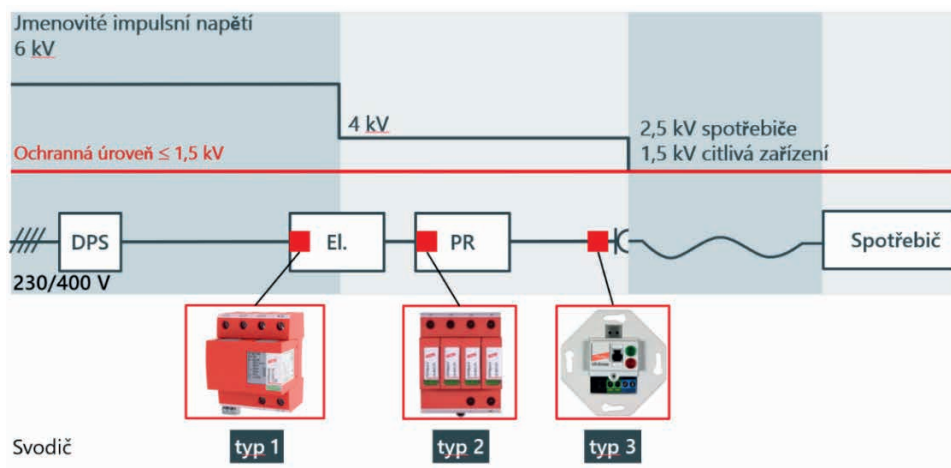
- svodiče přepětí SPD T2 pro napájecí síť (podle ČSN EN 61643-11, ed. 2);
- svodiče přepětí SPD T3 pro napájecí síť (podle ČSN EN 61643-11, ed. 2);
- svodiče přepětí SPD T1/P1 pro informačně-technické sítě (podle ČSN EN 61643-21).



Zóny ochrany před bleskem LPZ včetně koordinovaného systému SPD

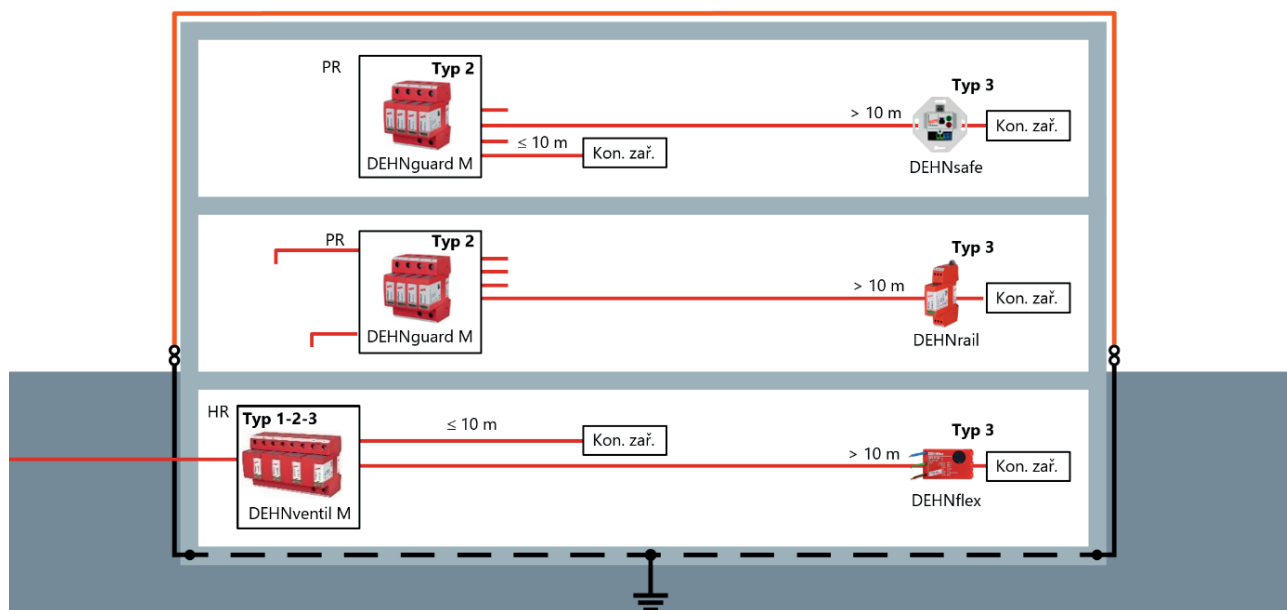
Koordinovaný systém SPD

- kaskádově 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.

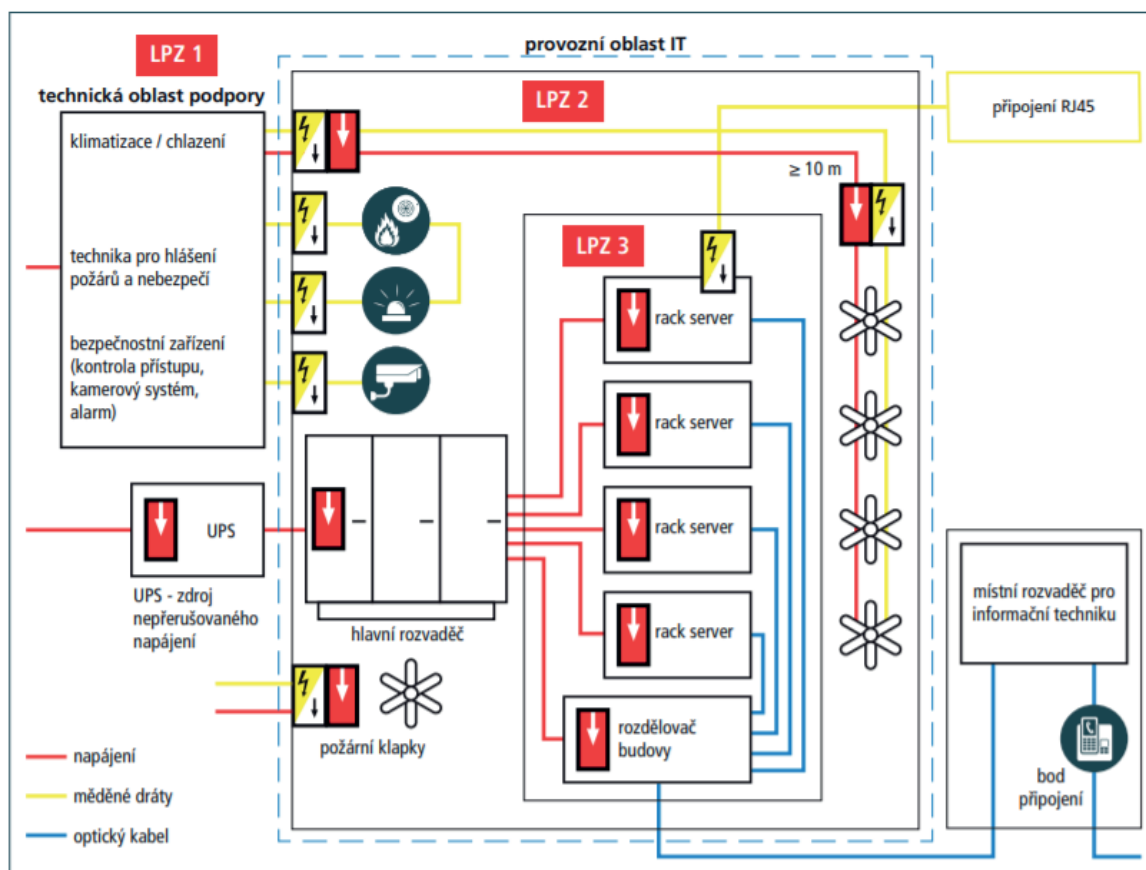


Koordinace přepětových ochran SPD typu 1, 2 a 3 dle ČSN EN 62305-4, ed. 2

4.5. Technická řešení vnitřní ochrany SPD pro silová a datová vedení



Technické řešení vnitřní ochrany SPD pro silovou část



















Technické řešení vnitřní ochrany SPD pro technické prostory a serverovny

4.6. Vnitřní ochrana před bleskem a přepětím – doporučené produkty



1	Rozvodna - rozvaděče NN	obj. č.	typ	použití
	DEHNbloc M1 - typ T1 Jednopolový, modulární, koordinovaný svodič bleskových proudů se schopností svádět vysoké proudy.	961 120	DB M 1 255	napájecí vedení 230/400 V
		961 125	DB M 1 255 FM	
	DEHNvenCI - typ T1+T2 Jednopolový kombinovaný svodič s integrovanou pojistkou.	961 200	DVCI 1 255	napájecí vedení 230/400 V
		961 205	DVCI 1 255 FM	
	DEHNgard ACI – typ T2 Modulární svodič přepětí s integrovanou technologií ACI.	952 330	DG M TNC ACI 275 FM	napájecí vedení 230/400 V
		952 440	DG M TNS ACI 275 FM	
	BLITZDUCTORconnect Kompaktní svodič bleskových proudů, šířka 6 mm, ochrana 2 samostatných vodičů. * výběr SPD je podřízen použitému rozhraní / signálu	927 224	BCO ML2 BE 24 *	MaR, BUS IT systémy
		927 925	BCO CL2 BE 48 *	
2	Záložní zdroj / UPS	obj. č.	typ	použití
	DEHNgard ACI – typ T2 Modulární svodič přepětí s integrovanou technologií ACI.	952 330	DG M TNC ACI 275 FM	napájecí vedení 230/400 V
		952 440	DG M TNS ACI 275 FM	
	BLITZDUCTORconnect Kompaktní svodič bleskových proudů, šířka 6 mm, ochrana 2 samostatných vodičů. * výběr SPD je podřízen použitému rozhraní / signálu	927 224 *	BCO ML2 BE 24 *	MaR, BUS IT systémy
		927 925 *	BCO CL2 BE 48 *	
3	Diesel generátor, nouzové napájení	obj. č.	typ	použití
	DEHNgard ACI – typ T2 Modulární svodič přepětí s integrovanou technologií ACI.	952 330	DG M TNC ACI 275 FM	napájecí vedení 230/400 V
		952 440	DG M TNS ACI 275 FM	
	DEHNpatch Univerzální svodič přepětí pro datové sítě a Ethernet.	929 121	DPA M CLE RJ45B 48	sítě Ethernet

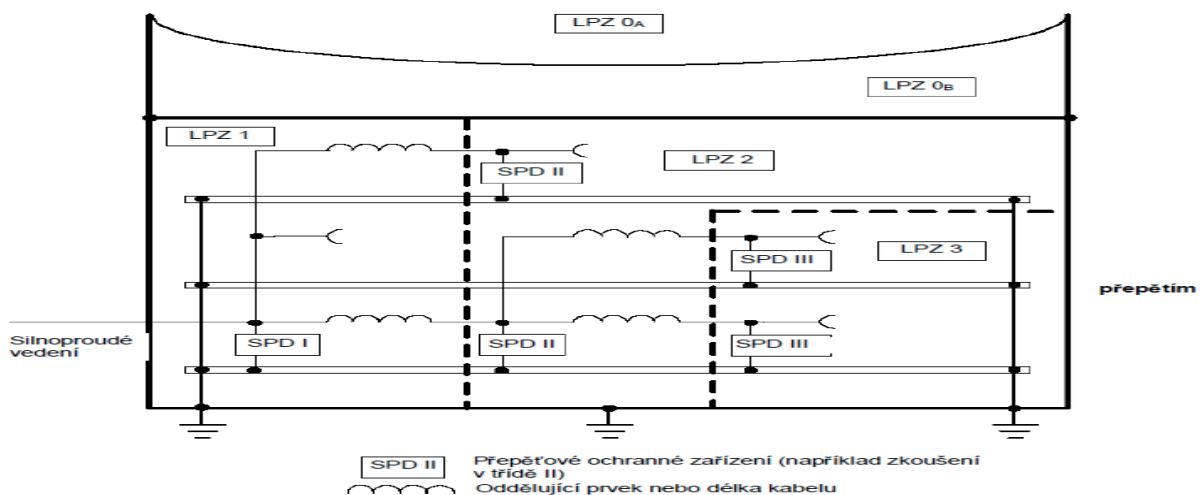
4, 5	Serverovna, podružné rozvaděče	obj. č.	typ	použití
	DEHNgard – typ T2 Kombinovaný svodič s výkonným zinkoxidovým varistorem, v kombinaci s dvojitým kontrolním a monitorovacím zařízením Thermo-Dynamic-Control.	952 305 952 405 952 315	DG M TNC 275 FM DG M TNS 275 FM DG M TT 275 FM	napájecí vedení 230/400 V
	BUSector Svodič přepětí v provedení jako KNX Bus-svorka, přizpůsobená KNX/EIB systémům.	925 001	BT 24	sběrnice KNX/EIB
	DEHNcord – typ T2 Třífázový, kompaktní svodič přepětí pro TT- a TN-S systémy.	900 439	DCOR 3P TT 275 FM	napájecí vedení 230/400 V
	BLITZDUCTORconnect Kompaktní svodič bleskových proudů, šířka 6 mm, ochrana 2 samostatných vodičů. * výběr SPD je podřízen použitému rozhraní / signálu	927 227 * 927 945 *	BCO ML2 BE 180 * BCO CL2 BD 48 *	MaR, BUS IT systémy
6, 7	Klimatizační a fotovoltaické systémy	obj. č.	typ	použití
	DEHNgard ACI – typ T2 Modulární svodič přepětí s integrovanou technologií ACI.	952 330 952 440	DG M TNC ACI 275 FM DG M TNS ACI 275 FM	napájecí vedení 230/400 V
	BLITZDUCTORconnect Kompaktní svodič bleskových proudů, šířka 6 mm, ochrana 2 samostatných vodičů. * výběr SPD je podřízen použitému rozhraní / signálu	927 227 * 927 945 *	BCO ML2 BE 180 * BCO CL2 BD 48 *	MaR, BUS IT systémy
	DEHNcube Kompletně zapojený svodič přepětí určený pro ochranu fotovoltaických aplikací, s krytím IP 65.	900 913 900 921 900 923	DCU 2 YPV 1100 1M 2S DCU 2 YPV 1100 2M 1S DCU 2 YPV 1100 2M 2S	pro FV aplikace do 1100 V DC
8	Kamerový systém	obj. č.	typ	použití
	DEHNpatch outdoor Univerzální svodič přepětí pro aplikace GBit Ethernet, Power Ethernet a podobné aplikace se strukturovanou kabeláží do Třídy E ve vnitřním i venkovním prostředí ve skříni s krytím IP 66.	929 221	DPA CLE IP66	IP kamerový systém
	DEHNvario Kompaktní svodič přepětí 3 v 1 pro ochranu analogových kamerových systémů.	928 440	DVR BNC RS485 230	monitoring
9	Bezpečnostní centrum, kanceláře	obj. č.	typ	použití
	DEHNrail – typ T3 Svodič přepětí pro ochranu ovládání výtahů, ventilátorů, sprinklerů atd.	953 205 953 405	DR M 2P 255 FM DR M 4P 255 FM	napájení řídicích systémů
	DEHNflex Svodič přepětí pro ochranu koncových zařízení před přepětím.	924 396	DFL M 255	umístění do zásuvek 230V
	BLITZDUCTORconnect Kompaktní svodič bleskových proudů, šířka 6 mm, ochrana 2 samostatných vodičů. * výběr SPD je podřízen použitému rozhraní / signálu	927 227 * 927 945 *	BCO ML2 BE 180 * BCO CL2 BD 48 *	MaR, BUS IT systémy
	DEHNpatch Univerzální svodič přepětí pro datové sítě a Ethernet.	929 121	DPA M CLE RJ45B 48	sítě Ethernet
10	EPS - protipožární systém	obj. č.	typ	použití
	DEHNgard ACI – typ T2 Modulární svodič přepětí s integrovanou technologií ACI.	952 330 952 440	DG M TNC ACI 275 FM DG M TNS ACI 275 FM	napájecí vedení 230/400 V
	DEHNrail – typ T3 Svodič přepětí pro ochranu ovládání výtahů, ventilátorů, sprinklerů atd.	953 205 953 405	DR M 2P 255 FM DR M 4P 255 FM	napájení řídicích systémů
	BLITZDUCTORconnect Kompaktní svodič bleskových proudů, šířka 6 mm, ochrana 2 samostatných vodičů. * výběr SPD je podřízen použitému rozhraní / signálu	927 227 * 927 945 *	BCO ML2 BE 180 * BCO CL2 BD 48 *	MaR, BUS IT systémy

4.7. Parametry součástí vnitřní ochrany před bleskem a přepětím

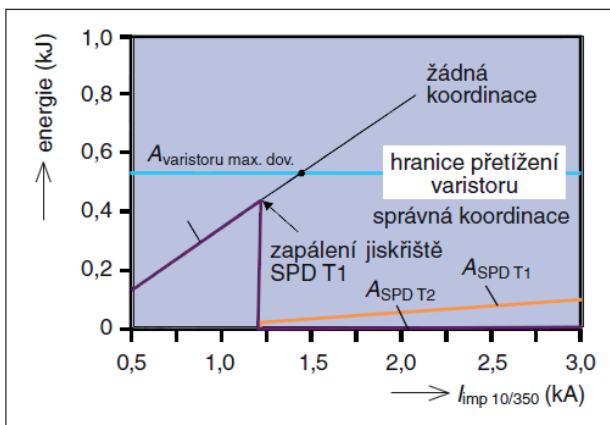
Pospojování proti blesku:

- Dodržet parametry SPD pro danou třídu, např. LPS I – bleskový proud 100 kA (10/350).
- Správně instalovat přepětové ochrany (délka přívodu a odvodu z SPD do 1 m).
- Pro splnění požadavku energetické koordinace podle ČSN EN 62305-4, ed. 2, čl. 7 mezi svodiči je zapotřebí instalovat svodiče jen od jednoho výrobce SPD pro danou síť.
- V podružném rozváděči umístit přepětové ochrany SPD typu 2 a 3 dle odolnosti koncového zařízení.
- Pro obvody: telefonů, datové sítě, CCTV, EZS, EPS, řídicí systém – přepětové ochrany ve třídě LPS I – na vstupu do objektu SPD typ 1 a podružném rozváděči SPD typ 2 až 4.

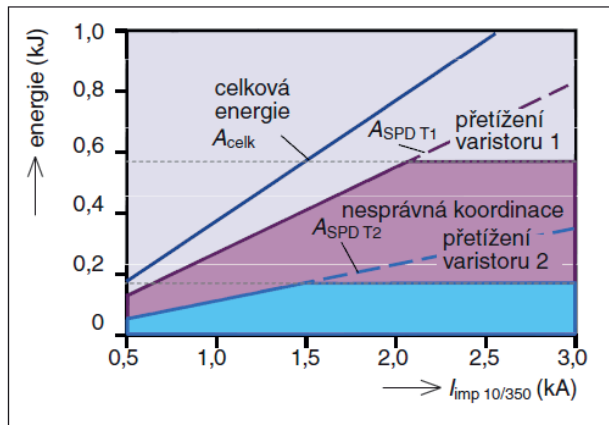
Dodržet principy energetické koordinace mezi svodiči přepětí podle ČSN EN 62305-4, ed. 2, čl. 7.



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).



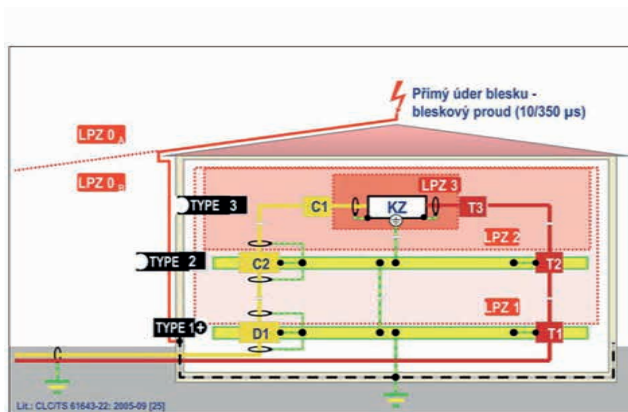
Obr. 3. Průběh napětí na jiskřišti: SPD typu 1 podle CLC/TS 61643-12 [6]



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 ochrany dle koncepce zón ochrany před bleskem LPZ

symbol	třída / $U_{\text{obst.}}$	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		bez deklarovaných vlastností	

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 μ s, 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 se odvíjí od místa jištění, možného zkratového proudu a proudového omezení.

Ifi ... možný následný proud, závislý na použité přepětové ochraně.

Pro ověření schopnosti přepětových ochran 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, stanovena 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 (Uc):</i>	255 V
<i>souhrnný bleskový proud (10/350) (Iimp) pro TNC:</i>	200 kA
<i>jmenovitý impulzní proud (8/20) (In):</i>	200 kA
<i>ochranná úroveň (Up):</i>	≤ 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

nejvyšší trvalé provozní napětí: 275 V AC / 50 Hz

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

min. napětí TOV 440 V

bez nutnosti dodatečného předjištění -

jmenovitý impulzní proud: 20 kA (8/20 μ s)

max. impulzní proud: 40 kA (8/20 μ s)

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 ochranně 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 μ s) [L1+L2+L3+N-PE] (I_{total}): 8 kA

kombinovaný impulz [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 kA_{eff}

ochranná úroveň [L-N]/[L/N-PE] (UP): $\leq 1000/\leq 1500$ V

doba odezvy: ≤ 25 ns

„Parametry je nutné upravit dle zvolené SPD.“

4.8. Nejčastější chyby při projektování a montáži SPD

Nedodržení českých technických norem týkajících se aplikace SPD

ČSN EN 62305, 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 atmosféř. 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 61643-11, ed. 2; Ochrany před přepětím nízkého napětí – Část 11: Ochrany před přepětím zapojené v sítích NN – Požadavky a zkušební metody

ČSN EN 61643-21, 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 připojovacích 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 připojovacích délek vodičů dle ČSN 33 2000-5-534, ed. 2

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

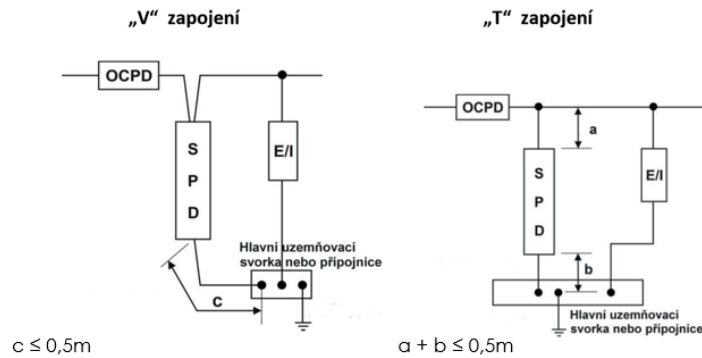
- Volba SPD s nižší napětovou ochrannou hladinou U_p
- Instalace druhé koordinované SPD v blízkosti zařízení, které má být chrněno
- Použití instalaci se zapojení „V“



STAK 25

Nebere se v úvahu:

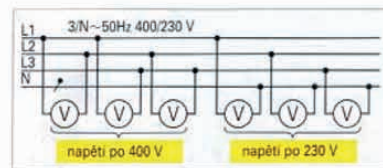
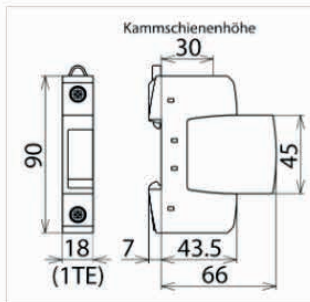
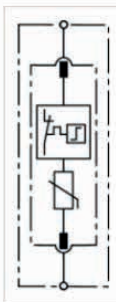
- Od hlavní uzemňovací svorky k mezilehlé uzemňovací svorce
- Od mezilehlé uzemňovací svorky k vodiči PE



Druhy normových zapojení

Nevhodná volba nejvyššího dovoleného napětí U_c

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_c)	350 V	420 V	500 V	585 V	600 V
Jmenovitý impulzní proud (8/20 μs) (I_n)	20 kA	20 kA	20 kA	20 kA	15 kA
Maximální impulzní proud (8/20 μs) (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
1739 / 08.19 / 3005831

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 安裝說明
HU Szerelési Utasítás
JP 設置説明書

I-II IEC 61643-11...
I+2 EN 61643-11...

DSH TNS 255

DSH TT 255

	DSH TNC 255	DSH TNS 255	DSH TT 255
$U_{cl}/Tol. \pm 10\%$	230 V (50/60 Hz)	230 V (50/60 Hz)	230 V (50/60 Hz)
U_n	25 kA $_{eff}$	25 kA $_{eff}$ (I \rightarrow PE)	25 kA $_{eff}$ (I \rightarrow PE)
I_{sc}	25 kA $_{eff}$	25 kA $_{eff}$ (I \rightarrow PE)	25 kA $_{eff}$ (I \rightarrow PE)
Impedance at:	12.5 kA (I \rightarrow PE)	12.5 kA (I \rightarrow PE)	12.5 kA (I \rightarrow PE)
	37.5 kA (L1 + L2 + L3 \rightarrow PE)	50 kA (L1+L2+L3+N \rightarrow PE)	50 kA (L1+L2+L3+N \rightarrow PE)
max. I_{sc}	160 A gG	160 A gG	160 A gG
θ^*	-40°C ... +80°C	-40°C ... +80°C	-40°C ... +80°C
φ	5% ... 95%	5% ... 95%	5% ... 95%
I_{sc}	<< 10 μ A	<< 10 μ A	<< 10 μ A
IP 30	25	25	25
L x W x H	90 mm x 72 mm x 72 mm	90 mm x 72 mm x 72 mm	90 mm x 72 mm x 72 mm

TN-C

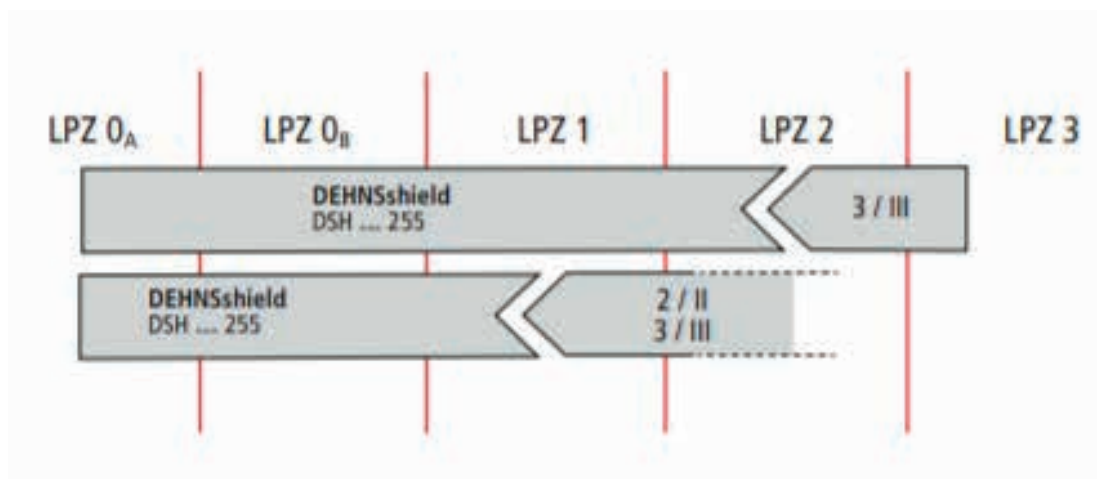
TN-S

TT (3+1)

	F1	F2
DEHNshield DSH TNC 255, DSH TNS 255, DSH TT 255	F1 > 160 A gG F2 \leq 160 A gG	F1 \leq 160 A gG F2 > 160 A gG
	25 35 40 50 63 80 100 125 160 >160	10 10 10 10 10 10 16 16 25 25
	10 10 10 10 10 10 16 16 25 25	16 16 16 16 16 16 16 16 25 25
	16 16 16 16 16 16 16 16 25 25	16 16 16 16 16 16 16 16 25 160

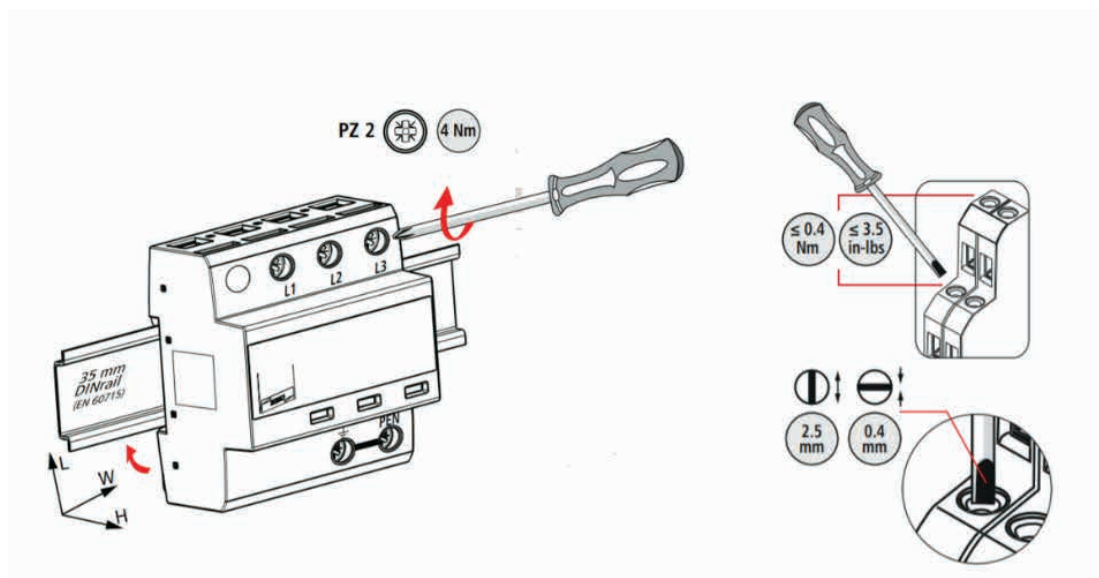
Ukázka montážního návodu svodiče bleskových proudů a přepětí

Nedodržení koordinace SPD



Příklad vhodné koordinace SPD

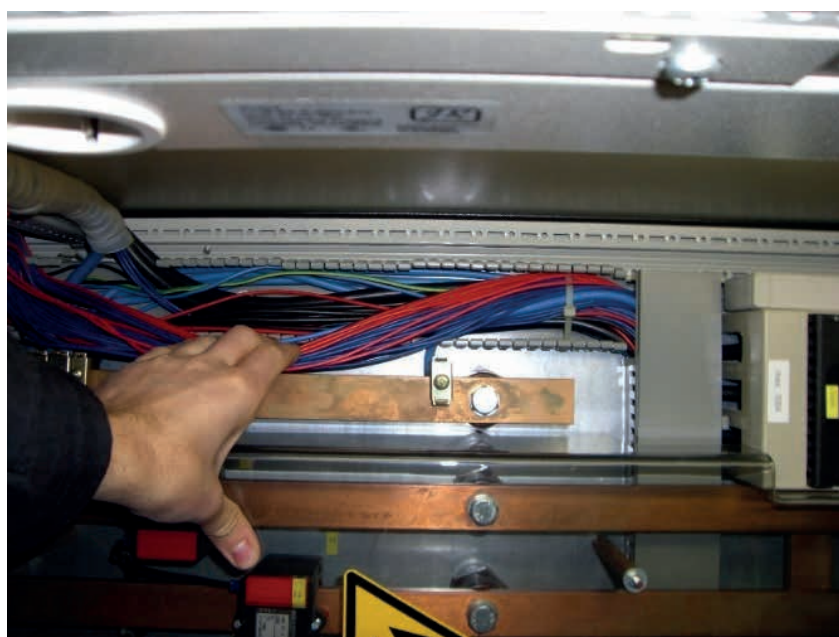
Špatné dotažení svorek (utahovací moment)



Výtah z montážního návodu svodiče bleskových proudů a přepětí

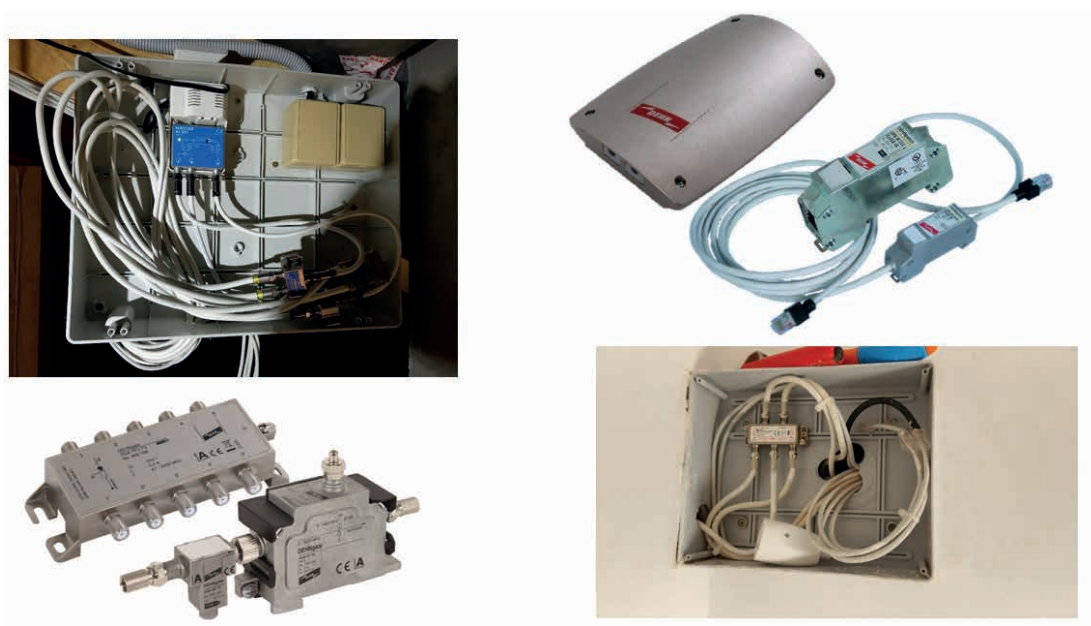
Nevhodné umístění SPD v rozváděči

- 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, koax apod.)




Ukázka nevhodného provedení

5. Přílohy

- Příloha č. 1 – Technické vybavení datacenter
- Příloha č. 2 – Systém ochrany před bleskem u objektů s fotovoltaickými panely
- Příloha č. 3 – Izolované sítě IT

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

The background image shows a large, modern data center building with a corrugated metal facade. In the foreground, there is a large, dark green metal cabinet or enclosure, likely housing technical equipment. The cabinet has a green door and is surrounded by a green metal fence. The building has several tall, thin antennas or chimneys on its roof. The sky is clear and blue.

datová centra
technické vybavení

Zajištění bezpečného toku dat

Efektivní ochrana před bleskem a přepětím snižuje rizika v datovém centru. Správně naplánovaná a provedená ochrana zajišťuje bezproblémový tok dat tím, že zabraňuje vzniku poškození kritických systémů, výpadků nebo dokonce ztrátě dat.

Datová centra jsou pilířem dnešní doby a základem digitalizace. Zajišťují informační toky a datová uložení pro zásadní každodenní procesy, ať už se jedná o sociální sítě, zábavu, veřejné zdravotnictví, energie, telekomunikaci, dopravu nebo státní orgány. Všechny příslušné procesy jsou odkázány na dostupnost dat. S rostoucím významem datových center roste rovněž tlak na jejich infrastrukturu a ochranu toku dat bez jakýchkoli omezení.



Podstatné a často přehlížené riziko přitom představuje ovlivnění ze strany blesku a přepětí. Chybějící nebo nedostatečné ochranná opatření mohou vést k závažným následkům jako jsou požár, výpadek důležitých systémů nebo dokonce ztráta dat. Opatření na ochranu před bleskem a přepětím jsou přitom základním prvkem celého bezpečnostního konceptu, protože datová centra jsou mnohem více než jen pouhé budovy. Skládají se z celé řady elektrických, vzájemně propojených podsystémů, jejichž úkolem je zajistit informační toky dat, tak aby byla kdykoli dostupná online. Tyto systémy, jejich funkčnost, a především bezproblémová souhra jsou rozhodujícím faktorem pro řádný provoz serverů a související nepřetržitý tok dat.

TIP

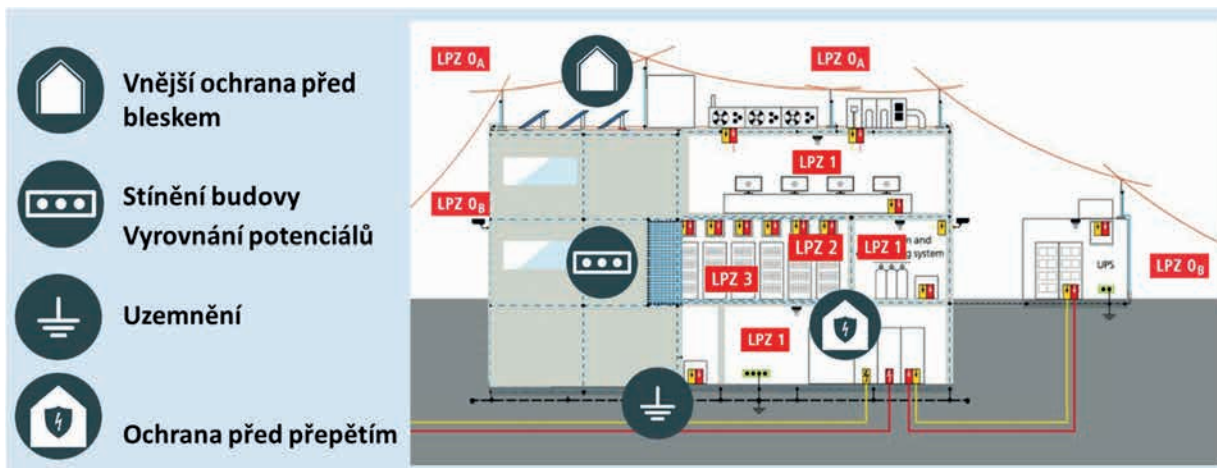
Zohledněte ochranu před bleskem a přepětím již v rané fázi plánování, protože její implementace je k tomuto okamžiku podstatně snazší.

Zpětné dovybavení bývá zpravidla velmi náročné a je spojeno s podstatnými finančními náklady.

Bezpečí z jedné ruky

DEHN nabízí bezpečí z jedné ruky jakožto poskytovatel vzájemně odladěných systémových řešení pro uzemnění a ochranu před bleskem a přepětím. Využijte výhod a synergií širokého spektra produktů a služeb. Zajistěte si dostupnost dat a minimalizujte rizika prostřednictvím pečlivě naplánovaného, koordinovaného a uceleného konceptu ochrany před bleskem a přepětím.

Základní prvky uceleného systému ochrany



Rozpoznání rizik a dodržení požadavků

Analýza rizika pro vnější systém ochrany před bleskem hodnotí a zjišťuje potenciál ohrožení. Je základem pro minimalizaci rizik a ekonomicky optimální výběr ochranných opatření.

Řízení rizika

K přesnému vyhodnocení rizik projektantům pomáhá předvídaté řízení rizika, které poskytuje základy pro rozhodování, jakým způsobem omezit stávající rizika, a zároveň poukazuje na to, pro která zbytková rizika by bylo hodné uzavřít pojištění.

Cílem ohodnocení je objektivizovat a kvantifikovat riziko pro stavby a jejich vnitřní zařízení, které představuje přímý a nepřímý úder blesku. Analýza rizika popsána v normě ČSN EN 62305-2, ed. 2, přitom zajišťuje vytvoření konceptu ochrany před bleskem, který bude srozumitelný pro všechny zúčastněné. Koncept musí být v souladu s normou optimalizován po technické i finanční stránce, tak aby přinášel nezbytnou míru bezpečí při co nejnižších nákladech. Ochranná opatření vyplývající z analýzy rizika jsou podrobněji popsána v částech 3 a 4 normy ČSN EN 62305 (mezinárodní základní normy jsou IEC 62305-3 a IEC 62305-4).

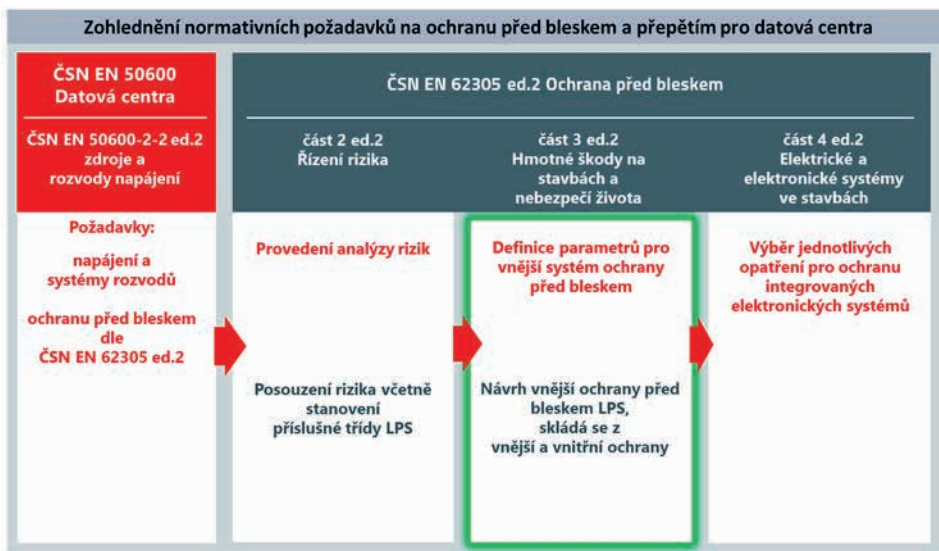
Normativní požadavky

Opatření na ochranu před bleskem a přepětím jsou definována v příslušných normách a stavebních předpisech. Norma ČSN EN 50600-1 ed. 2, která odpovídá mezinárodní normě pro projektování, stavbu a provoz datových center, přitom odkazuje na normu ČSN EN 62305, která se zabývá ochranou budov proti působení úderů blesku a příbuzných fenoménů.

Norma ČSN EN 62305 je základem pro správný výběr konceptu ochran před bleskem a přepětí a opatření pro odstínění v souladu s normativními požadavky. Skládá se z následujících částí:

- ČSN EN 62305-1, ed. 2: Obecné principy. Kapitola obsahuje úvod do problematiky ochrany před bleskem s uvedením obecných zásad a definic pojmů.
- ČSN EN 62305-2, ed. 2: Řízení rizika. Vyhodnocení rizika je základem pro správnou realizaci ochranných opatření uvedených v části 3.
- ČSN EN 62305-3, ed. 2: Hmotné škody na stavbách a ohrožení života. Tato část se zabývá praktickým provedením systému vnější ochrany před bleskem, chránícího jak budovu, tak i osoby, které se v ní zdržují.
- ČSN EN 62305-4, ed. 2: Elektrické a elektronické systémy ve stavbách. Tato část věnuje pozornost ochraně elektrických a elektronických systémů před účinky impulsního elektromagnetického pole vzniklého při úderu blesku (LEMP).

V případě datových center nejde jenom o to, zamezit věcným škodám a poškození zdraví či života osob. Důležité je rovněž zabránit výpadkům elektrických a elektronických systémů, a je tedy nutné věnovat zvláštní pozornost části 4 normy ČSN EN 62305. Jako další postup se v případě datových center v praxi osvědčil následující postup plánování a realizace opatření na ochranu před bleskem a přepětím:



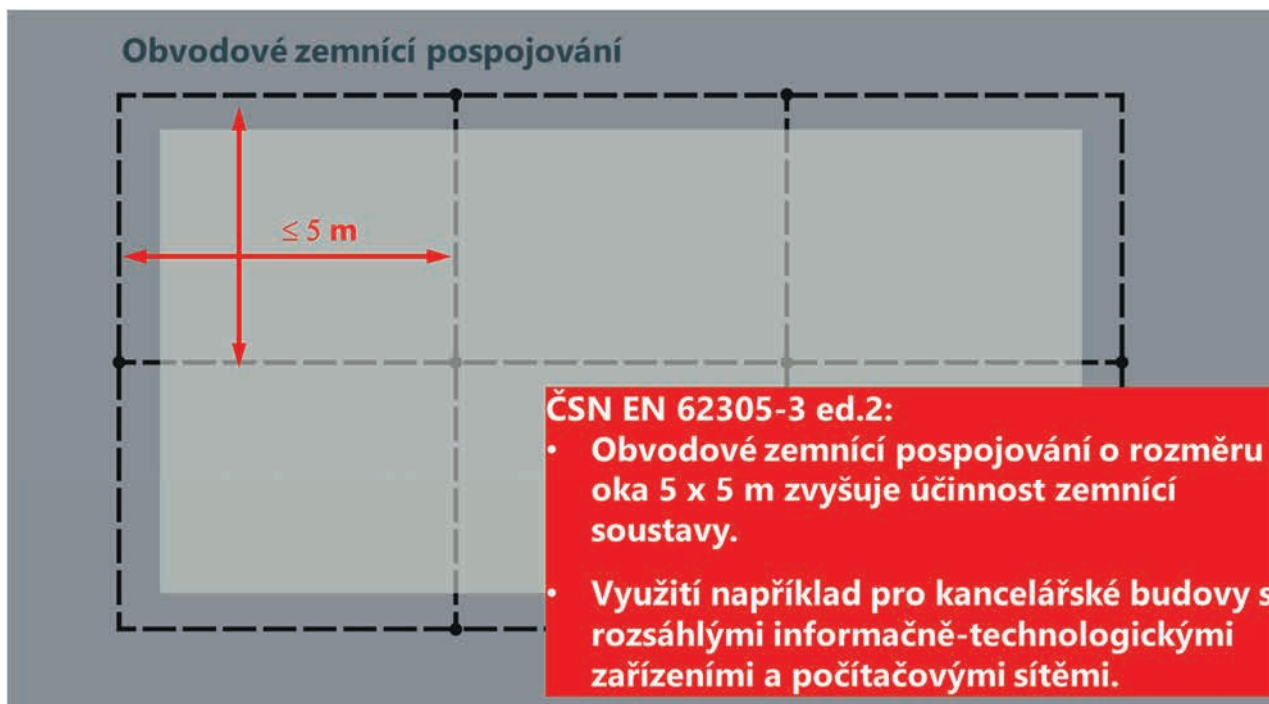
Uzemnění a vnější ochrana před bleskem

Fungující uzemňovací soustava je předpokladem pro bezpečný provoz elektrických systémů a systému vnější ochrany před bleskem, vytvářejícím bezpečnou „schránku“ budovy. Jeho úkolem je zachytit přímé údery blesku a bezpečně je svést do země.

Uzemnění a stínění proti LEMP

Uzemňovací soustava datového centra má hned několik úkolů. Je nutné klást velký důraz na její odborné provedení již na začátku, protože provedení dodatečných změn je často nemožné. Uzemnění je nejenom pokračováním jímací soustavy a svodů pro rozdělení bleskového proudu v zemi, ale je zároveň základem pro vyrovnání potenciálů, systém stínění a ekvipotenciální plochu. Pro zřízení uzemňovací soustav u budov standardně platí národní normy jako je ČSN EN 62305 část 4 edice 2. Současně se systémem ochrany proti blesku a zohledněním konceptu ochrany před LEMP je nutné věnovat pozornost požadavkům normy ČSN EN 62305 část 3 a část 4. Mimo jiné se jedná o následující specifika:

Pomocí mřížky o velikosti 5 m x 5 m se pod základovou deskou provede obvodový zemnič, který je napojený na síť pro vyrovnání potenciálů uvnitř v budovy. Vedle toho se doporučuje vytvoření systému svodů o velikosti mřížky 5 m x 5 m i okolo celého datového centra. Toto je základem nejenom pro ekvipotenciální plochu pro snížení dostatečné vzdálenosti, ale vytváří se tak zároveň ideální struktura pro vyrovnání potenciálů a optimální rozdělení bleskových proudů. Pokud je armování napojeno na tuto mřížkovou síť vždy po jednom metru, je tím vytvořen základ pro stínění před účinky impulsního elektromagnetického pole vzniklého při úderu blesku (LEMP). Dodatečné stínění ve formě armovacích mříží s malými rozměry, které se instalují na vnější stěny/fasádu popř. na stěnu citlivých elektronických oblastí jako jsou serverovny, dále snižuje LEMP a chrání to nejcennější – serverovny a datová uložště.



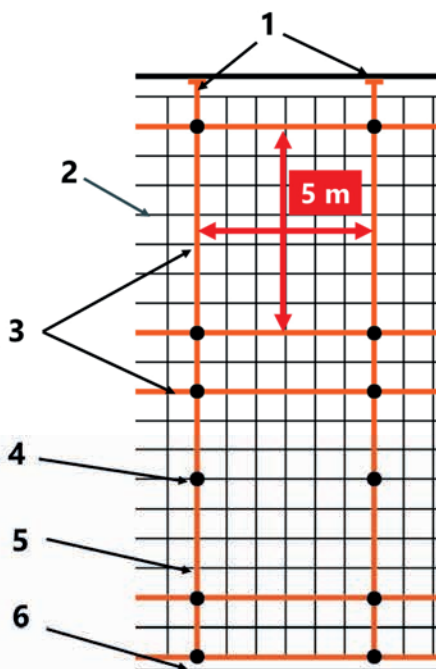
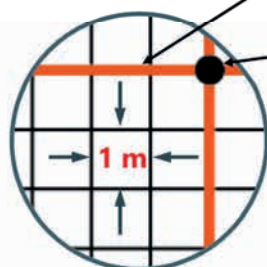
Svody - spojení s armovacími pruty

- 1 Střecha – mřížová soustava, kovová atika
- 2 Ocelové armovací pruty
- 3 Mřížová soustava překrývající se s armováním (svody)
- 4 Spojení svařením nebo svorkami
- 5 Libovolná spojení
- 6 Základový zemnič

Typické vzdálenosti

≤ 5 m pro překrytí mřížové soustavy

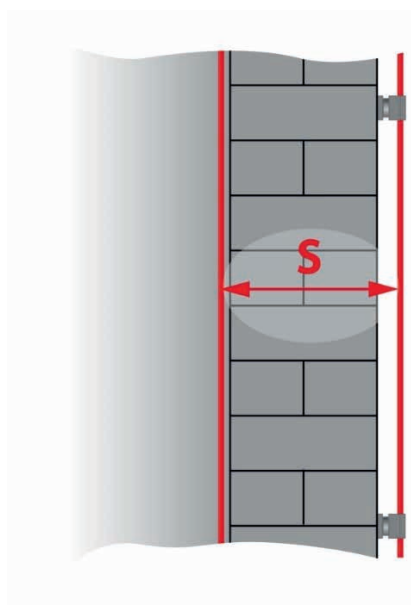
≤ 1 m pro spojení této mříže s armováním



Vnější ochrana před bleskem pomocí vodičů HVI

Hlavním úkolem vnějšího systému ochrany před bleskem je účinné a bezpečné zachycení a svedení bleskových úderů do uzemňovací soustavy. Zejména u datových center třídy ochrany LPS 1 se projektanti často potýkají s otázkou, jak na plochu střechy umístit potřebný počet jímačů se správnou dostatečnou vzdáleností. Bezpečné a praktické řešení nabízí vodiče HVI (HVI – High Voltage Insulation), které umožňují bezpečné dodržení dostatečné vzdálenosti.

Dostatečná vzdálenost je v normě ČSN EN 62561-3, ed. 2 definována jako „vzdálenost mezi dvěma částmi, kde nemůže vzniknout nebezpečné jiskření.“ V praxi to znamená, že mezi jímačem či svody a kabely elektrického vedení, signálním vedením nebo jinými vodivými částmi infrastruktury musí být zachována minimální vzdálenost, která zabraňuje vzniku nekontrolovaných přeskoků. Použití vodičů HVI s vysokonapěťovou izolací zaručuje bezpečné svedení bleskových proudů do země.



Dostatečná vzdálenost S

= Vzdálenost mezi dvěma vodiči, která zabrání vytvoření nebezpečných přeskoků.

Vodič HVI long

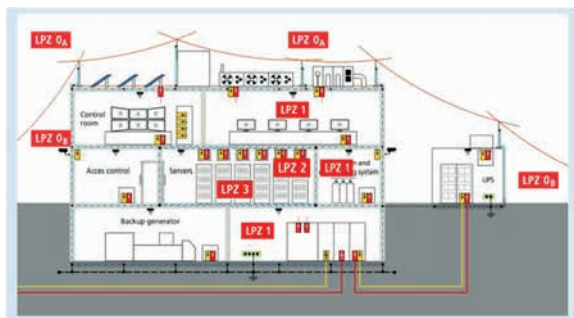


Koncept zón ochrany před bleskem a ochrany před přepětím

Koncept zón ochrany před bleskem spočívá v rozdělení budovy na zóny s různým potenciálem ohrožení. Tyto zóny pak slouží jako základ pro stanovení konkrétních opatření na ochranu před bleskem a přepětím.

Koncept zón ochrany před bleskem

Základním nástrojem pro plánování ucelené ochrany před bleskem a přepětím pro komplexní budovy je koncept zón ochrany před bleskem definovaný v normě ČSN EN 62305-4, ed. 2. V souladu s tímto principem je nutno datové centrum rozdělit do vnitřních zón ochrany před bleskem podle různé míry ohrožení LEMP. Je tak možné získat přehled o uspořádání různých opatření ochrany před bleskem a přepětím v závislosti na významu a citlivosti chráněných zařízení a systémů.



Ochrana před přepětím

Vysokou míru spolehlivosti provozu zařízení lze dosáhnout pouze tehdy, pokud byla učiněna odpovídající opatření také pro vnitřní ochranu před bleskem. Pouze tak lze plně ochránit elektrické a elektronické systémy před účinky úderů blesku a spínacích jevů.

Podstatnou součástí systému vnitřní ochrany představuje vyrovnání potenciálů bleskových proudů, které je nutno provést pro všechna vodivá vedení vstupující do budovy zvenjšku. **Všechny systémy s provozním napětím jsou do vyrovnání potenciálů připojeny nepřímo pomocí svodičů typ 1.** V podružných rozvaděčích se obvykle používají svodiče přepětí typ 2.

Pro řízení, monitoring a bezpečí však mají zásadní roli signální vedení, která jsou důležitá i pro další podpůrné systémy. Signální vedení jsou „ruce“, „oči“ a „uši“ datového centra a zcela nepostradatelná pro provádění údržby. DEHN nabízí široké portfolio řešení ochrany před bleskem pro všechny druhy signálních protokolů. Správná řešení pro Vaši aplikaci naleznete buď pomocí našeho softwarového nástroje pro výběr správných ochranných prostředků „DEHNselect IT online“ nebo společně s našimi zkušenými kolegy z oddělení technické podpory.

Dobré vědět: 3-stupňový princip ochrany

Vedle zohlednění různých zón ochrany před bleskem účinný koncept ochrany před přepětím dále vychází ze tří stupňů ochrany, při kterém dochází ke stupňovitému „rozlámání“ pronikající energie na nižší míru, které pro koncová zařízení není nebezpečná:

Stupeň 1 – svodiče bleskového proudu

kombinované svodiče typ 1 u vstupu do budovy (vyrovnání potenciálů bleskových proudů)

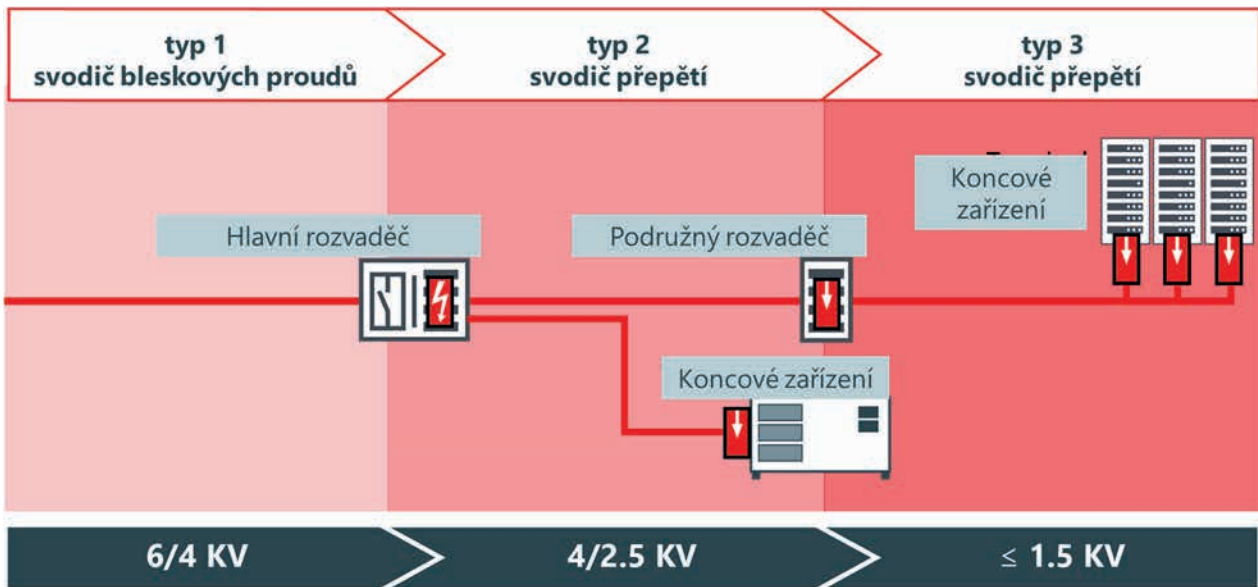
Stupeň 2 – svodiče přepětí

typ 2, instalované většinou v podružných rozvaděčích

Stupeň 3 – svodiče přepětí

typ 2 nebo 3, které se používají bezprostředně na koncovém zařízení nebo úrovni zásuvek

Souhra jednotlivých stupňů ochrany umožňuje dosažení nejlepšího ochranného účinku. Přitom je podstatné, aby příslušné svodiče byly vzájemně odladěny, tj. energeticky koordinovány v souladu s normou ČSN 33 2000-5-534 ed. 2.





1 Vnější ochrana před bleskem



2 Stínění budovy



3 Vyrovnání potencíálů



4 Zemní soustava

5 Hlavní rozvodna, rozvaděč NN

6 Kontejner se záložními bateriemi

7 Diesel generátor

8 Serverovny , přímé napájení z RH

9 Serverovny s podružným rozvaděčem

10 Střešní nástavby

11 Fotovoltaická elektrárna

12 Kamerový systém







13 Požární signalizace

14 Bezpečnostní centrum






Příklady produktů:

Vnější ochrana před bleskem, ochrana před bleskem vyrovnání potenciálů, uzemnění











1	Vnější ochrana před bleskem	
	Podpurné trubky pro vodiče HVI long S jímací tyčí krátkou a stranovým vývodem, s vnitřním připojením a pružinovou PA svorkou.	105 325
	Třiramenný stojan malý Sada upevňovacích tyčí pro třiramenné stojany Betonový podstavec, 17 kg	107390 107 396 102012
	Vodič HVI long Vodič s vysokonapěťovou izolací pro dodržení dostatečné vzdálenosti mezi vedením hromosvodu a ostatními vodivými součástmi podle ČSN EN 62305.	819 132
	Podpěra HVI pro ploché střechy Adaptér pro vodič HVI	253 015 253 026
	Držák vedení pro vodič HVI Pro montáž na stěnu a v oblasti koncovky.	275 225
	Zkušební svorka UNI Pro spojení svodu s vývodem z uzemnění, resp. pro spojení dvou vedení z různých materiálů.	459 129





























2	Stínění budovy	
	Mřížový rošt pro ochranu před krokovým napětím	618 214
	Uzemňovací svorky/objímky pro připojení potrubí K uzemnění nebo systému vyrovnání potenciálů při působení blesku podle ČSN EN 62305-3.	407 012
3	Vyrovnání potenciálů	
	Uzemňovací svorky/objímky na potrubí Svorky/páskové objímky slouží pro připojení potrubí podle a k uzemnění nebo systému vyrovnání potenciálů pomocí plynule nastavitelného pásku.	540 910
	Ekvipotenciální přípojnice MS Pro vyrovnání potenciálů, krytka z umělé hmoty, šedá.	563 050
	Uzemňovací svorky/objímky pro připojení potrubí K uzemnění nebo systému vyrovnání potenciálů při působení blesku podle ČSN EN 62305-3.	407 012



4	Zemní soustava	
	Pásek FeZn - š. 30 / tl. 3,5 Dle ČSN EN 62561-2, pro použití v uzemňovacích soustavách.	810 335
	Svorka pro "T", křížová a paralelní spojení Svorky slouží k propojení výztužných mříží nebo výztužných prutů s kruhovými nebo plochými vodiči.	308 026
	Svorky SV pro spoje v zemi Šikmé svorky (Schräg-Verbinder-Klemmen) pro křížové a "T" spoje.	308 062
	Vodotěsná průchodka do bílé vany Provedení pro vestavbu do bednění, s vodotěsnou přepážkou a dvojitým závětem M10/M12 pro připojení např. na ekvipotenciální přípojnicí	478 540
	Připojovací svorky se svorníkem Pro připojení drátů a pásků k uzemňovacím bodům se závětem M10/12 a závětem M16.	478 011 478 027
	Dráty z korozivzdorné oceli Dle ČSN EN 62561-2, pro použití v ochraně před bleskem a uzemněním.	860 010
	Křížová svorka s mezidestičkou, pro drát a pásek Křížové svorky, pro spoje nad zemí a v zemi, křížové a "T" spojení vodičů.	319 209
	Protikorozi páska Pro obalení nadzemních a podzemních spojů. V rolích délky 10 m, odolnost proti UV záření.	556 125 556 130



5	Hlavní rozvodna, rozvaděč NN	obj. č.	typ	použití
	DEHNbloc M1 - typ T1 Jednopolový, modulární, koordinovaný svodič bleskových proudů se schopností svádět vysoké proudy.	961 120 961 125	DB M 1 255 DB M 1 255 FM	napájecí vedení 230/400 V
	DEHNvenCI - typ T1+T2 Jednopolový kombinovaný svodič s integrovanou pojistkou.	961 200 961 205	DVCI 1 255 DVCI 1 255 FM	napájecí vedení 230/400 V
	DEHNgard ACI – typ T2 Modulární svodič přepětí s integrovanou technologií ACI.	952 330 952 440	DG M TNC ACI 275 FM DG M TNS ACI 275 FM	napájecí vedení 230/400 V
	BLITZDUCTORconnect Kompaktní svodič bleskových proudů, šířka 6 mm, ochrana 2 samostatných vodičů. * výběr SPD je podřízen použitému rozhraní / signálu	927 224 927 925	BCO ML2 BE 24 * BCO CL2 BE 48 *	MaR, BUS IT systémy
6	Kontejner se záložními bateriemi	obj. č.	typ	použití
	DEHNgard ACI – typ T2 Modulární svodič přepětí s integrovanou technologií ACI.	952 330 952 440	DG M TNC ACI 275 FM DG M TNS ACI 275 FM	napájecí vedení 230/400 V
	BLITZDUCTORconnect Kompaktní svodič bleskových proudů, šířka 6 mm, ochrana 2 samostatných vodičů. * výběr SPD je podřízen použitému rozhraní / signálu	927 224 * 927 925 *	BCO ML2 BE 24 * BCO CL2 BE 48 *	MaR, BUS IT systémy
7	Diesel generátor, nouzové napájení	obj. č.	typ	použití
	DEHNgard ACI – typ T2 Modulární svodič přepětí s integrovanou technologií ACI.	952 330 952 440	DG M TNC ACI 275 FM DG M TNS ACI 275 FM	napájecí vedení 230/400 V
	DEHNpatch Univerzální svodič přepětí pro datové sítě a Ethernet.	929 121	DPA M CLE RJ45B 48	sítě Ethernet

8 Serverovna, přímé napájení z RH		obj. č.	typ	použití
	DEHNGuard ACI – typ T2 Modulární svodič přepětí s integrovanou technologií ACI.	952 330	DG M TNC ACI 275 FM	napájecí vedení 230/400 V
		952 440	DG M TNS ACI 275 FM	
	BLITZDUCTORconnect Kompaktní svodič bleskových proudů, šířka 6 mm, ochrana 2 samostatných vodičů. * výběr SPD je podřízen použitému rozhraní / signálu	927 227 *	BCO ML2 BE 180 *	MaR, BUS IT systémy
		927 945 *	BCO CL2 BD 48 *	
9 Serverovna, s podružným rozvaděčem		obj. č.	typ	použití
	DEHNGuard – typ T2 Kombinovaný svodič s výkonným zinkoxidovým varistorem, v kombinaci s dvojčinným kontrolním a monitorovacím zařízením Thermo-Dynamic-Control.	952 305	DG M TNC 275 FM	napájecí vedení 230/400 V
		952 405	DG M TNS 275 FM	
		952 315	DG M TT 275 FM	
	BUSector Svodič přepětí v provedení jako KNX Bus-svorka, přizpůsobená KNX/EIB systémům.	925 001	BT 24	sběrnice KNX/EIB
	DEHNcord – typ T2 Třífázový, kompaktní svodič přepětí pro TT- a TN-S systémy.	900 439	DCOR 3P TT 275 FM	napájecí vedení 230/400 V
	BLITZDUCTORconnect Kompaktní svodič bleskových proudů, šířka 6 mm, ochrana 2 samostatných vodičů. * výběr SPD je podřízen použitému rozhraní / signálu	927 227 *	BCO ML2 BE 180 *	MaR, BUS IT systémy
		927 945 *	BCO CL2 BD 48 *	
10 Klimatizační systémy		obj. č.	typ	použití
	DEHNGuard ACI – typ T2 Modulární svodič přepětí s integrovanou technologií ACI.	952 330	DG M TNC ACI 275 FM	napájecí vedení 230/400 V
		952 440	DG M TNS ACI 275 FM	
	BLITZDUCTORconnect Kompaktní svodič bleskových proudů, šířka 6 mm, ochrana 2 samostatných vodičů. * výběr SPD je podřízen použitému rozhraní / signálu	927 227 *	BCO ML2 BE 180 *	MaR, BUS IT systémy
		927 945 *	BCO CL2 BD 48 *	
11 Fotovoltaická elektrárna		obj. č.	typ	použití
	DEHNcube Kompletně zapojený svodič přepětí určený pro ochranu fotovoltaických aplikací, s krytím IP 65.	900 913 900 921 900 923	DCU 2 YPV 1100 1M 2S DCU 2 YPV 1100 2M 1S DCU 2 YPV 1100 2M 2S	pro FV aplikace do 1100 V DC
12 Kamerový systém		obj. č.	typ	použití
	DEHNpatch outdoor Univerzální svodič přepětí pro aplikace GBit Ethernet, Power Ethernet a podobné aplikace se strukturovanou kabeláží do Třidy E ve vnitřním i venkovním prostředí ve skříně s krytím IP 66.	929 221	DPA CLE IP66	IP kamerový systém
	DEHNvario Kompaktní svodič přepětí 3 v 1 pro ochranu analogových kamerových systémů.	928 440	DVR BNC RS485 230	monitoring
13 EPS - protipožární systém		obj. č.	typ	použití
	DEHNGuard ACI – typ T2 Modulární svodič přepětí s integrovanou technologií ACI.	952 330	DG M TNC ACI 275 FM	napájecí vedení 230/400 V
		952 440	DG M TNS ACI 275 FM	
	DEHNrail – typ T3 Svodič přepětí pro ochranu ovládání výtahů, ventilátorů, sprinklerů atd.	953 205	DR M 2P 255 FM	napájení řídicích systémů
		953 405	DR M 4P 255 FM	
	BLITZDUCTORconnect Kompaktní svodič bleskových proudů, šířka 6 mm, ochrana 2 samostatných vodičů. * výběr SPD je podřízen použitému rozhraní / signálu	927 227 *	BCO ML2 BE 180 *	MaR, BUS IT systémy
		927 945 *	BCO CL2 BD 48 *	
14 Bezpečnostní centrum, kanceláře		obj. č.	typ	použití
	DEHNrail – typ T3 Svodič přepětí pro ochranu ovládání výtahů, ventilátorů, sprinklerů atd.	953 205	DR M 2P 255 FM	napájení řídicích systémů
		953 405	DR M 4P 255 FM	
	DEHNflex Svodič přepětí pro ochranu koncových zařízení před přepětím.	924 396	DFL M 255	zásuvky 230V
	BLITZDUCTORconnect Kompaktní svodič bleskových proudů, šířka 6 mm, ochrana 2 samostatných vodičů. * výběr SPD je podřízen použitému rozhraní / signálu	927 227 *	BCO ML2 BE 180 *	MaR, BUS IT systémy
		927 945 *	BCO CL2 BD 48 *	
	DEHNpatch Univerzální svodič přepětí pro datové sítě a Ethernet.	929 121	DPA M CLE RJ45B 48	sítě Ethernet

Nabídka služeb a podpory

Využijte služeb společnosti DEHN ať už se jedná o podporu při plánování nebo zodpovězení cílených dotazů.

DEHNconcept – služba pro projektování

Přenechte kompletní plánování systémy ochrany před bleskem a uzemňovací soustavy týmu DEHNconcept. Ušetřete si čas s náročným plánováním a odlaďováním detailů a získejte bezpečný koncept ochrany. Projekt obdržíte jako hotový modul v otevřené formě (dxf/dwg) a zároveň i jako 3D model (formát nwd). Projekt tak lze jednoduše integrovat do Vaší dokumentace.

Rozsah služeb zahrnuje:

- kompletní plánování konceptu ochrany před bleskem a uzemnění podle ČSN EN 62305
- analýzu rizika v souladu s ČSN EN 62305-2 ed.2: Ochrana před bleskem - Část 2: Řízení rizika
- koncept ochrany před přepětím
- dimenzování uzemňovací soustavy na trafostanicích
- digitalizace stávajících budov pomocí laserového skenování

DEHNsupport Toolbox a DEHNplan – digitální plánování systémů na ochranu před bleskem

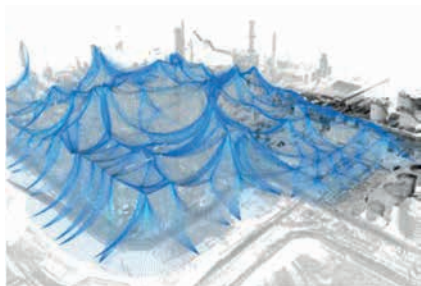
Ať už se jedná o řízení rizika, výpočet délky jímačů a zemničů nebo určení dostatečné vzdálenosti, DEHNsupport Toolbox Vám poskytuje podporu při projektování konceptu ochrany před bleskem. Pro vyhodnocení míry potenciálního ohrožení budov je Vám k dispozici pět specializovaných modulů.

DEHNplan umožňuje snadné vytvoření ochrany před bleskem v souladu s normativními požadavky. Jedná se o BIM software, který usnadňuje plánování díky vizuálnímu znázornění chráněného prostoru a dostatečných vzdáleností.

Pomůcky pro ochranu při práci od společnosti DEHN – ochraňte zaměstnance a zajistěte provozuschopnost zařízení

Práce na elektrických zařízeních jsou neustále komplexnější. Ochraňte své zaměstnance před nebezpečími, které s sebou přináší vysoká elektrická napětí a zabraňte výpadkům svých zařízení. Jako zaměstnavatel jste navíc povinni zajistit pro své zaměstnance maximální možnou míru ochrany.

Nechte provádět nezbytné práce na rozvaděči pouze po předchozím posouzení ohrožení a s využitím vybavení, které je pro daný rozvaděč vhodné. Vyhodnoťte míru rizika svého elektrického zařízení pomocí naší služby DEHNarX. Celkový koncept ochrany je vhodné doplnit např. o produkty pro práci podle metody 5 bezpečnostních pravidel nebo systém na ochranu před elektrickým obloukem DEHNshort.



Příloha č. 2 - Systém ochrany před bleskem nejen u objektů s fotovoltaickými panely

Ochrana fotovoltaických elektráren (dále FVE) na střechách budov je v současné době často diskutovanou problematikou. Nejčastější otázkou, kterou v této souvislosti slýcháme, je: Opravdu je nutný nový návrh systému ochrany před bleskem v případě instalace FVE?

Odpovědí jsou nám kategorie „oprava“ a „rekonstrukce“. Opravou rozumíme **odstranění opotřebení nebo poškození**, aniž by se měnily technické parametry budovy nebo hromosvodu. Cílem je **uvedení do původního provozuschopného stavu**. Určitě se shodneme, že instalace fotovoltaické elektrárny této definici neodpovídá. Zbývá nám tedy rekonstrukce (modernizace) – veškeré ostatní činnosti nad rámec opravy. Z předchozího plyne, že v případě instalace FVE musí být znovu posouzena a zpracována projektová dokumentace systému ochrany před bleskem, pokud s FVE již stávající projektová dokumentace nepočítala.

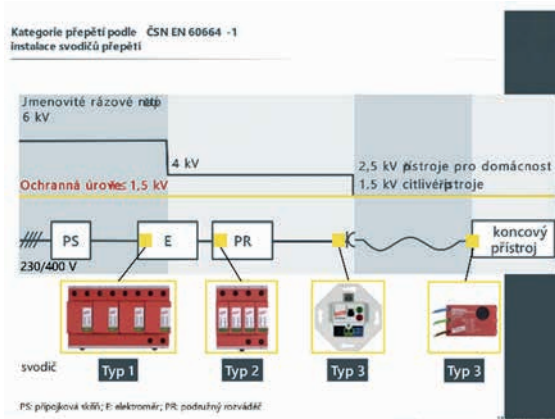
Nezapomínejme, že projektant, montážní firma i revizní technik jsou odborníky ve své oblasti, jsou tedy povinni informovat investora o nutnosti zpracování projektové dokumentace. Pokud toto neudělají, nesou odpovědnost za újmu, kterou způsobí nejen svou radou, ale i chybnou nebo neúplnou informací.

Přiblížíme si jednotlivé případy budov s fotovoltaickou elektrárnou ve vztahu k ochraně před bleskem, s nimiž se můžeme setkat.

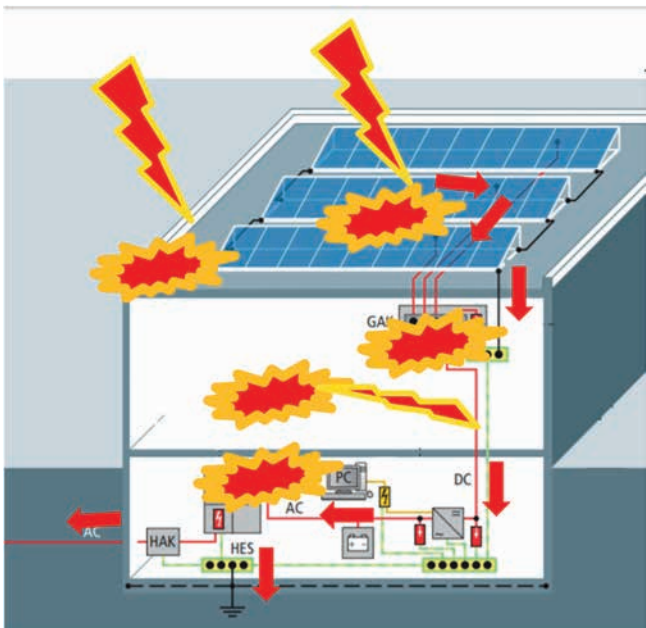
Instalace FVE na střeše bez vnějšího systému ochrany před bleskem

Instalací fotovoltaiky na střechu jakéhokoliv objektu měníme parametry tohoto objektu (připojená vedení), je tedy nutno znovu zpracovat analýzu rizika v ochraně před bleskem, pokud se s FVE v původní analýze nepočítalo.

Prokáže-li analýza rizika opět možnost ponechat dům bez vnějšího systému ochrany před bleskem, měl by být v objektu instalován alespoň systém koordinovaných svodičů bleskového proudu a svodičů přepětí. Dle odst. 4.5 ČSN CLC/TS 50539-12 [4] je instalace přepětiových ochran nezbytná, pokud analýza rizika neprokáže opak. Podle ČSN 33 2000-4-443, ed. 3 [5] musí být přepětiové ochrany instalovány i v budovách bez vnějšího hromosvodu.



Při trasování kabelů je potom potřeba zabránit vzniku velkých smyček nejen při připojení jednotlivých částí ke stringu, ale i pro propojení stringů. Je potřeba dbát i na to, aby senzorové a datové vodiče nekřížily několik stringových vedení, a nevytvářely tak v kombinaci s vedeními stringů velkoplošné smyčky. Tomuto je potřeba zabránit i u připojení měniče k síti.



Přesto všechno se fotovoltaické panely (FVP) při absenci systému vnější ochrany před bleskem stávají nejrozsáhlejším vodivým prvkem na střeše, v případě úderu blesku se stávají jímací soustavou a připojená vedení přebírají funkci svodů. Hrozí zničení panelů i celého objektu, bleskový proud proudící dovnitř budovy může poškodit vše na trase k uzemňovací soustavě. Bez dodržení dostatečné vzdálenosti nejsme schopni zabránit přeskoku bleskového proudu na ostatní vnitřní kovové konstrukce a instalace. V důsledku zahoření elektrického oblouku mezi instalací a kovovými částmi budovy může dojít k požáru. Střídač je jediný prvek, který lze spolehlivě chránit svodiči bleskového proudu instalovanými

na jeho vstupu a výstupu. Ostatní svodiče přepětí pouze částečně snižují riziko poškození.

Proto i v případě, kdy na základě výsledku analýzy rizika nevznikne nutnost hromosvod instalovat, je *návrh a realizace správně zvoleného vnějšího systému ochrany před bleskem nejbezpečnějším řešením.*

Instalace FVE na střeše s vnějším systémem ochrany před bleskem

U většiny staveb nám z analýzy rizika plyne nutnost instalace vnějšího systému ochrany před bleskem.



Při jeho návrhu musíme vždy zohlednit fyzické rozměry a polohu FVE, proto je nutná koordinace projektanta FVE s projektantem LPS již při návrhu fotovoltaické elektrárny. Projektant FVE se často snaží „vytěžit“ z plochy střechy co nejvíce, ale je obtížné navrhnout jímací soustavu na střechu, kde pro jímací soustavu nemáte prostor.

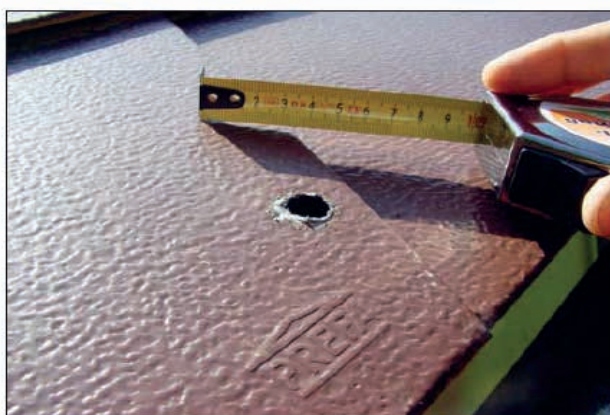
Nedojde-li ke spolupráci mezi projektanty, často se realizační firma při instalaci FVE a hromosvodu potýká s problémem, jak si poradit se všemi stíny rapidně snižujícími výkon fotovoltaické elektrárny. Tento problém můžeme částečně vyřešit výkonovými optimizéry, ale jejich nepředpokládané pořízení určitě ovlivní výsledné náklady na instalaci.

Máme-li informace o předběžném rozmístění FVP, můžeme přikročit k prvotnímu návrhu celého systému LPS (Lightning Protection System – systém ochrany před bleskem). Toto nám usnadní článek

5.1.2 ČSN EN 62305-3, ed. 2: „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**. Typickými příklady jsou **stavby s hořlavou krytinou, stavby s hořlavými stěnami a s prostředím s nebezpečím výbuchu a požáru**“.

Projektant tedy musí při návrhu znát konstrukční systém objektu a v případě budovy s hořlavou krytinou (folie – PVC-P, MAP – modifikované asfaltové pásy, lepenka atd.), s hořlavými stěnami (dřevostavby, sendvičové stěny, zateplené zdi atd.), nebezpečím výbuchu či požáru má navrhnout izolovaný (oddálený) systém ochrany před bleskem.

Při návrhu LPS je potřeba přihlídnout rovněž ke článku 5.2.4 ČSN EN 62305-3, ed. 2: „...lehce hořlavé součásti stavby nesmí být v přímém kontaktu s částmi hromosvodu a nesmí se nacházet přímo pod kovovou krytinou, která může být při úderu propálena. Tomu se musí věnovat pozornost i při méně hořlavých materiálech, jako jsou například dřevěné desky“.



Průpal plechu



Přeskok blesku po vnitřní stěně pokoje

Foto: Úder blesku do plechové střechy (foto: DEHN + SÖHNE)

V případě kovové (plechové) střešní krytiny, která svými parametry nespĺňuje tloušťku (t) zabraňující propálení této krytiny dle tab. 3 ČSN EN 62305-3, ed. 2, a pod kterou se nachází hořlavý materiál (izolace, dřevěná konstrukce atd.), má být rovněž navržen izolovaný (oddálený) systém ochrany před bleskem. Kovová střešní krytina o tloušťce 4 a více mm se v běžných řetězcích neprodává, tudíž pro stavby s kovovou střešní krytinou uloženou na dřevě či izolaci má projektant navrhnout izolovaný systém ochrany před bleskem.

Tabulka 3 – Minimální tloušťka kovových oplechování nebo kovových potrubí jímacích soustav

Třída LPS	Materiál	Tloušťka ^a t mm	Tloušťka ^b t' mm
I až IV	Olovo	-	2,0
	Ocel (pozinkovaná)	4	0,5
	Titan	4	0,5
	Měď	5	0,5
	Hliník	7	0,65
	Zinek	-	0,7

^a t zabrání propálení.

^b t' jen pro kovové oplechování, není-li nutno zabránit propálení, přezhavení nebo zapálení.



Foto: Požár po úderu blesku do kovové střechy

Na základě výše uvedených poznatků je řadou ČSN EN 62 305, ed. 2 na velké části objektů požadována instalace izolovaného systému ochrany před bleskem. U zbývajících objektů je to na zodpovědnosti projektanta, jaký systém navrhne.

Často je zpochybňována nutnost ČSN dodržovat, proto zde uvádím několik zdrojů k této problematice:

- 1) **Rozsudek Nejvyššího správního soudu č. j. 1 As 162 2014**, který v odstavcích 43 a 44 potvrdil závaznost normových hodnot. Dále také tento rozsudek judikuje, že normové hodnoty představují minimální povolený standard na území ČR, kterého je nutné nejprve dosáhnout.
- 2) **Ustanovení § 160, odst. 2, zákona č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)** v platném znění. Předmětný odstavec zcela jednoznačně ukládá povinnost zhotoviteli stavby dodržet obecné požadavky na výstavbu, popřípadě jiné technické předpisy a technické normy.
- 3) **Ustanovení § 36, odst. 2, vyhlášky Ministerstva pro místní rozvoj č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby**, ve kterém je stanovena povinnost zajistit ochranu uvedených staveb před bleskem a provést výpočet rizika podle normových hodnot k výběru nejvhodnějších ochranných opatření stavby.
- 4) **Ustanovení § 8, odst. 1, písmeno b, vyhlášky Ministerstva pro místní rozvoj č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby**, ve kterém je stanovena povinnost splnit základní požadavky z hlediska požární bezpečnosti.

Stanovení určité normové hodnoty neznamena, že nemůže být zvoleno ještě lepší řešení. Aby někdo ale mohl zvolit lepší řešení, musí vědět, jaký je **minimální povolený standard**, kterého musí dosáhnout.

Vyhořelá dřevostavba po úderu blesku Škody 3 000 000 Kč



V případě neizolovaného (neoddáleného) LPS a nedodržení dostatečných vzdáleností hrozí při přeskočení bleskového proudu poškození fotovoltaických panelů, což s sebou nese nejen přímou škodu ve formě pořizovací ceny fotovoltaických panelů, ale i škodu způsobenou přerušением dodávky elektřiny z fotovoltaické elektrárny. Největším problémem však je zavlčení bleskového proudu do objektu, a tím možnost ztrát na majetku, ale i nebezpečí poškození zdraví osob.



U starších systémů se často setkáme s případem, že firma instalující FVE pouze připojila FVP ke stávajícímu hromosvodu bez upozornění investora na nutnost nového posouzení a návrhu systému ochrany před bleskem. Tato situace se v současné době mění, stále více realizačních firem si začíná uvědomovat riziko při úderu blesku, které s sebou instalace FVE pro každý objekt přináší. Ale rovněž přibývá instalací, které se na toto snaží reagovat a vytvořit izolovaný (oddálený) systém ochrany před bleskem bez znalosti všech souvislostí.

Jak tedy postupovat? Zbavte se „kočkopsů“! Jestliže oddálíte neizolované jímače na střeše od fotovoltaiky a nedodržíte dostatečnou vzdálenost jímacího vedení od střechy s armovanou betonovou konstrukcí, plechovou střešní krytinou nebo kovovou střešní konstrukcí, nevytvořili jste oddálenou jímací soustavu. Bleskový proud může přes tyto kovové prvky ve střeše přeskočit na chráněná zařízení, tedy i na FVE.

Oddálíte-li jímací vedení od střechy na izolovaných držácích, ale použijete neizolované jímače, nejedná se o izolovanou soustavu.

Instalovali jste na střeše izolované jímače s vodičem s vysokonapětovou izolací a připojili je na drát okružního vedení uložený na betonové atice s armováním nebo na vyzděnou atiku, která má menší výšku, než je dostatečná vzdálenost pro „pevný materiál“, a nachází se pod ní kovový konstrukční

systém? Opět nejde o izolovaný systém, může dojít k přeskočení na kovovou konstrukci střechy a dále na FVE. Je mnoho dalších možností a příkladů, kdy nedůslednost zmaří dobrou myšlenku.

Vezměme tedy dva základní systémy ochrany před bleskem:

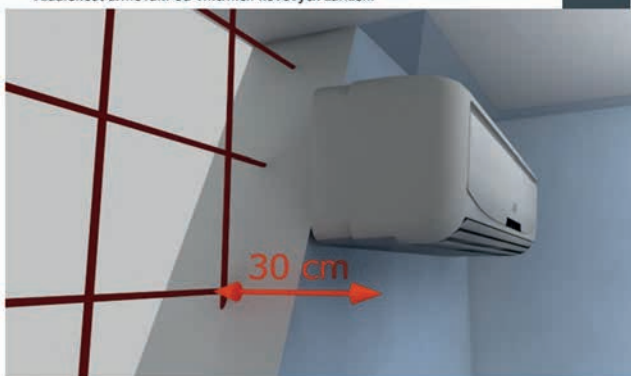
1. Faradayova klec – spojíme vše se vším,
2. Izolovaný systém – celý vnější systém ochrany před bleskem izolujeme (oddálíme) od chráněné stavby.

Ad. 1. Faradayova klec

Zde bych zdůraznila oblíbené spojení „vše se vším“, což neznamená pouze spojit jímací soustavu s kovovými prvky na střeše, nýbrž se všemi kovovými prvky v objektu. Ruku na srdce – opravdu jsme u staršího objektu schopni zmapovat a spojit veškeré kovové prvky vně střešního pláště, obvodových zdí, ale i uvnitř konstrukcí a uvnitř objektu spojit vhodnými pro vedení bleskového proudu

Stínění (Faradayova klec) podle ČSN EN 62305- 3 a 4 ed.2

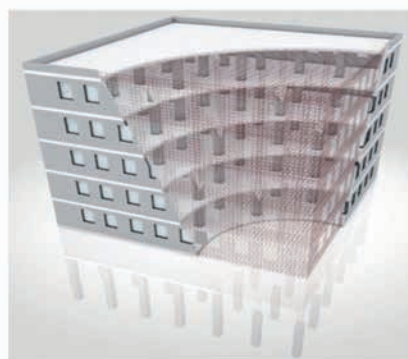
Vzdálenost armování od vnitřních kovových zařízení



samořejmě mnohem více, ale i když všechny splníme (např. u nové stavby) a bleskový proud má možnost rozdělit se a projít různými dráhami, vždy musíme počítat s výskytem určité části bleskového proudu v objektu. Z tohoto důvodu by měl být při instalaci vnitřních systémů respektován „bezpečný odstup“ od stínění LPS z důvodu relativně vysokých magnetických polí v blízkosti stínění, způsobených dílčími bleskovými proudy.

Stínění (Faradayova klec) podle ČSN EN 62305- 3 a 4 ed.2

Uspořádání prostorového stínění vzorové stavby 20 m x 20 m x 20 m



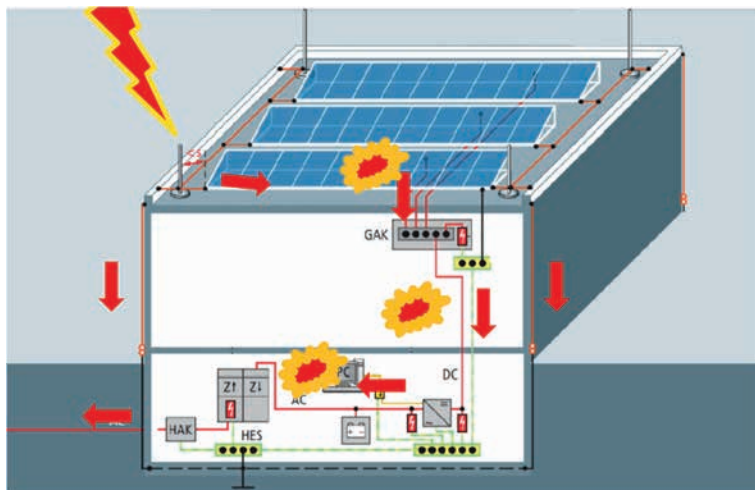
(svařováním, svorkováním)? A co teprve v případě armování, kdy armovací pruty bývají spojeny pouze několika málo drátky, což nepochybně k tomuto účelu nedostačuje. Podmínek pro vytvoření Faradayovy klece je

Stínění (Faradayova klec) podle ČSN EN 62305- 3 a 4 ed.2

Vzdálenost armování od vnitřních metalických vedení



A fotovoltaika instalovaná na střeše takto chráněného objektu? Fotovoltaické panely jsou elektronická zařízení a jejich impulzní odolnost se pohybuje v rozmezí mezi 8 až 10 kV, což bohužel málokterý výrobce udává ve svých katalogových listech. Oproti tomu bleskový proud může vygenerovat rozdíl potenciálů desítky až stovky kV!

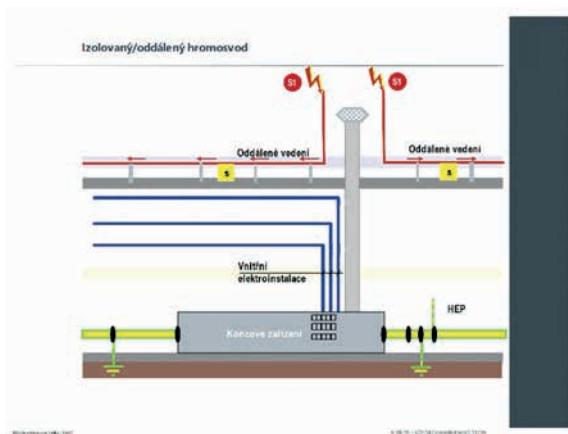


V případě takovéto instalace hrozí zničení panelů, bleskový proud proudící dovnitř budovy může poškodit

vše na trase k uzemňovací soustavě nebo k distribuční síti. Bez dodržení dostatečné vzdálenosti nejsme schopni zabránit přeskočení bleskového proudu na ostatní vnitřní kovové konstrukce a instalace. V důsledku zahoření elektrického oblouku mezi instalací a kovovými částmi budovy může dojít k požáru. Opět můžeme spolehlivě ochránit pouze střídač, a to svodiči bleskového proudu instalovanými na jeho vstupu a výstupu. Ostatní svodiče přepětí pouze částečně snižují riziko poškození.

Rozbor Faradayovy klece by vydal na samostatný článek a určitě jste již nějaké pojednání na toto téma četli, přejdeme tedy k dalšímu typu systému ochrany před bleskem.

Ad. 2. Izolovaný systém ochrany před bleskem



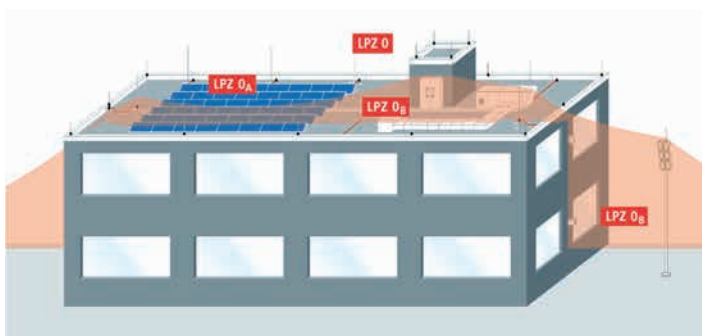
Izolovaný systém využívá oddálení nebo izolování jímací soustavy a svodů od chráněné stavby. V současné době je nejčasnějším způsobem izolace použití izolovaných jímáčů s vodiči s vysokonapěťovou izolací nebo izolovaných jímáčů s izolovanými podpěrami (držáky) pro drát. V obou případech je důležité, aby výrobky prošly zkušební a byly certifikovány. V opačném případě hrozí poškození stavby, jejího obsahu a zařízení. Použijeme-li systém se správně navrženými vodiči

s vysokonapěťovou izolací, kromě oblasti koncovky nemusíme řešit,

jak daleko od fotovoltaiky vedení umístíme. Vodič HVI můžeme vést na podpěrách po střeše v bezprostřední blízkosti fotovoltaických panelů bez obav ze stínění panelům. V případě vedení drátem oddáleným na izolovaných držácích už musíme mít na zřeteli dodržení dostatečné vzdálenosti od FVE a ostatních kovových



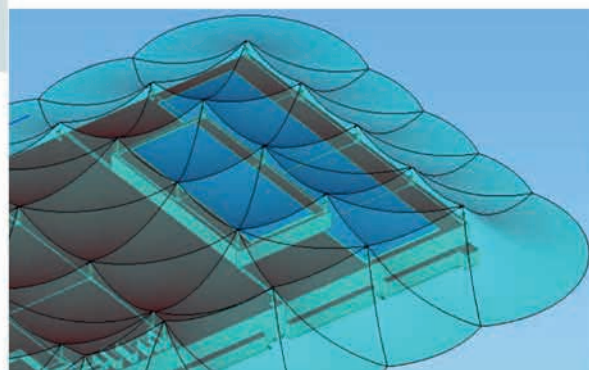
prvků a systémů na střeše i na zdi budovy. Přitom nám zde mohou vznikat stíny oddáleného vedení na FVP.



Z analýzy rizika známe třídu ochrany před bleskem daného objektu a víme, že každé třídě LPS odpovídá určitý poloměr valící se koule.

Metodou valivé koule zajistíme na střeše

objektu bezpečný ochranný prostor pro FVE např. pomocí izolovaných jímačů s vodiči s vysokonapěťovou izolací. Tato metoda nám spolehlivě ochrání i prostor mezi několika jímači. Můžeme využít menšího počtu vyšších izolovaných jímačů situovaných tak, aby co nejméně omezovaly výkon FVE.

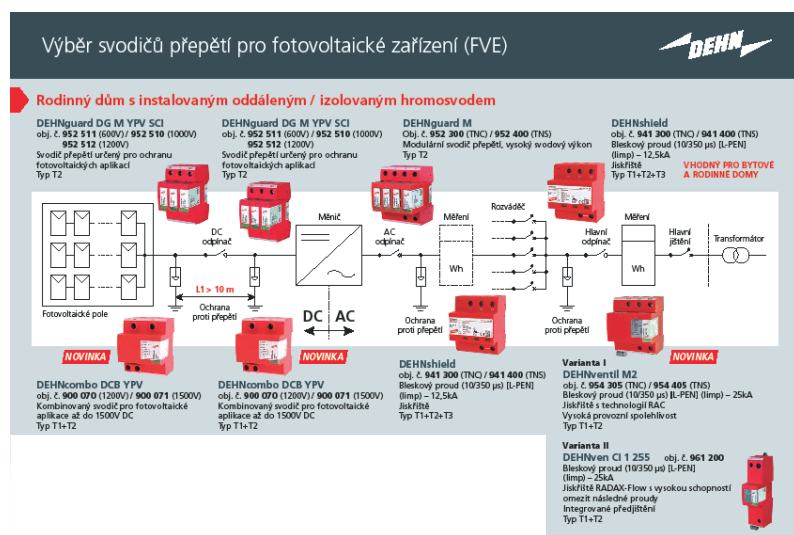
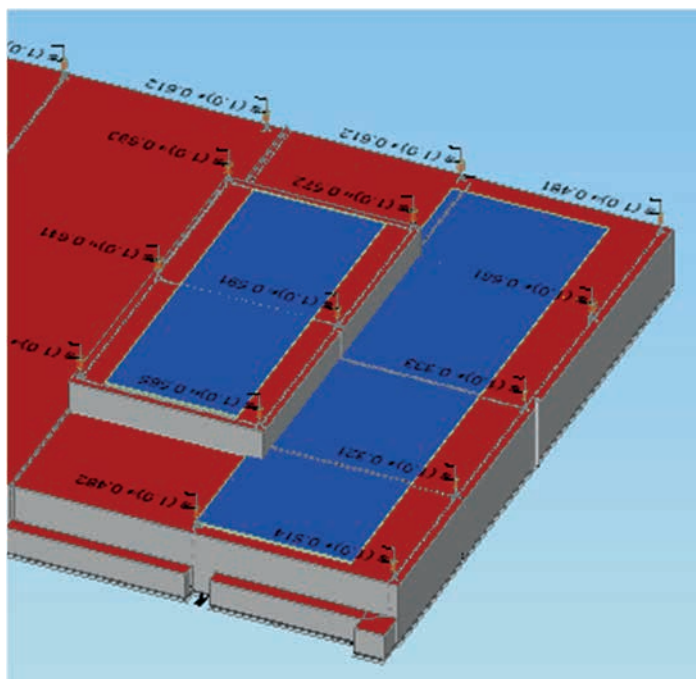


Oddálený (izolovaný) systém je založen na dodržení dostatečné vzdálenosti, což je vzdálenost natolik velká, aby zabránila přeskoku mezi prvky na potenciálu bleskového proudu (např. jímačí soustavou) a ostatními kovovými částmi objektu. Dostatečnou vzdálenost v některých případech zajistí stavební materiál či vzduch, ve většině případů se však neobejdeme bez oddálení drátu izolovanými držáky nebo ji zabezpečí izolace vodičů s vysokonapěťovou izolací. Dostatečná vzdálenost se vždy vztahuje ke druhu materiálu, pro který byla vypočtena.

Pro tento systém je tedy směrodatný „správný“ výpočet dostatečné vzdálenosti pro daný materiál či vodič s vysokonapěťovou izolací. Každý ze tří typů vodiče HVI zabezpečí svou izolací jinou dostatečnou vzdálenost a na tuto hodnotu musí být při výpočtu systém dimenzován.

Značnou výhodou izolovaného systému je to, že nemusíme dodržet vzdálenost mezi svody požadovanou ČSN EN 62 305-3, ed. 2, řídíme se pouze hodnotami dostatečné vzdálenosti. Při návrhu systému můžeme tedy výrazně snížit počet svodů oproti neizolovanému systému.

Korektně navržený a instalovaný izolovaný systém ochrany před bleskem je v současné



době nejbezpečnější ochranou fotovoltaické elektrárny i samotného objektu. Ani zde však nesmíme zapomenout na výběr správných svodičů přepětí nejen pro fotovoltaická zařízení.

S návrhem vnější i vnitřní ochrany před bleskem je vždy zapotřebí obrátit se na odborníka znalého této oblasti. To však neznamená, že zodpovědnost za výsledný stav nese pouze projektant. Sebelépe navržený systém nebude funkční, nebude-li nainstalován v souladu

s technickými a montážními pokyny výrobce. Montážní firma je povinna instalovat každé zařízení podle platných norem a revizní technik má povinnost je podle těchto předpisů a norem revidovat. Odpovědnost za výsledné dílo tedy nesou všichni zúčastnění.

Vzorové řešení

Svodiče přepětí pro izolované sítě



Izolovaná síť IT

Izolovaná síť (dále jen síť IT) má všechny živé části izolované od země nebo spojené se zemí přes velkou impedanci. Neživé části jsou spojeny se zemí jednotlivě, po skupinách nebo jsou navzájem spojeny jedním uzemněným ochranným vodičem. Mohou se provozovat s nulovým vodičem, většinou se ovšem provozují bez něj a spotřebiče jsou zapojeny mezi fáze.

Cílem izolované soustavy je zajištění spolehlivosti provozu a bezpečnosti osob. Z těchto důvodů se používá nejen ve zdravotnických zařízeních, ale především v průmyslu, např. papírenském, těžkém atd.

V sítích TN nebo v sítích TT je ochrana automatickým odpojením zajišťována v okamžiku vzniku poruchy. V některých provozech je potřeba, aby zařízení nebo technologie byla provozována po určitou dobu i s poruchou. V případě takového stavu musí být po tuto dobu zařízení pochopitelně bezpečné. To lze zajistit napájením zařízení ze sítě IT.

Pro zajištění spolehlivého provozu nejen v sítích IT je nutná instalace svodičů bleskových proudů a přepětí pro ochranu všech zařízení připojených k této síti.

Zdroje přepětí v sítích IT:

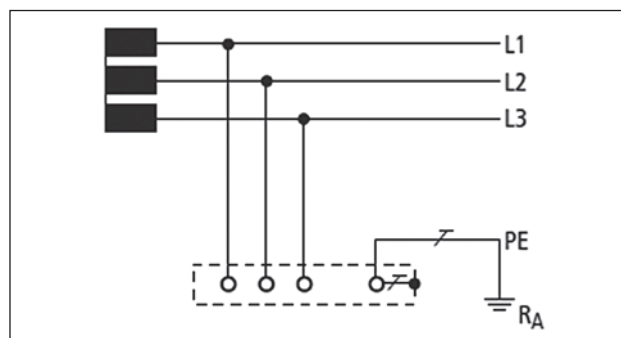
- Zemní spojení, normální (vyrovnávací procesy)
- Občasná zemní spojení

- Zemní spojení v napájecích systémech
- Vypnutí indukčnosti naprázdno, obzvláště transformátorů
- Vypnutí vedení naprázdno (bez poruchy)
- Vypnutí vedení naprázdno (zemní spojení)
- Přepětí vzniklá rezonancí nebo vyššími harmonickými frekvencemi
- Vypnutí zemním spojením

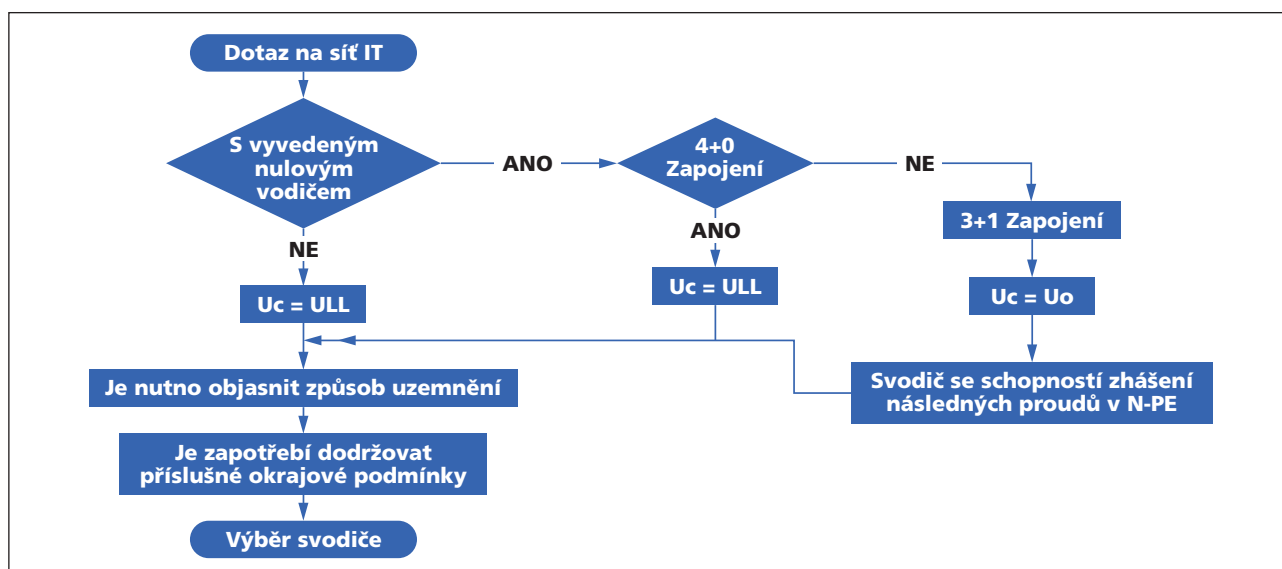
Nejčastěji používané druhy sítí IT

Sítě IT bez vyvedeného nulového vodiče

- IT, 230 V / 50 Hz, AC_{L-L} (napětí vodič-vodič)
- IT, 400 V / 50 Hz, AC_{L-L} (napětí vodič-vodič)
- IT, 500 V / 50 Hz, AC_{L-L} (napětí vodič-vodič)
- IT, 690 V / 50 Hz, AC_{L-L} (napětí vodič-vodič)



Vývojový diagram pro výběr svodiče pro síť IT



Vzorové řešení

Svodiče přepětí pro izolované sítě



Sítě IT s vyvedeným nulovým vodičem

IT, 230/400 V / 50 Hz
IT, 290/500 V / 50 Hz
IT, 400/690 V / 50 Hz

V izolovaných sítích IT nemůže dojít ke vzniku nebezpečného dotykového napětí, protože první porucha v sítích IT vytvoří pouze spojení s uzemněním. Provozní stav sítí IT se změní na stav sítí TN nebo TT. Po první poruše v síti IT může technologie zůstat v provozu a je možné dokončit práci nebo výrobní procesy (např. v chemickém či papírenském průmyslu). Při první poruše dojde k tomu, že ochranný vodič dosáhne potenciálu fázového vodiče s poruchou, což ovšem nepředstavuje žádné nebezpečí. Všechny neživé vodivé součásti dosáhnou tohoto potenciálu přes ochranný vodič, a nemůže tak dojít k žádnému přemostění nebezpečných rozdílů potenciálů. Je však nutné poznamenat, že v okamžiku první poruchy v síti IT odpovídá napětí vůči zemi u nepoškozených vodičů napětí mezi fázovými vodiči. Z toho vyplývá, že v případě první poruchy SPD je v síti IT 230/400 V napětí 400 V. Tento možný provozní stav je nutné zohlednit při výběru SPD i s ohledem na jeho maximální trvalé provozní napětí.

Druhá porucha v síti IT musí způsobit vybavení příslušných ochran.

Síť IT – bez vyvedeného nulového vodiče

Aby nedošlo k přetížení svodiče SPD mezi fázovým vodičem a zemí v případě první zemní poruchy, která nevede k vypnutí v IT systému, musí odpovídat maximální trvalé (U_c) alespoň sdruženému napětí (U_{L-L}).

Způsob uzemnění je rozhodující při dimenzování napětí TOV. Napětí TOV (Temporary Overvoltage) je krátkodobé dočasné přepětí, které např. z důvodu poruchy v síti VN může po určité dobu zatěžovat přepětovou ochranu.

V případě sítě IT bez vyvedeného nulového vodiče se SPD instalují mezi každý jednotlivý fázový vodič a vodič PE v takzvaném zapojení „3-0“.

Síť IT – s vyvedeným nulovým vodičem

Objasnění maximálního trvalého napětí pro síť IT 230 V/400 V:

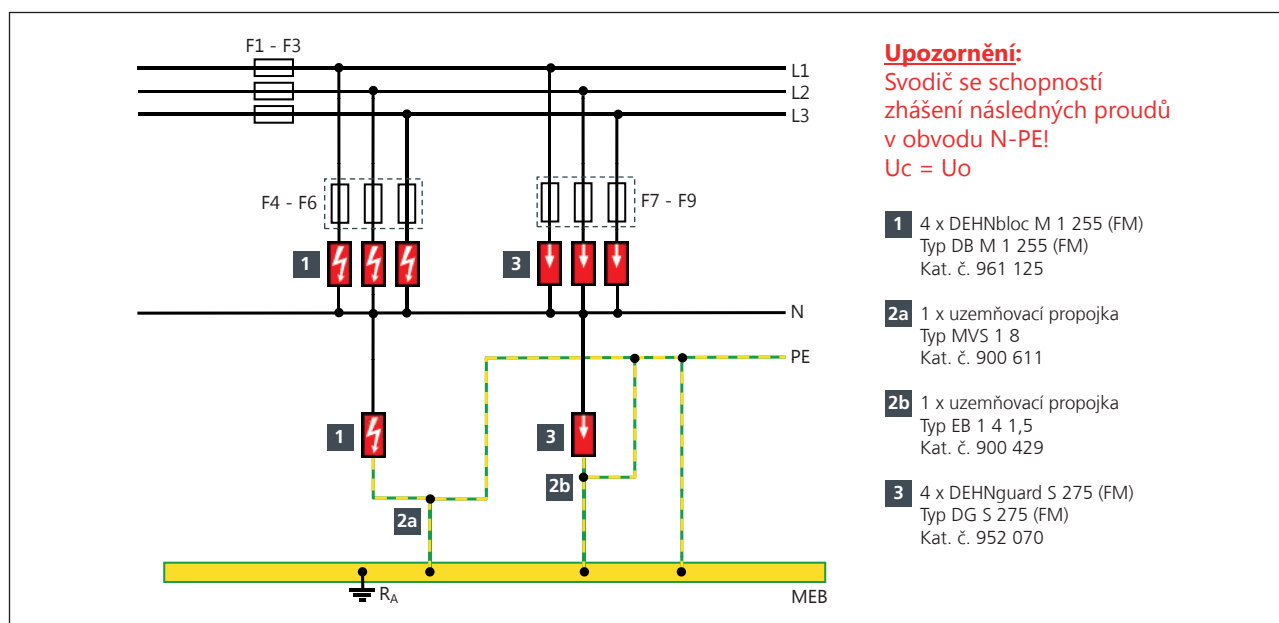
$$U_{L-L} = U_0 * \sqrt{3} = 230 * \sqrt{3} = 400 \text{ V}$$

$$U_{L-N} = U_0$$

$$U_{L-PE} = U_{L-L}$$

Pro síť IT s vyvedeným nulovým vodičem jsou možná zapojení 3+1 a 4+0. Na rozdíl od sítě TT musí svodič v síti IT v obvodu N-PE vydržet maximální následný proud stejně jako moduly, které jsou zapojeny v obvodu L-L.

Síť IT 230/400 V – zapojení „3+1“ DEHNbloc M / DEHNguard S

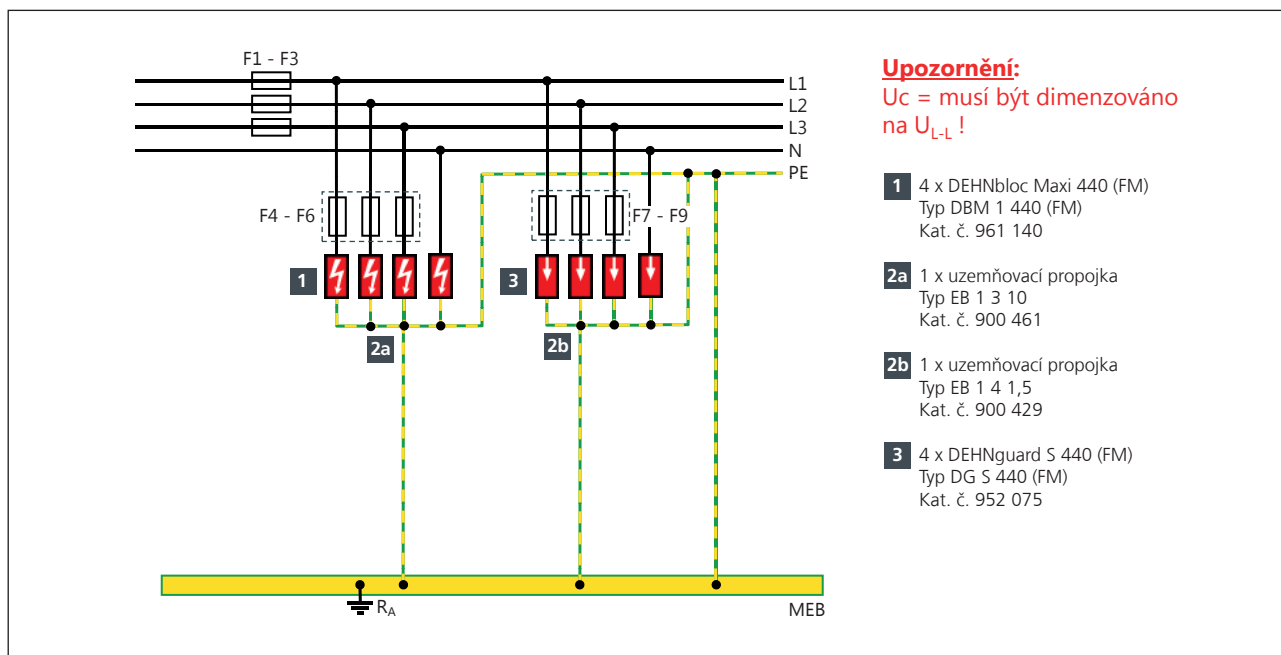


Vzorové řešení

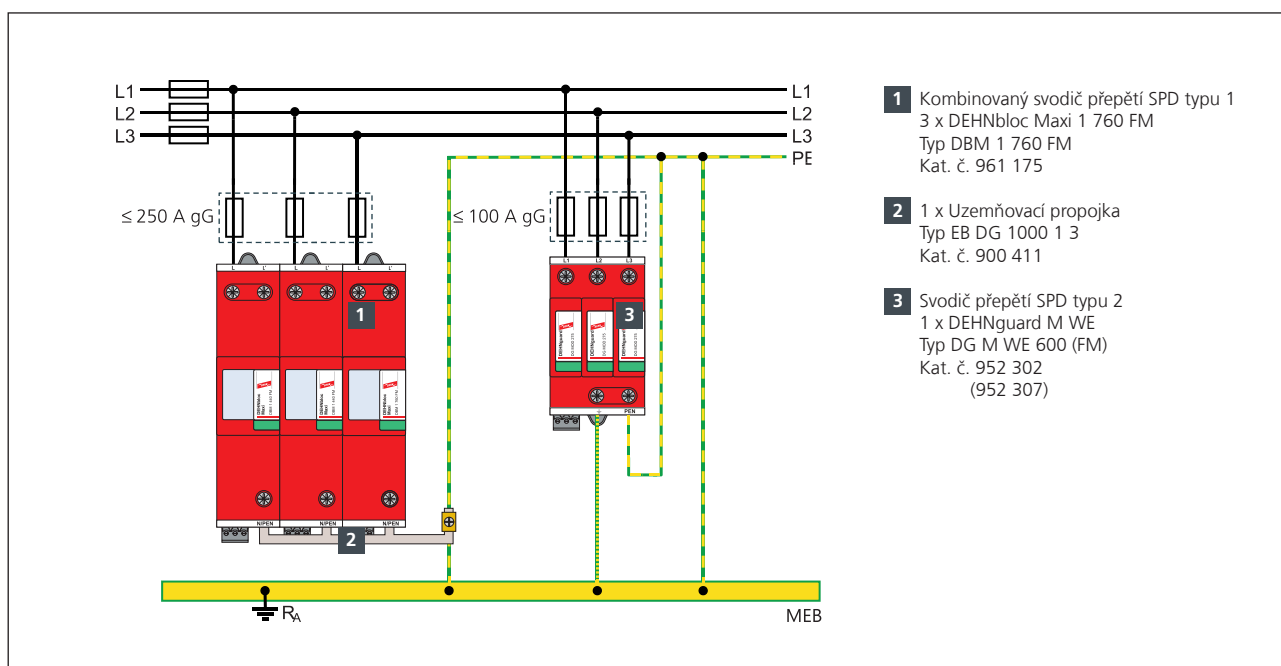
Svodice přepětí pro izolované sítě



Síť IT 230/400 V – zapojení „4-0“ DEHNbloc Maxi / DEHNGuard S



Síť IT 500 V – zapojení „3-0“ DEHNbloc Maxi / DEHNGuard M WE

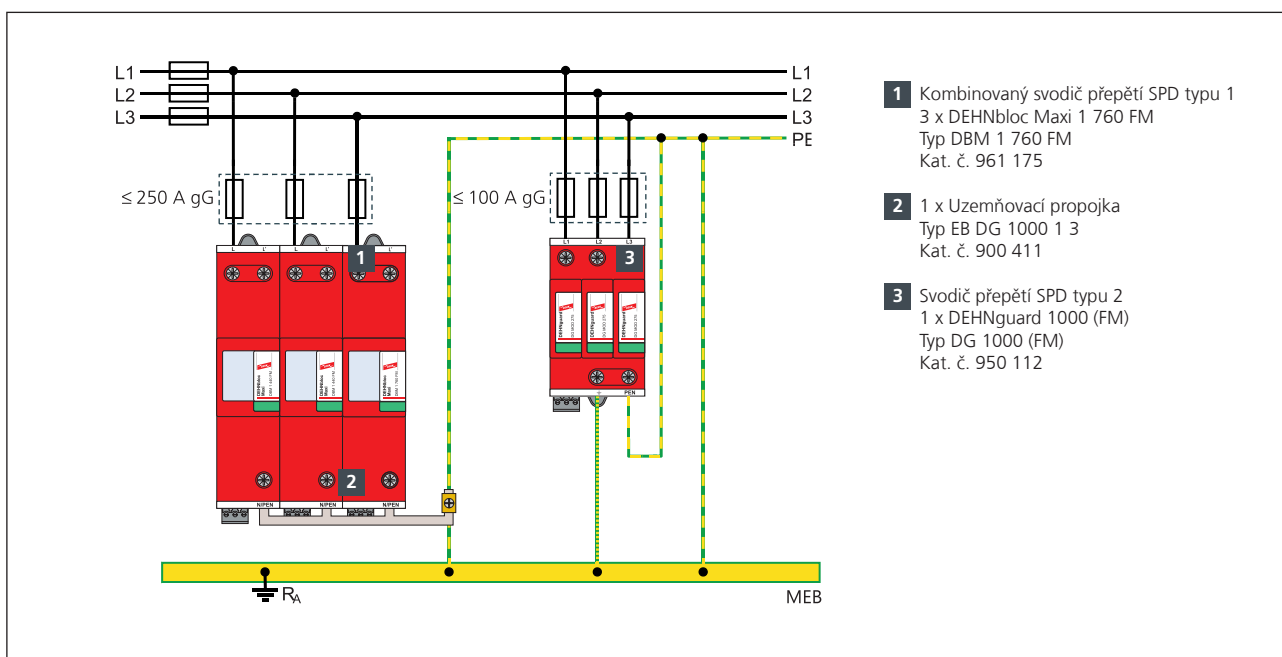


Vzorové řešení

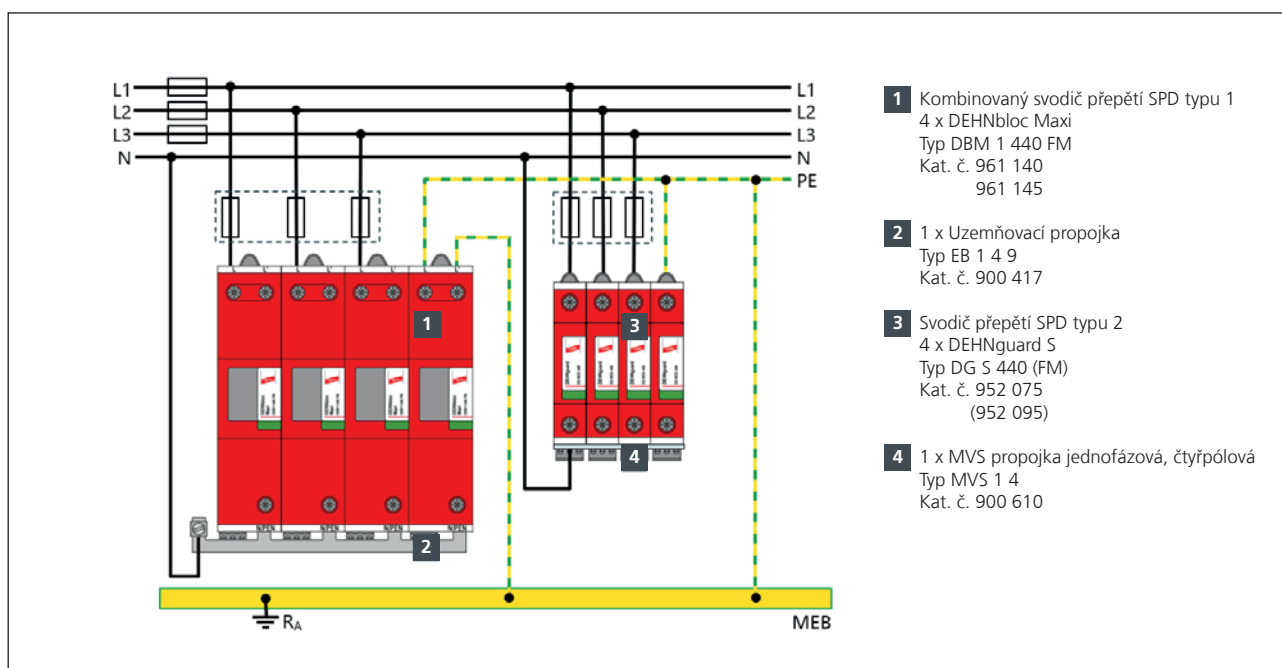
Svodiče přepětí pro izolované sítě



Síť IT 690 V – zapojení „3-0“ DEHNbloc Maxi / DEHNguard 1000 (FM)



Síť IT 690 V – zapojení „3+1“ DEHNbloc Maxi / DEHNguard S (FM)



Vzorové řešení

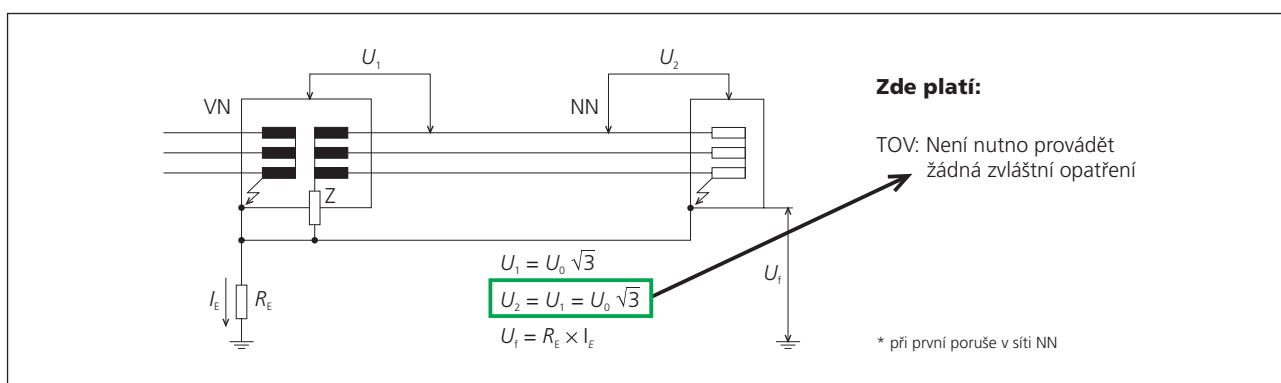
Svodice přepětí pro izolované sítě



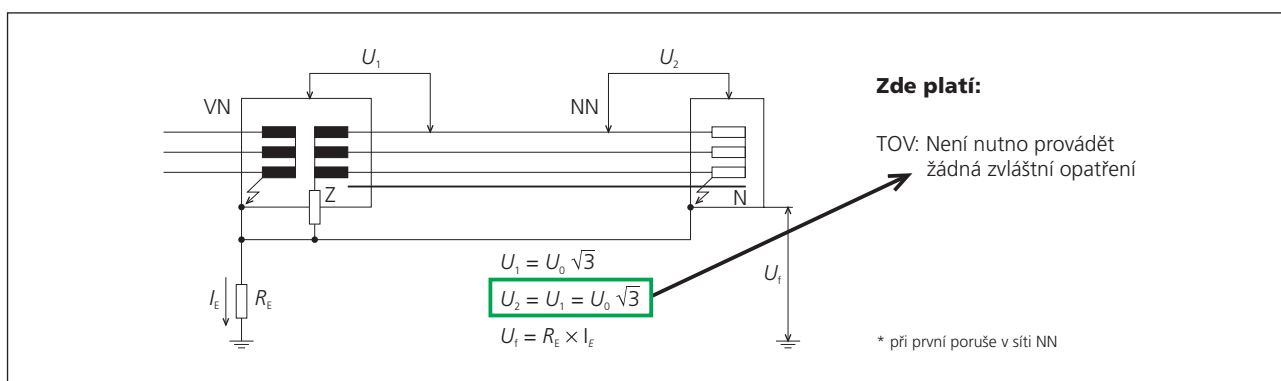
Způsob uzemnění je rozhodující při dimenzování napětí TOV

1. Uzemnění napájecího trafo VN/NN a uzemnění spotřebitele jsou spolu vzájemně spojeny

Sít IT – bez vyvedeného nulového vodiče

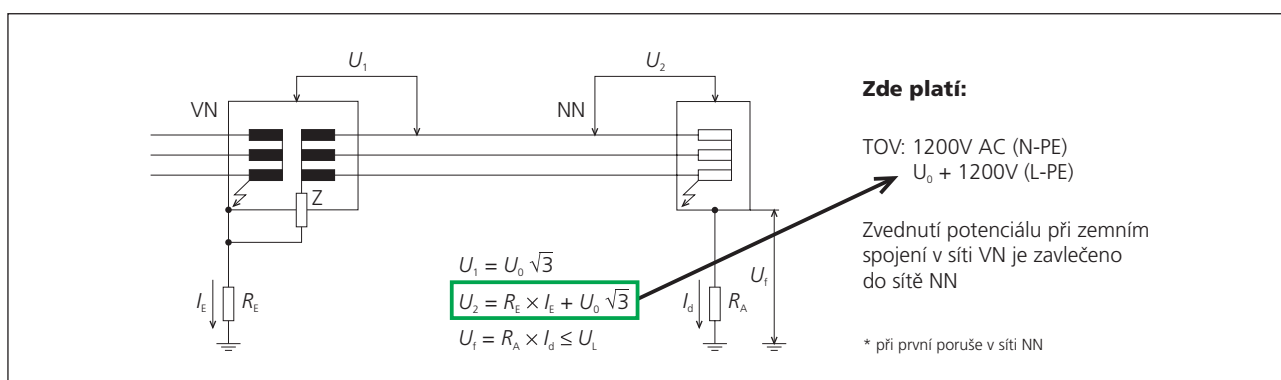


Sít IT – s vyvedeným nulovým vodičem



2. Uzemnění VN a NN napájecího trafo jsou spolu vzájemně spojeny, uzemnění spotřebitele je uzemněno separátně

Sít IT – bez vyvedeného nulového vodiče

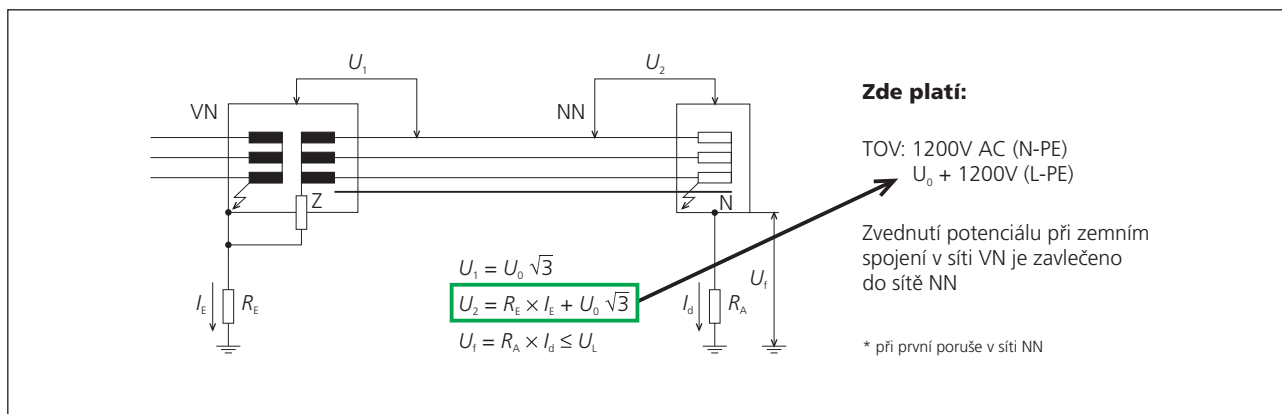


Vzorové řešení

Svodice přepětí pro izolované sítě

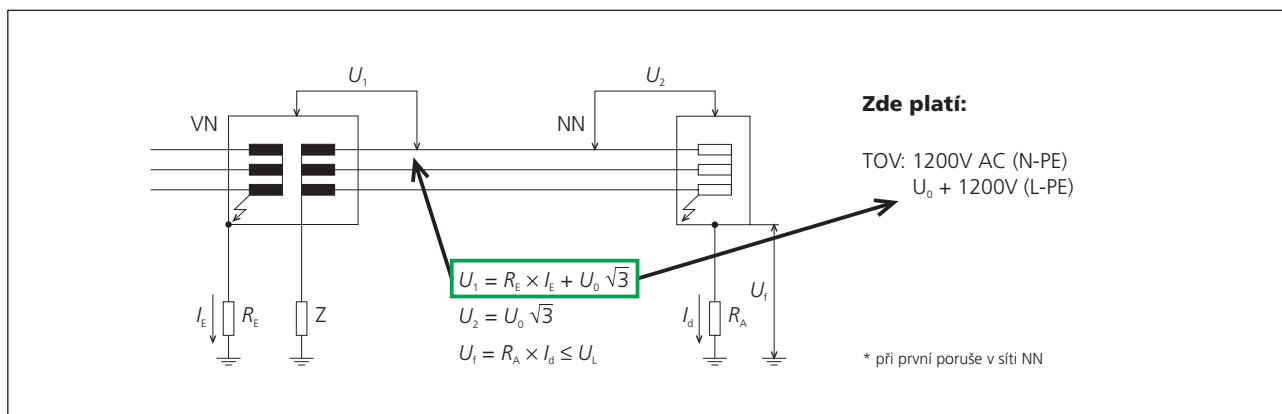


Síť IT – s vyvedeným nulovým vodičem

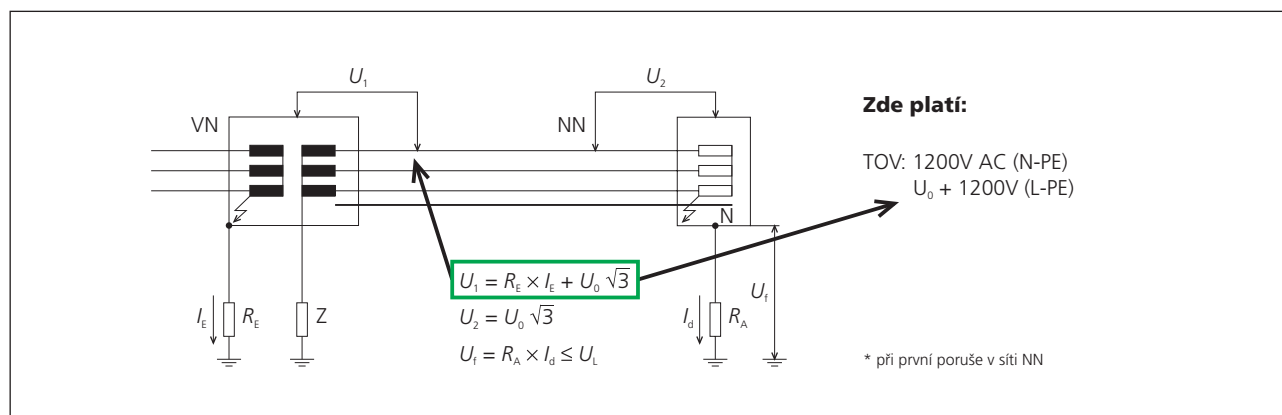


3. Uzemnění VN a NN napájecího trafo a uzemnění spotřebitele je provedeno separátně

Síť IT – bez vyvedeného nulového vodiče



Síť IT – s vyvedeným nulovým vodičem



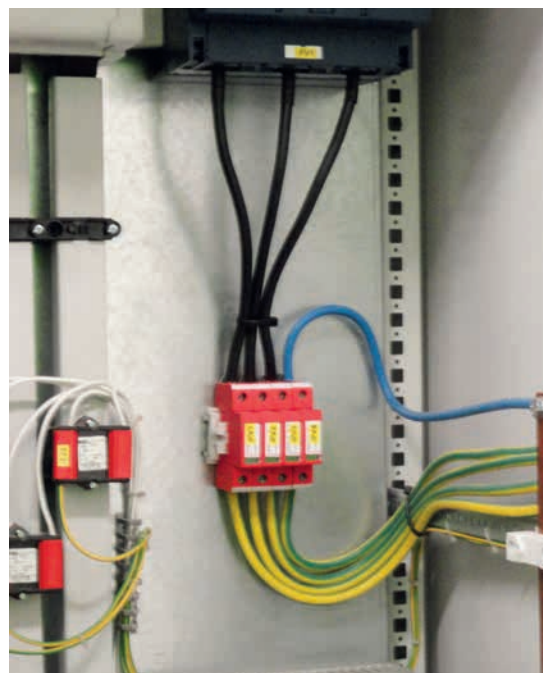
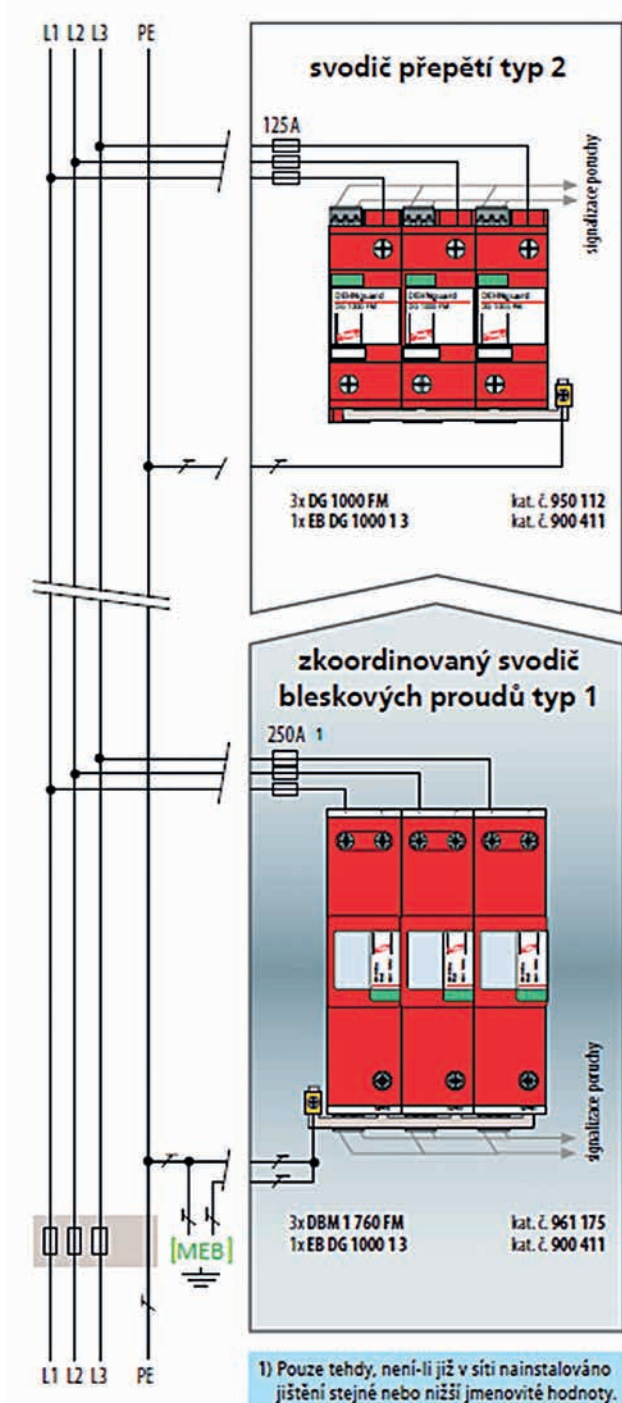
Vzorové řešení

Svodiče přepětí pro izolované sítě



Příklad instalace přepětiových ochran SPD typu 1 a typu 2 v sítích IT 690 V

Svodiče přepětí SPD typu 1 jsou jiskřiště, která mají funkci vlnolamu bleskových proudů. Následné svodiče SPD typu 2 jsou spolu vzájemně mezi sebou energeticky koordinovány.



Vzorové řešení

Svodiče přepětí pro izolované sítě



Revize a údržba svodičů přepětí SPD typu 2

Ve svodičích přepětí SPD typu 2 a typu 3 jsou jako výkonné prvky omezující přepětí používány polovodiče (např. metaloxidové varistory a supresorové diody). Tyto polovodiče nemají dlouhodobě stálé parametry. Jejich charakteristickým parametrem je tzv. **miliampérový bod** voltampérové charakteristiky. To je napětí při stálém svodovém proudu 1 mA, kdy varistor takzvaně otevírá. Dále jen »**hodnota miliampérového bodu**«.

Tabulka: Řada RED LINE – pro ochranu napájecí soustavy NN

DEHNguard	Kat. č.	Toleranční pásmo
DG S 275	952 070	386 – 474 V
DG S 440 (FM)	952 075	643 – 787 V
DG M WE 600	952 302	1 080 – 1 320 V
DG 1000 FM	952 112	1 620 – 1 980 V

Svodiče přepětí na bázi varistorů mohou mít po určitém čase svodové proudy.

Maximální množství přepětových ochran

$$X = \frac{6.66 \text{ mA}}{50 \mu\text{A}} = 133 \text{ svodičů}$$

Kde:

Předpokládaný svodový proud varistoru: cca 50 μA
 Spouštěcí proud monitoru izolace: 6,6 mA

Použitím několika „starých“ svodičů přepětí na bázi varistorů by konečně mohlo dojít ke svodovému proudu, což by vedlo k chybné indikaci / vypnutí monitoru izolace.

Produktový list: DEHNbloc modular

DB M 1 255 (961 120)

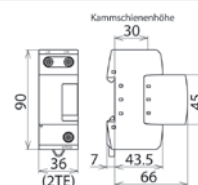
- Koordinovaný svodič bleskových proudů na bázi jiskřičště, složený ze základního dílu a zásuvného ochranného modulu
- Vysoká provozní spolehlivost chráněných zařízení je zajištěna omezením následného proudu technologií RADAX-Flow
- Přímá koordinace se svodičem přepětí DEHNguard bez nutnosti vkládat oddělovací tlumivku nebo zajistit délku vedení



Zobrazení je nezávazné



Schéma vnitřního zapojení DB M 1 255



Rozměry DB M 1 255

Jednopolový, modulární, koordinovaný svodič bleskových proudů se schopností omezit vysoké následné proudy.

Typ	DB M 1 255
Obj. č.	961 120
SPD podle ČSN EN 61643-11 / ... IEC 61643-11	typ 1/Třída I
Jmenovité napětí AC (U_N)	230 V (50/60 Hz)
Nejvyšší provozní napětí AC (U_C)	255 V (50/60 Hz)
Bleskový proud (10/350 μs) (I_{imp})	50 kA
Specifická energie (W/R)	625,00 kJ/ohm
Ochranná úroveň (U_P)	$\leq 2,5$ kV
Schopnost omezit následný proud AC (I_k)	50 kA _{eff}
Omezení následného proudu/selektivita	nevybaví pojistky 35 A gG do 50 kA _{eff} (prosp.)
Doba odezvy (t_d)	≤ 100 ns
Max. předjističení (L) do $I_k = 50$ kA _{eff} ($t_b \leq 0,2$ s)	500 A gG
Max. předjističení (L) do $I_k = 50$ kA _{eff} ($t_b \leq 5$ s)	315 A gG
Max. předjističení (L-L')	125 A gG
Napětí TOV (U_T) – charakteristika	440 V/120 min - Pevnost

Vzorové řešení

Svodiče přepětí pro izolované sítě



Produktový list: DEHNguard S

DG S 275 (952 070)

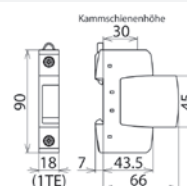
- Svodič přepětí s univerzálním použitím, složený ze základního dílu a zásuvného ochranného modulu
- Vysoký svodový výkon je zajištěn výkonným zinkoxidovým varistorem
- Vysoký stupeň bezpečnosti je zajištěn odpojovacím zařízením „Thermo-Dynamic-Control“



Zobrazení je nezávazné



Schéma vnitřního zapojení DG S 275



Rozměry DG S 275

Jednopolový, dělený svodič přepětí, složený ze základního dílu a zásuvného ochranného modulu.

Typ	DG S 275
Obj. č.	952 070
SPD podle ČSN EN 61643-11 / ... IEC 61643-11	typ 2/Třída II
Energeticky koordinovaná ochranná úroveň pro konc. zař. (≤ 10 m)	typ 2 + typ 3
Jmenovité napětí AC (U_N)	230 V (50/60 Hz)
Maximální provozní napětí AC (U_C)	275 V (50/60 Hz)
Maximální provozní napětí DC (U_{DC})	350 V
Jmenovitý impulzní proud (8/20 μ s) (I_n)	20 kA
Maximální impulzní proud (8/20 μ s) (I_{max})	40 kA
Ochranná úroveň (U_p)	≤ 1,5 kV
Ochranná úroveň při 5 kA (U_p)	1 kV
Doba odezvy (t_d)	≤ 25 ns
Max. nadproudivá ochrana ze strany sítě	125 A gG
Zkratová pevnost při max. nadproudivé ochraně ze strany sítě (I_{SCCR})	50 kA _{eff}
Napětí TOV (U_T) – charakteristika	335 V/5 s - Pevnost
Napětí TOV (U_T) – charakteristika	440 V/120 min - Bezpečný výpadek

Produktový list: DEHNbloc Maxi 440/760

DBM 1 440 (961 140)

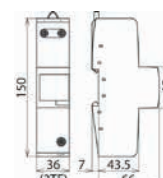
- Schopnost svádět velmi vysoké bleskové proudy
- Jiskřiště s technologií RADAX-Flow s vysokou schopností zhasnout nebo omezit následné proudy
- Přímá koordinace se svodičem přepětí DEHNguard bez nutnosti vkládat oddělovací tlumivku nebo zajistit délku vedení



Zobrazení je nezávazné



Schéma vnitřního zapojení DBM 1 440



Rozměry DBM 1 440

Koordinovaný, jednopolový svodič bleskových proudů s vysokou schopností omezit následné proudy, pro $U_C = 440$ V.

Typ	DBM 1 440
Obj. č.	961 140
SPD podle ČSN EN 61643-11 / ... IEC 61643-11	typ 1/Třída I
Jmenovité napětí AC (U_N)	400 V
Nejvyšší provozní napětí AC (U_C)	440 V
Bleskový proud (10/350 μ s) (I_{imp})	35 kA
Specifická energie (W/R)	306,25 kJ/ohm
Jmenovitý impulzní proud (8/20 μ s) (I_n)	35 kA
Ochranná úroveň (U_p)	≤ 2,5 kV
Schopnost omezit následný proud AC (I_n)	50 kA _{eff}
Omezení následného proudu/selektivita	nevybaví pojistky 35 A gG do 50 kA _{eff} (prosp.)
Doba odezvy (t_d)	≤ 100 ns
Max. předjistiění (L) do $I_k = 50$ kA _{eff} ($t_d \leq 0,2$ s)	500 A gG
Max. předjistiění (L) do $I_k = 50$ kA _{eff} ($t_d \leq 5$ s)	250 A gG
Max. předjistiění (L-L')	125 A gG
Napětí TOV (U_T) – charakteristika	760 V/120 min - Pevnost

Vzorové řešení

Svodiče přepětí pro izolované sítě



Produktový list: DEHNguard S

DG S 440 (952 075)

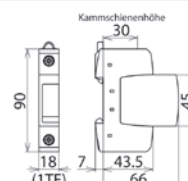
- Svodič přepětí s univerzálním použitím, složený ze základního dílu a zásuvného ochranného modulu
- Vysoký svodový výkon je zajištěn výkonným zinkoxidovým varistorem
- Vysoký stupeň bezpečnosti je zajištěn odpojovacím zařízením „Thermo-Dynamic-Control“



Zobrazení je nezávazné



Schéma vnitřního zapojení DG S 440



Rozměry DG S 440

Jednopolový, dělený svodič přepětí, složený ze základního dílu a zásuvného ochranného modulu.

Typ	DG S 440
Obj. č.	952 075
SPD podle ČSN EN 61643-11 / ... IEC 61643-11	typ 2/Třída II
Energeticky koordinovaná ochranná úroveň pro konc. zař. (≤ 10 m)	typ 2 + typ 3
Jmenovité napětí AC (U_N)	400 V (50/60 Hz)
Maximální provozní napětí AC (U_C)	440 V (50/60 Hz)
Maximální provozní napětí DC (U_C)	585 V
Jmenovitý impulzní proud (8/20 μ s) (I_n)	20 kA
Maximální impulzní proud (8/20 μ s) (I_{max})	40 kA
Ochranná úroveň (U_p)	≤ 2 kV
Ochranná úroveň při 5 kA (U_p)	≤ 1,7 kV
Doba odezvy (t_d)	≤ 25 ns
Max. nadproudová ochrana ze strany sítě	125 A gG
Zkratová pevnost při max. nadproudové ochraně ze strany sítě (I_{SCCR})	25 kA _{eff}
Napětí TOV (U_T) – charakteristika	580 V/5 s - Pevnost
Napětí TOV (U_T) – charakteristika	765 V/120 min - Bezpečný výpadek

Produktový list: DEHNbloc Maxi 440/760

DBM 1 760 FM (961 175)

- Schopnost svádět velmi vysoké bleskové proudy
- Jiskřičště s technologií RADAX-Flow s vysokou schopností zhasnout nebo omezit následné proudy
- Přímá koordinace se svodičem přepětí DEHNguard bez nutnosti vkládat oddělovací tlumivku nebo zajistit délku vedení



Zobrazení je nezávazné

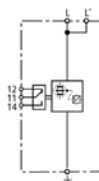
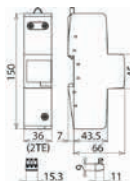


Schéma vnitřního zapojení DBM 1 760 FM



Rozměry DBM 1 760 FM

Koordinovaný, jednopolový svodič bleskových proudů s vysokou schopností omezit následné proudy, pro $U_C = 760$ V.

Typ	DBM 1 760 FM
Obj. č.	961 175
SPD podle ČSN EN 61643-11 / ... IEC 61643-11	typ 1/Třída I
Jmenovité napětí AC (U_N)	690 V
Nejvyšší provozní napětí AC (U_C)	760 V
Bleskový proud (10/350 μ s) (I_{imp})	25 kA
Specifická energie (W/R)	156,25 kJ/ohm
Jmenovitý impulzní proud (8/20 μ s) (I_n)	25 kA
Ochranná úroveň (U_p)	≤ 4 kV
Schopnost omezit následný proud AC (I_n)	25 kA _{eff}
Omezení následného proudu/selektivita	nevybaví pojistky 35 A gG do 25 kA _{eff} (prosp.)
Doba odezvy (t_d)	≤ 100 ns
Max. předjistění (L) do $I_k = 25$ kA _{eff} ($t_b \leq 5$ s)	250 A gG
Max. předjistění (L) při $I_k > 25$ kA _{eff}	100 A gG
Max. předjistění (L-L')	125 A gG
Napětí TOV (U_T) – charakteristika	1320 V/120 min - Pevnost

Vzorové řešení

Svodiče přepětí pro izolované sítě



Produktový list: DEHNguard modular

DG M WE 600 (952 302)

- Kompletně zapojený svodič s dvoudílnou konstrukcí je složený ze základního dílu a zásuvných ochranných modulů
- Vysoký svodový výkon je zajištěn výkonným zinkoxidovým varistorem/jiskřištěm
- Vysoký stupeň bezpečnosti je zajištěn odpojovacím zařízením „Thermo-Dynamic-Control“



Zobrazení je nezávazné

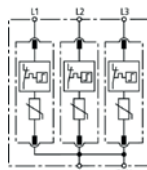
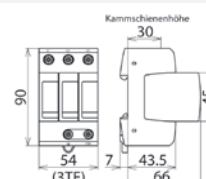


Schéma vnitřního zapojení DG M WE 600



Rozměry DG M WE 600

Třípólový modulární svodič přepětí pro větrné elektrárny, se jmenovitým napětím varistoru $U_{mov} = 750$ V AC; v provedení FM s bezpotenciálovým kontaktem dálkové signalizace.

Typ	DG M WE 600
Obj. č.	952 302
SPD podle ČSN EN 61643-11 / ... IEC 61643-11	typ 2/Třída II
Energeticky koordinovaná ochranná úroveň pro konc. zař. (≤ 10 m)	typ 2 + typ 3
Jmenovité napětí AC (U_N)	480 V (50/60 Hz)
Maximální provozní napětí AC (U_C)	600 V (50/60 Hz)
Jmenovité napětí varistoru (U_{mov})	750 V
Jmenovitý impulzní proud (8/20 μ s) (I_n)	15 kA
Max. impulzní proud (8/20 μ s) (I_{max})	25 kA
Ochranná úroveň (U_p)	≤ 3 kV
Ochranná úroveň při 5 kA (U_p)	$\leq 2,5$ kV
Doba odezvy (t_d)	≤ 25 ns
Max. nadproudová ochrana ze strany sítě	100 A gG
Zkratová pevnost při max. nadproudové ochraně ze strany sítě (I_{SCCR})	25 kA _{eff}
Napětí TOV (U_T) – charakteristika	900 V/5 s - Pevnost
Napětí TOV (U_T) – charakteristika	915 V/120 min - Bezpečný výpadek

Produktový list: DEHNguard 1000

DG 1000 FM (950 112)

- Vysoký svodový výkon je zajištěn výkonným zinkoxidovým varistorem
- Vysoký stupeň bezpečnosti je zajištěn odpojovacím zařízením „Thermo-Dynamic-Control“
- Určený speciálně pro systémy s vysokým napětím



Zobrazení je nezávazné

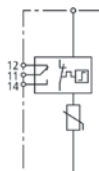
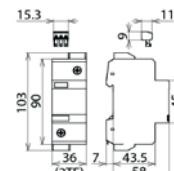


Schéma vnitřního zapojení DG 1000 FM



Rozměry DG 1000 FM

Jednópolový kompaktní svodič přepětí se jmenovitým napětím $U_C = 1000$ V AC resp. 1000 V DC; v provedení FM s kontaktem dálkové signalizace.

Typ	DG 1000 FM
Obj. č.	950 112
SPD podle ČSN EN 61643-11 / ... IEC 61643-11	typ 2/Třída II
Energeticky koordinovaná ochranná úroveň pro konc. zař. (≤ 10 m)	typ 2 + typ 3
Jmenovité napětí AC (U_N)	830 V (50/60 Hz)
Maximální provozní napětí AC (U_C)	1000 V (50/60 Hz)
Maximální provozní napětí DC (U_C)	1000 V
Jmenovitý impulzní proud (8/20 μ s) (I_n)	15 kA
Max. svodový proud (8/20 μ s) (I_{max})	30 kA
Ochranná úroveň (U_p)	$\leq 4,2$ kV
Ochranná úroveň při 5 kA (U_p)	$\leq 3,5$ kV
Doba odezvy (t_d)	≤ 25 ns
Max. nadproudová ochrana	100 A aM
Max. nadproudová ochrana při $U \leq 690$ V AC	125 A gG
Zkratová pevnost při max. předjištění (I_{SCCR})	25 kA _{eff}
Napětí TOV (U_T) – charakteristika	1205 V/5 s - Pevnost
Napětí TOV (U_T) – charakteristika	1580 V/120 min - Bezpečný výpadek

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

