Daniel Anděl, Josef Valíček

Studie „Koncepce řešení ochrany před bleskem a přepětím pro fotovoltaické elektrárny“

Obsah

1. Úvod ... 3
1.1. Legislativa ... 3
1.2. Právní odpovědnost zhotovitele a provozovatele fotovoltaických elektráren ... 7
1.3. Aktuální přehled souvisejících ČSN s ochranou před bleskem k 1. 7. 2023 ... 16
2. Vnější ochrana před bleskem ... 18
2.1. FVE na různých typech staveb ... 19
2.2. Fotovoltaická aplikace na volné ploše ... 25
2.3. Rizika spojená s fotovoltaickými elektrárnami ... 27
2.4. Porovnání normy ČSN 34 1390 a souboru norem ČSN EN 62305, ed. 2 s ohledem na dostatečnou vzdálenost ... 28
2.5. Rozhodné skutečnosti pro izolovaný hromosvod ... 29
2.6. Práce na hromosvodu a FVE ... 30
2.7. Parametry součástí vnější ochrany před bleskem ... 30
2.8. Nejčastější chyby při projektování a montáži ... 31
2.9. Revize ... 36
3. Vnitřní ochrana před bleskem a přepětím ... 38
3.1. Uzemnění ... 38
3.2. Pospojování ... 38
3.3. Magnetické stínění a trasy vedení ... 38
3.4. Koordinovaný systém SPD ... 39
3.5. Technická řešení vnitřní ochrany u FV systémů ... 40
3.6. Ochrana střídačů s výstupním napětím 800 V na straně AC ... 44
3.7. Parametry součástí vnitřní ochrany před bleskem a přepětím ... 46
3.8. Nejčastější chyby při projektování a montáži ... 52
4. Přílohy ... 57

1. Úvod

Při instalaci fotovoltaické elektrárny na střechu objektu zaskočí nejednoho investora informace od odborné firmy, že je nutná i úprava hromosvodu, nebo kompletní předělání celé jímací soustavy, což pochopitelně navyšuje cenu celé investice. Níže jsou popsané zásadní body a rady pro nové a dodatečné instalace FVE, na které je potřeba si dát pozor s ohledem na ochranu před bleskem.

1.1. Legislativa

V České republice existují dva stupně nové právní úpravy:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Zákon č. 283/2021 Sb., stavební zákon, Díl 4 Technické požadavky na stavby,
§ 145 Základní požadavky na stavby, (1) Stavba musí být navržena a provedena tak, aby byla vhodná pro určené využití a po celou dobu trvání plnila při běžné údržbě a působení běžně předvídatelných vlivů základní požadavky na stavby, kterými jsou
a) mechanická odolnost a stabilita,
b) požární bezpečnost,
c) ochrana zdraví,
d) ochrana životního prostředí,
e) bezpečnost při užívání, provozu a údržbě,
f) úspora energie,
g) udržitelné využívání přírodních zdrojů.

§ 149 Požadavky na bezpečnost při užívání, provozu a údržbě; Stavba musí být navržena a provedena takovým způsobem, aby při jejím užívání, údržbě nebo provozu
a) nevznikalo nebezpečí nehod nebo poškození zdraví osob nebo zvířat,
b) byla zohledněna přístupnost pro osoby s omezenou schopností pohybu nebo orientace, zejména u 1. staveb pozemních komunikací a veřejných prostranství[32)],
2. staveb občanského vybavení v částech určených pro užívání veřejností,
3. společných prostor a domovního vybavení bytového domu,
4. bytu zvláštního určení,
5. staveb pro výkon práce nejméně 25 osob, pokud charakter provozu v těchto stavbách umožňuje zaměstnávat osoby se zdravotním postižením.

Hlava II, Požadavky na výrobky pro stavby § 153
(1) Pro stavby mohou být navrženy a použity jen takové výrobky, materiály a konstrukce, jejichž vlastnosti z hlediska způsobilosti stavby pro navržený účel zaručují, že stavba při správném provedení a běžné údržbě po dobu předpokládané existence splní základní požadavky na stavby.

§ 158 Obsah dokumentace

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

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

§ 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, obsažený v příslušné české technické normě, jehož dodržení se považuje za splnění požadavků konkrétního ustanovení této vyhlášky. Z uvedeného dle našeho názoru 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 č. 268/2009 vyplývá, že se u odkazů na technické normy v této vyhlášce nejedná o tzv. indikativní odkazy ve smyslu čl. 45a a odst. 1 Legislativních pravidel vlády, ale o odkazy závazné. Technické normy, na které je ve vyhlášce odkazováno, totiž neobsahují příklady, jak lze splnit povinnosti stanovené právním předpisem, ale stanoví přímo tyto povinnosti*."

Existuje však ještě další argument, který podporuje správnost závěru o aplikaci českých technických norem. Tím je Příloha 2, část A, písmeno f) nařízení vlády č. 190/2022 Sb., o vyhrazených technických elektrických zařízeních a požadavcích na zajištění jejich bezpečnosti, v níž nalezneme další požadavek na podklady pro vyhotovení revize vyhrazeného elektrického zařízení, a to: *„Výpočet rizik pro zařízení určená na ochranu před účinky atmosférické elektřiny se začleněním posuzovaného systému ochrany před bleskem a přepětím (dále jen „LPS") do příslušné třídy LPS podle normových hodnot, technickou zprávu obsahující dokumentaci LPS, popis návrhu včetně technických výkresů, doprovodnou technickou dokumentaci jednotlivých použitých součástí prokazující jejich vhodnost k použití v dané třídě LPS splněním normativních hodnot a podmínky pro údržbu.*" Z uvedeného dle našeho názoru vyplývá, že pro vyhotovení zprávy o výchozí revizi je nezbytné, aby byl splněn technický požadavek vyplývající z příslušné české technické normy.

Je třeba také poukázat na skutečnost, že existují právní oblasti, kde povinnost aplikace českých technických norem vyplývá přímo ze zákona. Takovou oblastí je oblast veřejných zakázek. Zákon č. 134/2016 Sb., o zadávání veřejných zakázek, ve svém § 90 výslovně stanoví, že zadavatel při stanovení technických podmínek prostřednictvím odkazu na normy nebo technické dokumenty musí v 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 a/nebo dodávka zařízení určeného k ochraně před účinky atmosférické, popř. statické elektřiny (bleskosvodu), je tedy nemyslitelné, aby se postupovalo podle jiných technických norem než dle ČSN EN 62305. Jakýkoli jiný postup je zjevně v rozporu s uvedeným zákonem.

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

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

Nařízení vlády č. 190/2022 Sb.

§ 3 Vyhrazená elektrická zařízení
(1) Vyhrazenými elektrickými zařízeními jsou zařízení, která představují zvýšenou míru ohrožení života, zdraví a bezpečnosti fyzických osob, a to
a) elektrická zařízení pro výrobu, přeměnu, přenos, rozvod, distribuci a odběr elektrické energie a elektrické instalace staveb a technologií,
b) zařízení určená k ochraně před účinky atmosférické nebo statické elektřiny.
(2) Vyhrazenými elektrickými zařízeními nejsou
a) ruční elektromechanické nářadí, elektronické přístroje a elektrické spotřebiče do napětí 400 V včetně, pokud nejsou určené pro pevné připojení k elektrické síti,
b) prodlužovací šňůry a odpojitelné přívody,
c) zdravotnické elektrické přístroje,
d) elektrické zařízení strojního zařízení, které je považováno za výrobek podle jiného právního předpisu[4]),
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 (dílčího provozního souboru), jež jsou z něho jako celku připraveny postupně k uvedení do provozu,

d) záznamy o prohlídkách a zkouškách provedených na vyhrazeném elektrickém zařízení v průběhu jeho montáže,
e) záznamy o provedených opatřeních, prohlídkách a zkouškách provedených v průběhu rekonstrukce vyhrazeného elektrického zařízení, které nemůže být ze závažných společenských, národohospodářských nebo technologických důvodů bez napětí po celou dobu provádění činností, popřípadě stanovisko pověřené organizace nebo znalce,
f) ***výpočet rizik pro zařízení určená na ochranu před účinky atmosférické elektřiny se začleněním posuzovaného systému ochrany před bleskem a přepětím (dále jen „LPS“) do příslušné třídy LPS podle normových hodnot, technickou zprávu obsahující dokumentaci LPS, popis návrhu včetně technických výkresů, doprovodnou technickou dokumentaci jednotlivých použitých součástí prokazující jejich vhodnost k použití v dané třídě LPS splněním normativních hodnot a podmínky pro údržbu,***
g) protokoly o kusovém ověřování na zabudované výrobky,
h) identifikaci právnické osoby nebo podnikající fyzické osoby, včetně čísla oprávnění, která elektroinstalaci prováděla.
II. Pro pravidelné a mimořádné revize
a) provozní a projektovou nebo výkresovou dokumentaci vyhrazeného elektrického zařízení a podmínky pro údržbu,
b) protokoly o určení vnějších vlivů, pokud nejsou součástí provozní dokumentace,
c) záznamy o výsledcích provedených prohlídek a zkoušek a o zjištěných a odstraněných závadách při provozu a údržbě,
d) zprávu o předchozí revizi,
e) doklady o kontrolách orgánů inspekce práce,
f) osvědčení k vyhrazenému elektrickému zařízení I. třídy vydanému pověřenou organizací podle § 6 odst. 1 písm. b) zákona,
g) doklad uvádějící důvody mimořádné revize.

1.2. Právní odpovědnost zhotovitele a provozovatele fotovoltaických elektráren

1.2.1 Závaznost nebo nezávaznost ČSN

1.2.1.1 Obecně o pramenech práva

Dle odborné literatury a judikatury nepanuje v ČR obecná závaznost českých technických norem. Ze zásady se lze ztotožnit také s tím, že tento fakt má za důsledek, že jisté technické zařízení lze prohlásit za bezpečné i v případě, že se nebude nutně postupovat podle náležité české technické normy. Z druhé strany však plyne odpovědnost dodržování příslušných právních předpisů coby obecně závazných právních norem.

1.2.1.2 Judikát NSS

V případě dotyčného odkazu na použití českých technických norem se jedná o odkaz přímý. Popsané plyne z rozsudku Nejvyššího správního soudu ČR ze dne 28. 5. 2015, č.j. 1As 162/2014 – 63. Blíže bod č. 43 odůvodnění rozhodnutí Nejvyššího správního soudu ČR, v němž je uvedeno: ,,*Z vymezení pojmu normová hodnota ve vyhlášce č. 268/2009 Sb. 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. Vyhláška sama o sobě bez obsahu technické normy nestanoví dostatečně určitě (slovy Legislativních pravidel vlády „výstižně“) pravidlo chování, které má být naplněno. Například podle § 6 odst. 6 vyhlášky: „Prostorové uspořádání sítí technického vybavení jako souběh nebo křížení jsou stanoveny normovými hodnotami.“

1.2.1.3 Technické požadavky na stavby vybavené (osazené) fotovoltaickým systémem

§ 36 ve spojení s § 3 písm. k) vyhlášky Ministerstva pro místní rozvoj č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby: § 36 odst. 2 zakládá povinnost, aby u staveb definovaných v odst. 1 tohoto paragrafu (tj. u staveb, které je nutné opatřit ochranou před bleskem) byl výpočet řízení rizika realizován podle normových hodnot pro výběr nejvhodnějších ochranných opatření stavby. § 3 písm. k) uvedené vyhlášky pak normovou hodnotu definuje jako konkrétní technický požadavek, především limitní hodnota, návrhová metoda, národně stanovené parametry, technické vlastnosti stavebních konstrukcí a technických zařízení, obsažený v příslušné české technické normě, jehož dodržení se považuje za splnění požadavků konkrétního ustanovení této vyhlášky. Z výše uvedeného jasně plyne nezbytnost splnění technického požadavku vyplývajícího z příslušné české technické normy. U hromosvodů pak jmenovitě ČSN EN 62305.

1.2.1.4 Obecně k výpočtu o stanovení řízeného rizika dle ČSN EN 62305-2, ed. 2

Je možné ovšem nalézt další argument, jenž je v souladu se závěrem o použití českých technických norem. Tento argument se opírá o nařízení vlády č. 190/2022 Sb., Příloha 2, část A, písmeno f) o vyhrazených technických elektrických zařízeních a požadavcích na zajištění jejich bezpečnosti, ve které lze najít další nezbytnost ohledně zpracování náležitých podkladů pro zhotovení zprávy o revizi vyhrazeného elektrického zařízení: *„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 výše popsaného plyne skutečnost, že je nezbytné zhotovit zprávu o výchozí revizi, definující splnění technického požadavku vyplývajícího z náležitého souboru českých technických norem ČSN EN 62305, ed. 2.

1.2.1.5 Oblast veřejných zakázek

Kromě výše uvedeného lze upozornit na existenci další právní oblasti, ze které plyne přímo ze zákona nutnost použití českých technických norem. Konkrétně se jedná o oblast veřejných zakázek, upravenou zákonem č. 134/2016 Sb., o zadávání veřejných zakázek, kde v § 90 je výslovně stanovena povinnost pro zadavatele při stanovování technických podmínek prostřednictvím odkazu na normy nebo technické dokumenty užití české technické normy, jež přejímá evropské normy, které byly přijaté evropskými normalizačními orgány a poté veřejně uvedené. Až v případě nemožnosti takového postupu platí pro zadavatele, že v tom případě je oprávněn použít také další evropské technické posouzení nebo další uvedené dle tohoto zákona. Z hlediska oblasti veřejných zakázek je vyloučeno postupovat dle jiných technických norem než podle ČSN EN 62305, a

to především v případě, pokud je předmětem projekce a/nebo dodávka přístroje, který je určen pro ochranu před působením účinků atmosférické nebo statické elektřiny, tzn. hromosvod. Pokud je zvolen jiný postup, jedná se o jasný rozpor s tímto zákonem. **(Jako příklad nesprávného řešení postupu projektu slouží návrh a realizace aktivního hromosvodu ESE.)**

1.2.1.6 O bezpečnosti a ochraně zdraví při práci

Další vhodnou právní úpravou, na kterou lze upozornit, je zákon č. 262/2006 Sb., (zákoník práce), který v § 349 odst. 1 stanovuje, co jsou právní a jiné předpisy k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci. Jedná se o *„předpisy na ochranu života a zdraví, předpisy hygienické a protiepidemické, technické předpisy, technické dokumenty a technické normy, stavební předpisy, dopravní předpisy, předpisy o požární ochraně a předpisy o zacházení s hořlavinami, výbušninami, zbraněmi, radioaktivními látkami, chemickými látkami a chemickými směsmi a jinými látkami škodlivými zdraví, pokud upravují otázky týkající se ochrany života a zdraví.“* Tento uvedený výčet je důležitý především v souvislosti s novým zákonem č. 250/2021 Sb., o bezpečnosti práce v souvislosti s provozem vyhrazených technických zařízení, a jeho 3. poznámkou pod čarou, která přímo odkazuje na § 349 odst. 1 zákona č. 262/2006 Sb., zákoník práce. Lze tudíž spatřovat neměnnou vůli zákonodárce o jednotný přístup k použití českých technických norem, které jsou přejaty z hlediska aplikace evropského práva harmonizací evropských technických norem, a to zejména při posuzování bezpečnosti vyhrazených technických zařízení, kupříkladu hromosvodů. Výše je uveden výčet, dle něhož je ochrana zdraví zaměstnanců velmi důležitou otázkou, která je přesně upravena právními normami, jež jsou obsaženy v pracovně-právních předpisech, kupříkladu ve zmíněném zákoníku práce.

1.2.2 Právní odpovědnost dodavatele (zhotovitele) FVE

Máme-li na mysli odpovědnost, můžeme uvažovat nejen o civilněprávní odpovědnosti, ale také o trestněprávní (trestní) odpovědnosti. V případě civilněprávní odpovědnosti je zapotřebí přemýšlet ve dvou rovinách. První bude odpovědnost za způsobenou újmu a druhou pak bude odpovědnost za vady projektové dokumentace.

Pro odpovědnost za vady je příznačná možnost vzniku, a to i kdyby v důsledku vadného plnění nevznikla žádná újma. Obráceně však: odpovědnost za újmu nastane v případě, kdy z důvodu vadného plnění vznikne újma.

1.2.2.1 Odpovědnost za újmu

V situaci vzniku újmy, kdy příčinou jejího vzniku bude skutečnost, že projektová dokumentace pro ochranu stavby osazené FVE před bleskem nebyla provedena v souladu se souborem českých technických norem ČSN EN 62305, ed. 2 – 1 až 4, bude za takovou újmu odpovídat (a bude povinen k její náhradě) opět projektant, neboť on právě takovým způsobem porušil své povinnosti.

V situaci následující montáže ochrany před bleskem, tedy montáže podle vadné projektové dokumentace, bude za újmu kromě projektanta zodpovědný taktéž zhotovitel, jenž je povinen realizovat stavbu v souladu s rozhodnutím nebo jiným opatřením stavebního úřadu a s ověřenou projektovou dokumentací, dodržet

obecné požadavky na výstavbu, popřípadě jiné technické předpisy a technické normy, a zajistit dodržování povinností k ochraně života, zdraví, životního prostředí a bezpečnosti práce vyplývajících ze zvláštních právních předpisů. Je nutné poznamenat, že výše uvedené bude platit i dle nového stavebního zákona.

Nedílnou zodpovědnost nadále nese revizní technik jako zpracovatel výchozí revizní zprávy elektrotechnické části pro fotovoltaický systém a v poslední řadě projektant jako zpracovatel dokumentace skutečného provedení stavby, kdy svým autorizačním podpisem dle platných norem a zákona potvrzuje správnost, úplnost a bezchybnost stavu, který dokumentuje, a který odpovídá platným normám a bezpečnému a spolehlivému provedení.

1.2.2.2 Odpovědnost trestněprávní

V situaci, kdy ochrana stavby před bleskem bude realizována podle projektové dokumentace zpracované nikoliv v souladu se souborem norem ČSN EN 62305, ed. 2 – 1 až 4, čímž tento rozpor bude mít způsobilost toho, že osoby zdržující se na stavbě budou vydány v nebezpečí smrti nebo těžké újmy na zdraví, pak je zapotřebí poukázat na fakt, že může dojít k naplnění skutkové podstaty trestného činu obecného ohrožení, popř. obecného ohrožení z nedbalosti. Dle § 272, resp. 273 zákona č. 40/2009 Sb., trestní zákoník, se trestného činu obecného ohrožení dopustí ten, kdo (úmyslně a/nebo z nedbalosti) způsobí obecné nebezpečí tím, že vydá lidi v nebezpečí smrti nebo těžké újmy na zdraví nebo cizí majetek v nebezpečí škody velkého rozsahu tím, že zapříčiní požár nebo povodeň nebo škodlivý účinek výbušnin, plynu, elektřiny nebo jiných podobně nebezpečných látek nebo sil nebo se dopustí jiného podobného nebezpečného jednání. Uvedeného trestného činu se pak může dopustit kdokoli, tedy ten, kdo (ať již v rovině úmyslné, či nedbalostní) věděl nebo mohl vědět o nebezpečnosti stavby zapříčiněné tím, že stavba nebyla realizována dle souboru norem ČSN EN 62305, ed. 2 – 1 až 4. To znamená, že popsaného trestného činu se můžou dopustit zejména:

- *projektant realizačního projektu a následně dokumentace skutečného provedení stavby,*
- *zhotovitel a revizní technik.*

Úskalí uvedeného trestného činu pak spočívá především v tom, že k jeho naplnění není zapotřebí, aby došlo ke škodní události (úrazu elektrickým proudem / požáru), k naplnění stačí již samotná existence nebezpečí (tedy provedení stavby v rozporu se souborem norem ČSN EN 62305, ed. 2 – 1 až 4, a její následný provoz).

Pokud by došlo i k samotné škodní události, pak je vhodné upozornit také na to, že mohou být naplněny skutkové podstaty ještě dalších trestných činů, především:

- *usmrcení z nedbalosti (§ 143 trestního zákoníku),*
- *těžké ublížení na zdraví (úmyslné / nedbalostní) (§§ 145 a 147 trestního zákoníku),*
- *ublížení na zdraví (§ 146 trestního zákoníku).*

Rovněž ve vztahu ke všem těmto trestným činům platí, že se jich mohou dopustit jak projektant, tak zhotovitel či revizní technik.

1.2.2.3 Skrytá vada díla

K základní argumentaci patří to, že kdo podniká v oboru elektrotechniky, od toho mají zákazníci právo očekávat, že bude jednat se znalostí a pečlivostí spojenou s odborností v tomto oboru, a že je tedy například upozorní na skutečnost – v případě špatné nebo žádné ochrany před bleskem, že instalace elektrického zařízení odporuje bezpečnosti dle § 5 odst. 1 nového občanského zákoníku a stavebního zákona.

Z pohledu obchodního zákoníku, ale i nového občanského zákoníku platí, že dílo musí být zrealizováno v takové jakosti, aby plnilo účel, který je vymezen ve smlouvě nebo jinak s ohledem na obvyklý účel a aby bylo schopné bezpečného a spolehlivého provozu.

Zhotovitel jakožto odborník v konkrétní oblasti by měl mít znalosti, jež jsou zapotřebí k tomu, aby fotovoltaická elektrárna (dále jen FVE) byla vyhotovena v souladu se všemi právními předpisy a použitelnými normami ČSN tak, aby byla schopna bezpečného a řádného provozu.

1.2.2.4 Na úrovni zhotovitele FVE

Jako minimální požadavek musí být uvedena informace o všech firmách (společnostech), které jsou odpovědné za vlastní návrh FVE. Jestliže za návrh FVE odpovídá více než jedna firma, měla by být tato informace poskytnuta úplně a s vyčerpávajícím popisem úlohy jednotlivých firem při vlastním návrhu, tzn. taxativně určeného podílu jak na realizaci, tak ohledně zodpovědnosti na jednotlivých částech FVE a souvisejícím hromosvodu.

1.2.2.4.1 Základní informace o zhotoviteli FVE

- *Společnost (firma) zhotovitel systému FVE (název, adresa, IČO).*
- *Kontaktní osoba společnosti odpovědná za vlastní realizaci (rodné číslo, adresa).*
- *Další údaje (IČO, telefonní číslo, poštovní adresa, e-mail elektronické pošty).*

1.2.2.4.2 Základní informace o systému FVE v realizaci

- *Identifikační údaje o projektu a jeho zpracovateli (IČO, tel. číslo, poštovní adresa, e-mail).*
- *Jmenovitý výkon systému FVE (kWp – DC, kVA – AC) a AKU boxu (kWhod).*
- *Moduly a střídače (výrobce, typ, počty, výkonové parametry).*
- *Předpokládané datum instalace systému.*
- *Předpokládané datum uvedení systému do provozu.*
- *Jméno vlastníka s údaji (telefonní číslo, poštovní adresa, e-mail elektronické pošty).*

1.2.2.5 Závěrečné doporučení

Vždy je třeba svědomitě a řádně prověřit FVE při přejímání. Situace, kdy dochází k převzetí díla, je totiž klíčová, jelikož v této fázi má zákazník jedinou příležitost upozornit na zjevné vady na díle, a tím pádem také žádat o jejich nápravu.

Další důležitou možností je mít při přebírání díla zajištěnu přítomnost odborníka, který může odhalit nejen zjevné, ale i skryté vady, například NEsoulad s projektovou dokumentací a normami ČSN.

Důležitá je také komunikace se zhotovitelem, pojišťovnou a znalcem písemnou formou, jelikož tyto záznamy komunikace mohou u soudu poukázat na skutkový stav.

Velmi důležité je využití právních služeb zkušeného soudního znalce a advokáta od momentu zjištění závad nebo vzniku škody na FVE. Advokát ve spolupráci se znalcem pomůže dílo správně reklamovat nebo také vymáhat náhradu škody v případě, že zhotovitel nebude chtít uhradit například slevu z ceny díla nebo náhradu škody. Taktéž může – avšak pouze z pohledu právní pomoci – vyvarovat se častých chyb způsobených kupříkladu opožděnou reklamací díla nebo nedodržením podmínek reklamace stanovených ve smlouvě o dílo. Z pohledu odborného se doporučuje přizvat ke spolupráci vždy specializovaného znalce.

1.2.3 Právní odpovědnost provozovatele FVE

Kdo může být provozovatelem FVE:

- *fyzická osoba,*
- *právnická osoba (může být i statutární orgán SVJ).*

1.2.3.1 Bezpečnost práce

Jedním z nejdůležitějších právních předpisů, který upravuje oblast povinností pro provozovatele FVE, je zákon č. 250/2021 Sb., o bezpečnosti práce v souvislosti s provozem vyhrazených technických zařízení.

Dle § 20 odst. 3 je základní povinnost pro provozovatele definována takto: *„Provozovatel je povinen zajistit, aby bylo vyhrazené technické zařízení používáno pouze, pokud je vyloučen stav ohrožující bezpečnost práce a provozu. Za stav, který ohrožuje bezpečnost práce a provozu vyhrazeného technického zařízení, se považuje:*

a) provoz vyhrazeného technického zařízení, u něhož není doložena zpráva o provedené revizi, která byla provedena ve stanovených lhůtách a v rozsahu, nebo není doložen ve stanovených případech souhlas, vydaný pověřenou organizací, že předmětné zařízení je schopno bezpečného provozu,
b) provoz vyhrazeného technického zařízení v rozporu s průvodní nebo provozní dokumentací,
c) chybí-li průvodní dokumentace nebo provozní dokumentace k vyhrazenému technickému zařízení, pokud byla vydána.“

Dle § 20 odst. 4 je definováno: *„Není-li průvodní dokumentace nebo provozní dokumentace k vyhrazenému technickému zařízení k dispozici, stanoví rozsah kontroly zařízení provozovatel místním provozním předpisem k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci.“*

Dle § 20 odst. 5 je definováno: *„Provozovatel je povinen zajistit, aby u jím provozovaného vyhrazeného technického zařízení byly odstraněny závady ohrožující bezpečný a spolehlivý provoz zjištěné při revizi nebo kontrole bez zbytečného odkladu po vyhotovení revizní zprávy, záznamu o kontrole, nebo po provedení kontroly. Ostatní závady musí být odstraněny v závislosti na míře jejich závažnosti v termínech uložených v opatření orgánu inspekce práce na základě jeho kontroly, není-li takové kontroly v termínech stanovených provozovatelem.“*

Dle § 20 odst. 6 je definováno: *„Po rekonstrukci musí provozovatel ověřit bezpečnost vyhrazeného technického zařízení včetně provedení zkoušek a výchozí revize.“*

Dle § 20 odst. 7 je definováno: *„Není-li provozovatel vlastníkem vyhrazeného technického zařízení, je povinen zajišťovat řádné používání a provoz tohoto zařízení, a to ode dne prokázaného převzetí vyhrazeného technického zařízení.“*

1.2.3.2 Na úrovni provozovatele FVE

FVE zařízení je vyhrazené technické zařízení třídy II, a proto je nutno zpracovat pro toto zařízení technickou dokumentaci skutečného provedení stavby, vyhotovit zprávu o výchozí revizi a zpracovat provozní řád u větších FV systémů, nebo alespoň návod k obsluze, např. u fotovoltaických mikrozdrojů.

Jako minimální požadavek musí být uvedena informace o všech firmách (společnostech), které jsou odpovědné za vlastní návrh FVE. Jestliže za návrh FVE odpovídá více než jedna firma, měla by být tato informace poskytnuta úplně a s vyčerpávajícím popisem úlohy jednotlivých firem při vlastním návrhu a určeného podílu jak realizace, tak zodpovědnosti na jednotlivých částech FVE a souvisejícího hromosvodu.

1.2.3.2.1 Základní informace o projektantovi FVE

- *Společnost (firma) projektant systému FVE, IČO, název, sídlo.*
- *Kontaktní osoba společnosti zodpovědná za návrh a realizaci.*
- *Další údaje (telefonní číslo, poštovní adresa, e-mail elektronické pošty).*

1.2.3.2.2 Základní informace o systému FVE v realizaci

- *Identifikační údaje projektu.*
- *Jmenovitý výkon systému FVE (kWp – DC, kVA – AC).*
- *Jmenovitá/využitelná kapacita Aku boxu (kWhod).*
- *Event. parametry nabíjecího zařízení, je-li realizováno mimo hybridní zdroj (KVA).*
- *Moduly a střídače (výrobce, typ, počty, parametry).*
- *Předpokládané datum instalace systému.*
- *Předpokládané datum uvedení systému do provozu.*
- *Jméno vlastníka s údaji (telefonní číslo, poštovní adresa, e-mail elektronické pošty).*

1.2.3.2.3 Instalační schéma, situace, dispozice a umístění FVE

Za minimum projektových informací lze považovat:

1. *Vypracované jednopólové instalační schéma, které musí být náležitým způsobem okomentováno tak, aby obsahovalo informace podrobněji rozvedené dále. Provedení musí být vždy v souladu se smlouvou o připojení a s aktuálně platnými PPDS distributora.*
2. *Situace s vyznačením katastrálního vlastnictví pozemku a objektu pro instalaci FVE.*
3. *Dispozice rozmístění fotovoltaického pole – modulů s nezbytnými kótami a popisem.*

1.2.3.2.4 Všeobecná specifikace sekce FVE a AKU

Všeobecná specifikace sekce FVE musí vycházet z jeho dílčí specifikace a obsahovat následující informace pole:

- *Celkový instalovaný výkon (kWp).*
- *Využitelná akumulační kapacita (kWhod).*
- *Typy fotovoltaických panelů.*
- *Celkový počet fotovoltaických panelů.*
- *Počet řetězců.*
- *Počet fotovoltaických panelů v řetězci.*

1.2.3.2.5 Soubor základních dokumentů a předpisů pro provoz:

- *Dokumentace skutečného provedení FVE.*
- *Výchozí revize elektrických rozvodů FVE.*
- *Provozní zkoušky fotovoltaických řetězců.*
- *Výsledky zkoušek a údaje o ověření.*
- *Místní provozní a bezpečnostní předpisy.*
- *Protokol distributora o prvním paralelním připojení.*

Vznik místního provozně bezpečnostního předpisu (dále jen MPBP) má oporu v zákoníku práce a dále v mnoha dalších předpisech a v technických normách:

- Zákoník práce – zákon č. 262/2006 Sb., v § 102 odst. 2 uvádí prevenci rizik. Jsou to všechna opatření vyplývající z právních a ostatních předpisů k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci (BOZP) a z opatření zaměstnavatele, která mají za cíl předcházet rizikům, odstraňovat je nebo minimalizovat působení neodstranitelných rizik.

Prevence rizik je uložena jako povinnost zaměstnavateli, což může být v praxi převedeno až na osobu odpovědnou za elektrické zařízení. Ještě je třeba uvést upřesnění k MPBP ze zákoníku práce § 349 Právní a ostatní předpisy:

- V odstavci 2 zmíněného paragrafu jsou uvedeny pokyny k zajištění BOZP jako konkrétní pokyny dané zaměstnanci vedoucími pracovníky (§ 11 odst. 4), kteří jsou mu nadřízeni. Pro zaměstnance je stanovena povinnost dodržovat právní a ostatní předpisy a pokyny zaměstnavatele k zajištění BOZP, s nimiž byl zaměstnanec řádně seznámen, a řídit se zásadami bezpečného chování na pracovišti a informacemi zaměstnavatele – § 106 odst. 4, písm. c). Zmíněná povinnost platí i pro osoby, které se s vědomím zaměstnavatele zdržují na jeho pracovištích. MPBP stanovují základní požadavky na bezpečný provoz, obsluhu a práci na elektrických zařízeních nebo v jejich blízkosti, dále při činnostech, jako je provoz, údržba, měření, revize a změny uspořádání nebo struktury.
- Vypracování předpisů má vycházet z požadavků ČSN EN 50110-1, ed. 3, která doporučuje použít tuto normu jako pokyn k zavedení svých pravidel a postupů pro zmíněné činnosti. Obsahem MPBP jsou i ustanovení souvisejících zákonů, nařízení vlády, vyhlášek a dalších předpisů, se kterými nesmí být MPBP v rozporu.
- Bezprostředně po vydání tohoto provozního bezpečnostního předpisu musí být s jeho obsahem seznámeni všichni pracovníci, kteří vykonávají činnosti související s provozem, obsluhou, prohlídkami a kontrolami, údržbou a opravami technických zařízení, včetně zaměstnanců dodavatelských firem a organizací. Zodpovědnost za splnění tohoto požadavku mají příslušní vedoucí pracovníci – zaměstnavatel.

- Provozně bezpečnostní předpis nabývá účinnosti dnem jeho vydání.
- Zodpovědnost za dodržování ustanovení tohoto předpisu mají všichni pracovníci, kterých se – v rámci jejich pracovních povinností (provoz, obsluha, údržba, opravy, kontroly nebo revize zařízení) – týká.
- Za provoz, včetně technologického postupu, je odpovědný zaměstnanec – obsluha, který/á je písemně pověřen/a jednatelem společnosti a je zdravotně způsobilý/á a proškolený/á z předpisů pro oblast bezpečnosti práce a technických zařízení, a jeho/její znalosti byly ověřeny.

1.2.3.2.6 Ostatní doplňující podklady

- *Smlouva o připojení FVE k distribuční soustavě.*
- *Protokol distributora o prvním paralelním připojení.*
- *Protokol o seřízení ochran a parametrů invertoru.*
- *Protokol výrobního modulu A.1.*
- *Provozní a montážní deník.*
- *Prohlášení o shodě, certifikáty.*
- *Dokumenty týkající se záruk na fotovoltaické panely a střídače (datum začátku záruky a lhůty, do kdy záruka platí), a uplatnění záruky.*
- *Informace o provozování a provádění údržby.*
- *Podmínky smlouvy o záručním a pozáručním servisu.*

Dokumenty musí obsahovat úplné informace o provádění údržby. Za minimum lze považovat následující body pro provozování a provádění údržby FVE:

- *Postup pro ověřování správného provozování systému.*
- *Seznam úkonů, co je třeba udělat v případě poruchy v systému.*
- *Stanovení reakční doby servisní organizace.*
- *Postup nouzového přerušení provozu či odpojení.*
- *Doporučení pro údržbu a čištění (pokud je třeba).*
- *Pro budoucí činnosti na budově, kde jsou instalovány panely, informace o tom, jaké je nutné zajistit činnosti související s údržbou a provozem FVE.*
- *Ostatní činnosti dle specifického provedení FVE, zejména zajištění přístupu k zařízením FVE.*

Poznámka:

Samostatnou kapitolou při hodnocení a posuzování FVE jako celku jsou potom:

- *funkční zkoušky – ověřovací/zkušební provoz,*
- *zkušební metody,*
- *provozní zkoušky FVE řetězců,*
- *zkoušky a měření izolačních odporů, jak na straně DC/NN, tak na části AC/NN,*
- *měření V/A charakteristik modulů/stringů a další,*
- *stanovení PR (Performance Ratio), tzv. výkonový poměr systému FV elektrárny.*

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

ČSN EN 62305-1, ed. 2, 2011-09; Ochrana před bleskem – část 1: Obecné principy
ČSN EN 62305-2, ed. 2, 2013-02; Ochrana před bleskem – část 2: Řízení rizika
ČSN EN 62305-3, ed. 2, 2012-01; Ochrana před bleskem – část 3: Hmotné škody na stavbách a ohrožení života
ČSN EN 62305-3, ed. 2/Z1, 2013-07; Hmotné škody na stavbách a ohrožení života, včetně všech alternativních ochran 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 skříně a provedení zemničů
ČSN EN IEC 62561-6, ed. 2, 2018-12; Součásti systému ochrany před bleskem (LPSC) – Část 6: Požadavky na čítače úderů blesků (LSC)
ČSN EN IEC 62561-7, ed. 2, 2018-12; Součásti systému ochrany před bleskem (LPSC) – Část 7: Požadavky na směsi zlepšující uzemnění

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

ČSN EN 61643-11, ed. 2, 2013; Ochrany před přepětím nízkého napětí – Část 11: Ochrany před přepětím zapojené v sítích nízkého napětí – Požadavky a zkušební metody
ČSN CLC/TS 61643-12 (341392), 2013-06; Ochrany před přepětím nízkého napětí – Část 12: Ochrany před přepětím zapojené v sítích nízkého napětí – Zásady pro výběr a instalaci
ČSN EN 61643-21, 2002; Ochrany před přepětím nízkého napětí – Část 21: Ochrany před přepětím zapojené v telekomunikačních a signalizačních sítích – Požadavky na funkci a zkušební metody
CLC/TS 61643-22, 2015-06; Ochrany před přepětím nízkého napětí – Část 22: Ochrany před přepětím zapojené v telekomunikačních a signalizačních sítích – Výběr a zásady instalace **(nezavedena)**
ČSN EN 60664-1, ed. 3, 2021; Koordinace izolace zařízení nízkého napětí – Část 1: Zásady, požadavky a zkoušky
ČSN EN 61000-4-5, ed. 3, 2015; Elektromagnetická kompatibilita (EMC) – Část 4-5: Zkušební a měřicí technika – Rázový impulz – Zkouška odolnosti
ČSN EN 61000-4-9, ed. 2, 2017-03; Elektromagnetická kompatibilita (EMC) – Část 4: Zkušební a měřicí techniky. Díl 9: Pulsy magnetického pole – zkouška odolnosti. Základní norma EMC (IEC 1000-4-9:1993)
ČSN EN 61000-4-10, ed. 2, 2017-07; Elektromagnetická kompatibilita (EMC) – Část 4: Zkušební a měřicí technika. Oddíl 10: Tlumené kmity magnetického pole – zkouška odolnosti. Základní norma EMC
ČSN EN 1127-1, ed. 3, 2020; Výbušná prostředí – Prevence a ochrana proti výbuchu - Část 1: Základní koncepce a metodika
ČSN EN 60079-11, ed. 2, 2012; Výbušné atmosféry – Část 11: Ochrana zařízení jiskrovou bezpečností "i"
ČSN EN 60079-14, ed. 4, 2014; Výbušné atmosféry – Část 14: Návrh, výběr a zřizování elektrických instalací
ČSN EN 60079-25, ed. 3, 2023; Výbušné atmosféry – Část 25: Jiskrově bezpečné elektrické systémy

ČSN EN 61643-31, 2019-11; Ochrany před přepětím nízkého napětí – Část 31: Požadavky a zkoušky pro SPD ve fotovoltaických instalacích

ČSN EN 50130-4, ed. 2, 2012; Poplachové systémy – Část 4: Elektromagnetická kompatibilita – Norma skupiny výrobků: Požadavky na odolnost komponentů požárních systémů, poplachových zabezpečovacích a tísňových systémů a systémů CCTV, kontroly vstupu a přivolání pomoci
ČSN 33 2000-1, ed. 2, 2009; Elektrické instalace nízkého napětí – Část 1: Základní hlediska, stanovení základních charakteristik, definice
ČSN 33 2000-4-41, ed. 3, 2018; Elektrické instalace nízkého napětí – Část 4-41: Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti – Ochrana před úrazem elektrickým proudem
ČSN 33 2000-4-443, ed. 3, 2016-11; Elektrické instalace nízkého napětí – Část 4-44: Bezpečnost – Ochrana před rušivým napětím a elektromagnetickým rušením – Kapitola 443: Ochrana před atmosférickým nebo spínacím přepětím
ČSN 33 2000-5-534, ed. 2, 2016-11; Elektrické instalace nízkého napětí – Část 5-53: Výběr a stavba elektrických zařízení – Odpojování, spínání a řízení – Oddíl 534: Přepěťová ochranná zařízení
ČSN 33 2000-5-54, ed. 3, 2012; Elektrické instalace nízkého napětí – Část 5-54: Výběr a stavba elektrických zařízení – Uzemnění a ochranné vodiče
ČSN 33 2000-7-704, ed. 3, 2018; Elektrické instalace nízkého napětí – Část 7-704: Zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech – Elektrická zařízení na staveništích a demolicích
ČSN 33 2000-7-705, ed. 2, 2007; Elektrické instalace nízkého napětí – Část 7-705: Zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech – Zemědělská a zahradnická zařízení
ČSN 33 1500/Z4, 2007; Elektrotechnické předpisy. Revize elektrických zařízení
ČSN 33 2000-6, ed. 2, 2017-03; Elektrické instalace nízkého napětí – Část 6: Revize
ČSN 33 2000-7-712, ed. 2; Elektrické instalace nízkého napětí – Část 7-712: Zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech – Fotovoltaické (PV) systémy

2. Vnější ochrana 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 již není 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 systém – 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**.“

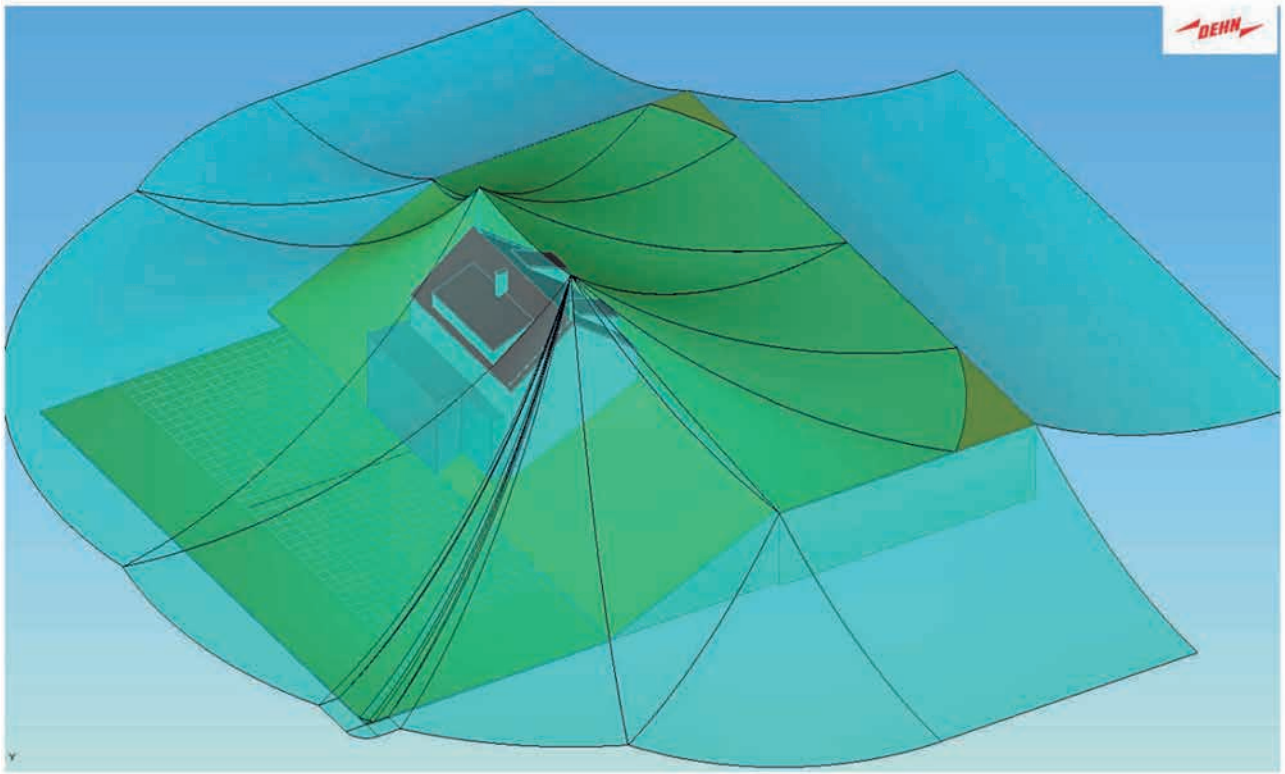
Projektant při návrhu tedy musí znát konstrukční systém objektu a v případě budovy s hořlavou krytinou (folie – PVC-P, MAP – modifikované asfaltové pásy, lepenka atd.), s hořlavými stěnami (dřevostavby, sendvičové stěny, zateplené zdi atd.), nebezpečím výbuchu či požáru má navrhnout izolovaný (oddálený)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

2.1. FVE na různých typech staveb

Rodinný dům s FVE

Na základě výpočtu rizika dle ČSN EN 62 305-2, ed. 2, bývá velká většina rodinných domů zařazena do hladin LPS III nebo IV a LPL III nebo IV.

Vzhledem k novelizaci energetického zákona už není limit pro mikrozdroje 10 kW, ale 50 kW, to znamená možnost montáže většího počtu fotovoltaických panelů na střechy rodinných domů. Při tom se často neřeší dodržení dostatečné vzdálenosti *„s“*, což v případě neizolovaného hromosvodu snižuje velikost plochy pro instalaci fotovoltaických panelů. Při návrhu hromosvodu s vodiči HVI se tato vzdálenost týká pouze místa napojení vodiče a oblasti koncovky, zbytek vedení může být umístěn bezpečně i v bezprostřední blízkosti fotovoltaických panelů.



Oblast pokrytí metodou valivé koule

Osazení podpůrné trubky na střeše objektu

Provedení svodu vodičem HVI v blízkosti FVE

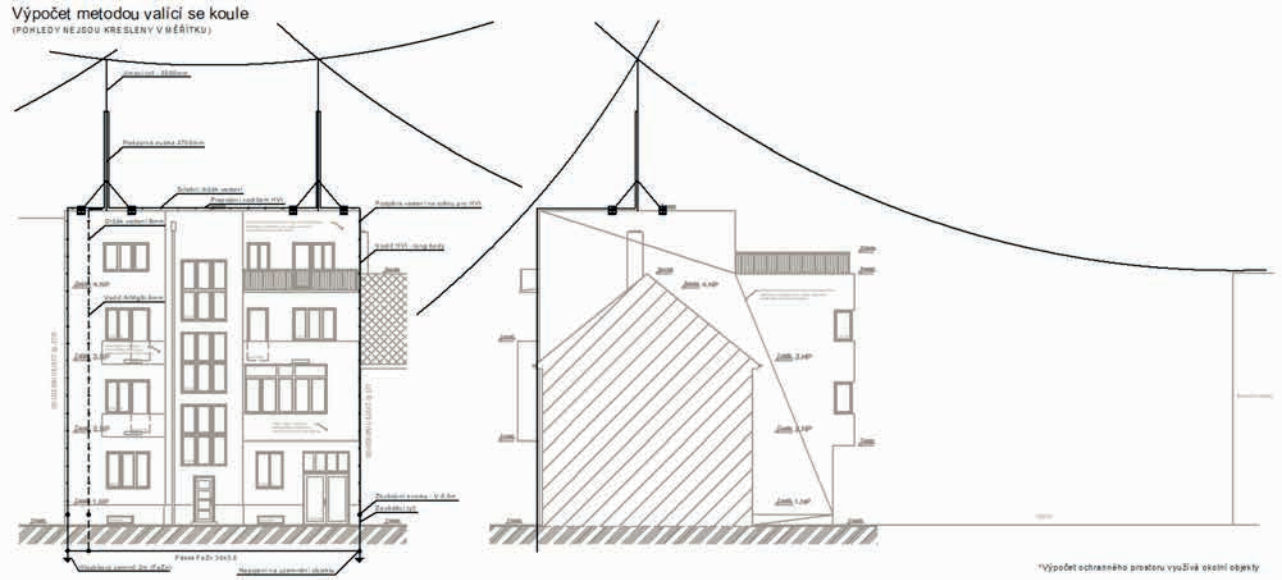
Je třeba brát na vědomí, že se jedná o příklad řešení, nikoliv o projektovou dokumentaci. Tento příklad může dobře posloužit jako pomůcka pro projektanta, který podle ní projekt vypracuje do odpovídajícího stupně projektové dokumentace. Vybrané projekty, které došly až do realizace, naleznete na našich stránkách v záložce Reference – Rodinné domy a dřevostavby.

Bytový dům s FVE

Na základě výpočtu rizika dle ČSN EN 62 305-2, ed. 2, bývají bytové domy podle velikosti v hladinách LPS II, nebo LPS III.

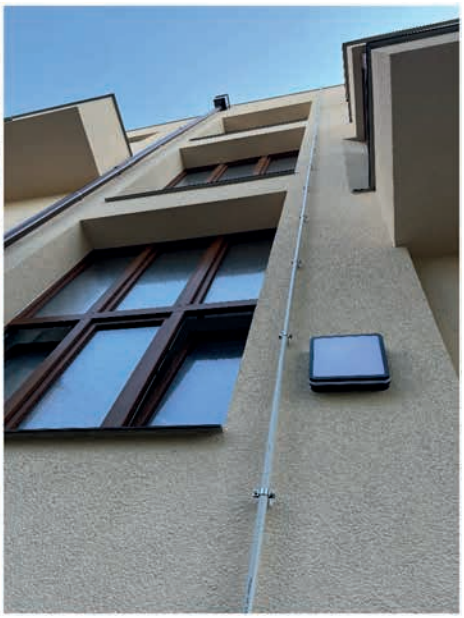
Bytový dům je stavbou pro bydlení, která není rodinným domem a ve které více než polovina podlahové plochy odpovídá požadavkům na trvalé bydlení a je k tomuto účelu určena. Definice bytového domu je obsažena v § 2 vyhlášky č. 501/2006 Sb., o obecných požadavcích na využívání území.

Rok 2023 přinesl zákonné normy pro komunitní energetiku, a tím zjednodušil využívání energie ze solárních panelů i pro bytové domy. Pořízení fotovoltaiky pro nové i stárnoucí bytovky, činžáky a panelové domy je tedy snadnější. Přesto je ale taková sdílená FVE složitějším projektem než malá elektrárna na střeše rodinného domu. Investice za miliony, navíc do zařízení s životností okolo 30 let, vyžaduje kromě důkladné úvahy také instalaci spolehlivé ochrany před atmosférickými vlivy. Na nebezpečí úderu blesku – ať už přímo do panelů, anebo do hromosvodu, který k nim často firmy instalující FVE připojí – se často zapomíná.



Oblast pokrytí metodou valivé koule

Vodič HVI vedený pod FVE



Svod vodičem HVI na uzemnění objektu

Je třeba brát na vědomí, že se jedná o příklad řešení, nikoliv o projektovou dokumentaci. Tento příklad může dobře posloužit jako pomůcka pro projektanta, který podle ní projekt vypracuje do odpovídajícího stupně projektové dokumentace. Vybrané projekty, které došly až do realizace, naleznete na našich stránkách v záložce Reference – Obytné a veřejné budovy.

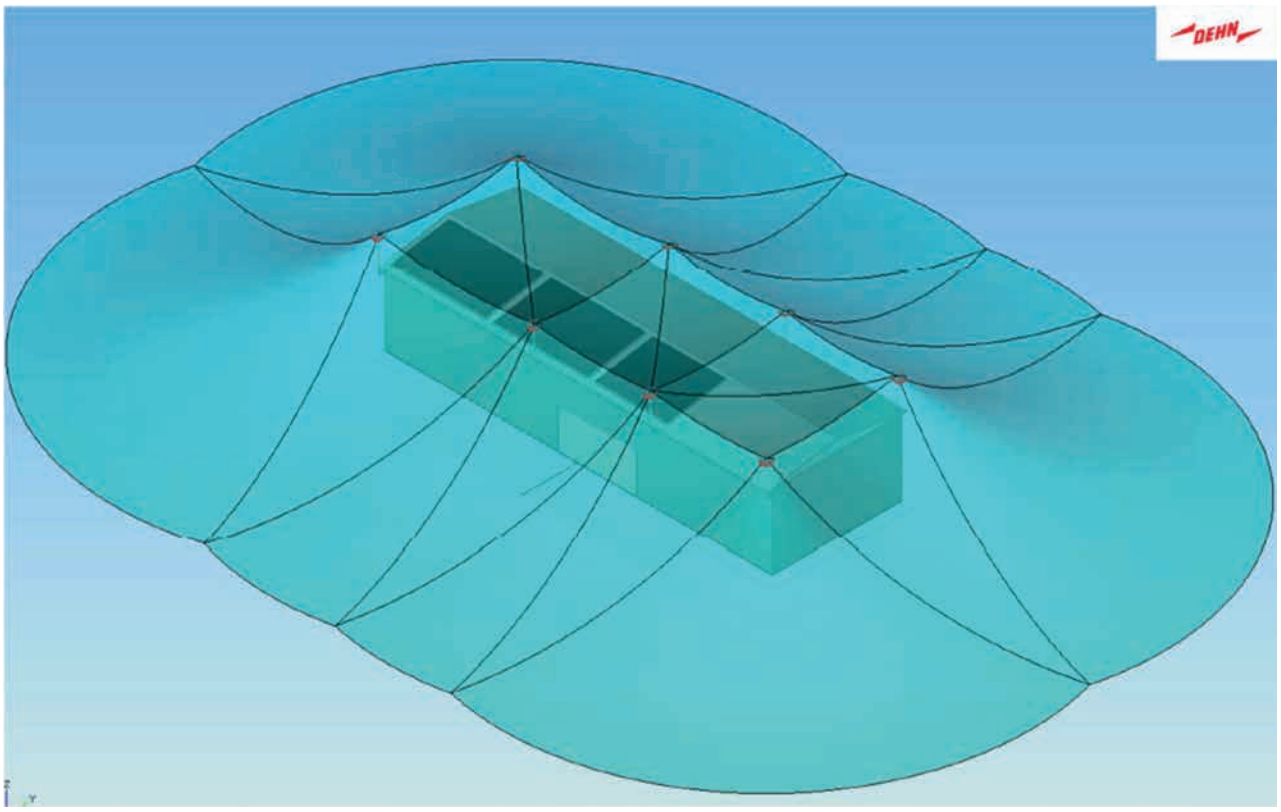
FVE na průmyslových objektech

Na základě výpočtu rizika dle ČSN EN 62 305-2, ed. 2, bývají nejčastěji průmyslové objekty podle velikosti a charakteru stavby v hladinách LPS III, LPS II, nebo dokonce LPS I.

Narůstající ceny energií nutí k zamyšlení nejen majitele rodinných domů, ale také firmy, které mají daleko vyšší spotřebu. Čím dál častěji se montují fotovoltaické elektrárny na velké průmyslové objekty, kde stávající systém ochrany před bleskem není na takovou akci připravený.

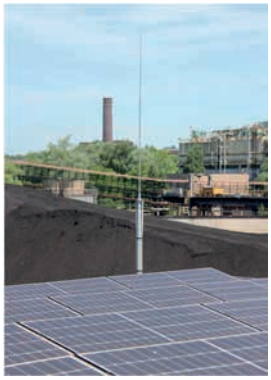
Většinou se jedná o výrobní haly, ve kterých se nachází drahá technologie, a případný úder blesku do jímací soustavy a soustavy svodů při variantě s nedodrženou dostatečnou vzdáleností může znamenat vysoké ekonomické ztráty nejen v důsledku požáru, ale také nekontrolovaným šířením bleskového proudu po metalických sítích.

Dalším problémem nevhodného řešení LPS je případný výpadek výroby elektrické energie samotnou fotovoltaickou elektrárnou.



Oblast pokrytí metodou valivé koule

Kotvení jímací tyče na stěnu objektu



Provedení jímací soustavy

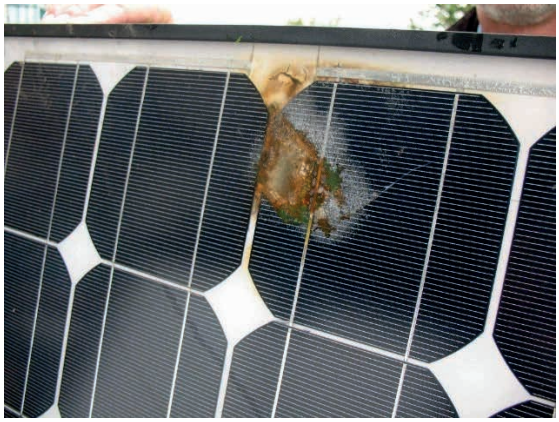
Je třeba brát na vědomí, že se jedná o příklad řešení, nikoliv o projektovou dokumentaci. Tento příklad může dobře posloužit jako pomůcka pro projektanta, který podle ní projekt vypracuje do odpovídajícího stupně projektové dokumentace. Vybrané projekty, které došly až do realizace, naleznete na našich stránkách v záložce Reference – Výrobní haly a prostředí s nebezpečím výbuchu.

2.2. Fotovoltaická aplikace na volné ploše

Fotovoltaické aplikace na polích jsou specifickým zařízením, které díky pokrytí velké plochy představuje cíl, který je pro blesk velmi těžké minout.

V analýze rizik pro plošné fotovoltaické elektrárny nevychází minimální opatření nijak vysoko, je to dáno hlavně tím, že na ploše elektrárny se pohybuje velmi málo lidí, a to ještě po omezenou dobu. V analýze rizik dle ČSN EN 62305-2[1)] hraje vždy prim v zajištění bezpečnosti ochránit lidské životy a jejich zdraví, vyšší hodnota elektrárny je pouhou ekonomickou ztrátou. V praxi jsou elektrárny na ploše chráněny dle požadavků pro LPL III/IV, ale není výjimkou, že pojišťovna odmítne převzít riziko, pokud není ochrana zajištěna za pomoci izolované jímací soustavy a provedení odpovídajícímu LPL II, či dokonce I. Je jasné, že pokud má být riziko škody způsobené zásahem blesku, ke kterému statisticky na většině elektráren na volné ploše dojde po dobu jejich životnosti několikrát, pokryto pojištěním, je pojišťovací společnost velmi ostražitá, tedy pokud nepočítá již od počátku s tím, že nebude škody pod různými důvody platit.

Co nejvyšší ochrana před bleskem je i v zájmu provozovatele fotovoltaické elektrárny, protože zásah bleskem generuje pouze malou část z celkových škod, které se časem na zařízení projeví. Na záznamech údržby je pak hezky vidět „kráter“ v ploše, kdy je v období několika let potřeba vyměnit panely v blízkosti místa předchozího zásahu. Fotovoltaické panely ze své podstaty nemohou být chráněny stíněním před elektromagnetickým polem, aniž by to výrazným způsobem neovlivnilo jejich výkon.



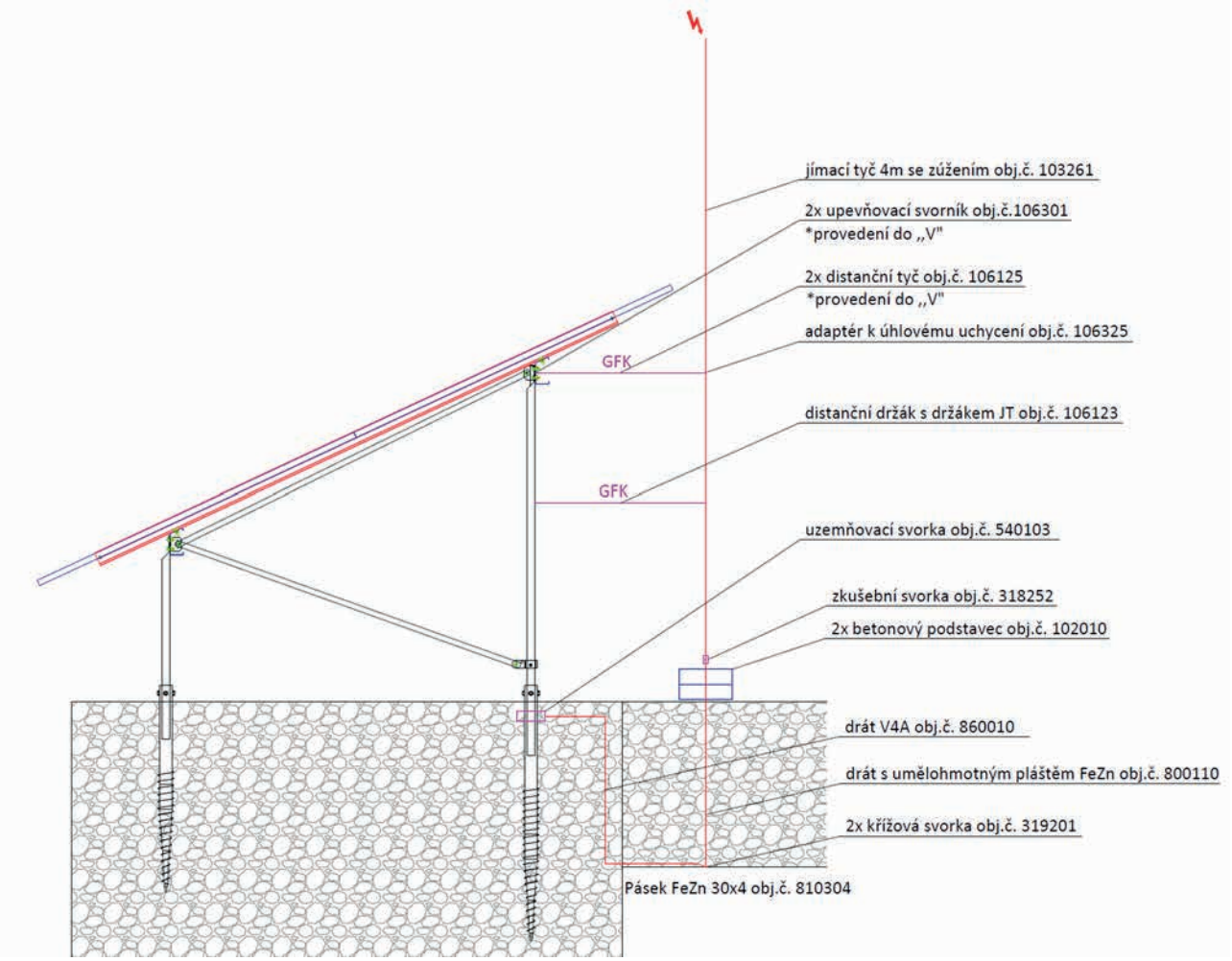
Ochrana je velmi prostá a jednoduchá, ale vzhledem k ploše panelů také pracná. Základem je vždy vybudování co nejlepší zemnicí soustavy a je třeba nezapomenout propojit jednotlivé zemniče mezi sebou do mřížové soustavy. Čím bude horší uzemnění a jeho impedance, tím více bleskového proudu bude opouštět elektrárnu a putovat do lepšího uzemnění v distribuční soustavě nebo okolních objektech. Variantně se na vybudování zemnicí soustavy plně nebo částečně využívají i kovové zemní vruty konstrukce, ale je nutno připomenout, že výsledná délka takovéhoto zemniče většinou není v souladu s normativními požadavky.

Výsledný odpor takovéto zemnicí soustavy je díky velkému množství paralelních zemničů velmi nízký, ale díky umístění ve spíše suché půdě dochází k efektu kovové desky s vyšším potenciálem, než můžou představovat jiné prvky v okolí. Díky tomu se pak z této plochy může vyrovnávat vůči vzdálené zemi velká část přijatého bleskového proudu, a to nemusí být zvládnutelné nejen s dostupnými svodiči, ale i dalšími prvky této instalace.

Vlastní izolovaná jímací soustava – vzhledem k malé výšce konstrukcí – nebývá velkým problémem, pokud se povede na konstrukci nalézt body pro její upevnění. Většinou stačí vztyčit jímací tyč potřebné výšky ve dvou betonových podstavcích, zajistit ji několika izolovanými vzpěrami vůči položení větrem a připojit na spodním konci na vývod zemnicí soustavy.

Pokud by jímací tyč na spodním konci překážela uvažovanému udržování plochy elektrárny, je nutné tuto izolovanou konstrukci umístit výše a pak na izolovaných vzpěrách svést opět k vývodu uzemnění.

Vzhledem k možným negativním účinkům stínu jímače na výkon panelů je preferována co nejnižší výška jímačů i jejich průměr. Je potřeba počítat s tím, že tento požadavek vede k nárůstu nutného počtu jímačů na elektrárně. Z tohoto důvodu se ochrana za pomoci vysokých stožárů vyskytuje pouze zřídka.



Konstrukce jímače s FVE na volné ploše

2.3. Rizika spojená s fotovoltaickými elektrárnami

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.

- Fotovoltaické panely by měly být odizolovány od součástí hromosvodu, tzn. jímacích tyčí a svodů, na dostatečnou vzdálenost *„s"*, aby nedošlo k průtoku části bleskového proudu přes elektronické obvody fotovoltaických panelů a měničů. V opačném případě hrozí, že dojde nejen k mechanickému a tepelnému poškození těchto panelů, ale také k jejich požáru a následně k výpadku výroby elektrické energie.

- V případě spojení hromosvodu s kovovou konstrukcí fotovoltaické elektrárny (a to i takového spojení, které je provedeno v souladu s technickou normou ČSN 33 2000-7-712, ed. 2, čl. 712.534.101) existuje riziko přeskoku bleskového proudu na vnitřní slaboproudé obvody fotovoltaických panelů, které nemají schopnost vést bleskový proud v řádu kA. Příčinou je velký rozdíl potenciálu mezi vnitřními obvody fotovoltaického panelu (impulzní odolnost panelů je pouze 8 až 10 kV) a rámem fotovoltaických panelů (blesk vytváří potenciál 100 kV vůči zemi). Pokud jde o přepěťovou ochranu, tak s ohledem na její umístění v rozvaděčích stringů nemá tato vliv na ochranu fotovoltaických panelů, neboť není umístěna v jejich bezprostřední blízkosti.

- Pokud se na stavbě nachází plechová střešní krytina a na ní fotovoltaické panely, nejméně problematickou variantou je elektricky izolovaný hromosvod.

Rizika nevhodných řešení hromosvodů:

- Rozložení bleskového proudu po celé střešní krytině – nebezpečné jiskření (plechová střecha).
- Riziko požáru.
- Nedodržení dostatečné vzdálenosti.
- Zavlečení bleskového proudu do stavby.
- Ohrožení elektrických a elektronických systémů ve stavbě.
- Ohrožení osob nacházejících se uvnitř stavby a v její blízkosti.
- Vzhledem k novelizaci energetického zákona už není limit pro mikrozdroje 10 kW, ale 50 kW, to znamená možnost montáže většího počtu fotovoltaických panelů na střechy rodinných domů. Při tom se často neřeší dodržení dostatečné vzdálenosti *„s"*, což v případě neizolovaného hromosvodu snižuje velikost plochy pro instalaci fotovoltaických panelů. Při návrhu hromosvodu s vodiči HVI se tato vzdálenost týká pouze místa napojení vodiče a oblasti koncovky, zbytek vedení může být umístěn bezpečně i v bezprostřední blízkosti fotovoltaických panelů.

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

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

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

Přestože ČSN EN není obecně závazným předpisem, představuje jakýsi standard kvality ochrany. Zákoník práce výslovně odkazuje i na jiné než právní předpisy při určování ochranných opatření. Rovněž podle

preventivní povinnosti dle zákona o požární ochraně „ZPO" musí provozovatel elektrického zařízení činit opatření k prevenci rizika výbuchu/požáru. Zejména to platí, je-li na takové riziko upozorněn osobou odborně způsobilou. **Preventivní opatření by mělo spočívat v řešení respektujícím ČSN EN 62305-1 až 4, ed. 2, čímž se dosáhne maximálně možné minimalizace rizik.**

2.5. Rozhodné skutečnosti pro izolovaný hromosvod

Rizika pro vnější ochranu vyplývající z použití stavebních materiálů

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

Z výše 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.

Izolovaný vnější LPS by měl být použit v případě, kdy 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 tehdy, když vlastnosti obsahu stavby zaručují snížení vyzařovaného elektromagnetického pole způsobeného průchodem bleskového proudu ve svodech.

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

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

Při použití stínění neboli Faradayovy klece 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.*

2.6. Práce na hromosvodu a FVE

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

Upozornění:

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

Zkouška profesní kvalifikace podle § 10d zákona č. 406/2000 Sb.

V současné době všem instalatérům, elektrikářům a montážníkům instalujícím fotovoltaické zdroje, které patří k obnovitelným zdrojům energie, již nestačí k oprávněnému vykonávání činnosti (podnikání) živnostenský list – musí mít také potřebné osvědčení o profesní kvalifikaci, která je zavedena zákonem č. 406/2000 Sb.

2.7. 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:	*600 kV;*
Max. dovolené oteplení pro LPS III/IV:	*39 K;*
Odpor při stejnosměrném proudu:	
- *vnitřního vodiče:*	*≤ 1,15 Ω/km;*
- *polovodivého pláště:*	*1–5 kΩ/m;*
Izolační odpor:	*> 10 GΩ.km;*
Délka svodu:	*15 m pro LPS III/IV;*
Stabilní a odolný pro:	*UV;*
Minimální délka vodiče:	*6 m.*

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

Zkušební impulzní proud:	*150 kA (vlny 10/350);*
Rázové impulzní napětí:	*785 kV;*
Délka svodu:	*12,5 m pro LPS II;*
Max. dovolené oteplení pro LPS II:	*95 K;*
Odpor při stejnosměrném proudu:	
- *vnitřního vodiče:*	*< 1 Ω/km;*
- *vodivého pláště:*	*1–8 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 pro LPS I;*
Max. dovolené oteplení pro LPS I:	*98 K;*
Stabilní a odolný pro:	*UV;*
Minimální délka vodiče:	*6 m.*

Hromosvodní součásti:
Na základě třídy ochrany před bleskem LPS II je nutno použít jen ty hromosvodní součásti, které jsou zkoušeny podle níže uvedeného souboru norem ČSN EN 62561-1 až 7, ed. 2; Součásti systému ochrany před bleskem (LPSC), a zároveň musí vyhovět tomuto souboru:
Část 1: Požadavky na spojovací součásti,
Část 2: Požadavky na vodiče a zemniče,
Část 3: Požadavky na oddělovací jiskřiště,
Část 4: Požadavky na podpěry vodičů,
Část 5: Požadavky na revizní skříně a provedení zemničů,
Část 6: Požadavky na čítače úderu blesku (LSC),
Část 7: Požadavky na směsi zlepšující uzemnění,

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

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

Parametry materiálů zemničů pro elektrická zařízení zvn, vvn, vn a nn
- nerezová ocel – číslo materiálu 1.4571/1.4404
(použít pásek z korozivzdorné oceli V4A s obsahem molybdenu > 2 %)

2.8. Nejčastější chyby při projektování a montáži

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

Montážní firmy respektují tyto požadavky:
- dodržení montážních návodů pro jednotlivé typy vodičů HVI,
- zajištění dostatečné délky vodiče s respektováním oblasti koncovky vodiče HVI,
- oblast koncovky se uzemňuje na vnitřní vodič PE nebo se instaluje samostatný vodič PE ze zkušební svorky,

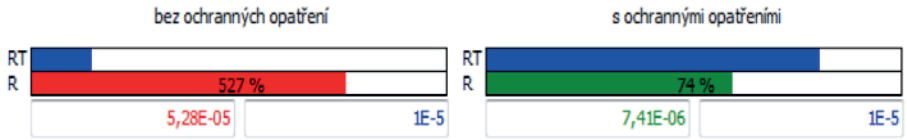
- žádné tepelné a mechanické poškození polovodivé vrstvy vodiče HVI,
- na tento plášť vodiče je možno nanášet barvu až po odsouhlasení výrobcem jejího chemického složení,
- šedé barevné provedení pláště vodiče umožní instalaci pod omítku, do betonu nebo půdy, včetně nátěru,
- vodiče HVI se neinstalují do samostatných kovových trubek, ale např. do kovových nebo skleněných fasád.

Chybně vypracovaná analýza rizik – chybně zadané hodnoty

5.1 riziko R1, lidské životy

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

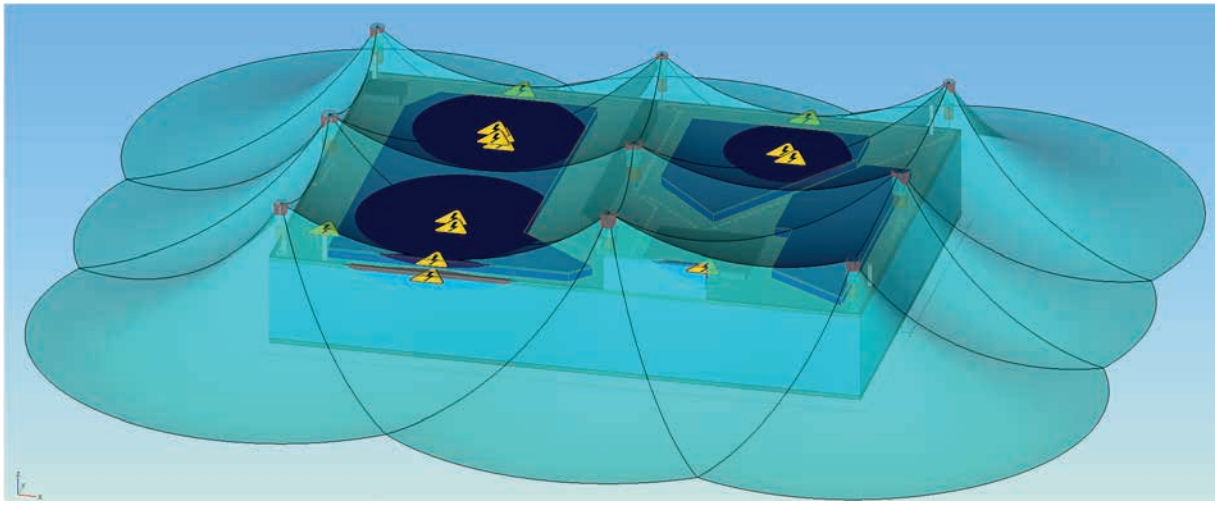
Připustné riziko R_T:	1,00E-05
Vypočtené riziko R1 (nechráněné):	5,28E-05
Vypočtené riziko R1 (chráněné):	7,41E-06



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

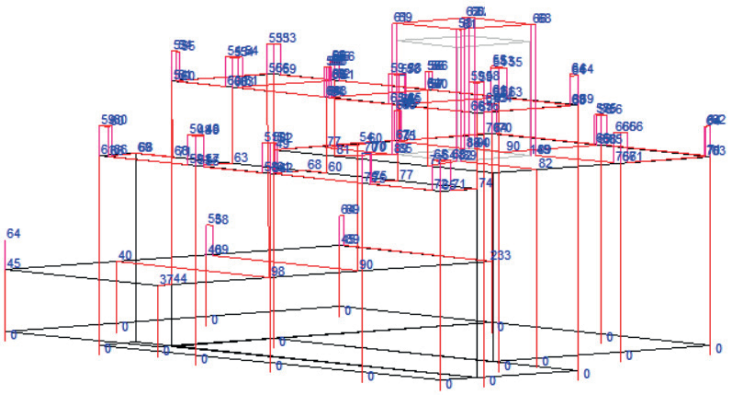
Ukázka části výstupu z analýzy rizik

Objekt není 100% v ochranném prostoru jímací soustavy



Ukázka neúplně chráněného objektu

Nedodržení dostatečné vzdálenosti „s”

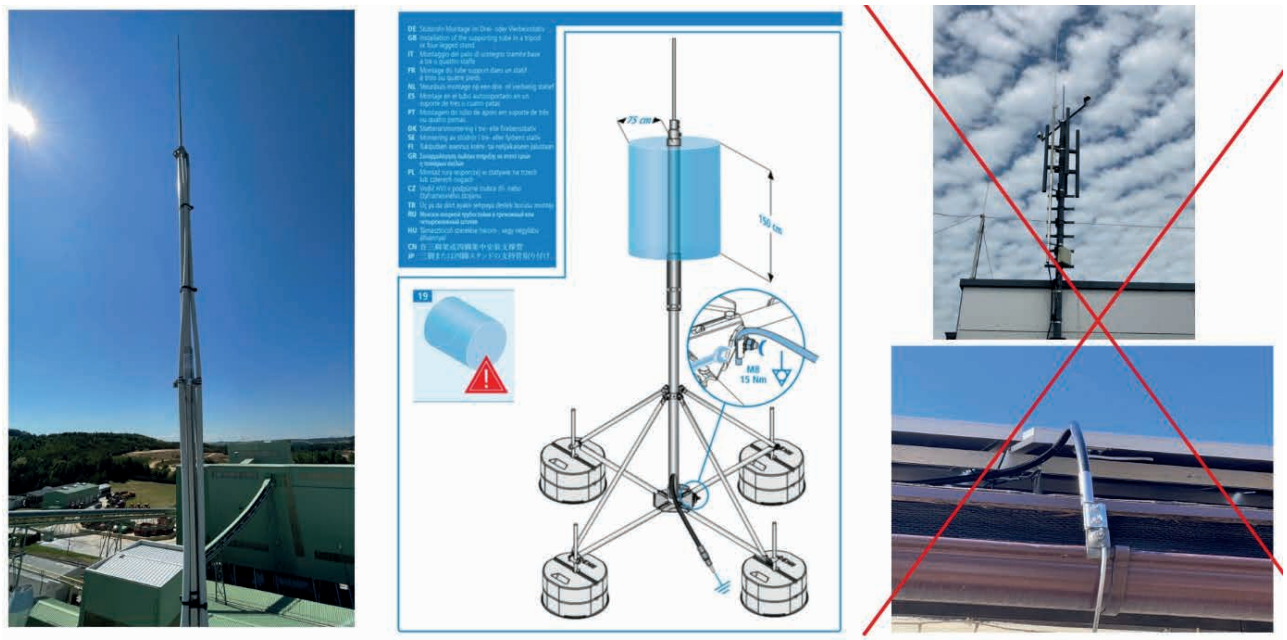


Ukázka vhodného výpočtu dostatečné vzdálenosti

Opomenutí větrné stability

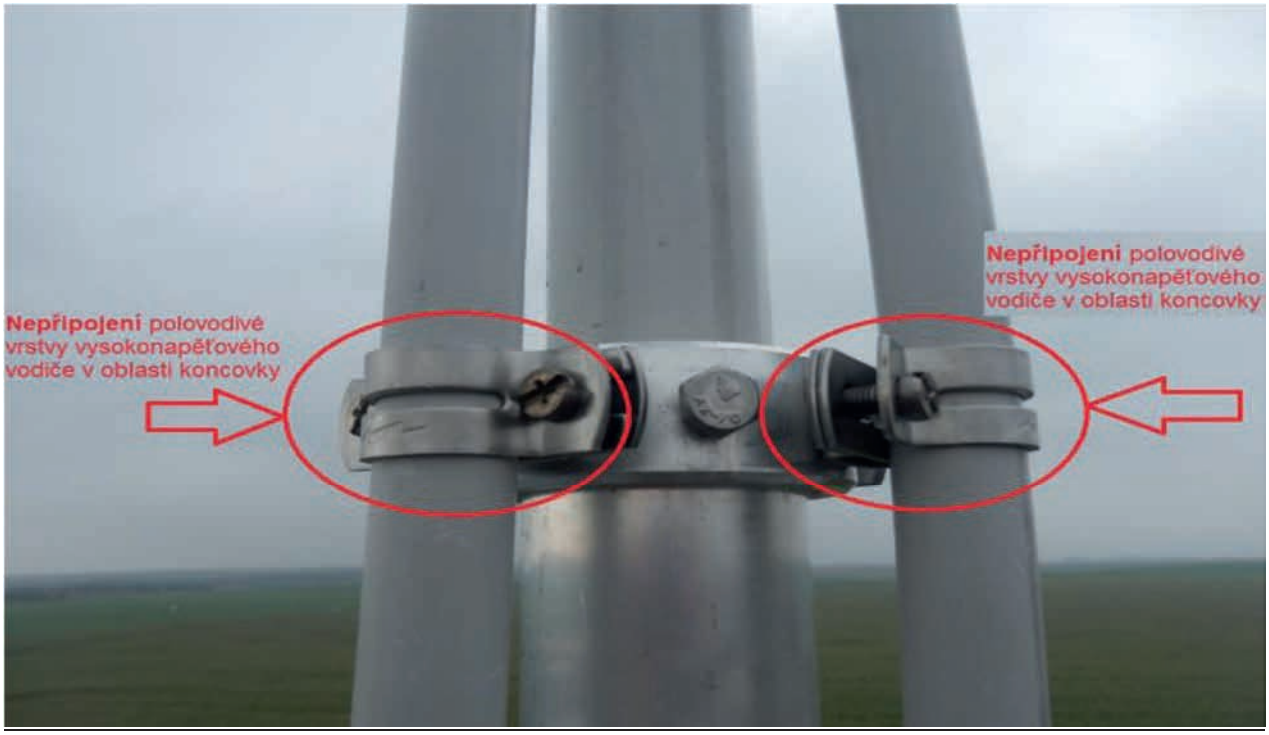
Ukázka poškození jímací soustavy po silném větru

Nedodržení oblasti koncovky



Ukázka nedodržení oblasti koncovky

Nepřipojení polovodivé vrstvy k pospojování



Ukázka chybné instalace – nedodržení montážního návodu

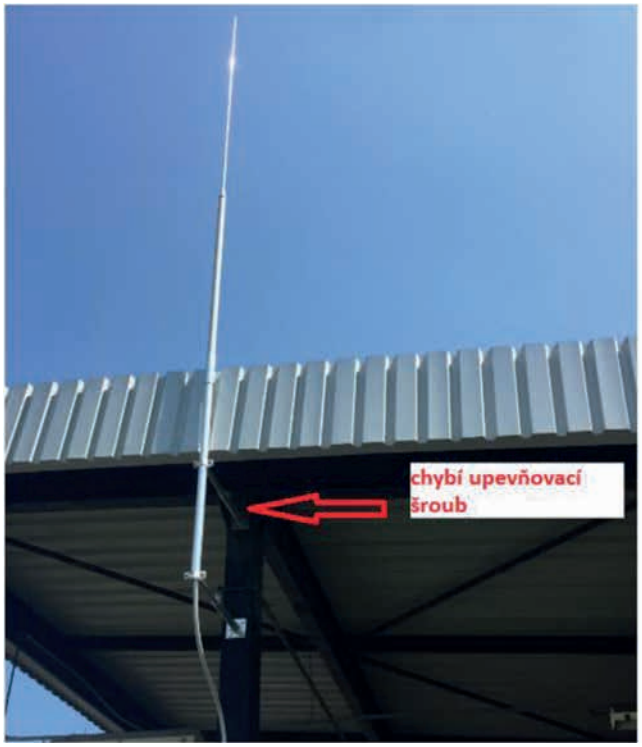
Mechanické poškození vodiče

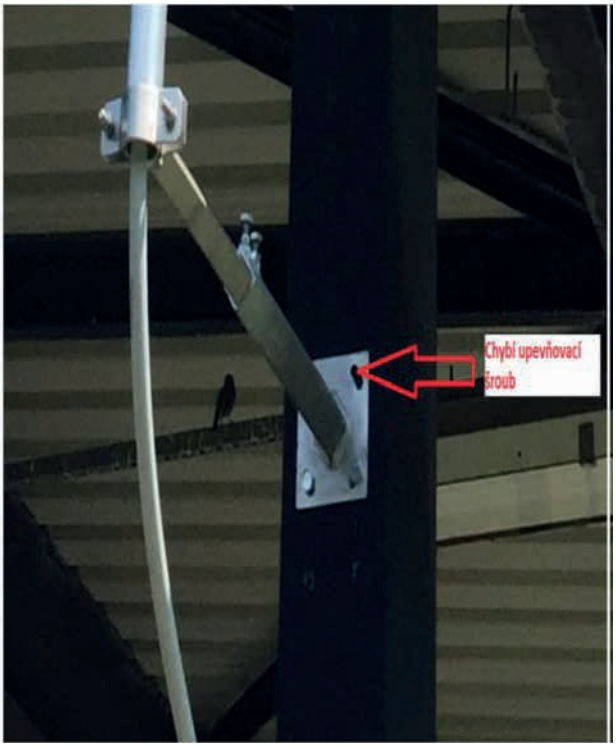
Ukázka poškození vodiče během instalace

Nevhodné kotvení vodiče

Ukázka nevhodného kotvení vodiče ke stavbě

Chybné kotvení podpůrné trubky





Ukázka chybějícího šroubu – snížená stabilita

2.9. 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.

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.			

Základní nejdelší lhůty pravidelných revizí vyhrazeného elektrického zařízení včetně zařízení pro ochranu před účinky atmosférické a statické elektřiny dle nařízení vlády č. 190/2022 Sb.

Podle objektu a prostoru:	**Revizní lhůty**
V objektech určených pro administrativní činnost	5 let
V objektech určených pro výrobu, vzdělávání (školy, mateřské školy), ubytování (hotely, ubytovny, kempy a jiná ubytovací zařízení) a lékařské účely	3 roky
Elektrické zařízení v objektu, který podle požárně bezpečnostního řešení umožňuje přítomnost více než 200 osob	2 roky
Prozatímní zařízení staveniště	0,5 roku
Pojízdné a převozné prostředky	1 rok
Prostory s nebezpečím požáru a výbuchu	3 roky
Prostory mokré a s trvalým výskytem korozivních nebo znečišťujících látek	1 rok
Ochrana před účinky atmosférické a statické elektřiny:	**Revizní lhůty**
LPS chránící kritické systémy	2 roky
LPS chránící ostatní objekty nebo zařízení	4 roky

Revizní technik kontroluje:

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

3. Vnitřní ochrana před bleskem a přepětím

Všechny vodiče každého vedení by měly být pospojovány přes svodiče bleskových proudů a přepětí. Typ svodiče bleskových proudů a přepětí musí souhlasit s řízením rizik, a tedy se zařazením objektu do hladiny LPL. U fotovoltaických systémů 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 a v podružných rozvaděčích na straně AC. Je potřeba, aby svodiče byly instalovány také na straně DC, a to nejen v blízkosti fotovoltaických panelů, ale především k samotnému střídači. V případě střídače AC/DC je výslovně požadována ochrana obou vstupních stran do střídače. Při ochraně fotovoltaických elektráren nesmíme dále zapomenout také na ochranu proti bleskovým proudům a přepětím u systémů MaR, bezpečnostních zařízení, kamerových systémů a dalších prvků informačních technologií.

Základní části vnitřní ochrany:

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

3.1. Uzemnění

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

3.2. Pospojování

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

3.3. Magnetické stínění a trasy vedení

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

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

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

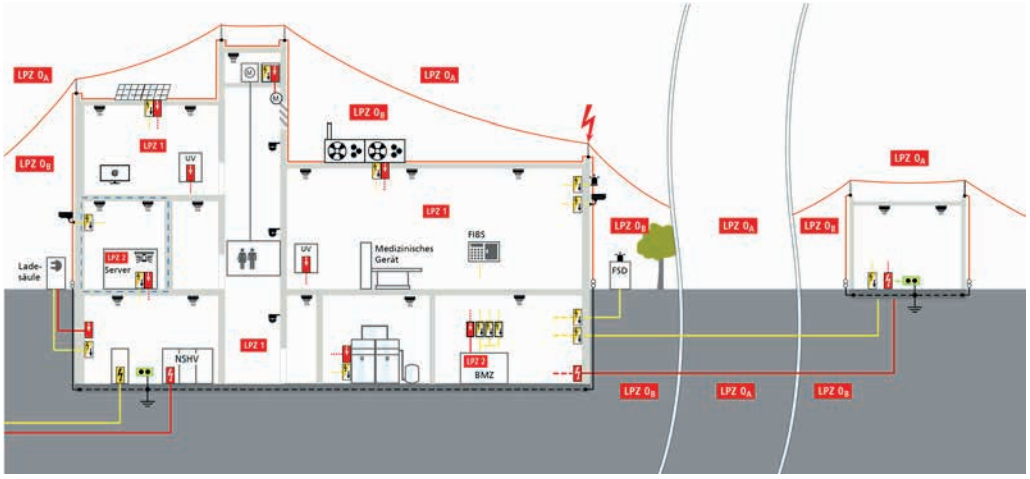
3.4. Koordinovaný systém SPD

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

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

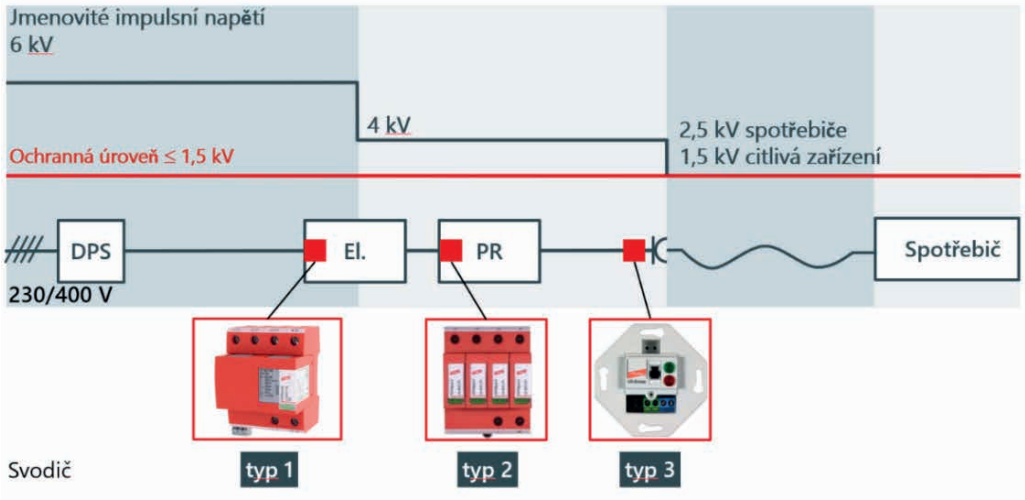
Vyrovnání potenciálů se dosáhne vzájemným propojením LPS:

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

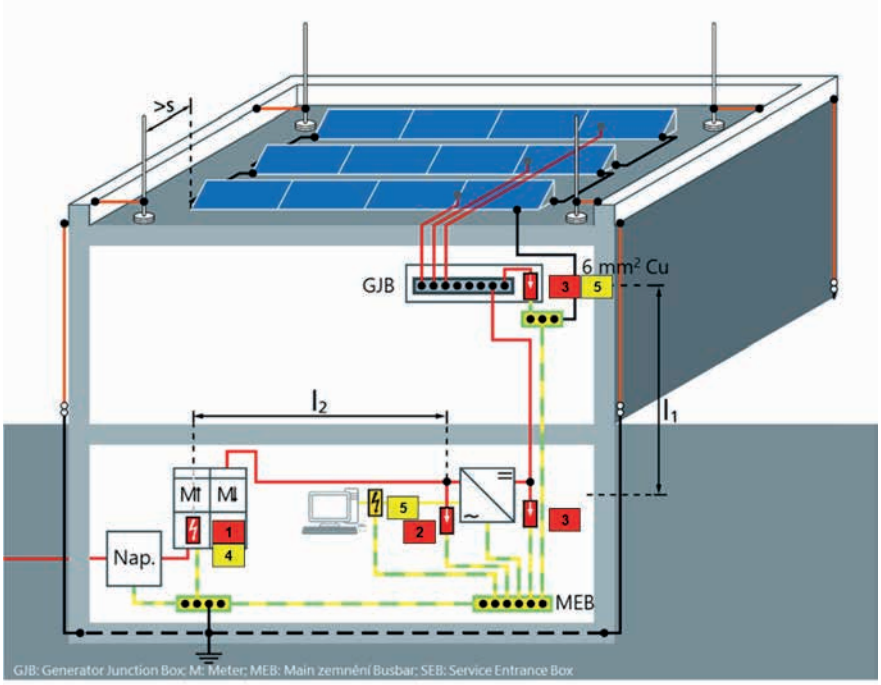


Koordinace přepěťových ochran SPD typu 1, 2 a 3 dle ČSN EN 62305-4, ed. 2

3.5. Technická řešení vnitřní ochrany u FV systémů

3.5.1 Ochrana před přepětím u rodinných a bytových domů a průmyslových objektů

Je instalována vnější ochrana před bleskem LPS III a dodržena dostatečná vzdálenost „s“.

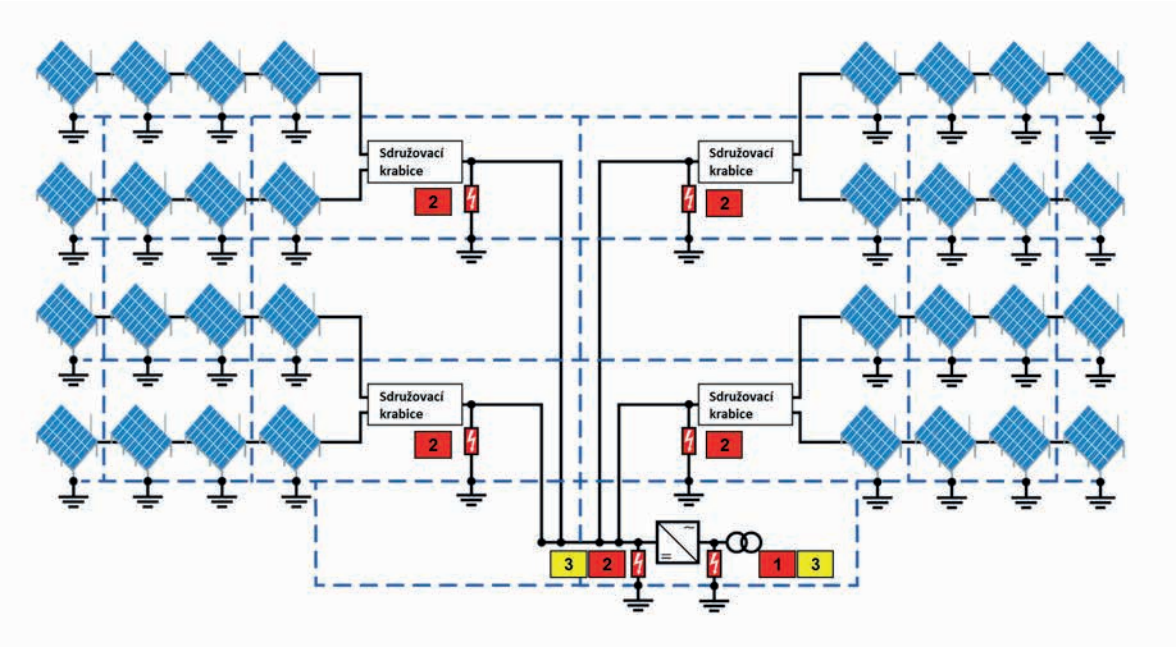


ochrana silového vedení			instalace / rozhraní	typ	obj. č.
1		**DEHNshield** Kombinovaný svodič, typ 1 + typ 2 na bázi jiskřiště. Je určen pro ochranu před bleskem a přepětím, zároveň chrání koncová zařízení.	hlavní rozvaděč nebo na vstupu do budovy	**DSH TNC 255** **DSH TNS 255**	**942 300** **941 400**
2		**DEHNguard AC** Kompaktní svodič přepětí, typ 2 + typ 3. Vhodný pro ochranu elektrických a elektronických spotřebičů.	podružný rozvaděč před střídačem na straně AC	**DG M TNS 275**	**953 400**
3		**DEHNguard DC** Svodič přepětí určený pro fotovoltaické aplikace, typ T2. Kombinované odpojovací a zkratovací zařízení s bezpečným odpojením ochranného modulu (patentovaný princip SCI).	podružný rozvaděč za střídačem na straně DC do blízkosti FV panelů	**DG M YPV SCI 150 (150V)** **DG M YPV SCI 1000 (1000V)** **DG M YPV SCI 1200 (1200V)**	**953 513** **952 510** **952 512**
3		**DEHNcube** Kompletně zapojený, vícepólový svodič přepětí pro ochranu fotovoltaických aplikací, v rozvodnici s krytím IP 65. Svodič přepětí typu T2.	za střídačem na straně DC do blízkosti FV panelů	**DCU 2 YPV 1100 1M 2S** **DCU 2 YPV 1100 2M 1S** **DCU 2 YPV 1100 2M 2S**	**901 913** **900 921** **900 923**
ochrana datových vedení			**instalace**	**typ**	**obj. č.**
4		**DEHNbox** Kombinovaný svodič bleskových proudů a přepětí. Nízká ochranná úroveň zajišťuje ochranu koncových zařízení. Optimalizován pro použití v telekomunikační oblasti, jako např. rozhraní ISDN a VDSL2.	vstup datového vedení do budovy	**DBX TC B 180**	**923 220**
5		**BLITZDUCTORconnect** Svodič bleskových proudů a svodič přepětí s univerzálním použitím, vhodný pro ochranu koncových zařízení. Ochrana obvodů MaR, BUS a telekomunikačních systémů.	u koncových zařízení	**BCO ML2 B 180**	**928 210**

3.5.2 Ochrana před přepětím u FVE umístěných na volné ploše

Varianta s použitím centrálního měniče

V tomto uspořádání jsou všechny solární panely propojeny dohromady a generují stejnosměrný proud. Centrální měnič přebírá úlohu transformace a regulace výstupního proudu všech panelů, což umožňuje centrální řízení výroby energie.

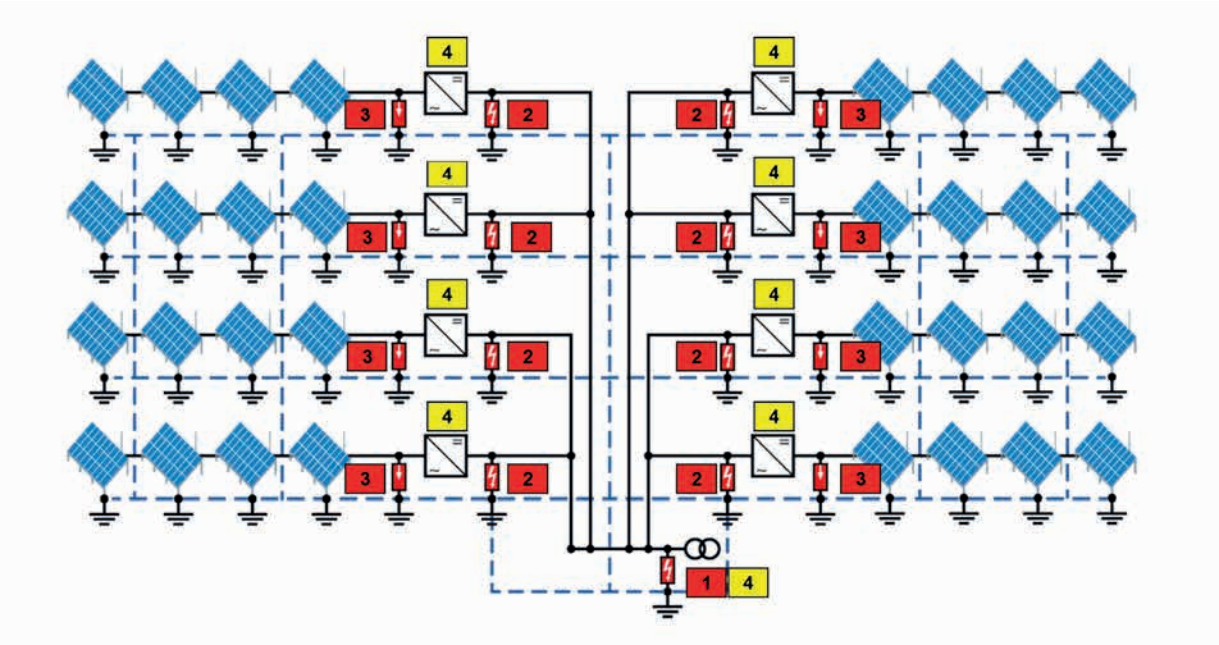


ochrana silového vedení			instalace / rozhraní	typ	obj. č.
1		**DEHNventil** Kompletně zapojený kombinovaný svodič typ 1 + typ 2 na bázi jiskřiště, složený ze základního dílu a jednoho zásuvného ochranného modulu.	**LPS I až IV** hlavní rozvaděč AC	**DV M2 TNC 255** **DV M2 TNS 255**	**956 305** **956 405**
1		**DEHNshield** Kombinovaný svodič, typ 1 + typ 2 na bázi jiskřiště. Je určen pro ochranu před bleskem a přepětím, zároveň chrání koncová zařízení.	**LPS III a IV** hlavní rozvaděč AC	**DSH TNC 255** **DSH TNS 255**	**942 300** **941 400**
2		**DEHNguard DC** Svodič přepětí určený pro fotovoltaické aplikace, typ T2. Kombinované odpojovací a zkratovací zařízení s bezpečným odpojením ochranného modulu (patentovaný princip SCI).	za střídačem na straně DC do blízkosti FV panelů	**DG M YPV SCI 150 (150V)** **DG M YPV SCI 1000 (1000V)** **DG M YPV SCI 1200 (1200V)**	**953 513** **952 510** **952 512**
2		**DEHNcube** Kompletně zapojený, vícepólový svodič přepětí pro ochranu fotovoltaických aplikací, v rozvodnici s krytím IP 65. Svodič přepětí typu T2.	za střídačem na straně DC do blízkosti FV panelů	**DCU 2 YPV 1100 1M 2S** **DCU 2 YPV 1100 2M 1S** **DCU 2 YPV 1100 2M 2S**	**901 913** **900 921** **900 923**
ochrana datových vedení			**instalace**	**typ**	**obj. č.**
3		**BLITZDUCTORconnect** Svodič bleskových proudů a svodič přepětí s univerzálním použitím, vhodný pro ochranu koncových zařízení. Ochrana obvodů MaR, BUS a telekomunikačních systémů.	u koncových zařízení	**BCO ML2 BE 24** **BCO ML2 BE 48**	**927 224** **927 225**

3.5.3 Ochrana před přepětím u FVE umístěných na volné ploše

Varianta s použitím měničů u jednotlivých stringů

Tato sestava umožňuje individuální sledování a řízení výkonu jednotlivých stringů. Měniče umístěné u stringů umožňují optimalizovat výkon solárních panelů na základě jejich specifických podmínek, jako je zastínění, odlišné expozice slunce nebo poškození.



ochrana silového vedení		instalace / rozhraní	typ	obj. č.
1	**DEHNventil** Kompletně zapojený kombinovaný svodič typ 1 + typ 2 na bázi jiskřiště, složený ze základního dílu a jednoho zásuvného ochranného modulu.	**LPS I až IV** hlavní rozvaděč AC	**DV M2 TNC 255** **DV M2 TNS 255**	**956 305** **956 405**
2	**DEHNshield** Kombinovaný svodič, typ 1 + typ 2 na bázi jiskřiště. Je určen pro ochranu před bleskem a přepětím, zároveň chrání koncová zařízení.	podružný rozvaděč AC	**DSH TNC 255** **DSH TNS 255**	**942 300** **941 400**
3	**DEHNguard DC** Svodič přepětí určený pro fotovoltaické aplikace, typ T2. Kombinované odpojovací a zkratovací zařízení s bezpečným odpojením ochranného modulu (patentovaný princip SCI).	za střídačem na straně DC do blízkosti FV panelů	**DG M YPV SCI 150 (150V)** **DG M YPV SCI 1000 (1000V)** **DG M YPV SCI 1200 (1200V)**	**953 513** **952 510** **952 512**
3	**DEHNcube** Kompletně zapojený, vícepólový svodič přepětí pro ochranu fotovoltaických aplikací, v rozvodnici s krytím IP 65. Svodič přepětí typu T2.	za střídačem na straně DC do blízkosti FV panelů	**DCU 2 YPV 1100 1M 2S** **DCU 2 YPV 1100 2M 1S** **DCU 2 YPV 1100 2M 2S**	**901 913** **900 921** **900 923**
ochrana datových vedení		**instalace**	**typ**	**obj. č.**
4	**BLITZDUCTORconnect** Svodič bleskových proudů a svodič přepětí s univerzálním použitím, vhodný pro ochranu koncových zařízení. Ochrana obvodů MaR, BUS a telekomunikačních systémů.	u koncových zařízení	**BCO ML2 BE 24** **BCO ML2 BE 48**	**927 224** **927 225**

Výběr svodičů přepětí pro fotovoltaické zařízení (FVE)

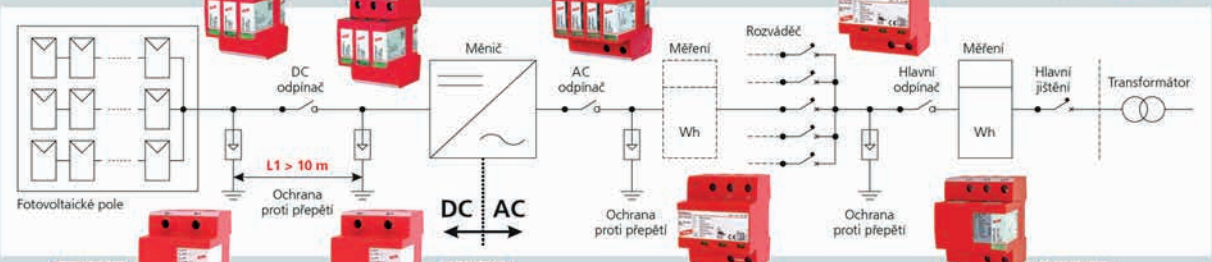
Rodinný dům s instalovaným oddáleným / izolovaným hromosvodem

DEHNguard DG M YPV SCI
obj. č. **952 511** (600V) / **952 510** (1000V)
952 512 (1200V)
Svodič přepětí určený pro ochranu fotovoltaických aplikací
Typ T2

DEHNguard DG M YPV SCI
obj. č. **952 511** (600V) / **952 510** (1000V)
952 512 (1200V)
Svodič přepětí určený pro ochranu fotovoltaických aplikací
Typ T2

DEHNguard M
Obj. č. **952 300** (TNC) / **952 400** (TNS)
Modulární svodič přepětí, vysoký svodový výkon
Typ T2

DEHNshield
obj. č. **941 300** (TNC) / **941 400** (TNS)
Bleskový proud (10/350 µs) [L-PEN] (limp) – 12,5kA
Jiskřiště
Typ T1+T2+T3
VHODNÝ PRO BYTOVÉ A RODINNÉ DOMY



NOVINKA

DEHNcombo DCB YPV
obj. č. **900 070** (1200V) / **900 071** (1500V)
Kombinovaný svodič pro fotovoltaické aplikace až do 1500V DC
Typ T1+T2

NOVINKA

DEHNcombo DCB YPV
obj. č. **900 070** (1200V) / **900 071** (1500V)
Kombinovaný svodič pro fotovoltaické aplikace až do 1500V DC
Typ T1+T2

DEHNshield
obj. č. **941 300** (TNC) / **941 400** (TNS)
Bleskový proud (10/350 µs) [L-PEN] (limp) – 12,5kA
Jiskřiště
Typ T1+T2+T3

NOVINKA

Varianta I
DEHNventil M2
obj. č. **954 305** (TNC) / **954 405** (TNS)
Bleskový proud (10/350 µs) [L-PEN] (limp) – 25kA
Jiskřiště s technologií RAC
Vysoká provozní spolehlivost
Typ T1+T2

Rodinný dům / průmyslová hala s neoddáleným / neizolovaným hromosvodem

*** Varianta neoddálené / neizolované jímací soustavy neomezuje zcela riziko poškození elektronických součástí*

Varianta II
DEHNven CI 1 255 obj. č. **961 200**
Bleskový proud (10/350 µs) [L-PEN] (limp) – 25kA
Jiskřiště RADAX-Flow s vysokou schopností omezit následné proudy
Integrované předjištění
Typ T1+T2

Ochrana datových rozhraní: Typ 1 + Typ 2
řada *Yellow/Line*, například

DEHNpatch
obj. č. **929 121**

BLITZDUCTORconnect
obj. č. **927 222** (12V)
927 224 (24V)
927 225 (48V)

** Uvedená schémata jsou pouze možným příkladem a je třeba respektovat postupy a požadavky uvedené v platných normách ČSN.*

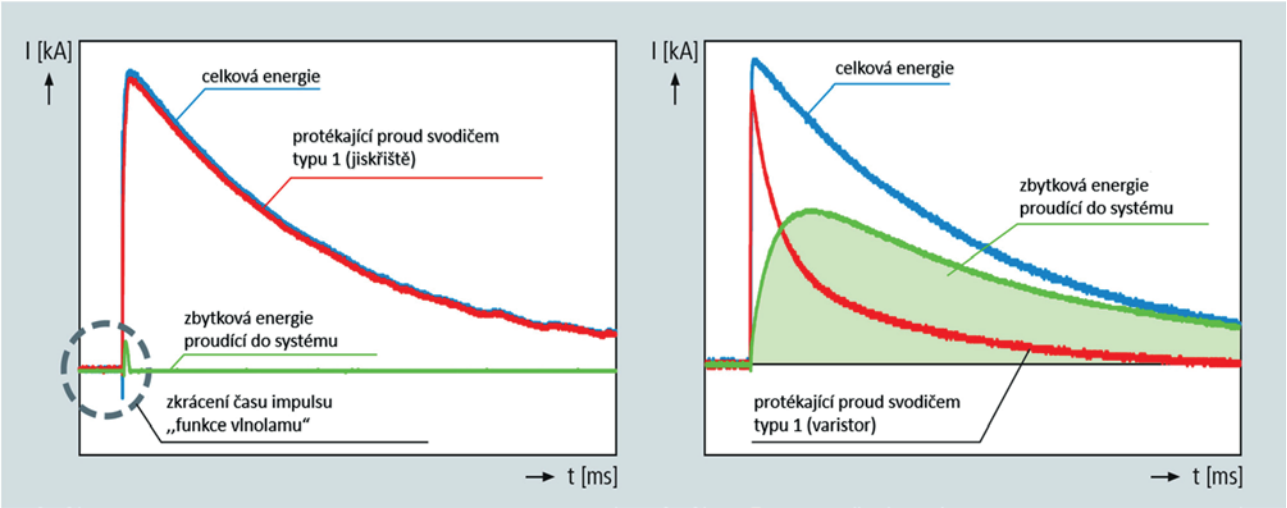
www.dehn.cz / www.dehn.sk

© Copyright 2022 DEHN s.r.o. 02/2022/IVC

3.6. Ochrana střídačů s výstupním napětím 800 V na straně AC

Rychle postupující energetický vývoj se ubírá mílovými kroky, a v souvislosti s tím se také neustále rozvíjí vyvíjení nových a lepších systémů na výrobu fotovoltaické energie. Aby bylo možné posunout energetický rozvoj vpřed, hrají v některých zemích hlavní roli fotovoltaické systémy na volném poli. Pochopitelně musí být zajištěn spolehlivý provoz těchto systémů, a tím i stabilní výroba elektrické energie. Proto je důležité tyto systémy chránit před bleskovými proudy a přepětím. I přesto, že jsou některé střídače vybaveny interní přepěťovou ochranou, je důležité je chránit předřazeným svodičem bleskových proudů typu 1. V případě úderu blesku do fotovoltaického systému na volné ploše nebo úderu blesku v blízkosti takové elektrárny hrozí zavlečení bleskového proudu také do AC části. V dnešní době jsou napětí fotovoltaických stringů až 1 500 V DC a zároveň má mnoho střídačů od určité doby výstupní napětí 800 V (L-L) na straně AC.

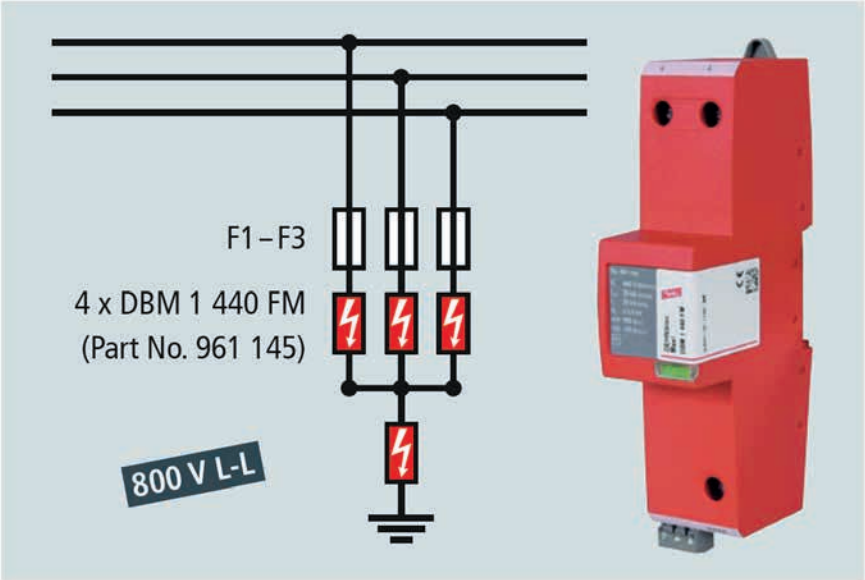
V testovacím centru společnosti DEHN byla provedena celá řada testů na běžně používaných měničích od předních výrobců na trhu. Při těchto testech byl do AC strany střídače přiveden bleskový proud, aby se ověřilo, zda zvolené řešení ochrany chrání střídač před poškozením. Laboratorními testy bylo prokázáno, že dodatečná ochrana na AC straně pomocí typu 1 bezpečně chránila systémy před poškozením bleskovým proudem a integrované SPD typu 2 ve střídači nebyly přetíženy.



Porovnání svodiče na bázi jiskřiště „funkce vlnolamu" s varistorem

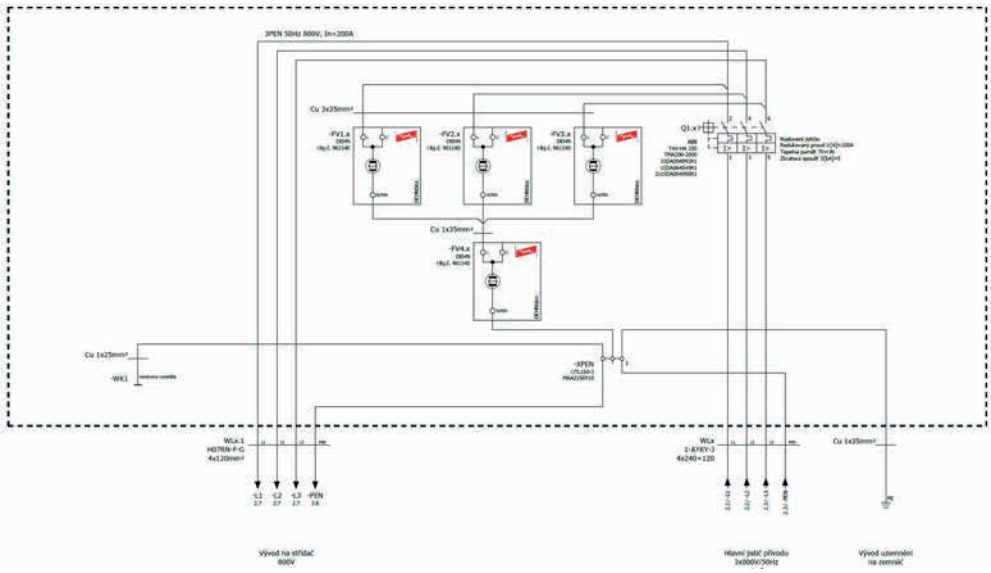
Nespornou výhodou pro tyto aplikace v části AC je použití jiskřiště s technologií RADAX-Flow s vysokou schopností zhášet a omezit následné proudy. Toto jiskřiště výrazně zkracuje dobu trvání impulzu, který prochází zařízením. To znamená, že i při vysokých hodnotách bleskového proudu je do střídače vpuštěno pouze malé množství energie, které střídače v této části neohrozí. Varistory jsou naopak komponenty omezující napětí, a tedy při aplikaci svodiče typu 1 „na bázi varistoru“ je napětí omezeno po celou dobu vybíjení impulzního proudu. Bohužel během celé této doby trvání impulzu tak proudí do měniče nežádoucí proud. Proto je nanejvýš důležité při výběru svodičů typu 1 pamatovat na to, že na straně AC musí být zajištěna koordinace mezi integrovanými svodiči typu 2 ve střídači a externím svodičem typu 1. V případě použití nevhodného svodiče a nedodržení koordinace může dojít k poškození, nebo dokonce ke zničení měniče. Vždy by mělo být použito prověřené řešení ochrany, aby se předešlo selhání měniče a souvisejícím nákladům (nové pořízení, instalace, ztráty v důsledku poruchy atd.).

Ochrana střídače se vstupním napětím 800 V (L-L) na straně AC je optimální s výrobky DEHNbloc Maxi 440 v konfiguraci 3+1. Tato konfigurace se skládá ze 4x DEHNbloc Maxi 440 (DBM 1 440). Celá sestava svodičů bleskových proudů se instaluje na AC straně v blízkosti střídače.



Příklad zapojení konfigurace 3+1

DEHNbloc Maxi (DBM) je robustní svodič typu 1 založený na technologii jiskřiště. Díky konfiguraci 3+1 jsou vždy dva svodiče v sérii. DBM 1 440 má max. trvalé provozní napětí 440 V AC. Při sériovém zapojení je max. trvalé provozní napětí této kombinace svodičů zvýšeno na 880 V AC, a proto je nejvhodnější volbou pro použití v sítích 800 V AC.



Ukázka vzorového zapojení rozvaděče střídače 800 V AC

3.7. Parametry součástí vnitřní ochrany před bleskem a přepětím

Ekvipotenciální pospojování před bleskem - parametry:

- Dodržet parametry SPD pro danou třídu, např. LPS III – bleskový proud 50 kA (10/350).

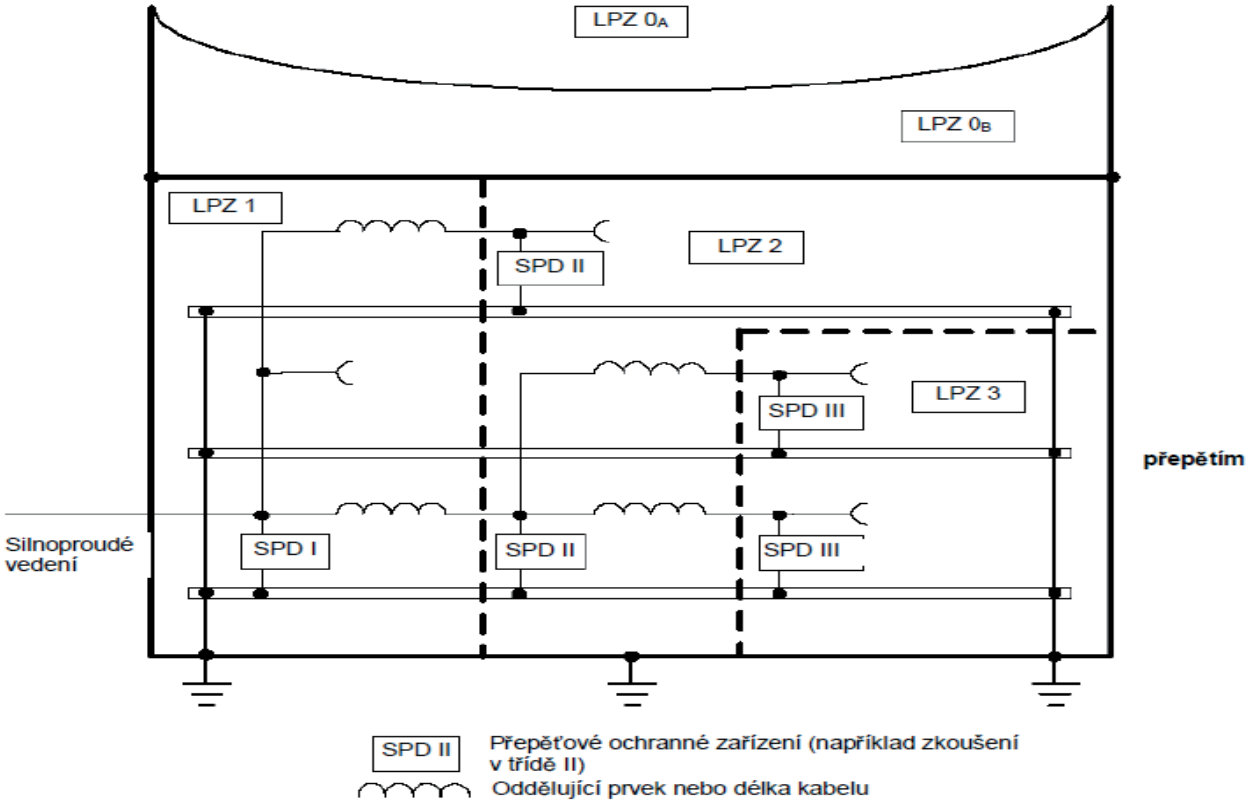
- Správně instalovat přepěťové ochrany (délka přívodu a odvodu z SPD do 0,5 m).

- 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.

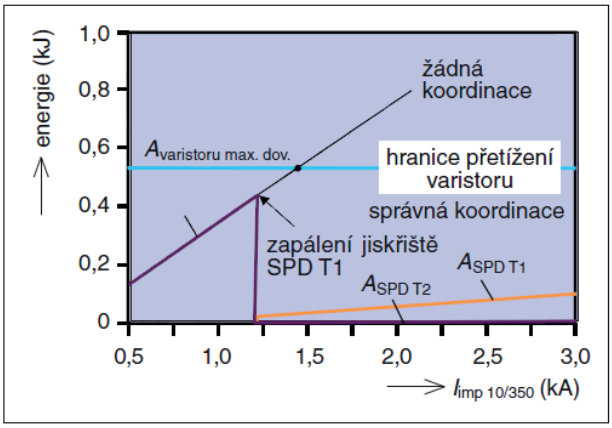
- V podružném rozvaděči instalovat přepěťové ochrany SPD typu 2 a 3 dle odolnosti koncového zařízení.

- Pro obvody telefonů, datových sítí, CCTV, EZS, EPS, ŘS (řídicí systém) instalovat SPD – přepěťové ochrany ve třídě LPS III – na vstupu do objektu SPD typ 1 a v podružném rozvaděči SPD typ 2 až 4.

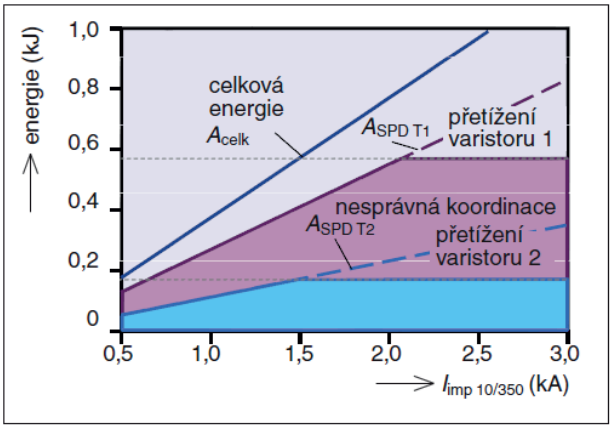
Dodržet principy energetické koordinace mezi svodiči přepětí podle ČSN EN 62305-4, ed. 2, čl. 7.



V každém objektu v hlavním rozvaděči musí být instalovány svodiče bleskových proudů SPD typu 1 (o hodnotě souhrnného bleskového proudu 100 kA, vlny 10/350; tyto hodnoty jsou určovány na základě zařazení budovy do třídy LPS).



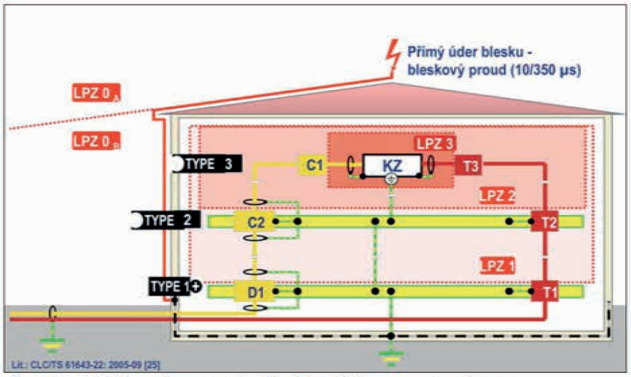
Obr. 3. Průběh napětí na jiskřišti: SPD typu 1 podle CLC/TS 61643-12 [6]



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 přepěťové 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 (řídicí systém), PDS do objektu budou osazena svodiči bleskových proudů SPD typu 1 a v místech podružných rozvaděčů SPD typu 2 až 4 dle odolnosti koncového zařízení.

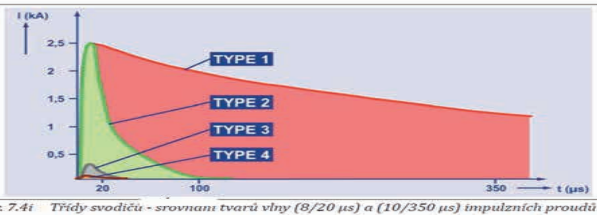


Obr. 7.4f Příklad instalace přepěťových ochran dle koncepce zón ochrany před bleskem LPZ

symbol	třída / $U_{zkuš.}$	ochranné působení	příklady
P1	1 / (0,5 kV)	univerzální	
P2	2 / (1 kV)	pro koncové přístroje s vylepšenou odolností	
P3 P4	3 / (2 kV) 4 / (4 kV)	pouze pro velmi robustní zařízení	
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 µs, která simuluje první výboj blesku v přírodních podmínkách. Plocha daná vlnou 10/350 vyjadřuje náboj, který musí přepěťová ochrana svést při průchodu bleskového proudu. Tuto hodnotu náboje jsou schopny svést jen přepěťové ochrany na bázi jiskřiště.

Nejvyšší trvalé provozní napětí U_c:

Nejvyšší efektivní nebo stejnosměrné napětí, které může být trvale přiloženo na ochranné svorky SPDs (přepěťové 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 přepěťové ochrany a při které se vrací přepěťová ochrana do nevodivého stavu.

Následný proud I

Následný proud je síťový proud, který může protéci obvodem následkem zapálení přepěťové 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 přepěťové ochraně.

Pro ověření schopnosti přepěťových ochran zhášet 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 přepěťové ochrany tak, aby nevzniklo žádné nebezpečí pro osoby a zařízení.

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

Ochranná úroveň U_p

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

- zapalovací impulzní napětí 1,2/50 µs (100 %),

- zapalovací napětí se strmostí 1 kV/µs,

- 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;

Nejvyšší trvalé napětí AC (Uc):	*255 V;*
Souhrnný bleskový proud (10/350) (Iimp) pro TNC:	*200 kA;*
Jmenovitý impulzní proud (8/20) (In):	*200 kA;*
Ochranná úroveň (Up):	*≤ 2,5 kV;*
Zkratová pevnost při max. předjištění:	*100 kA;*
Max. následný proud při UC:	*100 kA;*
Specifická energie (W/R) na pól:	*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;
Nejvyšší trvalé provozní napětí: *264 V AC/50 Hz;*
Zkušební bleskový proud dle souboru norem ČSN EN 62305, ed. 2;
Souhrnný zkušební impulzní proud (3-pólový): *100 kA (10/350µs);*
Ochranná úroveň: *< 1,5 kV;*
Doba odezvy: *< 100 ns;*
Zkratová pevnost při max. předjištění: *100 kA;*
Max. následný proud při UC: *100 kA;*
Specifická energie [L1+L2+L3-PEN] (W/R): *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;
Nejvyšší trvalé provozní napětí: *264 V AC/50 Hz;*
Zkušební bleskový proud dle souboru norem ČSN EN 62305, ed. 2;
Zkušební impulzní proud (4-pólový): *100 kA (10/350µs);*
Ochranná úroveň: *< 1,5 kV;*
Doba odezvy: *< 100 ns;*
Zkratová pevnost při max. předjištění: *100 kA;*
Max. následný proud při UC: *100 kA;*
Specifická energie [L1+L2+L3+N-PE] (W/R): *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:
Nejvyšší trvalé provozní napětí: *264 V AC/50 Hz;*
Zkušební bleskový proud dle souboru norem ČSN EN 62305, ed. 2;
Souhrnný zkušební impulzní proud: *50 kA (10/350µs);*
Ochranná úroveň: *< 1,5 kV;*
Doba odezvy: *< 100 ns;*
Zkratová pevnost při max. předjištění: *100 kA;*
Max. následný proud při UC: *100 kA;*
Specifická energie [L,N-PE] (W/R): *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 rozvaděčů
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 (8/20µs);*
Max. impulzní proud: *40 kA (8/20µs);*

Ochranná úroveň:
při 5 kA (8/20): *< 1,0 kV;*
při 20 kA (8/20): *< 1,5 kV;*
Doba odezvy: *< 25 ns;*
Zkratová pevnost při max. předjištění: *25 kA;*
bez únikových proudů;
měření izolačního odporu 500 V bez nutnosti vytažení modulů.

Svodič přepětí SPD T3 (D)
svodič přepětí 4-pólový ochraně koncových zařízení
dle souboru norem ČSN EN 62305, ed. 2: Ochrana před bleskem;
svodič přepětí typu 3 dle ČSN EN 61643-11:2013, žádné přerušení při poruše

Ve funkci svodiče přepětí:	*Typ 3 (D);*
Nejvyšší trvalé provozní napětí:	*255 V AC/50 Hz;*
Nejvyšší trvalé provozní napětí:	*255 V AC/50 Hz;*
Jmenovitý provozní proud AC (IL):	*25 A;*
Celkový impulzní proud (8/20 µs) [L1+L2+L3+N-PE] (Itotal):	*8 kA;*
Kombinovaný 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 kAeff;	
Ochranná úroveň [L-N]/[L/N-PE] (UP):	*≤ 1000/≤ 1500 V;*
Doba odezvy:	*≤ 25 ns.*

<u>SPD instalované na DC straně PV instalace</u>

Kombinovaný svodič pro fotovoltaické aplikace SPD T1+T2 (B+C)
Svodič bleskových proudů 2-pólový
dle souboru norem ČSN EN 62305, ed. 2: Ochrana před bleskem;
typu 1+2 dle ČSN EN 61643-31:2019;

Max. svorkové napětí FV [DC+ -> DC-] (U_{CPV})	*1200 V;*
Celkový impulzní proud (10/350 µs) (I_{total})):	*12,5 kA;*
Ochranná úroveň (Up):	*≤ 3,8 kV;*
Zkratová pevnost (I_{SCPV}):	*10 kA.*

Kombinovaný svodič pro fotovoltaické aplikace SPD T1+T2 (B+C)
Svodič bleskových proudů 2-pólový
dle souboru norem ČSN EN 62305, ed. 2: Ochrana před bleskem;
typu 1+2 dle ČSN EN 61643-31:2019;

Max. svorkové napětí FV [DC+ -> DC-] (U_{CPV})	*1500 V;*
Celkový impulzní proud (10/350 µs) (I_{total})):	*12,5 kA;*
Ochranná úroveň (U_P):	*≤ 4,5 kV;*
Zkratová pevnost (I_{SCPV}):	*10 kA.*

Svodič přepětí pro fotovoltaické aplikace SPD T2 (B+C)
Svodič bleskových proudů 2-pólový
dle souboru norem ČSN EN 62305, ed. 2: Ochrana před bleskem;
typu 2 dle ČSN EN 61643-31:2019;

Max. svorkové napětí FV [DC+ -> DC-] (U_{CPV})	*150 V;*
Celkový impulzní proud (8/20 µs) (I_{total})):	*40 kA;*
Ochranná úroveň (Up):	*≤ 0,8 kV;*
Ochranná úroveň při 5 kA (U_P)	*≤ 0,6 kV;*
Zkratová pevnost (I_{SCPV}):	*10 kA;*
Doba odezvy (t_A):	*≤ 25 ns.*

Svodič přepětí pro fotovoltaické aplikace SPD T2 (B+C)
Svodič bleskových proudů 2-pólový
dle souboru norem ČSN EN 62305, ed. 2: Ochrana před bleskem;
typu 2 dle ČSN EN 61643-31:2019;

Max. svorkové napětí FV [DC+ -> DC-] (U_{CPV})	*600 V;*
Celkový impulzní proud (8/20 µs) (I_{total})):	*40 kA;*
Ochranná úroveň (Up):	*≤ 2,5 kV;*
Ochranná úroveň při 5 kA (U_P)	*≤ 2 kV;*
Zkratová pevnost (I_{SCPV}):	*1000 A;*
Doba odezvy (t_A):	*≤ 25 ns.*

Svodič přepětí pro fotovoltaické aplikace SPD T2 (B+C)
Svodič bleskových proudů 2-pólový
dle souboru norem ČSN EN 62305, ed. 2: Ochrana před bleskem;
typu 2 dle ČSN EN 61643-31:2019;

Max. svorkové napětí FV [DC+ -> DC-] (U_{CPV})	*1000 V;*
Celkový impulzní proud (8/20 µs) (I_{total})):	*40 kA;*
Ochranná úroveň (Up):	*≤ 4 kV;*
Ochranná úroveň při 5 kA (U_P):	*≤ 3,5 kV;*
Zkratová pevnost (I_{SCPV}):	*10 kA;*
Doba odezvy (t_A):	*≤ 25 ns.*

Svodič přepětí pro fotovoltaické aplikace SPD T2 (B+C)
Svodič bleskových proudů 2-pólový
dle souboru norem ČSN EN 62305, ed. 2: Ochrana před bleskem;
typu 2 dle ČSN EN 61643-31:2019;

Max. svorkové napětí FV [DC+ -> DC-] (U_{CPV})	*1200 V;*
Celkový impulzní proud (8/20 µs) (I_{total})):	*30 kA;*
Ochranná úroveň (Up):	*≤ 4,5 kV;*
Ochranná úroveň při 5 kA (U_P)	*≤ 4 kV;*
Zkratová pevnost (I_{SCPV}):	*10 kA;*
Doba odezvy (t_A):	*≤ 25 ns.*

3.8. Nejčastější chyby při projektování a montáži

Nedodržení českých technických norem týkajících se aplikace SPD

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

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

ČSN 33 2000-5-534, ed. 2; *Elektrické instalace nízkého napětí – Část 5-53: Výběr a stavba elektrických zařízení – Oddíl 534: Přepěťová ochranná zařízení*
(ukončení 13. 05. 2025, nově nahrazena ČSN 33 2000-5-53, ed. 3, s účinností od: 1. 12. 2022)

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

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

PNE 33 0000-5, ed. 3; *Umístění přepěťového 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 Přepěťové ochrany*

Nedodržení průřezu připojovacích vodičů vč. montážního návodu

T1 (T1+T2) – min. 16 mm^2 mědi nebo ekvivalentní

T2 – min. 6 mm^2 mědi nebo ekvivalentní

T3 – dle technického listu

F1 A gG	S_2 / mm²	S_3 / mm²	S_4 / mm²	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

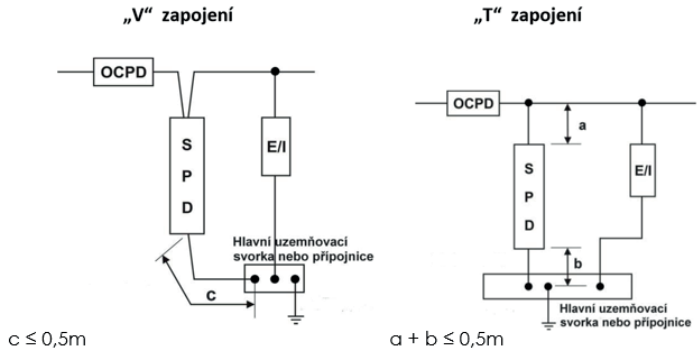
a + b > 0,5m musí byt zvolena alespoň jedna z možností:

- Volba SPD s nižší napěťovou ochrannou hladinou Up
- Instalace druhé koordinované SPD v blízkostí zařízení, které má být chrněno
- Použít instalaci se zapojení „V“

STAK 25

Nebere se v úvahu:

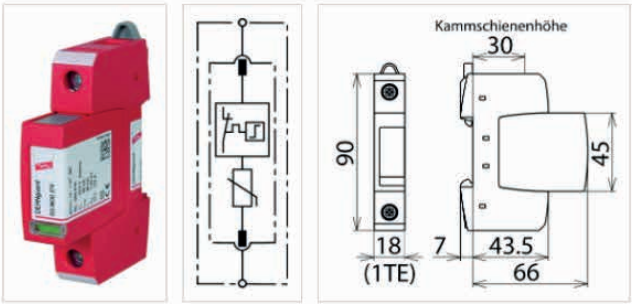
- Od hlavní uzemňovací svorky k mezilehlé uzemňovací svorce
- Od mezilehlé uzemňovací svorky k vodiči PE

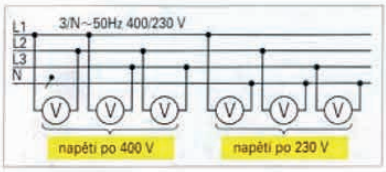


Druhy normových zapojení

Nevhodná volba nejvyššího dovoleného napětí Uc

DEHNguard S ...

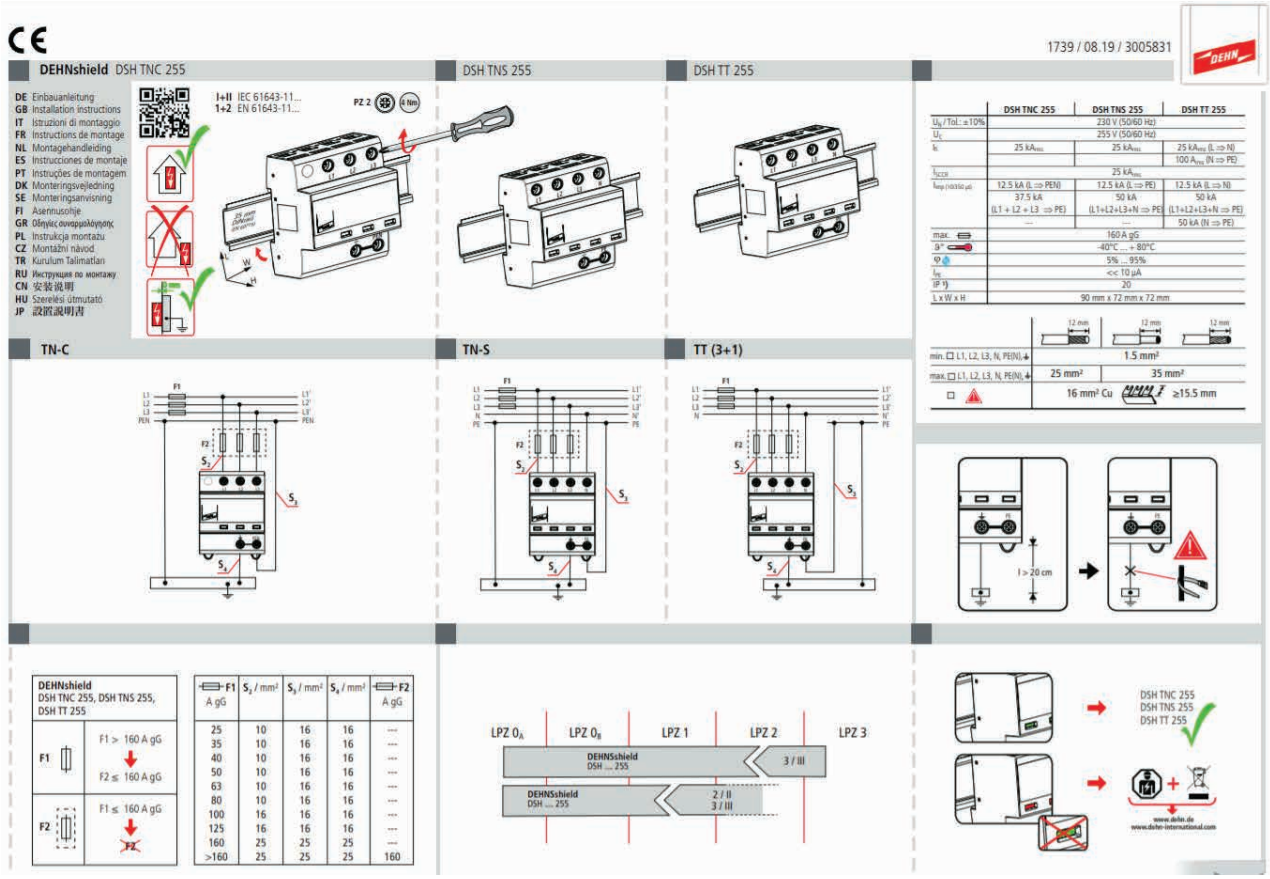




Typ	DG S 275	DG S 320	DG S 385	DG S 440	DG S 600
Obj. è.	952 070	952 073	952 074	952 075	952 076
SPD podle ČSN EN 61643-11 / ... IEC 61643-11	typ 2/Třída II	typ 2/Třída II	typ 2/Třída II	typ 2/Třída II	typ 2/Třída II
Energeticky koordinovaná ochranná úroveň pro konc. zař. (≤ 10 m)	typ 2 + typ 3	typ 2 + 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

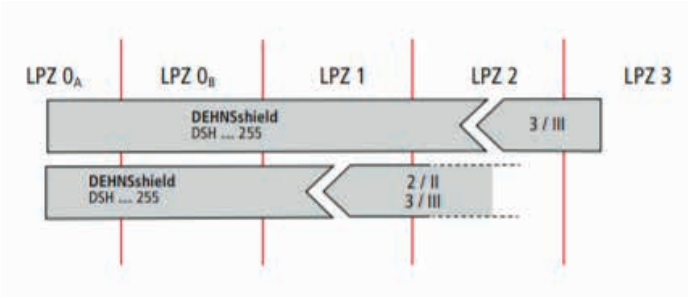
Příklad vybraných hodnot z technických listů

Špatné zapojení dané přepěťové ochrany – nedodržení montážního návodu



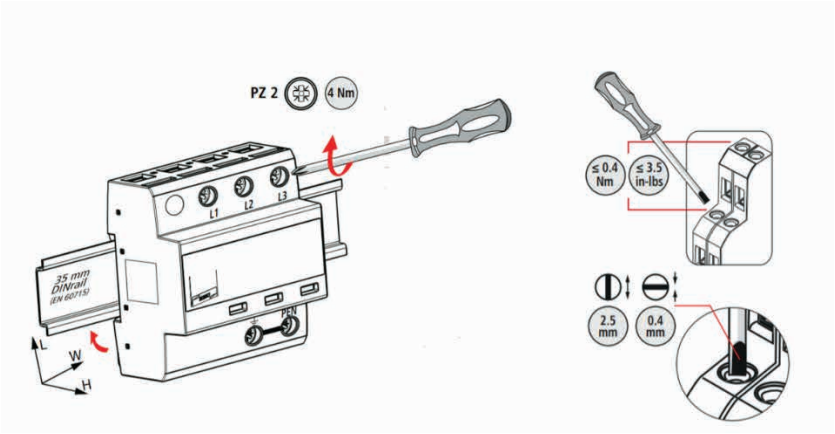
Ukázka montážního návodu svodiče bleskových proudů a přepětí

Nedodržení koordinace SPD



Příklad vhodné koordinace jednotlivých SPD

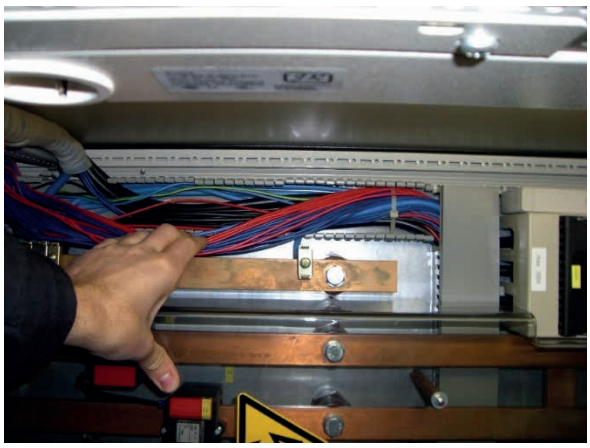
Špatné dotažení svorek (utahovací moment)



Výtah z montážního návodu svodiče bleskových proudů a přepětí

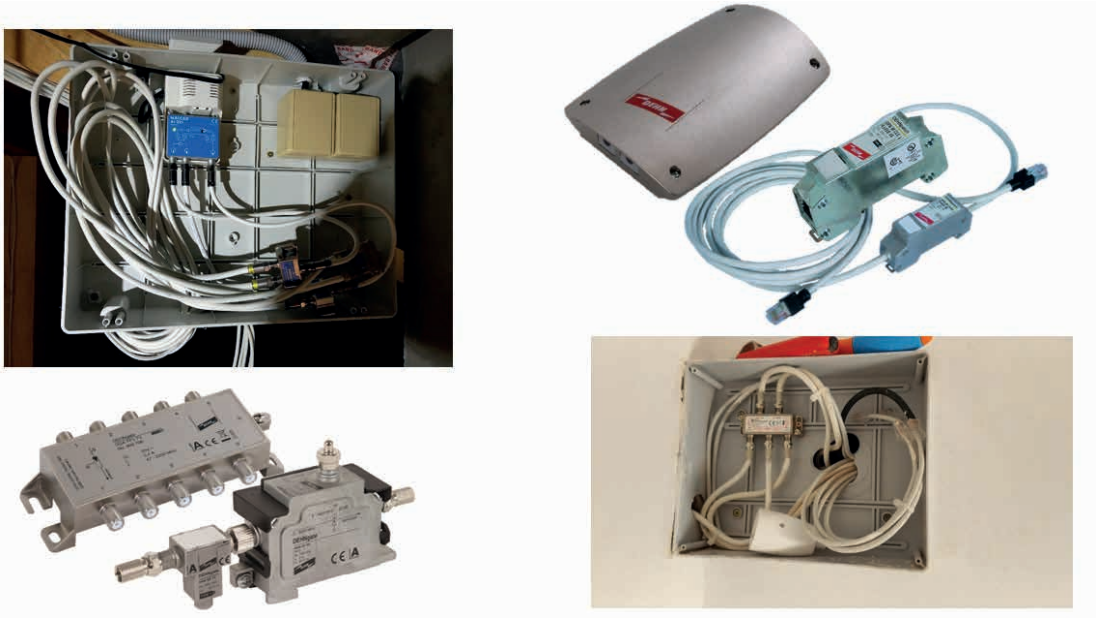
Nevhodné umístění SPD v rozvaděči

- 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

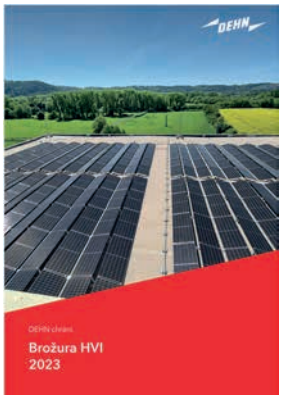
4. Přílohy

Nabídka služeb pro fotovoltaické systémy

Vybrané referenční stavby s fotovoltaickými aplikacemi

https://www.dehn.cz/cs/objekty-s-fotovoltaickymi-aplikacemi

Brožura HVI



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

Certifikáty pro vodiče HVI

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

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

Řada vysokonapěťových vodičů HVI®

Kontaktní adresy:

DEHN s.r.o.
Pod Višňovkou 1661/33, CZ - 140 00 Praha 4 - Krč
tel.: +420 222 998 880-2
e-mail: info@dehn.cz, www.dehn.cz

kancelária pre Slovensko, Jiří Kroupa
M. R. Štefánika 13, 962 12 Detva, Slovenská republika
tel.: +421 907 877 667
e-mail: j.kroupa@dehn.sk, www.dehn.cz

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

© Copyright 2023 DEHN s.r.o.