

Datum vytištění: 12. 7. 2024



Rozsah platnosti:

ORLEN Unipetrol RPA s.r.o.

N NORMA

Ochrana proti účinkům atmosférické, statické a indukční elektřiny,
uzemnění a pospojování

Schválil:

Ing. Jiří Kohl, Vedoucí odboru inspekce

Platnost od:

12.7.2024

Správce dokumentu:

Sekce podpory údržby

Zpracovatel:

Lukáš Němeček, revizní technik elektro

Dokument je majetkem společnosti ORLEN Unipetrol RPA s.r.o.
Rozšiřování kopií mimo společnost je zakázáno s výjimkou jejich poskytnutí externím subjektům pro účely výběrových řízení a pro účely plnění smlouvy se společností.
Vytisknutá kopie je neřízený dokument.

Ověřil: Ing. Aleš Novák, vedoucí sekce inspekce RPA

Seznam změn

Číslo změny	Číslo strany		Předmět změny	Platnost od	Schválil (funkce, podpis)
	vyjmuté	vložené			
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					

Upozornění: Změnové řízení je prováděno dle směrnice 821.

Obsah

1 Účel.....	4
2 Rozsah platnosti	4
3 Pojmy (názvosloví), definice, zkratky	4
4 Ochrana před atmosférickými účinky blesku.....	8
4.1 Všeobecně.....	8
4.2 Vnější ochrana před bleskem.....	9
4.3 Vnitřní ochrana před bleskem (LEMP).....	23
5 Uzemnění a pospojování	33
5.1 Všeobecně.....	33
5.2 Zemní soustava	33
5.3 Krokové napětí	37
5.4 Ochranné uzemnění a pospojování	37
5.5 Pracovní uzemnění a pospojování	41
6 Ochrana před vznikem statické elektřiny a vznikem elektrostatického náboje	43
6.1 Všeobecně	43
6.2 Plastové materiály.....	44
6.3 Kapaliny	44
6.4 Ochranné pospojování a zemnění	44
7 Ocelové konstrukce, aparáty, potrubí a potrubní spoje.....	46
7.1 Všeobecně	46
7.2 Uzemnění a pospojování potrubních rozvodů	47
7.3 Uzemnění lešení	47
8 Katodická ochrana.....	49
8.1 Všeobecně	49
8.2 Koroze železobetonových konstrukcí	50
8.3 Koroze potrubí.....	52
8.4 Ochrana před vlivy vn/vvn.....	54
9 Související normy a dokumenty.....	55
10 Přílohy k normě N 11 014.....	57

1 Účel

Zaměstnanec, který porušením této normy, případně norem a předpisů souvisejících, s nimiž byl prokazatelně seznámen a způsobí společnosti škodu, je povinen vzniklou škodu uhradit ve smyslu ustanovení zákona č. 262/2006 Sb., zákoníku práce o odpovědnosti zaměstnanců za škodu.

2 Rozsah platnosti

Tato norma je závazná pro všechny profese a útvary, které se svojí činností podílí na provozu, montážích, údržbě a revizích v ORLEN Unipetrol RPA s.r.o.

3 Pojmy (názvosloví), definice, zkratky

Všeobecné

ORLEN Unipetrol RPA s.r.o.	Oplocené území společnosti a další souvislá oplocená i neoplocená území mimo oplocený Areál, např. sklady a zařízení instalovaná na produktovodech, které společnost vlastní, užívá nebo je spravuje
Revize elektrického zařízení	Všechna opatření, kterými se ověřuje shoda hotové elektrické instalace s příslušným ustanovením norem (prohlídka, měření, zkoušení a vypracování zprávy) požadavky Evropských a Českých technických norem <i>Poznámka:</i> <i>Revize se řídí normou N 11 006</i>
Řád preventivní údržby	Předpis organizace pro provádění preventivní údržby elektrického zařízení, který obsahuje způsob a lhůty provádění preventivní údržby
Prohlídka	Přezkoumání elektrické instalace a zařízení s využitím všech smyslů a veškerého důvtipu během provozu zařízení.
Kontrola	Činnost (práce) prováděná na EZ, při které se zjišťuje technický stav (např. zkoušením, měřením, prohlídkou apod.) z pohledu zajištění bezpečnosti EZ
Měření	Činnosti, při kterých jsou měřeny fyzikální veličiny
Kalibrace	Souhrn úkonů, jejichž výsledkem je zjistit, zda měřidlo vyhovuje daným předpisům včetně uvedené třídy přesnosti. Výsledky kalibračních jsou zaznamenány v kalibračním protokolu
Montáž	zřizování nových a obnova „rekonstrukce“ již provozovaných EZ
Oprava	Odstranění částečně fyzického opotřebení nebo poškození za účelem uvedení EZ do provozuschopného stavu. Obnovují se jeho technické vlastnosti a odstraňují se funkční a bezpečnostní nedostatky
Rekonstrukce	Zásah do konstrukčních a technologických částí dosavadního EZ, které má za následek změnu technických parametrů, případně změnu funkce a účelu EZ
Dodavatelská dokumentace	Soubor dokumentů umožňujících revize elektrického zařízení, provoz a údržbu
Prostor s nebezpečím výbuchu	prostor, ve kterém jsou nebo mohou být hořlavé nebo výbušné plyny/páry nebo směs prachu se vzduchem nebo aerosoly přítomné v takovém množství že to vyžaduje zvláštní opatření proti iniciaci
Minimální iniciační energie MIE	minimální energie, která je schopna zapálit směs hořlavé látky se vzduchem nebo s kyslíkem, měřená podle normalizovaného postupu

Ochrana před vznikem statické elektřiny a vznikem elektrostatického náboje

Elektrostatický náboj	je fyzikální veličina, při které vzniká elektrická energie. K vytvoření náboje je nutná interakce mezi dvěma předměty. Předměty mohou mít pevné i kapalně skupenství.
Antistatický	vodivý nebo elektrostaticky disipativní (rozptylující)
Vodivý	S rezistivitou nebo odporem pod rozsahem umožňující vznik oblouku při průchodu proudu <i>Poznámka: Vodivé materiály nebo předměty nejsou ani disipativní ani izolační a nejsou schopny si ve větší míře udržet elektrostatický náboj, pokud jsou ve styku se zemí</i>
Svodový odpor / odpor proti zemi	Odpor mezi elektrodou, která je v kontaktu s měřeným povrchem / zemí, vyjádřený v ohmech <i>Poznámka: Odpor závisí na objemové nebo povrchové rezistivitě materiálů a vzdálenosti mezi zvoleným bodem měření a zemí</i>
Povrchový odpor	Odpor mezi dvěma elektrodami, které jsou v kontaktu s měřeným povrchem, vyjádřený v ohmech <i>Povrchový odpor závisí na uspořádání elektrod. Povrchový odpor měřený elektrodami v konfiguraci podle příkladu je desetkrát nižší než je povrchová rezistivita</i>
Povrchová rezistivita	Odpor mezi protilehlými stranami povrchu o jednotkové délce a jednotkové šířce, obvykle uváděný v ohmech (nebo ohmech/čtverec)
Objemová rezistivita	Odpor tělesa o jednotkové délce a jednotkovém průřezu plochy, vyjádřený v ohm metrech

Ochrana před atmosférickými účinky blesku

Ochrana před bleskem (LP)	Kompletní systém ochrany stavby a/nebo elektrických a elektronických systémů v těchto stavbách před účinky blesku, složený z LPS a SPM
Systém ochrany před bleskem (LPS)	Kompletní systém používaný pro snížení fyzikálních účinků bleskových výbojů na stavbu
Vnější systém ochrany před bleskem (hromosvod)	část LPS, která se skládá z jímací soustavy, soustavy svodů a uzemňovací soustavy
Vnitřní systém ochrany před bleskem	část LPS, která se skládá z ekvipotenciálního pospojování proti blesku a/nebo elektrické izolace vnějšího LPS
Jímací soustava	část vnějšího LPS, která používá kovové prvky, které jsou určeny k zachycení blesku
Soustava svodů	část vnějšího LPS určená ke svedení bleskového proudu z jímací soustavy do uzemňovací soustavy
Uzemňovací soustava	část vnějšího LPS určená ke svedení a rozptýlení bleskového proudu do země
Ekvipotenciální pospojování proti blesku (EB)	připojení oddělených kovových prvků k LPS přímým vodivým spojením nebo přes přepětová ochranná zařízení pro snížení rozdílů potenciálu způsobených bleskovým proudem
Elektromagnetický impulz vyvolaný bleskem (LEMP)	Všechny elektromagnetické účinky bleskového proudu přes odporové, induktivní a kapacitní vazby, které generují přepětí a elektromagnetické pole

Ochranná opatření LEMP (SPM)	opatření pro vnitřní systémy ochrany před LEMP
Přepětové ochranné zařízení (SPD)	zařízení určené k omezení přechodných přepětí a ke svedení impulzních proudů
Zóna ochrany před bleskem (LPZ)	Zóna, ve které je definováno elektromagnetické prostředí <i>Poznámka: Hranice zón LPZ nemusí nutně být hmotné hranice (například stěny, podlaha a strop)</i>

Uzemnění a pospojování

Základový zemnič v půdě	Vodivá část uložená v zemi pod základy budovy, která obvykle vytváří uzavřenou smyčku
Základový zemnič v betonu	Vodivá část zabudovaná v betonu základů budovy, která obvykle vytváří uzavřenou smyčku
Hlavní ochranná svorka	Svorka nebo přípojnice, která je částí uzemňovací soustavy instalace umožňující elektrické spojení několika vodičů za účelem uzemnění
Uzemňovací soustava	Všechny elektrické spoje a prvky, které jsou součástí uzemnění elektrické sítě, instalace a zařízení

Katodická ochrana

Systém katodické ochrany	Všechna aktivní a pasivní zařízení zabezpečující aktivní vnější protikorozi ochranu a její sledování
Galvanická anoda	Elektroda, která poskytuje proud pro katodickou ochranu pomocí galvanického článku
Uzemňovací anoda	Soustava galvanických anod nebo anod pro ochranu vloženým proudem, uložených v půdě nebo ve vodě
Anoda pro ochranu vloženým proudem	Elektroda, která dodává katodické ochraně proud ze zdroje vloženého proudu
Ochranný proud	Proud, který prochází kovového zařízení z elektrolytu, který je obklopuje, a jehož účelem je katodická ochrana zařízení
Bludné proudy	Proudy protékající jinými cestami než k tomu určenými obvody
Kalomelova referenční elektroda	Referenční elektroda tvořená rtuť a chloridem rtuťnatým v roztoku chloridu draselného

Zkratky

BNV	Bez nebezpečí výbuchu
CCTV	Kamerový systém
EB	Equipotential bonding
EMC	Electromagnetic compatibility (elektromagnetická kompatibilita)
EPS	Elektrická požární signalizace
EZ	Elektrické zařízení
EZS	Elektrická zabezpečovací signalizace
LEMP	Lighting electromagnetic impulse
LPL	Lighting protection LEVEL
LPS	Lighting protection systém
LPZ	Lighting protection zone

MaR	Měření a regulace
MET	Main earthing terminal
nn	Nízké napětí
PELV	Protective extra low voltage - Ochranné opatření malým napětím
ŘS	Řídicí systém
SELV	Safety extra low voltage - Ochranné opatření malým napětím
SNV	S nebezpečím výbuchu
SPM	Surge protection measures
SPD	Surge protective device
vn	Vysoké napětí
vvn	Velmi vysoké napětí

4 Ochrana před atmosférickými účinky blesku

4.1 Všeobecně

Ochrana před bleskem se skládá z:

- Vnějšího systému ochrany před bleskem (hromosvod)
- Vnitřního systému ochrany před bleskem

Oba systémy jsou nedílnou součástí komplexní ochrany před bleskem.

Ochrana před bleskem se musí řízovat pro:

- výroby a sklady s požárem hořlavých hmot, prachů a kapalin včetně, přístřešku a místa pro manipulaci s nimi,
- výroby a sklady s výbuchem hořlavých prachů, plynů a par, včetně volného složiště, přístřešku a místa pro manipulaci s nimi,
- nadzemní stavby nebo u nadzemních částí stavby vyhrazeného plynového technického zařízení podle zákona o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v souvislosti s provozem,
- ohrožení stavby, u které je zvýšené nebezpečí zásahu bleskem v důsledku jejího umístění jako například komíny, chladicí věže apod.
- případy neuvedených výše a kde by blesk mohl způsobit ohrožení života nebo zdraví osob, nebo značné škody.

Základní kritériem pro údržbu, opravy a revize ochrany před bleskem je doba zřízení.

Ochrana před bleskem, která byla projektována před 1. 2. 2009, musí být posuzována dle dříve platné normy ČSN 34 1390. Po tomto datu se ochrana před bleskem řídí souborem norem ČSN EN 62305.

Pokud dojde k rekonstrukci na zařízení, která byla dle ČSN 34 1390, musí být ochrana před bleskem posuzována již dle souboru norem ČSN EN 62305.

Rozdíl mezi opravou a rekonstrukcí:

Rozhodným kritériem pro posouzení, zda se jedná o rekonstrukci, nebo opravě, je to, zda dochází ke změně technických parametrů.

- a) Při výměně poškozených částí ochrany před bleskem, aniž by se měnily technické parametry, tzn. uvedení zařízení do funkčního stavu, jedná se o opravu (vyhláška 500/2002 Sb., § 47, 2a).
- b) Dochází-li ke změně technických parametrů stavby, jedná se o rekonstrukci (zákona č. 586/1992 Sb., § 33, 2).

Příkladem takové změny parametrů je zateplení fasády, změna materiálu střešní krytiny, apod. V těchto případech nejde o opravu, ale jedná se o rekonstrukci a musí být:

- Vyhотовena projektová dokumentace podle souboru ČSN EN 62305 a posouzena především dostatečná vzdálenost mezi vodičem jímacího vedení a první vnitřní kovovou instalací//konstrukcí.
- Vypracována zpráva o výchozí revizi.

Výše uvedené se vztahuje i na nové instalace fotovoltaických zdrojů elektrické energie.

V případě kde se vyskytuje prostor s nebezpečím výbuchu, by jímač měl zachytit blesk mimo tento prostor a následně bezpečně svedení blesku do země.

Musí být zabezpečena dostatečná vzdálenost svodu od náhodných kovových součástí, aby byl blesk odveden do uzemňovací soustavy. Pokud tato vzdálenost nebude dostatečně velká, blesk by mohl přeskočit na tyto vodivé součásti a rychlostí světla by mohl být zdrojem iniciace v prostoru Ex.

Je potřeba dávat pozor na veškeré kovové konstrukce, potrubí, kabelové trasy, které dobře vedou elektrický proud. Tomu je potřeba zabránit, aby nedošlo k jeho zatažení do prostorů Ex, protože v těchto prostorách může dojít k inicializaci výbušné koncentrace, aby se předešlo těmto jevům je prioritní izolace blesku od nebezpečného prostoru (zóny).

V tomto případě je i indukce nebezpečná, nežádoucí věc:

- a) Přímá vazba (galvanická, bleskový proud o vlně 10/350 μ s)
- b) Nepřímá vazba (indukce o vlně 8/20 μ s)

Z důvodu zajištění neprostupnosti blesku jsou navrženy různé poloměry valivé bleskové koule (např. pro LPS I – 20 m, pro LPS II – 30 m). Ideálnější je odvádět blesk dostatečně daleko mimo tyto prostory (zóny).

Základem pro provedení ochrany před bleskem je projektová dokumentace, která musí obsahovat:

- Technickou zprávu k dokumentaci LPS, včetně popisu návrhu a specifikace materiálu.
- Výpočet rizik LPS a LPL podle ČSN EN 62305-2 a vypracovává se při:
 - Zřizování nové stavby
 - Opravě a rekonstrukci objektu, nebo součástí, které ovlivní ochranu před bleskem
 - Změně způsobu využití objektu
- Technické výkresy provedení LPS a LPL.
- Výpočet dostatečné přeskokové vzdálenosti s , dle čl. 4.2.3
- nebo dodržení bezpečného odstupu d_s (mřížové prostorové stínění podle ČSN EN 62305-4)
- Doprovodnou technickou dokumentaci jednotlivých použitých součástí prokazujících jejich vhodnost k použití v dané třídě LPS a LPL splněním normativních hodnot a podmínky pro údržbu.

Vnější LPS se musí navrhnout tak, aby při svádění bleskového proudu do země nevznikly tepelné a mechanické škody nebo nebezpečná jiskření, která mohou vyvolat požár nebo explozi.

Rizika vyplývající z použití náhodných součástí:

- Vnější kovové náhodné součásti, kovové atiky, kovové části fasád nebo oken mohou bleskový proud zavést dovnitř do objektu paralelně k metalickým instalacím objektu. Pak není možno dodržet dostatečnou vzdálenost mezi těmito dvěma soustavami.
- Nekontrolované šíření bleskového proudu rychlostí světla vnitřními kovovými částmi.
- Bleskový proud může nekontrolovaně protéci paralelně vnější/vnitřní soustavou (viz výše uvedené body) ke koncovým zařízením a poškodit anebo je zcela zničit.
- Účinnost systému koordinované ochrany se účinky výše uvedených bodů se podstatně sníží. (Tím je myšleno, že například bleskový proud přeskočí na instalaci z vnější fasády – tedy za 1. a 2. stupeň přepěťové ochrany)

4.2 Vnější ochrana před bleskem

Je tvořena:

- a) Jímací soustavou dle čl. 4.2.1
- b) Soustavou svodů dle čl. 4.2.2
- c) Uzemňovací soustavou dle čl. 5.2
- d) Ekvipotencionálním pospojováním proti blesku je:

Vyrovnaní potenciálu a dosáhne se vzájemným propojením LPS s:

- Kovovými instalacemi
- Vnitřními systémy – jejichž spojení může být provedeno:
 - vodiči pospojování (pokud vodivé spojení není dosaženo náhodnými spoji)
 - přepěťovými ochranami (kde nelze provést přímé připojení vodičů pospojování)
 - oddělovacími jiskřišti (pokud není dovoleno přímé spojení s vodiči pospojování)
- Vnějšími vodivými částmi a vedeními připojenými ke stavbě

Výše uvedené musí být provedeno možno co nejkratším a nejpřímějším způsobem.

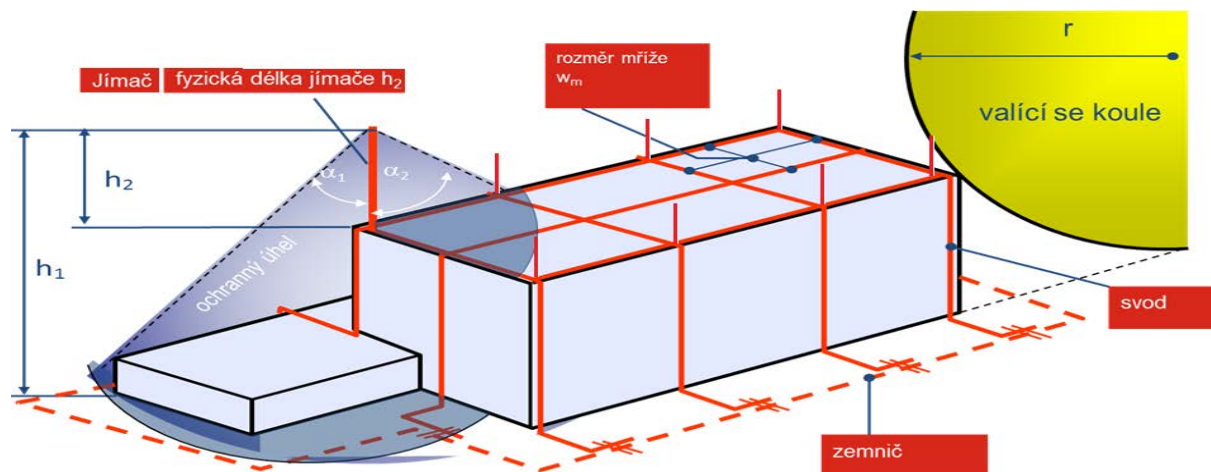
4.2.1 Jímací soustava

Druhy jímacích soustav:

- jímací tyče, včetně samostatně stojících stožárů,
- vodičová soustava (zavěšená lana),
- mřížová soustava (vodiče spojené do mříže)

Obrázek 4.1

(Metody návrhu jímací soustavy a soustavy svodů)



Metody stanovení umístění jímací soustavy

- metodou ochranného úhlu, která je určena pro jednoduché stavby (ochranný úhel je závislý na třídě LPS) – obrázek 4.2.1
- metodou valčí se koule, která je univerzální pro všechny typy staveb – obrázek 4.3
- metodou mřížové soustavy, která je učena pro ploché střechy – obrázek 4.1.

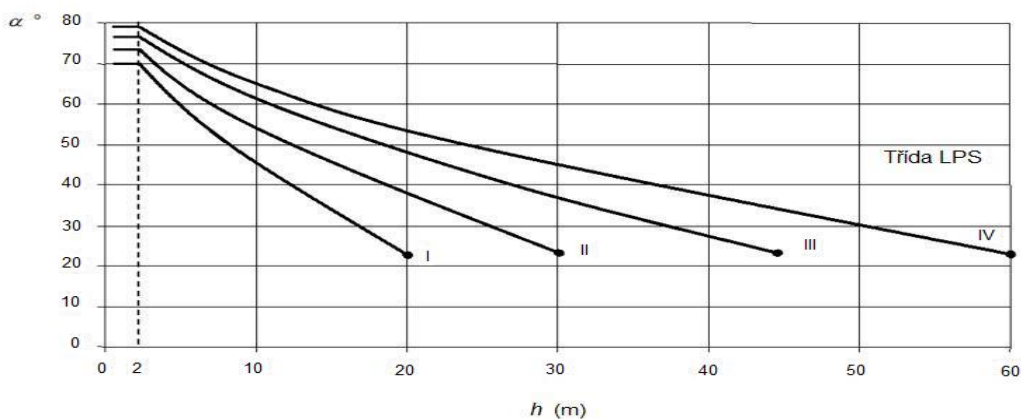
Tabulka 4.1

(Maximální hodnoty poloměru valčí se koule, velikosti ok a ochranného úhlu přiřazené k třídě LPS)

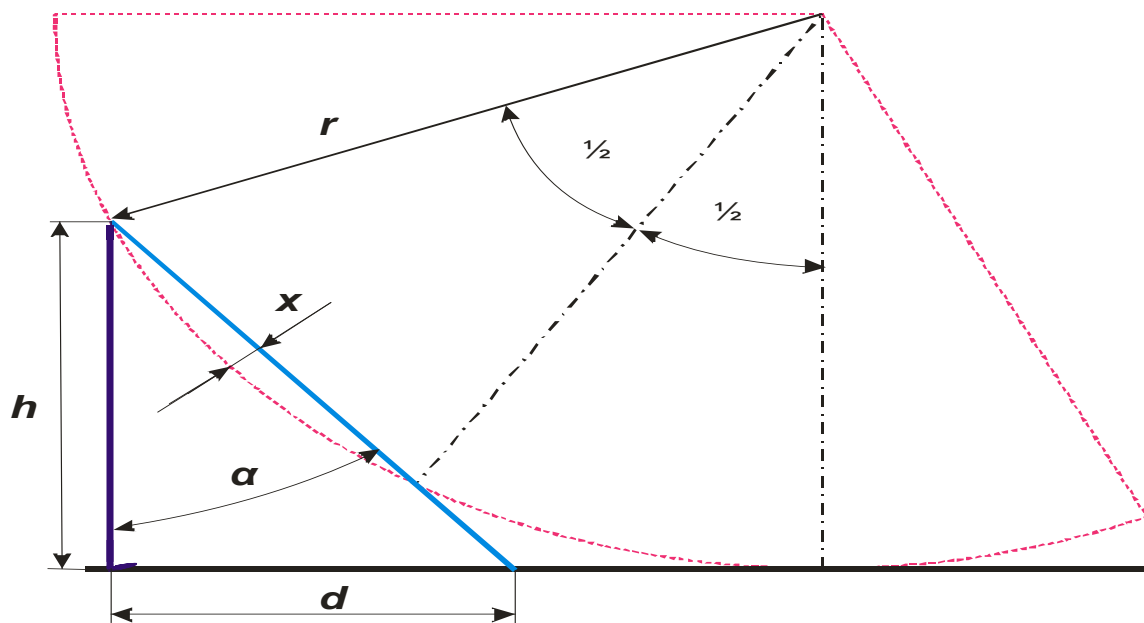
Třída LPS	Metody ochrany		
	Poloměr valčí se koule r (m)	Velikost ok w_m (m)	Ochranný úhel α°
I	20	5 x 5	Ochranný úhel závislý na třídě LPS (Obrázek 1)
II	30	10 x 10	
III	45	15 x 15	
IV	60	20 x 20	

Obrázek 4.2

(Ochranný úhel)



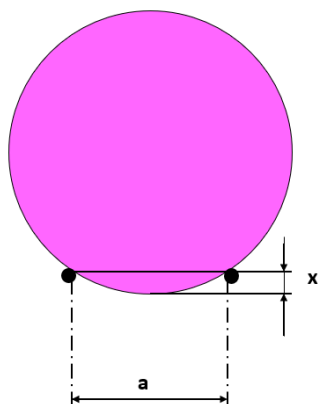
Obrázek 4.2.1
(Konstrukce ochranného úhlu jímače)



Legenda:

- r poloměr valčí se koule
 h výška jímače
 d vodorovná vzdálenost od paty jímače
 α ochranný úhel
 x vzdálenost mezi valčí se kouli a přeponou jímače
 vrcholový úhel

Obrázek 4.3
(Valčí se koule)



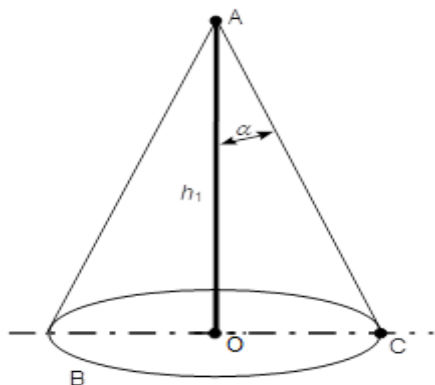
Třída LPS	a [m]	R [m]	x [m]
I	5	20	0,157
II	10	30	0,420
III	15	45	0,630
IV	20	60	0,840

R - poloměr valčí se koule

Pro návrh ochranných prostorů jímací tyče je nutno zohlednit jejich fyzikální rozměry.

Obrázek 4.4

(Ochranný prostor jímací tyče)



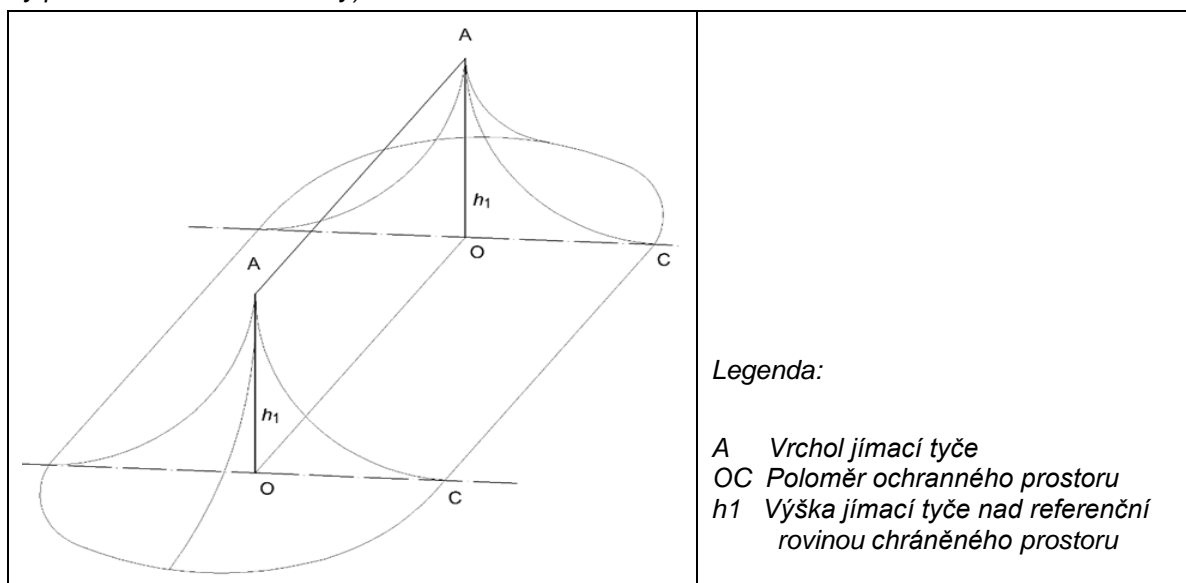
Legenda:

- A Vrchol jímací tyče
- B Referenční rovina
- OC Poloměr ochranného prostoru
- h_1 Výška jímací tyče nad referenční rovinou chráněného prostoru
- α Ochranný úhel podle tabulky 2

Vodičová soustava je tvořena zavěšenými lany, od kterých je nutno dodržet dostatečnou vzdálenost s

Obrázek 4.5

(Ochranný prostor vodičové soustavy)

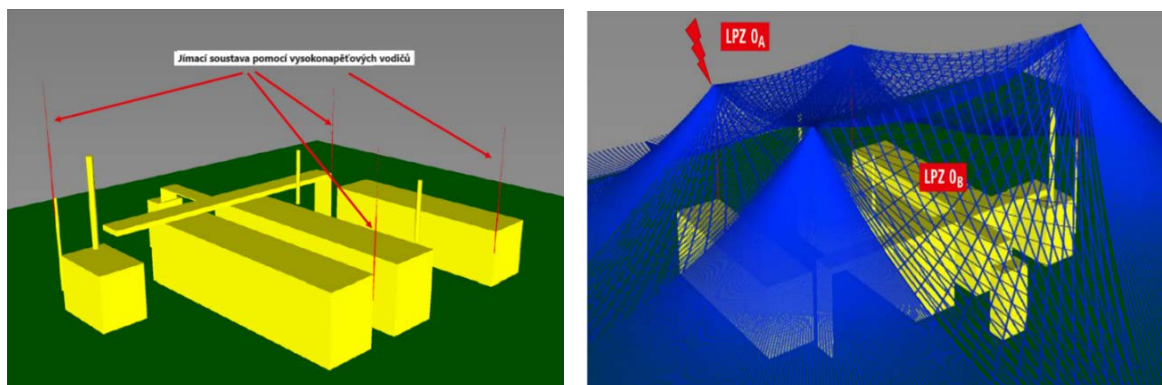


Legenda:

- A Vrchol jímací tyče
- OC Poloměr ochranného prostoru
- h_1 Výška jímací tyče nad referenční rovinou chráněného prostoru

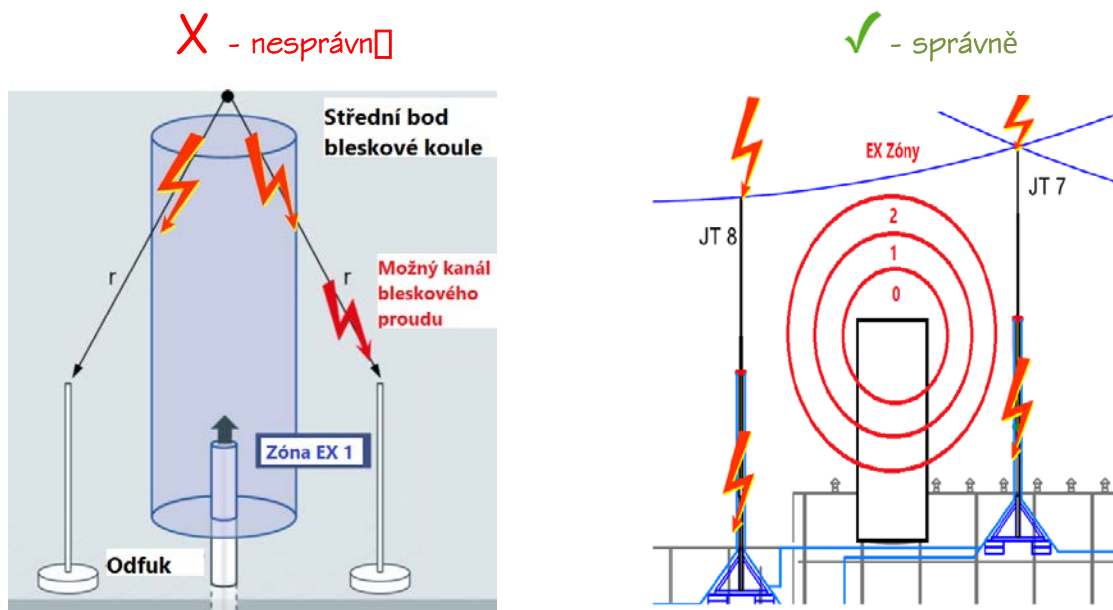
Obrázek 4.6

(Ochranné prostory jímací soustavy)



Obrázek 4.7

(Ochranný prostor jímací soustavy s ohledem na EX zóny 0, 1, 2 (20, 21, 22))



Když není technicky a ekonomicky možné skrýt zónu EX 2 do ochranného prostoru jímací soustavy, může se jímač umístit v zóně 2/22, protože vznik zóny 2/22 a současně úder blesku je nepravděpodobný.

Dalším důležitým faktorem je ochrana před přepětím. Při přepětí může dojít k nechtěnému zajiskření, které může být zdrojem inicializace výbuchu. Z tohoto důvodu je důležité instalovat přepětěvé ochrany SPD T1, T2.

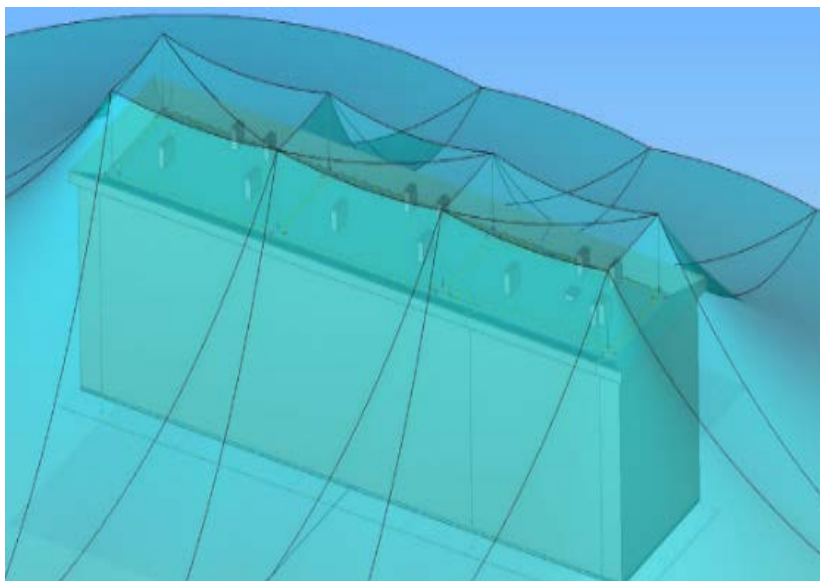
Metoda mřížové soustavy je v dnešní době již nevhodná.

V dnešní době v podstatě neexistují „prázdné střechy“ bez technologických vybavení jako například klimatizační jednotky.

Pro dodržení metody mřížové soustavy se musí navíc doplnit o jímací tyče, pro nadzvednutí ochranného prostoru nad vystupující kovové části nad mřížovou soustavou tak, aby valící se koule těchto částí nedotkla, včetně střešní krytiny – Obrázek 4.8

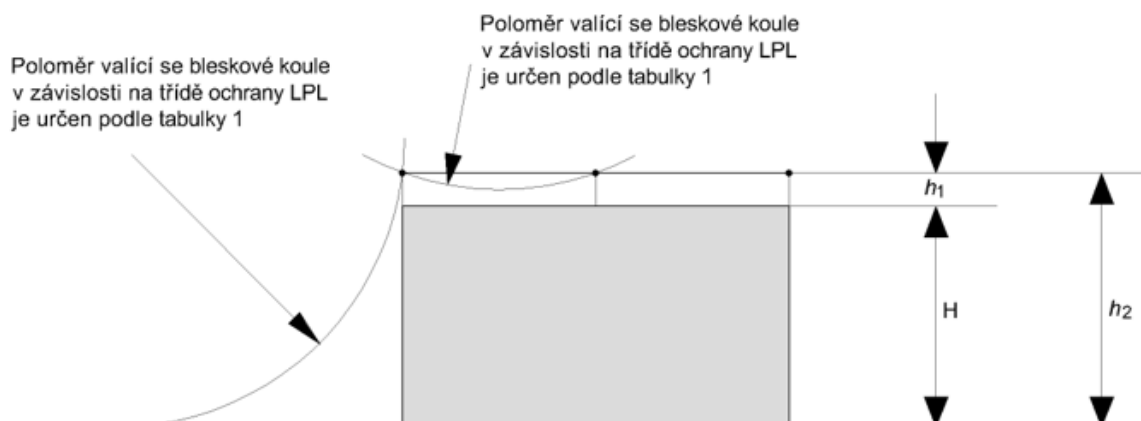
Obrázek 4.8

(Nadzvednutí mřížové soustavy)



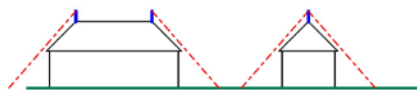
Obrázek 4.9

(Ochranný prostor izolované (oddálené) mřížové jímací soustavy (jímací soustavy vodičů spojených do mříže) podle metody valící se koule)



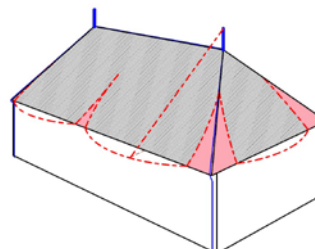
Poznámka:

Při 2D bočních pohledech vypadá, že ochranný prostor je dostatečný. Jímací tyč však vytváří kužel.



Ochranné prostory se musí vždy posuzovat trojrozměrně.

Při 3D posouzení je odhaleno, že rohy střechy a střed nejsou dostatečně chráněny!



Jímací soustava musí chránit před bočními údery do vysokých budov (výší než 60 m), z důvodu že blesky mohou udeřit i do boku stavby obzvlášť do hran a rohů vnějších ploch.

Jímací soustava musí být umístěna tak, aby chránila horní část vysokých staveb a na nich uchycená zařízení. Umístění jímačů musí být na rozích, hranách a výrazných výčnělcích (balkóny, vyhlídkové terasy apod.).

Požadavky na jímače umístěné po stranách vysokých staveb mohou být splněny kovovými hmotami, jako jsou kovové obklady nebo kovové opláštění, umístěnými na vnějších stěnách, pokud splňují požadavky na minimální parametry dle tabulky 4.4.

Náhodné jímače:**Tabulka 4.2**

(Minimální tloušťky nejčastěji používaných kovových oplechování nebo kovových potrubí jímacích soustav)

Třída LPS	Materiál	Tloušťka ^a t (mm)	Tloušťka ^b t' (mm)
I až IV	Ocel (pozink)	4	0,5
	Hliník	7	0,65

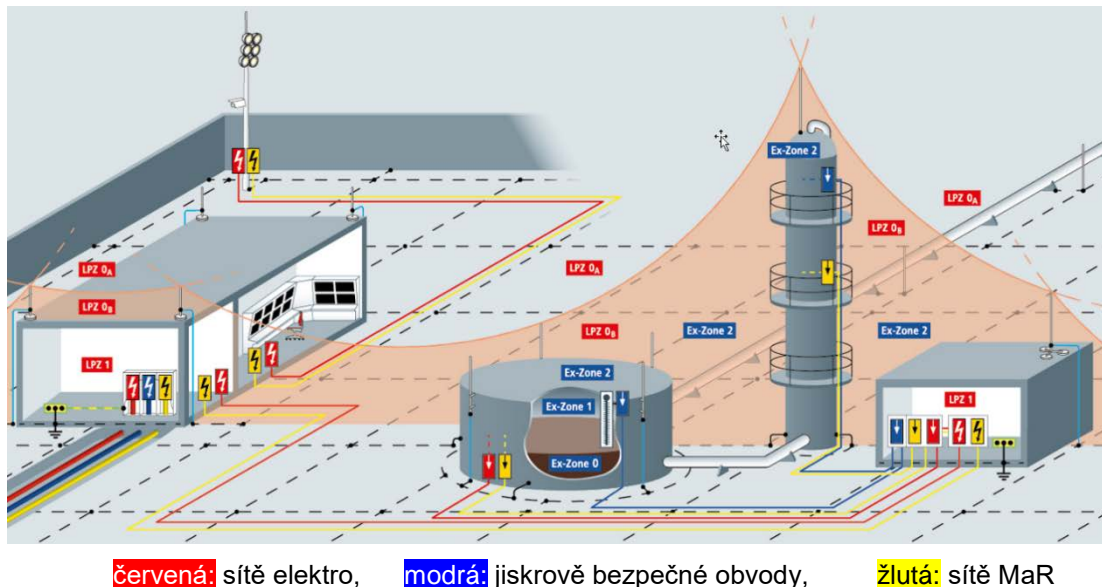
a – zabránění propálení
b – jen pro kovové oplechování (není-li nutno zabránit propálení, přežhavení nebo zapálení)

Jímací soustava musí být tvořena:

- z jímacích tyčí na oddálených stojících stožárech (jeden stožár), které nejsou z kovu nebo vzájemně propojené armováním:
Vždy minimálně jeden svod pro každý stožár. (kovové stožáry nebo stožáry se vzájemně propojeným armováním nepotřebují žádné dodatečné svody).
- ze zavěšených drátů nebo lan (jeden drát nebo lano):
Pro každou nosnou konstrukci instalovat jeden svod.
- sítí vodičů:
Vždy jeden svod na každou konstrukci k uchycení drátu nebo lana.

Obrázek 4.10

(Rozdělení Ex zón do zón ochrany před bleskem LPZ s využitím i ochranných prostorů přilehlých objektů)

**Legenda:**

- LPZ 0_A** Zóna, ve které je ohrožení způsobeno přímým úderem blesku a elektromagnetickým polem blesku. Vnitřní systémy jsou namáhány plným impulzním bleskovým proudem
- LPZ 0_B** Zóna chráněná před přímým úderem blesku, ale kde je ohrožení způsobeno elektromagnetickým polem blesku. Vnitřní systémy mohou být namáhány dílčími impulzními bleskovými proudy
- LPZ 1** Zóna, ve které je omezen impulzní proud rozdělením proudu a izolačními rozhraními a/nebo SPD na rozhraních. Prostorové stínění může zeslabit elektromagnetické pole blesku
- LPZ 2.n** Zóna, ve které může být impulzní proud dále omezen rozdělením proudu a izolačními rozhraními a/nebo na rozhraních dalším SPD. Další (dodatečné) prostorové stínění může dále zeslabit elektromagnetické pole blesku.

EX zóna 2/22 by se měla nacházet, pokud to jde technicko - ekonomicky uskutečnit, v zóně LPZ 0_B.

EX zóna 1/21 nebo 0/20 se musí nacházet, vždy v ochranném prostoru minimálně zóny LPZ 0_B, protože se jedná o pracovní zóny.

4.2.2 Soustava svodů

Z důvodu bleskového proudu, který proteče LPS je třeba svody umístit tak, aby mezi místem úderu a zemí:

- bylo více paralelních drah proudu
- délka dráhy proudu byla co nejkratší
- ekvipotenciální pospojování k vodivým součástem stavby bylo provedeno dle čl. 5.3

Druhy svodů:

izolovaný (oddálený)

Nejčastějším použitím je tam, kde může dojít k požáru nebo explozi na základě tepelných nebo výbušných účinků v místě úderu blesku a ve vodičích, které vedou bleskový proud.

Například stavby s hořlavou krytinou, stavby s hořlavými stěnami a s prostředím požáru.

Proto také určité stavební materiály nebo konstrukční části (izolace jako např. minerální vata, polystyrén a další stavební materiály a konstrukce, včetně konstrukcí sendvičových), přestože z hlediska požární bezpečnosti staveb mohou být některé z nich klasifikovány dokonce jako „nehořlavé“ (třída reakce na oheň A), nelze klasifikovat jako nehořlavé z pohledu působení bleskového proudu.

Výhodou izolovaného systému je jeho flexibilita (umožňuje vedení svodů např. do míst uzemnění) a nedodržení počtu svodů. Je však nutno zkontrolovat dostatečnou vzdálenost s v místech napojení vysokonapěťového vodiče k jímači. Tato vzdálenost by neměla překročit izolační vzdálenost s pro daný typ vodiče.

Potřebnou dostatečnou vzdálenost si tyto vodiče nesou na sobě ve formě vysokonapěťové izolace.

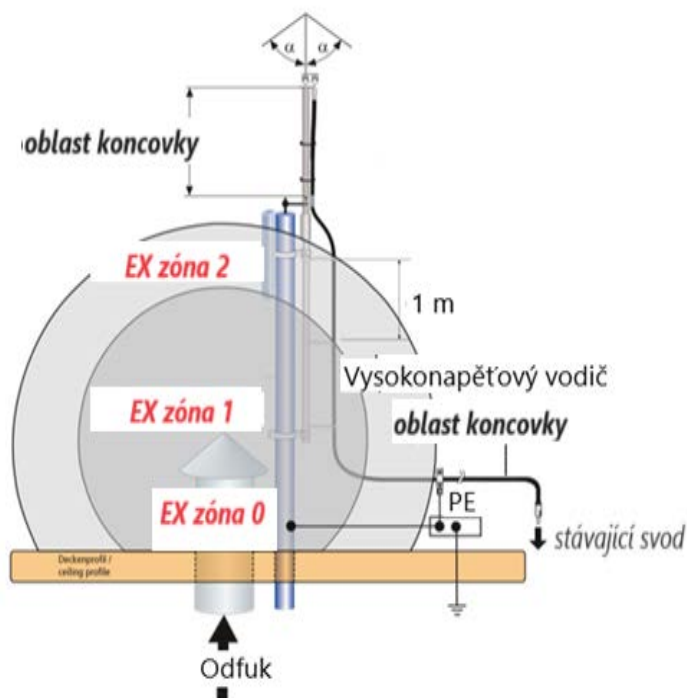
Musí být dodrženy podmínky instalace:

- oblast koncovky, ve které se nemohou instalovat žádné kovové prvky,
- v místě připojení vodiče k jímači je nutno respektovat jeho maximální izolační pevnost.
- vysokonapěťové vodiče nelze nastavovat, pouze zkracovat

Pro izolované svody nemusí být dodrženy požadavky tabulky 4.4 pro minimální průřezy svodů, pokud výrobce prokáže, že nedošlo k překročení oteplení vodiče.

Obrázek 4.11

(Příklad instalace vysokonapěťového vodiče v zóně EX)



Neizolovaný (neoddálený)

Musí být použity minimálně dva svody a svody musí být rozmístěny po obvodu stavby ve stejných rozstupech dle třídy LPS dle tabulky 4.1.

Tabulka 4.3

(Vzdálenosti svodů dle třídy LPS)

Třída LPS	Vzdálenosti (m)
I	10
II	10
III	15
IV	20

Je-li to možné, měl by být na každém nechráněném rohu budovy umístěn jeden svod.

Provedení svodů, které musí být:

- rozmístěny, tak, aby bylo vytvořeno přímé pokračování jímací soustavy.
- Instalovány přímo a svisle, aby bylo vytvořeno co nejkratší přímé spojení se zemí a aby bylo zabráněno vytvoření instalačních smyček. (pokud tomu není možné zabránit musí být dostatečná vzdálenost s , měřená mezi dvěma body svodu, které se k sobě navzájem přiblíží a délka Z mezi těmito body, splnit dle přílohy 2, obrázek 2.

Instalace LPS je-li stěna z materiálu:

- nehořlavého
svody se smí umísťovat na stěnu nebo do ní
- lehce hořlavého
svody se smí umísťovat na stěnu, pokud zvýšení teploty způsobené průchodem bleskového proudu není nebezpečné s ohledem na materiál stěny
- lehce hořlavého materiálu a zvýšení teploty svodů je nebezpečné
svody musí být umístěny tak, aby vzdálenost mezi svody a stěnou byla větší než 0,1 m. (součásti pro uchycení se smí dotýkat stěny)

Pokud nelze dodržet vzdálenost mezi svodem a hořlavým materiálem, musí být průřez svodů minimálně 100 mm². (např. 2x drát Ø 8mm (50 mm²) spojený SS svorkami s roztečí max.1m)

Svody nesmí být uloženy v okapech ani okapových trubkách.

Doporučuje se umístit svody tak, aby byla dodržena dostatečná vzdálenost od všech dveří a oken dle obecné rovnice 4.1 (ČSN EN 62305-3, čl. 6.3).

Tabulka 4.4

(Nejpoužívanější materiály, tvary a minimální průřezy vodičů soustavy svodů)

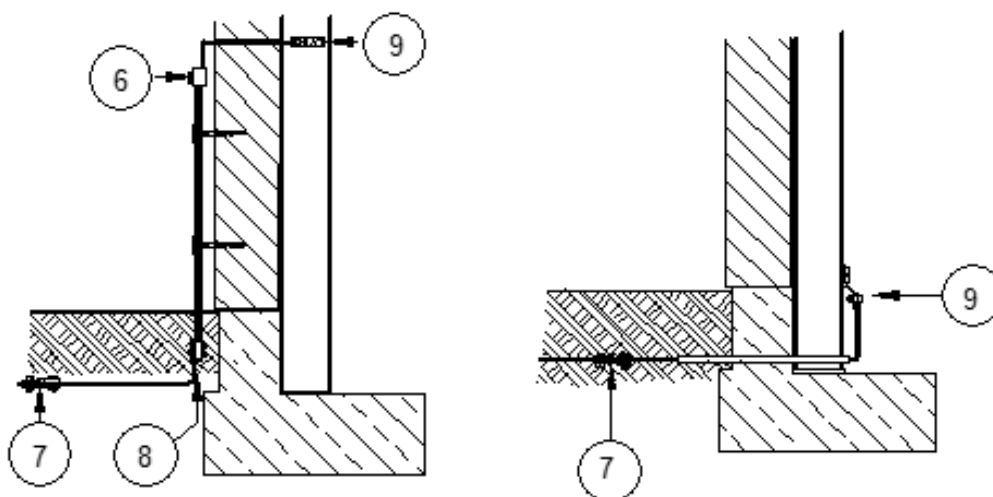
Materiál	Tvary	Průřez (mm ²)
Měď Hliník (AlMgSi) Ocel (žárově pozinkovaná) Ocel (nerezová)	pásek drát lano	50 70*
*Ocel (nerezová) – lano		

Připojení k zemní soustavě

Slouží k bezpečnému svedení bleskových proudů od jímačů přes svody na zemní soustavu a dále do země. Zemní odpor svodu musí být max. 10 Ω a u objektů projektovaných a zhotovených dle ČSN 34 1390 musí být max. 15 Ω. K spojení svodu a zemní soustavy musí být použita normovaná zkušební svorka, která nesmí být umístěna výše jak 1,8 m nad finálním terémem.

Poznámka:

Hodnota zemního odporu může v některých případech být i vyšší, neboť se odvíjí od hodnoty rezistivity půdy, dle Tabulky 5.1

Obrázek 4.13**(Zkušební svorka na stěně)****Legenda:**

- 6 Zkušební svorka na stěně
- 7 Svorka T odolná vůči korozi, v půdě
- 8 Svorka odolná vůči korozi, v půdě
- 9 Svorka mezi vodičem vedoucím blesk a ocelovým nosíkem

Dostatečná vzdálenost **s** se vypočte:

Obecná rovnice 4.1

$$s = \frac{k_i}{k_m} \times k_c \times l \text{ (m)}$$

- k_i je koeficient závislý na zvolené třídě LPS
- k_m koeficient závislý na materiálu elektrické izolace
- k_c koeficient závislý na (částečném) bleskovém proudu ve svodech
- l absolutní délka v metrech, podél jímačí soustavy a svodu, od bodu, kde je zjišťována dostatečná vzdálenost, k nejbližšímu bodu ekvipotenciálního pospojování nebo zemní soustavy.

4.2.3 Náhodné součásti

Náhodné vodivé materiály mohou být použity jako součást LPS jen ty, které zůstanou pevnými součástmi stavby (např. vzájemně propojená ocelová výztuž, kovové opláštění stavby, kovové součásti střešní konstrukce, zábradlí, potrubí apod.) za předpokladu, že:

- a) elektricky vodivá spojení mezi různými částmi jsou provedena spolehlivě a trvanlivě, tzn. pájením natvrdo, svařováním, svorkováním, lisováním, falcováním, šroubováním, nýtováním a výztuže v železobetonu
- b) Jejich rozměry jsou minimálně rovny hodnotám svodů, tabulka 4.4
Potrubí se snadno hořlavými nebo výbušnými látkami smí být použito jako náhodné svody, pokud těsnění přírub, je kovové nebo vodivě spojené dle kapitoly 7
- c) kovový nebo vodivě propojený železobetonový skelet stavby

Propojení armovacích prutů musí být provedeno svařováním nebo svorkami k tomu určených. Svařování musí být odsouhlaseno stavebním inženýrem. Délka sváru musí být min. 50 mm nebo dle projektové dokumentace. Výše uvedené musí být zaznamenáno formou fotodokumentace a zápisů ve stavebním deníku a zkontrolováno před zalitím betonu revizním technikem provádějícím revizi LPS nebo uzemnění. (tyto by měli být součástí technické průvodní dokumentace)

V případě, že výše uvedené nelze splnit je třeba zřídit vnější svody.

Pro použití náhodných svodů musí být splněny níže uvedené body najednou:

- Propojení ocelového armování stavby ze železobetonu

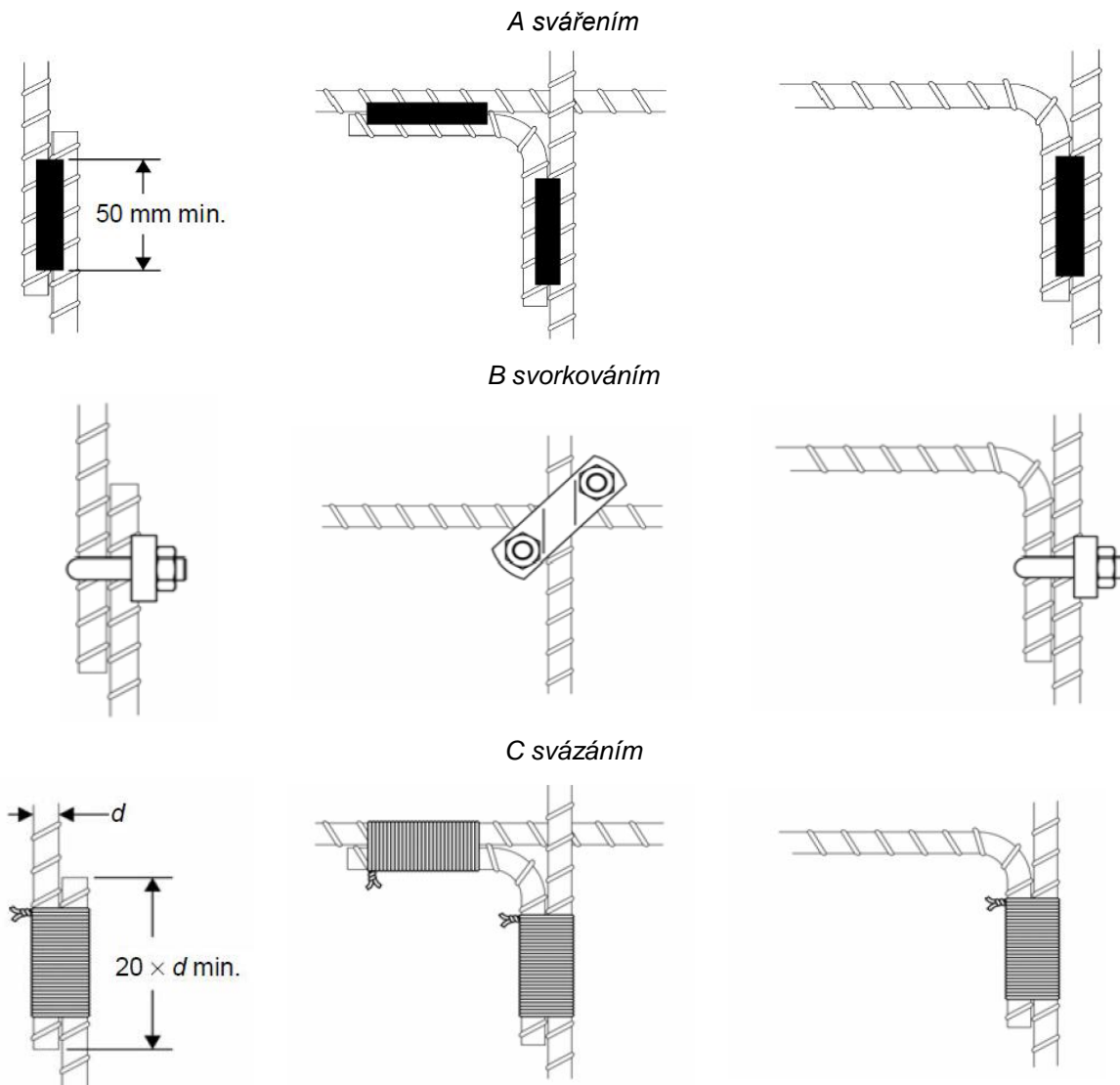
Poznámka:

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

- Náhodné součásti musí být:
 - elektricky vodivá spojení mezi různými částmi
 - jsou provedena trvanlivě a jejich rozměry jsou minimálně rovny hodnotám tabulky 4.4
- Počet spojů ve svodech musí být omezen na minimum. Spoje musí být provedeny spolehlivě pájením natvrdo, svařováním, svorkováním, lisováním, falcováním, šroubováním nebo nýtováním
- Požadavek na maximální celkový odpor 0,2 Ω stavby může být překontrolován změřením odporu mezi soustavou jímačů a základovou deskou na úrovni země s využitím zkušebního zařízení schopného měření ve čtyřvodičovém zapojení (dva vodiče měřící a dva snímací)
- Použití ocelového armování v betonu
Vodiče pospojování nebo uzemňovací desky musí být instalovány za účelem spolehlivého elektrického kontaktu s ocelovým armováním
- Spojování svislých ocelových armovaných prutů musí být provedeno za podmínky, že přesah spojení se rovná minimálně 20 násobku průměru prutu obrázek 4.12.
 - Svážením (obrázek 4.12.A)
 - Svorkováním (obrázek 4.12.B)
 - Svázáním (obrázek 4.12.C)

Obrázek 4.12

(Spojování ocelových armovaných prutů)



- **Spojení**
Pro spojení, přes která protékají bleskové proudy, jsou upřednostněna spojení zajištěná svárem nebo svorkami.
Svázání je vhodné jako dodatečné vodiče pro ekvipotenciální vyrovnání a jen pro účely EMC.
- **Svody**
Musí se dbát na to, je-li použit určitý prut ocelového armování jako svod k zemi, aby se zajistilo, že prut, který je umístěn ve stejné pozici, bude použit v celé dráze dolů a tím zajistí přímé elektrické spojení.

Poznámka:**Mřížové prostorové stínění - bezpečný odstup d_s**

Vnitřní systémy musí být umístěny uvnitř „bezpečných prostor“, které respektují bezpečný odstup od stínění LPZ.

Nejpoužívanější varianty objektů (staveb)

Zděná krytá stavba

Při návrhu LPS je postupováno stejně jako u budovy bez Ex. Je, třeba se zaměřit na vystupující části z budovy, které mohou obsahovat výbušnou atmosféru, například:

Výduchy vzduchotechniky s výbušnou atmosféru nesmí být vodivě připojeny k jímací soustavě, ale musí být ochráněno oddáleným jímačem dle čl. 4.2.1.

Kovové části prostupující do vnitřního prostoru stavby musí být připojeny k místnímu uzemněnému systému pospojování dle čl. 5.3.

Ocelová krytá s vyzdívkou

Kovové nosníky mohou být využity jako svody pokud na těchto nebudou osazena (upevněno) elektrická zařízení a kabelové trasy elektro, včetně MaR, komunikačních a slaboproudých kabelů. Pokud tato zařízení svým umístěním nesplňují přeskovou vzdálenost, musí být provedeno, dle níže uvedeného pro ocelovou otevřenou stavbu.

Ocelová otevřená stavba (krytá i částečně krytá)

Z důvodu nebezpečného jiskření a indukce při průchodu bleskového proudu konstrukcí stavby musí být ochrana před bleskem provedena oddálenou jímačí soustavou:

- s oddálenými svody dle čl. 4.2.3
- s izolovanými svody (vysokonapěťový vodič) dle čl. 4.2.3

Dále musí být dodrženo zejména:

- přeskovová vzdálenost **s** od všech elektrických zařízení a kabelových tras elektro, včetně MaR, komunikačních a slaboproudých kabelů
- nepřipojovat ke svodům žádné jiné části, zařízení (nádoby, schodiště, pospojování, apod.)
- provedeno pospojování a vodivá propojení veškerých kovových konstrukcí, potrubí, nádob a elektrického zařízení apod. Tyto musí být spojeny se zemnicí soustavou stavby, z důvodu ochrany před úrazem elektrickým proudem, účinků statické elektřiny a omezení náboje z případné indukce.

Poznámka:

Platí například u rekonstrukcí a při změně užívání prostoru BNV na SNV.

Pro kovové střešní konstrukce, které jsou umístěny na starších objektech, není možno z fyzikálních principů zabránit šíření bleskových proudů a na základě norem ČSN realizovat systém stínění neboli Faradayovu klec. Nelze dodržet bezpečný odstup dle čl. A.3.2 normy ČSN EN 62305-4, a tudíž se dílčí bleskové proudy mohou šířit nekontrolovaně metalickými vedeními nejen v nové přístavbě, ale především také ve stávající budově v nepospojovaných kovových konstrukcích a vedeních. V tomto případě je vhodné použít oddálenou jímačí soustavu, oddálené nebo izolované svody.

Pokud se nejedná o objekt s prostorem nebezpečí výbuchu, požáru nebo s bezpečnostním zařízením, popřípadě není významnou součástí technologického celku a ekonomické náklady na oddálený (izolovaný) systém převyšují ekonomicky zařízení uvnitř chráněného objektu lze ocelovou konstrukci využít jako náhodný jímač / svod.

Apáraty (tanky, kolony, zásobníky), fagle, komíny

U těchto se nepožadují žádná zvláštní opatření, musí splňovat podmínky náhodného jímače, svodu dle čl. 4.2 a uzemnění dle čl. 5.3

4.3 Vnitřní ochrana před bleskem (LEMP)

Do vnitřní ochrany před bleskem patří:

- svodiče bleskových proudů
- svodiče přepětí, které vyrovnávají potenciál mezi elektrickou instalací a uzemněním
- stínění připojené k systému pospojování
- pospojování vyrovnání potenciálu mezi všemi kovovými vodivými součástmi budovy.

Vnitřní opatření před přepětím (SPM).

Opatření před přepětím (SPM) chrání zařízení a osoby uvnitř stavby před účinky:

- přímého úderu blesku
- vlivem indukce (blízký úder blesku)
- přepětí z distribuční sítě způsobené bleskem nebo poruchami v distribuční síti.

Základem opatření před přepětím je ekvipotenciální vyrovnání a stínění. Ekvipotenciální vyrovnání omezuje proudové impulsy na vodivých částech tím, že všechny příchozí kovové inženýrské sítě nebo konstrukce se přímo spojí s uzemněním a živé vodiče se spojí s potenciálem země pomocí svodiče přepětí.

Ochrany před přepětím (SPD) se instalují v několika stupních:

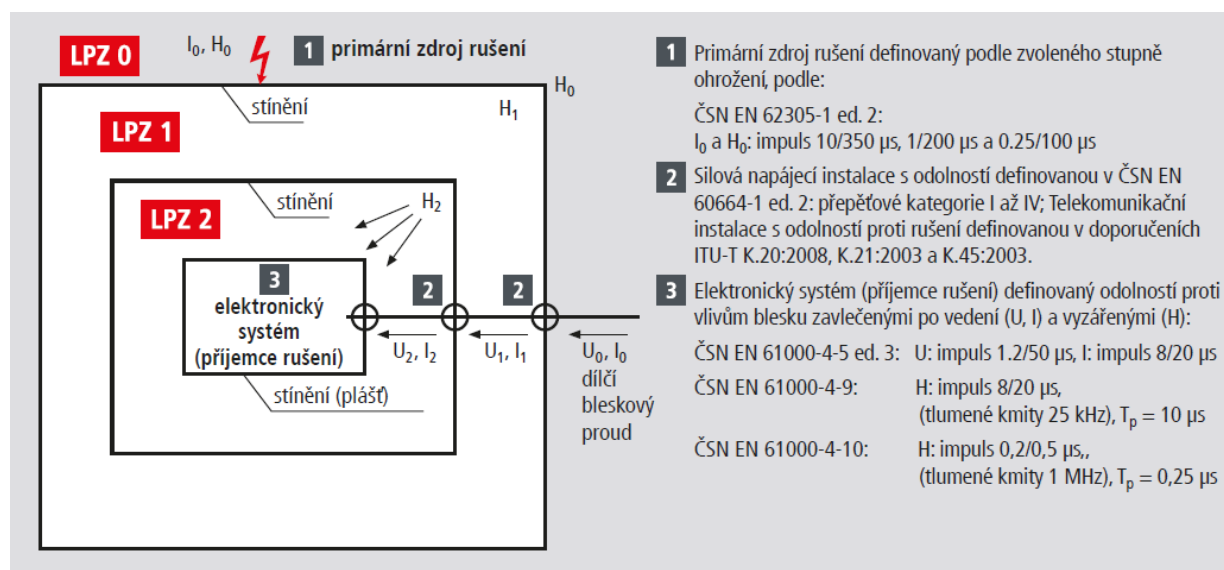
- SPD typu 1 (svodiče bleskových proudů)
se, instaluje nejčastěji do hlavních rozvaděčů, ideálně v místě vstupu kabelu do stavby, v blízkosti hlavní ochranné přípojnice (MET) nebo v místě rozdělení PEN
- SPD typu 2 (svodiče přepětí)
Délka vedení mezi typem 1 a typem 2 musí být minimálně 10 m. K chráněnému zařízení se instalují, případně SPD typu 3, popřípadě SPD typu 3 s vysokofrekvenčním filtrem
- SPD typu 3
Délka vedení mezi typem 2 a typem 3 musí být minimálně 5 m. SPD by měla být instalována co nejbližší k chráněnému zařízení, maximálně 5 m.

Poznámka:

Zároveň se nesmí zapomenout chránit před přepětím i slaboproudé systémy (anténní svody, telefonní a datové linky) a případné fotovoltaické instalace, a to i na stejnosměrné straně.

Obrázek 4.3.1

(Rozdělení zón ochrany před bleskem)



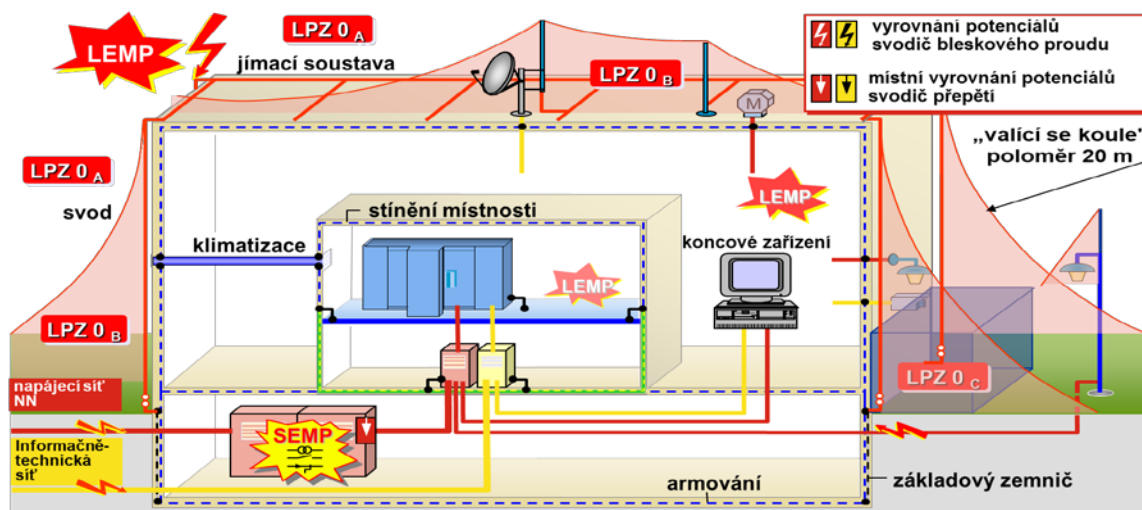
Zóny ochrany před bleskem

Prvním krokem pro správné umístění přepětových ochrán je návrh zón ochrany před bleskem:

- Na přechodu zón LPZ 0_B a LPZ 1 má být instalován svodič bleskových proudů SPD typu 1
- Na přechodech zón LPZ 1 a LPZ 2 mají být instalovány svodiče přepětí SPD typu 2
- Na přechodech zón LPZ 2 a LPZ 3 mají být instalovány svodiče přepětí SPD typu 3.

Obrázek 4.3.2

(Praktické rozmístění zařízení v zónách ochrany před bleskem)







Legenda:

LPS systém ochrany před bleskem

LPZ zóna ochrany před bleskem - zóna, ve které je definováno elektromagnetické prostředí. Hranice zón nemusí být hmotné hranice, např. stěny, podlaha nebo strop.

SPD zařízení přepětové ochrany

-  Svodič SPD typu 1, síť nn
-  Svodič SPD typu 1 (D1), slaboproudé sítě
-  Svodič SPD typu 2, síť nn
-  Svodič SPD typu 2 (C2), slaboproudé sítě

Magnetické stínění a trasy vedení

Magnetické stínění může snížit elektromagnetické pole i velikost indukovaných rázových vln. Rozlišují se tato provedení:

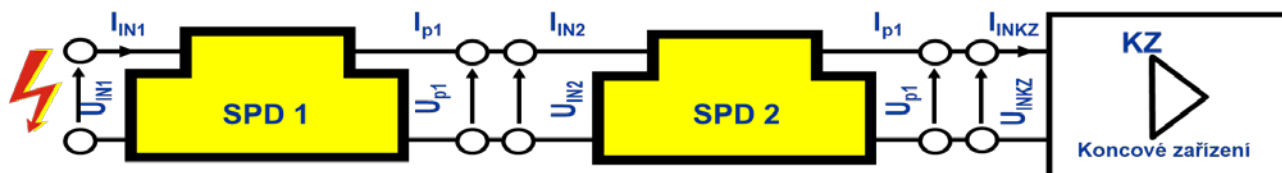
- Prostorové stínění.
- Stínění vnitřních vedení.
- Stínění vnějších vedení.

Vhodně zvolené trasy vnitřních vedení mohou také minimalizovat velikost indukovaných rázových vln.

Koordinovaný systém přepět'ových ochran (SPD)

Obrázek 4.3.3.

(Koordinace mezi svodičem a svodičem a koncovým zařízením)

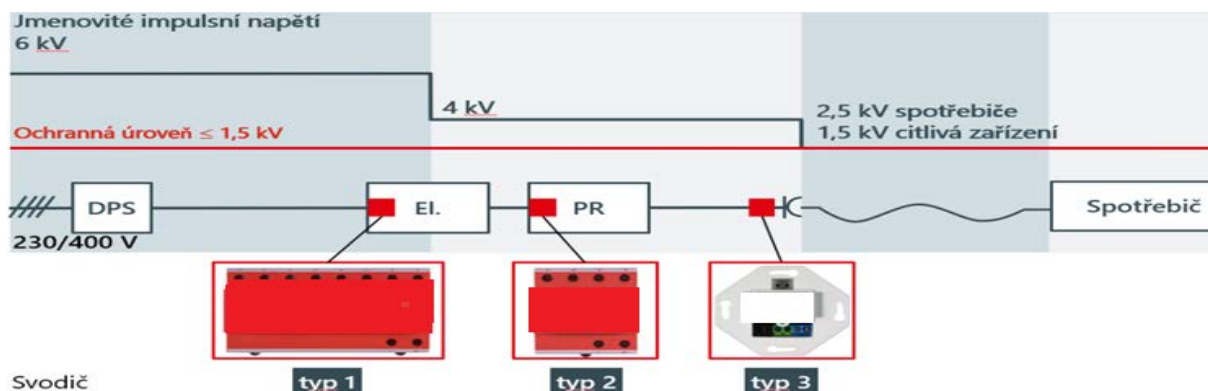


Poznámka:

U_{IN2}, U_{INKZ}	napětí naprázdno generátoru
I_{IN2}, I_{INKZ}	proud nakrátko generátoru
U_p	ochranná úroveň
I_p	propustnost impulzního proudu

Obrázek 4.3.4

(Dodržení parametrů SPD je nutné pro silnoproudé i slaboproudé obvody)

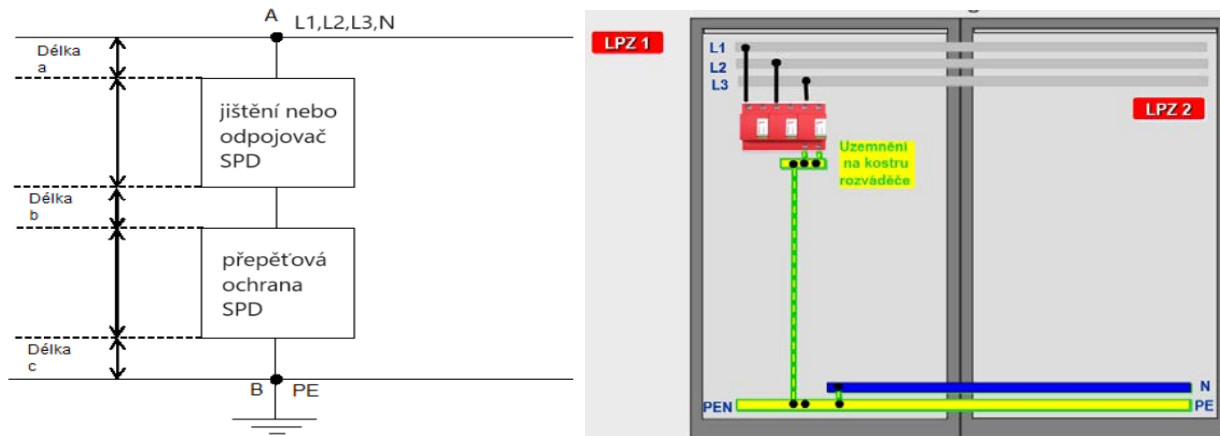


Koordinace přepět'ových ochran s koncovým zařízením

Signální vstupy řídicích a inteligentních zařízení musí být zkoušeny napět'ovým impulzem mezi žilami a zemí (podélné přepětí). Metody a tvary vlny jsou popsány v normě ČSN EN 61000-4-5. Vždy podle amplitudy zkoušeného impulzu bude zkoušenému koncovému zařízení z hlediska odolnosti před rušením přiřazena třída 1–4. Třída 1 znamená nejnižší a třída 4 nejvyšší odolnost. Při ohrožení bleskem a přepětím musí být omezeny rušivé impulzy (napětí, proudy a energie) na určitou hodnotu, která leží pod odolností koncových zařízení. Koordinační kód X/1 přepět'ové ochrany vyjadřuje přímý vztah k odolnosti koncového zařízení. Číslo 1 - popisuje požadovanou třídu koncového zařízení a X – schopnost svádět svodičem impulzní proudy o velikosti 10 kA (8/20 μ s).

Obrázek 4.3.5

(Dodržení délek přívodních vodičů ke svodičům přepětí)

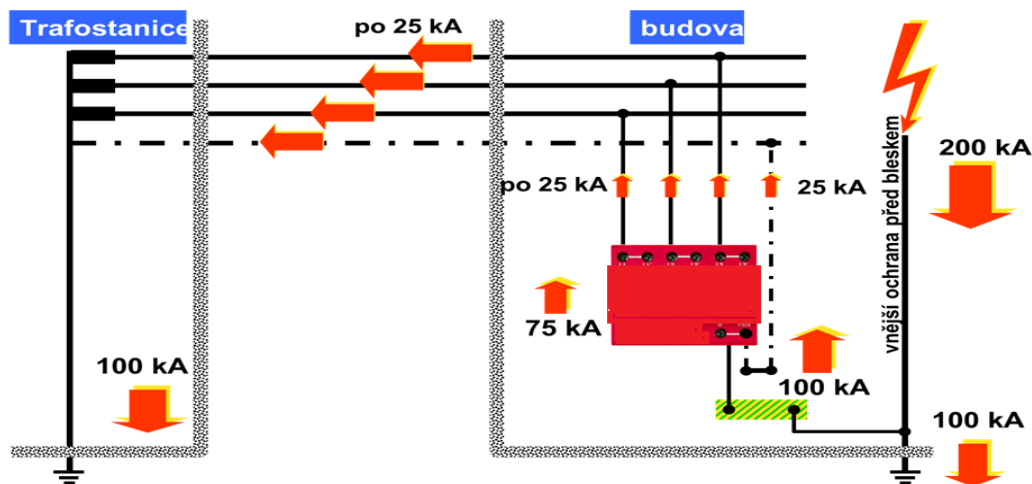


Pokud se nesplní požadavek součtu délek přívodních vodičů $a + b + c$ do 0,5 m, pak se musí splnit jeden z těchto požadavků:

- Zvolit přepětová ochrana s nižší ochranou hladinou, např. $U_p=1$ kV.
- Instalovat přepětovou ochranu co možná nejbližší chráněnému zařízení, aby se napětová hladina svodiče přizpůsobila tomuto zařízení.
- Změnit zapojení do tvaru „T“ na tvar „V“, tzn. smyčkovat přívodní vodiče na jističní nebo odpojovači.

Obrázek 4.3.6

(Rozdělení bleskového proudu do země a vnitřní instalace podle obr. D3 normy ČSN EN 62305-4)

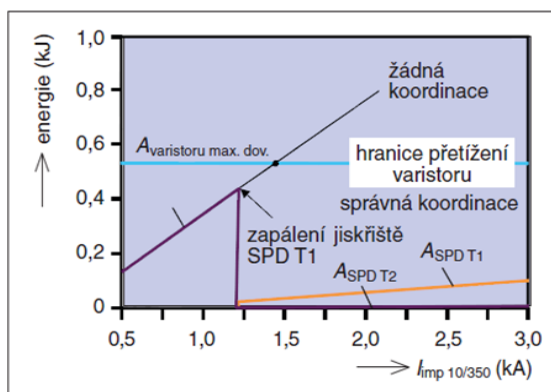


Zcela zásadní skutečností je instalace jiskřiště jako svodiče SPD typu 1. na níže uvedených obrázcích je vyobrazen zásadní rozdíl ve funkci jiskřiště a varistoru. Jiskřiště „uřeže“ vlnu bleskového proudu svisle do nuly, oproti varistoru, který „řeže“ vlnu bleskového proudu vodorovně. To má podstatný vliv na energetickou koordinaci mezi následným svodičem.

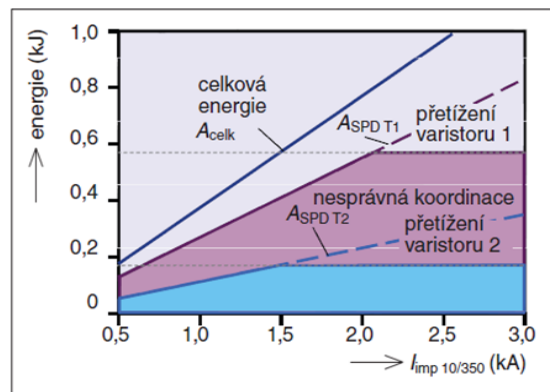
Varistor ve funkci SPD typu 1, když vydrží energii bleskového proudu, utlumí jen vrcholovou hodnotu proudu a „pusť“ na další svodič SPD typu 2 energii půl tly vlny bleskového proudu. To má za následek zničení nejen svodiče, který je testovaný pouze na vlnu 8/20, ale také koncové zařízení.

Obrázek 4.3.7

(Průběh napětí na jiskřišti a varistoru)



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

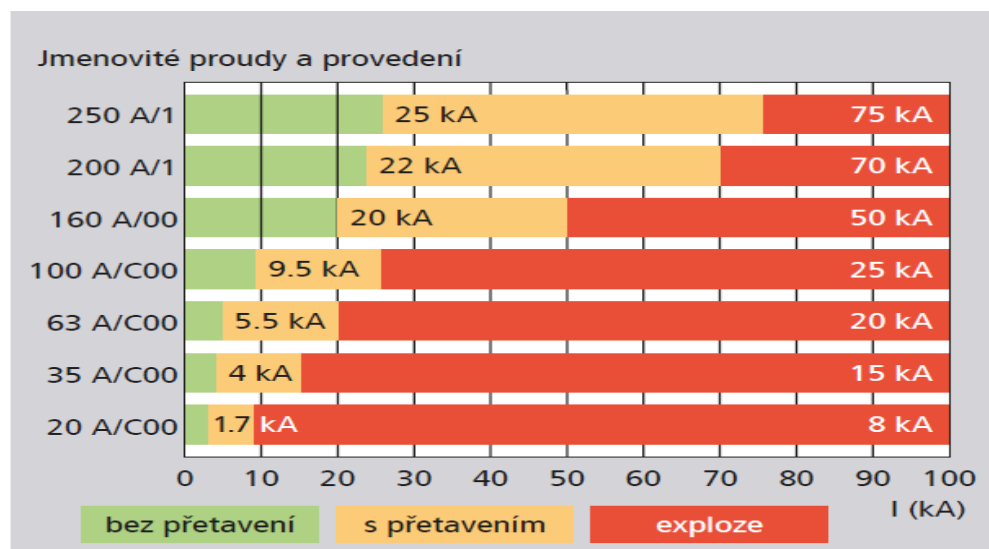


Průběh napětí na varistoru: SPD typu 1 podle CLC/TS 61643-12 [6]

Při dimenzování předjištění pro přepětové ochrany je třeba brát v úvahu chování rázového proudu. Pojistky vykazují významné rozdíly mezi vypínáním zkratového proudu a vypínáním při namáhání rázovými proudy, obzvláště bleskovými proudy s rázovou vlnou 10/350 μ s. Proto by měla být hodnota proudu předjištění co nejvyšší, aby nedošlo k jejich vybavení.

Nedoporučuje se navrhovat předjištění pomocí jističů.

Obrázek 4.3.8

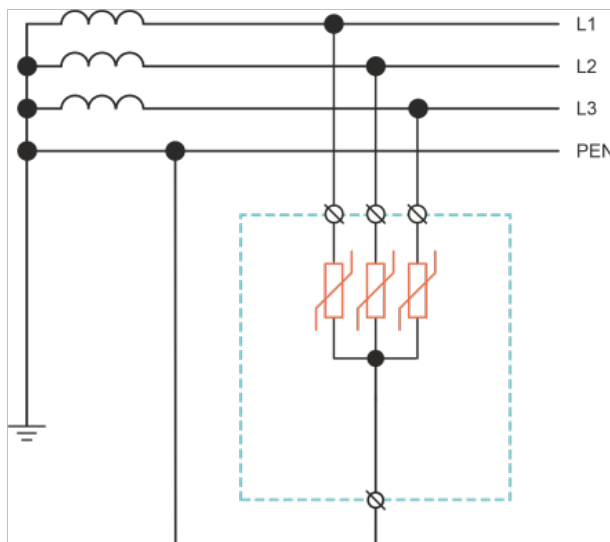
(Chování pojistkových vložek NH při zatížení rázovým bleskovým proudem 10/350 μ s)

Zapojení přepětových ochrany v sítích TN a IT

Níže uvedené obrázky zapojení jsou pro třífázová vedení – jednofázová (TN) (dvoufázová (IT) jsou obdobou těchto zapojení.

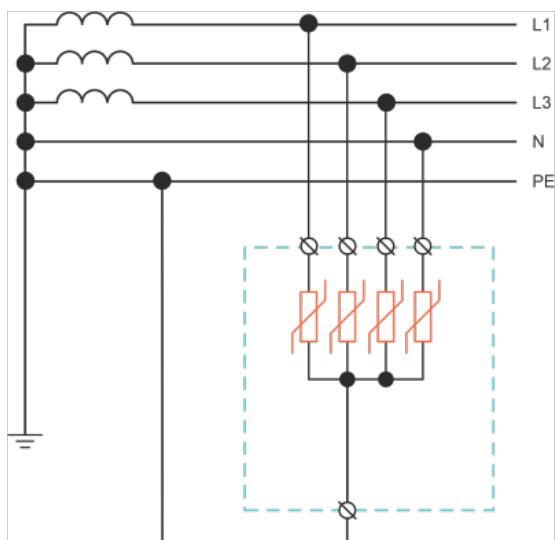
Obrázek 4.3.9

Síť TN-C, 400 V – zapojení SPD „3+0“



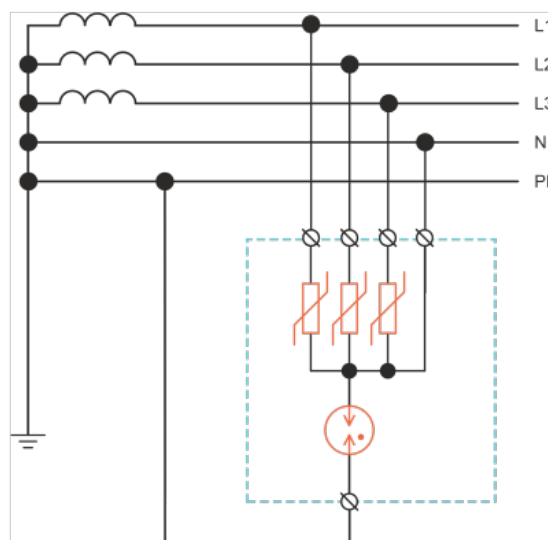
Obrázek 4.3.10.a

Síť TN-S, 400 V - zapojení SPD „4+0“



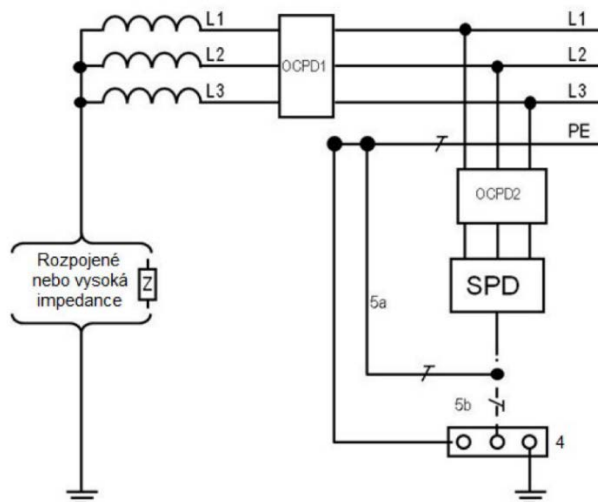
Obrázek 4.3.10.b

Síť TN-S, 400 V - zapojení SPD „3+1“



Obrázek 4.3.11

Síť IT 500 V (690 V) – zapojení „3-0“



Legenda:

- OCPD1 nadproudový ochranný přístroj (začátek instalace)
 OCPD2 nadproudový ochranný přístroj pokud je vyžadovaný (dle výrobce)
 4 hlavní uzemňovací svorka (MET)
 5a / 5b připojení přepětových ochran k uzemnění, buď 5a / 5b (pokud je vyžadováno)

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

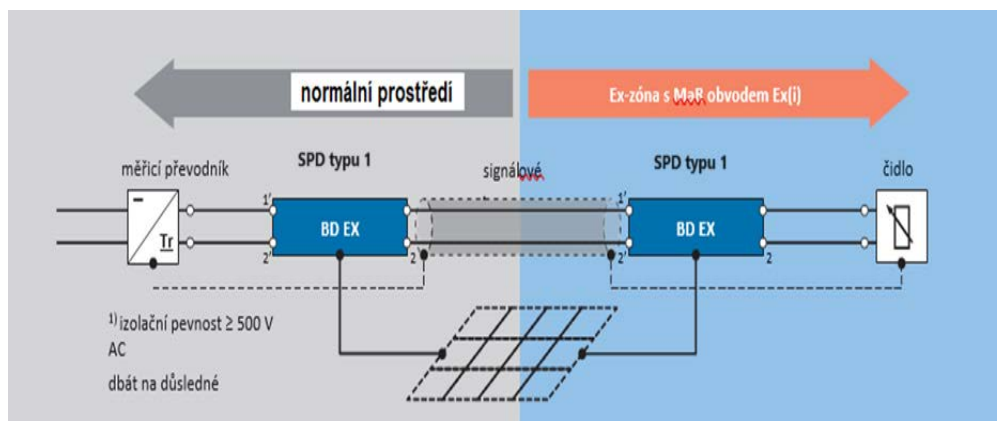
Slaboproudé obvody

Podle normy ČSN EN 61643-21 musí mít svodiče zkoušeny minimálně impulzem rázového napětí a rázového proudu podle níže uvedené tabulky. Mohou být provedeny další testy - dokonce s různými hodnotami nebo počty impulzů. Úroveň ochrany U_P je nejvyšší naměřená úroveň napětí specifikovaná na výstupu zařízení.

Kategorie C představuje především rušivé impulsy se strmou vzestupnou hranou a nižší energií, na rozdíl od rušivých impulsů kategorie D, které způsobují vysoké energetické zatížení vázanými bleskovými dílčími proudy.

Obrázek 4.3.12

(Instalace svodičů přepětí SPD typu 1, obvod MaR)



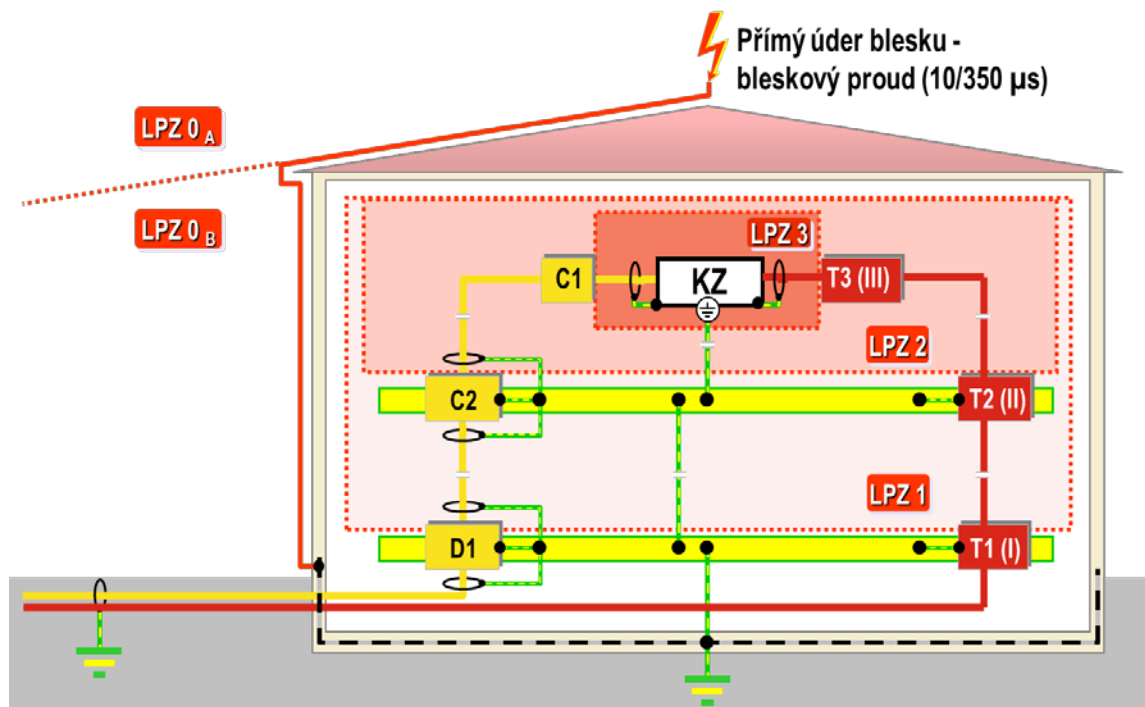
Tabulka 4.3.1

(Kategorie svodičů přepětí pro informačně-technické sítě dle ČSN EN 61643-21, tabulka 3)

Kategorie	Způsob zkoušek	Napětí naprázdno ^{a)}	Proud nakrátko	minimální počet impulsů	Připojovací svorky
A1	velmi pomalá strmost čela	≥ 1 kV strmost čela 0,1 kV/s až 100 kV/s	10 A, 0,1 A/μs až 2 A/μs, ≥ 1000 μs (trvání)	neaplikovatelný (NA)	X1 - C X2 - C X1 - X2 ^{b)}
A2	AC	výběr zkušebního impulsu z tabulky 5		jednotlivý cyklus	
B1	pomalá strmost čela	1 kV, 10/1000	100 A, 10/1000	300	
B2		1 kV nebo 4 kV, 10/700	25 A nebo 100 A, 5/300	300	
B3		≥ 1 kV, 100 V/μs	10 A, 25 A nebo 100 A, 10/1000	300	
C1	TYPE 3	0,5 kV nebo 1 kV, 1,2/50μs	0,25 kA nebo 0,5 kA, 8/20	300	Třídy svodičů (celkové zatížení): TYPE 1 5 kA (10/350) TYPE 2 5 kA (8/20) TYPE 3 0,5 kA (8/20)
C2	TYPE 2	2 kV, 4 kV nebo 10 kV, 1,2/50μs	1 kA, 2 kA nebo 5 kA, 8/20	10	
C3	rychlá strmost čela	≥ 1 kV, 100 V/μs	10 A, 25 A nebo 100 A, 10/1000	300	
D1	TYPE 1	≥ 1 kV	0,5 kA, 1 kA nebo 2,5 kA, 10/350	2	
D2	vysoká energie	≥ 1 kV	1 kA nebo 2,5 kA, 10/250	5	

Obrázek 4.3.13

(Příklad instalace přepětiových ochran podle koncepce zón ochrany před bleskem LPZ)

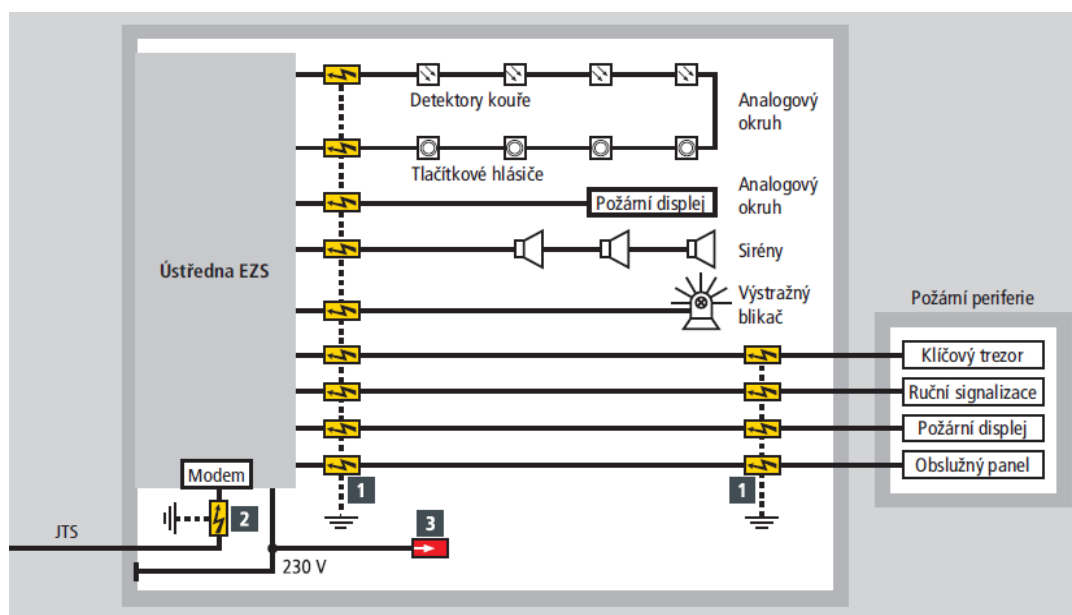


Ochrana pro obvody elektrického zabezpečovacího (EZS) nebo požárního systému (EPS)

Systémy mají aktivně ohlašovat nebezpečnou situaci, a při absenci nebezpečí být pasivní. Chybné funkce těchto systémů jsou nežádoucí.

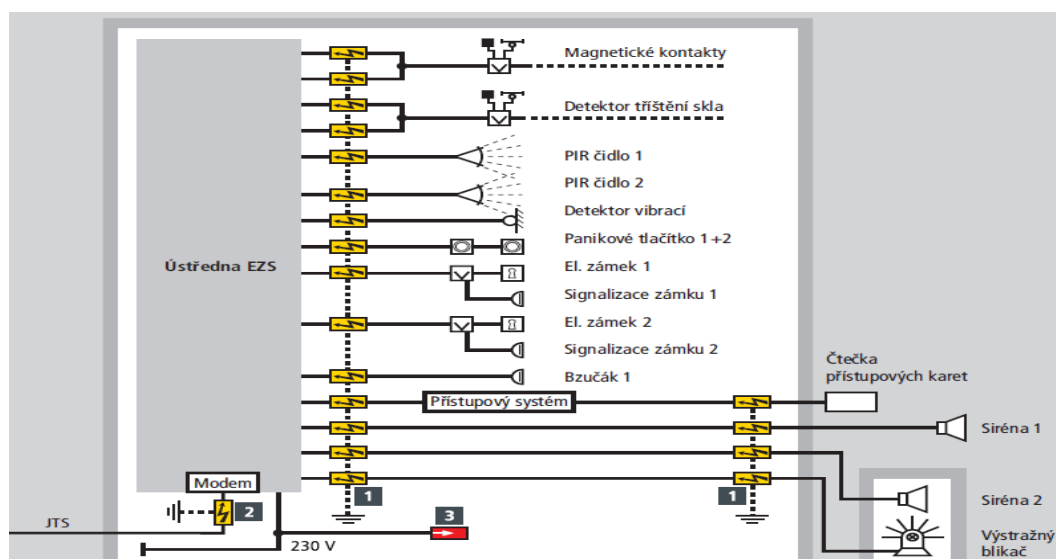
Obrázek 4.3.14

Ochrana ústředny EPS před blesky a přepětím, analogové okruhy



Obrázek 4.3.15

(Ochrana ústředny EZS před blesky a přepětím, impulsní obvody)



Legenda pro obrázky 4.3.14 a 4.3.15:

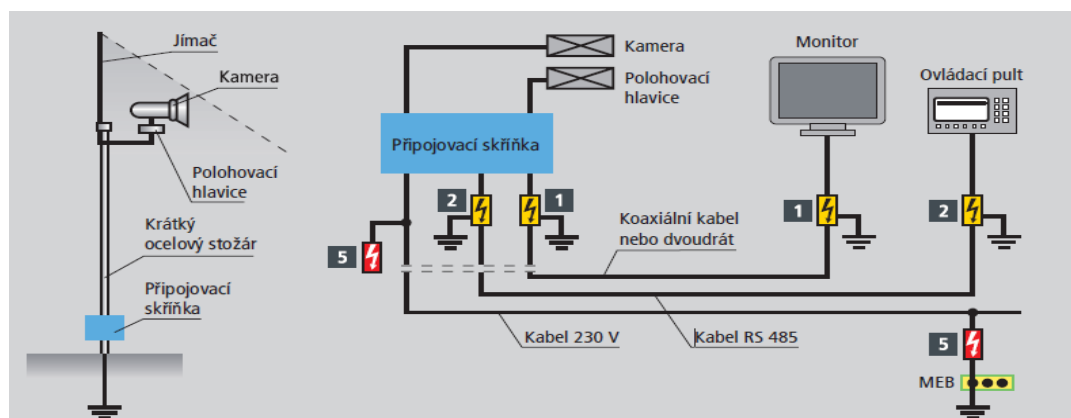
- 1 svodič SPD typu 1 (D1), 24 V
- 2 svodič SPD typu 1 (D1), 180 V
- 3 svodič SPD typu 2 (síť nn), 275 V

Ochrana pro obvody kamerového systému (CCTV)

Propojovací vedení mezi přípojnou skříňkou a kamerou je obvykle umístěno uvnitř stožáru. Pokud to není možné, je třeba vést kamerový kabel v kovové trubce vodivě spojené se stožárem. V případě, že délka vedení obnáší jen několik metrů, je možno vypustit instalaci přepětové ochrany v přípojnou skříňku. Pro všechny uvedené kabely vedoucí z přípojnou skříňky na stožár dovnitř budovy s vnější ochranou před bleskem je třeba na vstupu do budovy realizovat potenciálové vyrovnání pro ochranu před bleskem.

Obrázek 4.3.16

(Kamerový systém s napojením na budovu s vnější ochranou před bleskem a oboustrannou ochranou před přepětím dimenzovanou na bleskové proudy)



Legenda:

- 1 svodič SPD typu 1 (D1), 5 V (dvoudrát), svodič SPD typu 1 (D1), (koaxiální drát),
- 2 svodič SPD typu 1 (D1), 5 V (RS485)
- 5 svodič SPD typu 1 (sít' nn), 255 V

Shrnutí požadavků pro vnitřní ochranu před bleskem:

- Dodržet parametry SPD pro danou třídu, např. LPS I - bleskový proud 100 kA (10/350).
- Dodržet parametry SPD pro danou třídu, např. 2x lepší LPS I - bleskový proud 200 kA (10/350), to znamená, že je potřeba instalovat přepětové ochrany o hodnotě 50 kA na jeden pól a celkové hodnotě proudu 200 kA pro síť TN-C,
- Správně instalovat přepětové ochrany (délka přívodu a odvodu z SPD do 0,5 m).
- Pokud možno jeden výrobce SPD pro danou síť.
- V podružném rozváděči - přepětové ochrany SPD typu 2 a 3 dle odolnosti koncového zařízení.
- Pro obvody: telefonů, datové sítě, CCTV, EZS, EPS, ŘS (řídící systém), SPD - přepětové ochrany ve třídě LPS I - na vstupu do objektu SPD typ 1 a podružném rozváděči SPD typ 2 až 4 v posloupnosti.

U elektrických či elektronických zařízení by měly platit tyto základní pravidla:

- Silová a slaboproudá vedení by měly být vedena co nejbližše sebe, ale tak aby se vzájemně neovlivňovala.
- Uzemnění přepětových ochrany pro silová a slaboproudá zařízení by mělo být je jedno.
- Pro datové rozvody je vhodné natažení dalších ochranných vodičů, buď do hvězdy, nebo okružního vedení. Tato typologie je závislá na způsobu silového napájení.

5 Uzemnění a pospojování

5.1 Všeobecně

Zajišťuje se náhodnými nebo strojenými zemniči. Účelem uzemnění je ochrana před úrazem elektřinou, ochrana před bleskem, přepětím a před účinky statické elektřiny.

5.2 Zemnicí soustava

Slouží k bezpečnému svedení bleskových a zkratových proudů z jímací a svodové soustavy do země. Tvar a rozměry jsou důležité z důvodu správného rozdělení bleskového proudu do země, aby byla zmenšena nebezpečná přepětí. Zemní odpor musí být max. 10 Ω . Zemnicí soustava může být tvořena strojenými a náhodnými zemniči.

Tabulka 5.1

(Hodnota zemního odporu se odvíjí od hodnoty rezistivity půdy)

Druh podloží (půdy)	Rezistivita Ω/m
Rašelina	30
Ornice	100
Vlhký písek	200 až 300
Vlhký štěrk	300 až 500
Suchý písek (štěrk)	1000 až 3000
Suchá kamenitá půda	3000 až 10000

Tabulka 5.2

(Materiály, tvary a rozměry zemničů (uvedeny nejpoužívanější))

Materiál a povrch	Tvar	Průměr (\varnothing mm)	Průřez (mm ²)	Tloušťka
Ocel uložená v betonu (holá pozinkovaná v ohni, nerezová)	Kruhový drát	10		
	Tuhý pásek		75	3
Ocel pozinkovaná	Pásek / tvarovaný pásek / tuhá deska / mřížovaná deska		90	3
	Kruhová tyč (uložená svisle)	16		
	Kruhový drát (uložení vodorovně)	10		
Nerezová ocel	Pásek / tvarovaný pásek / deska		90	3
	Kruhová tyč (uloženo svisle)	16		
	Kruhový drát (uloženo vodorovně)	10		

Strojené zemniče

- Základové – např. FeZn pásek umístěný přímo do betonových základů objektu (nejlepší řešení),
- pásové, nebo drátové,
- tyčové (je možno napojit více tyčových jímáčů) nebo hloubkové (vhodné při rekonstrukci objektů),
- deskové (nedoporučují se z důvodu nízké účinnosti).

Používají se dva základní typy (strojených) uspořádání zemničů:

A) USPOŘÁDÁNÍ TYPU A

Skládá se z vodorovných nebo svislých zemničů instalovaných vně chráněné stavby. Zemniče, netvoří uzavřenou smyčku. Celkový počet zemničů nesmí být nižší než dva.

Minimální délka l_1 každého zemniče podle třídy LPS

- l_1 pro vodorovné zemniče, nebo
- $0,5 l_1$ pro svislé (šikmé) zemniče

l_1 je minimální délka vodorovných zemničů

U kombinovaných zemničů (svislých nebo vodorovných) musí být zohledněna celková délka zemničů.

Minimální délka nemusí být dodržena, je-li zemní odpor uzemňovací soustavy menší než 10Ω (měří se při kmitočtu, který se odchyluje od síťového kmitočtu a jejich vyšších harmonických, aby bylo zabráněno interferenci).

Poznámka 1:

Jestliže výše uvedené požadavky není možno splnit, použije se uspořádání typu B".

Poznámka 2:

Snížení zemního odporu prodloužením zemniče je prakticky vhodné až do 60m jeho délky. V půdě jejíž rezistivita je větší než $3.000 \Omega/m$, se doporučuje použití zemničů typu B nebo se doporučuje použít směsi zlepšující uzemnění".

Zemniče typu A musí být uloženy s horním koncem v hloubce minimálně 0,5 m v zemi.

B) USPOŘÁDÁNÍ TYPU B

Skládá se z obvodového nebo základového zemniče tvořícího uzavřenou smyčku. Zemnič musí být uložen minimálně 80% své celkové délky v zemině (betonu).

Obvodový zemnič musí být uložen v hloubce minimálně 0,5 m v zemi a 1m od vnější hrany objektu.

Poznámka:

Pro stavby s větším množstvím elektronických systému nebo s nebezpečím požáru se upřednostňuje zemnič typu B.

Ukládání do země

Všechny spoje zemničů a podzemní spoje uzemňovacích přívodů a přechody ocelových zemničů a uzemňovacích přívodů mezi dvěma rozdílnými prostředími musí, bez ohledu na to, zda jsou již ve všeobecném smyslu chráněny (např. pozinkováním), chránit proti korozi pasivní ochrannou až do vzdálenosti dle tabulky 5.3.

Tabulka 5.3

(Přechody mezi rozdílnými prostředími)

půda x vzduch	30 cm pod terénem a 20 cm nad terénem
beton x vzduch	10 cm pod terénem a 20 cm nad terénem
beton x půda	30 cm v betonu a 100 cm v půdě

Poznámka:

Ochranou proti korozi je myšleno například asfaltová zálivka, licí pryskyřice, antikorozní páska, apod. protikorozní ochrana nesmí ovlivňovat v žádném případě vodivost spojů.

Typy zemničů:**Základový zemnič**

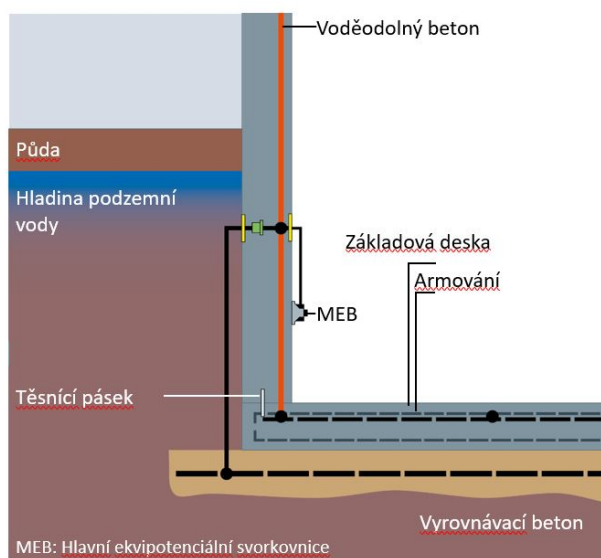
je uspořádán do uzavřeného kruhu, který je uložen v betonu. Jeho předností je velká dotyková plocha se zemí.

a) Neizolovaný základ:

zemnič je uložen v základech a lze ho považovat za dostatečný, neboť má styk prostřednictvím betonu s okolní půdou.

Obrázek. 5.1

(Uspořádání zemniče při „bílé vaně“ z voděodolného betonu)

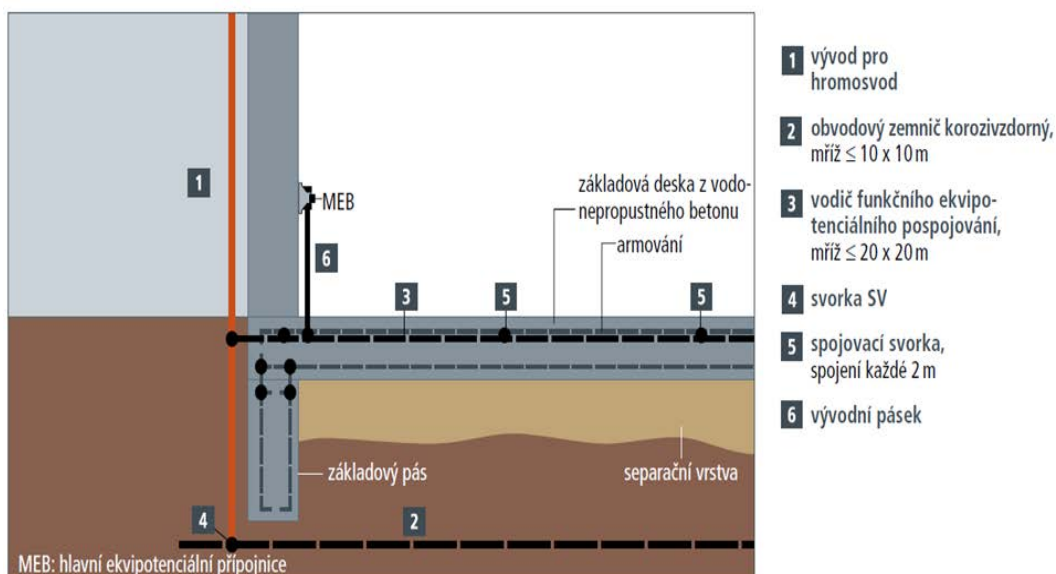


b) Plně izolovaný základ:

zemnič nemá kontakt se zemí, protože je nejprve položena vrstva betonu, dále vodotěsná izolace a do ní je teprve uložen základový beton. Při tomto uložení zemniče do betonu nemá vytvořen styk s okolní půdou. Musí být použito dodatečného zemniče, např. obvodový, nebo pásek položený souběžně s přívodem apod.

Obrázek. 5.2

(Armovaná základová deska a armovaný základový pás z vodonepropustného betonu)



Obvodový zemnič

je uložen v zemi, který vytváří uzavřený kruh podél obvodových zdí budovy.

Tyčový (hloubkový) zemnič

je zaražen do země do větší hloubky. Skládá se z několika dílů většinou kruhového průřezu.

Náhodný zemnič

Jako náhodné zemniče lze přednostně využít vzájemně spojené ocelové armování v základovém betonu nebo jiné vhodné kovové konstrukce, které však musí odpovídat z hlediska tvarů a rozměrů požadavkům na strojené zemniče dle tabulky 5.4.

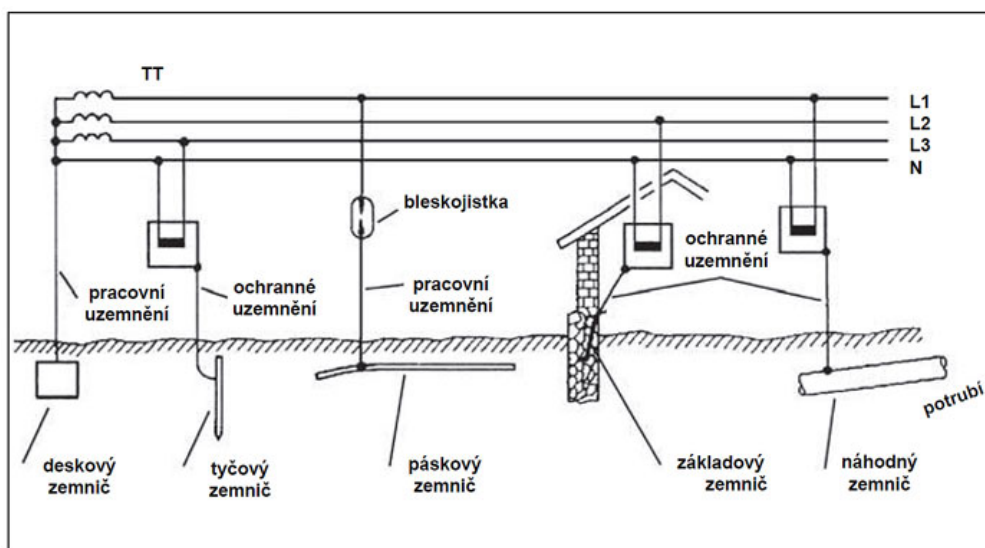
Mohou to být např. železniční kolejnice, ocelové stavební konstrukce nebo kovová zemní potrubí.

Kovová součást konstrukce uložená přímo v zemi nebo v betonu, která původně nebyla instalována pro účely uzemňování, ale byla jako zemnič dodatečně použita (armování železobetonových základů, potrubí apod.).

Zemniče a uzemňovací přívody se spojují svařováním, šroubováním nebo svorkami. Výztužné ocelové pruty v železobetonových konstrukcích, které slouží jako zemniče nebo uzemňovací přívody, musí být svařeny.

Obrázek 5.3

(Příklady různých druhů zemničů a uzemnění)



Tabulka 5.4

(Materiály, tvary a minimální rozměry zemničů (uvedeny nejpoužívanější))

Materiál - OCEL	Tvar	Rozměry		
		Ø zemničí tyče (mm)	Zemničí vodiče (mm ²)	Zemničí deska (mm)
V žáru pozinkovaná	Tuhý drát	14	78	
	Trubka	25		
	Tuhý pásek		90	
	Tuhá deska			500x500
	Mřížovaná deska			600x600
Tyčová (uložení v betonu do hloubky min. 50 mm)	Slaněná		70	
	Tuhý drát	14	78	
	Tuhý pásek		75	
Nerezová	Tuhý drát	15	78	
	Tuhý pásek		100	

5.3 Krokové napětí

Krokové napětí je část napětí zemniče (zemní elektrody, zemního svodu) proti zemi, které může být v okolí zemniče krokem překlenuto.

Poznámka:

Za nebezpečné krokové napětí se pro člověka pokládá 90 V/m, pro zvířata 16 V/m.

Za určitých podmínek může být blízkost svodů vně stavby životu nebezpečná, přestože je LPS vyprojektován a instalován podle předepsaných pravidel.

Toto nebezpečí může být zmenšeno na přípustnou úroveň, když budou splněny následující podmínky:

- za normálních podmínek provozu nebudou do vzdálenosti 3 m od svodů žádné osoby;
- je použita soustava 10 svodů;
- rezistivita povrchové vrstvy půdy v okruhu do 3 m od svodu není menší než 100 k Ω .

Poznámka:

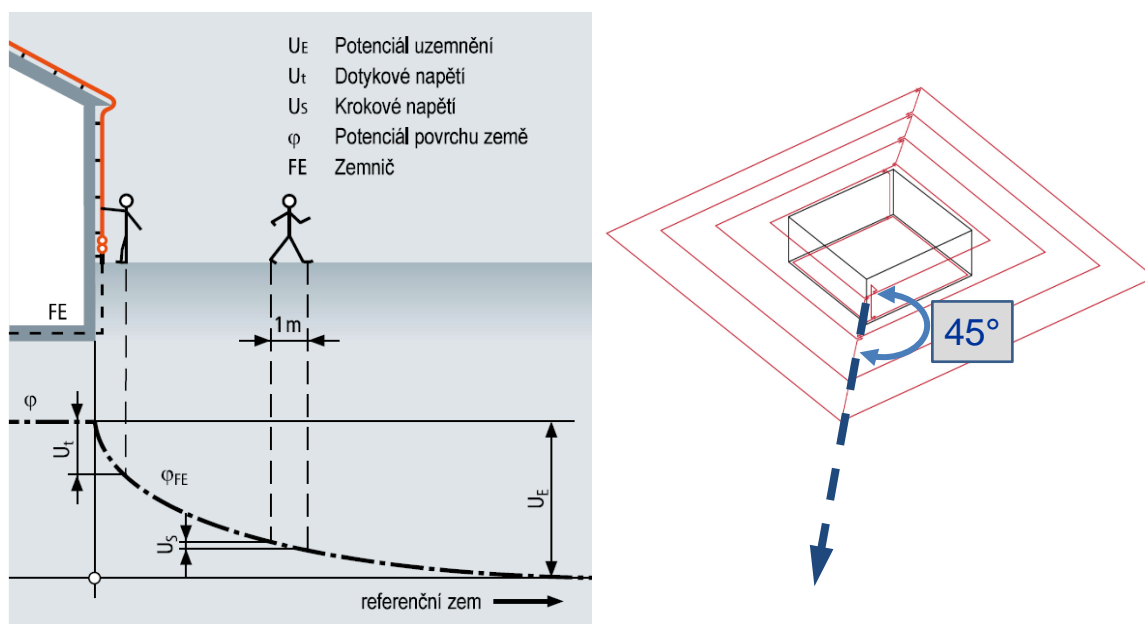
Vrstva izolačního materiálu, například asfaltu, o tloušťce 5 cm (nebo vrstva šterku o tloušťce 15 cm) obvykle snižuje nebezpečí na přípustnou hodnotu.

Není-li splněna žádná z těchto podmínek, musí být učiněna následující ochranná opatření před úrazem osob způsobeným krokovým napětím:

- ekvipotenciální vyrovnání mřížovou uzemňovací soustavou dle obrázku 5.4;
- fyzickou zábranou a/nebo výstražnou tabulkou, aby se snížila pravděpodobnost vstupu do nebezpečné oblasti v okruhu do 3 m od svodu.

Obrázek 5.4

(Řízení potenciálů pomocí zemničů)




5.4 Ochranné uzemnění a pospojování

Jakékoliv spojení uzemnění nebo ochranného pospojování nesmí být přerušeno, aby nebyla narušena funkce ochranných opatření zajišťující elektrickou bezpečnost.

Vodiče musí být označeny:

- písmeno - číslicovým zápisem PE, nebo
- dvoubarevnou kombinací ZELENÁ a ŽLUTÁ, nebo

- grafickou značkou 

Každé místo, kde je provedeno napojení na ochranné uzemnění musí být označeno touto grafickou značkou!

Ve venkovních prostorách a v prostorách, kde není suché prostředí (prostory normální) se nesmí používat například papírové, nebo tomu podobné, nálepky, které nejsou odolné vůči působení atmosférických vlivů, jako je vlhko, mokrý apod. V těchto prostorách se musí používat UV odolné značky odolné vůči atmosférickým vlivům (např. plastové či kovové).

Ochranné uzemnění

jedná se o kombinaci všech prostředků, kterými se elektrická instalace nebo její části stýká se zemí. Uzemnit znamená spojovat jakýkoliv vodič nebo vodivou část s se zemí.

Uzemnění se zřizuje zejména pro ochranu před:

- úrazem elektřinou
- před bleskem
- přepětím
- nebo pro správnou funkci elektrických zařízení.

Zajišťuje se zemniči náhodnými nebo strojenými. Uzemňovací soustava nebo též instalace uzemnění zahrnuje kompletní soubor kovově propojených zemničů, jejich uzemňovacích přívodů nebo ochranných vodičů a uzemňovacích neboli ochranných přípojníc či svorek.

Všechny spoje zemničů a zejména podzemní spoje uzemňovacích přívodů se musí chránit proti korozi pasivní ochranou (například asfaltovou zálivkou, licí pryskyřicí, antikorozi páskou apod.). Protikorozi ochrana nesmí ovlivňovat v žádném případě vodivost spojů.

Informace o způsobu provedení pasivní ochrany musí montážní organizace u nově zřizovaných zařízení, zapisovat do stavebního (montážního) deníku včetně fotodokumentace, které jsou podkladem k revizi.

Zemnění pro instalace:

- nízkého napětí je obsažena zejména v ČSN 33 2000-5-54
- vysokého napětí je obsažena zejména v ČSN EN ČSN EN 50522.

Ochranné pospojování:

Ochranné pospojování a doplňující ochranné pospojování slouží k vyrovnání potenciálů.

Vyrovnání potenciálů se vyžaduje zejména z důvodu ochrany:

- před úrazem elektrickým proudem (jedná se o doplňkovou ochranu),
- před účinky statické elektřiny dle kapitoly 6)

Doplňující ochranné pospojování musí zahrnovat všechny neživé části upevněných zařízení současně přístupných dotyku a cizí vodivé části, a pokud je to proveditelné, tak i hlavní kovové konstrukce armatur železobetonu.

Systém ochranného pospojování musí být spojen s ochrannými vodiči všech zařízení včetně těch, které jsou připojeny do zásuvek. Pokud jsou zásuvky do 32A chráněny „doplňkovou ochranou proudovým chráničem“, není nutné vodič ochranného pospojování pro tyto zásuvky instalovat.

Hlavní ochranná přípojnice (MET)

V každé stavbě musí být zřízena MET, pokud do stavby vstupují kovové části, které mohou přivést nebezpečný rozdíl potenciálů, například:

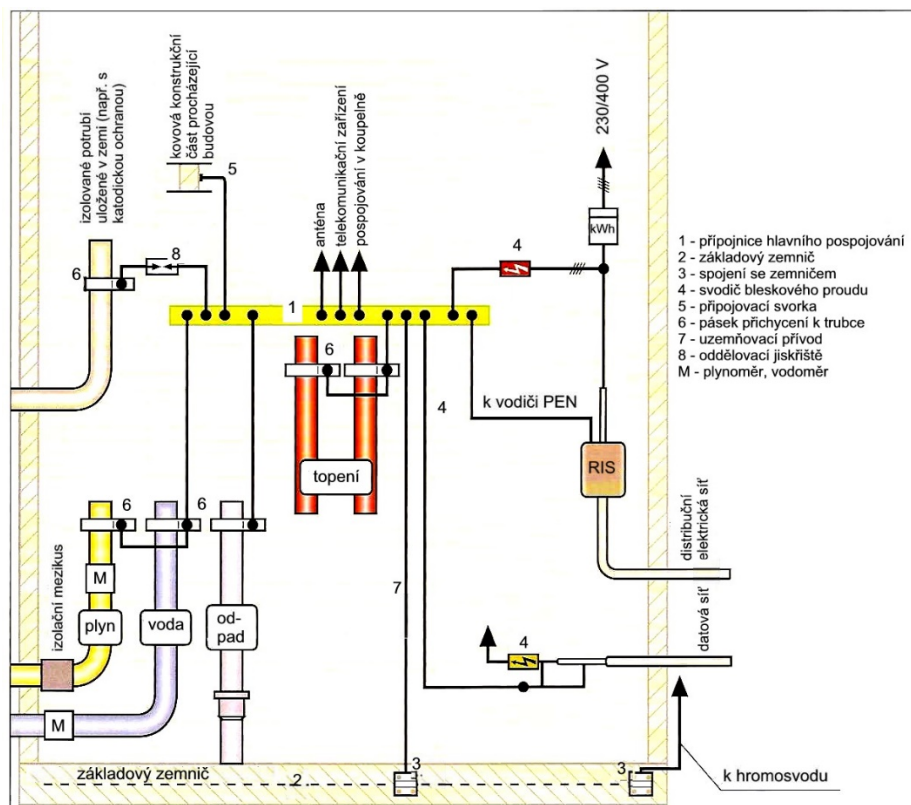
- kovová potrubí zajišťující napájení budovy (plyn, voda, systém dálkového vytápění)
- konstrukční cizí vodivé části (např. potrubí klimatizace)
- přístupná konstrukční výztuž betonu, pokud splňuje čl. 4.2.2, odstavec náhodné součásti

Dále musí být spojeny s hlavní ochrannou svorkou například:

- zemnicí soustava (uzemňovací přívod)
- vodiče ochranného pospojování,
- ochranné vodiče, (propojení se svorkovnicí PE v rozváděči)
- uzemňovací přívody pracovního uzemnění, pokud to přichází v úvahu čl. 5.4

Obrázek 5.5

(Pospojování s ochrannou svorkou)



Připojení MET k zemnicí soustavě:

Napojení musí být provedeno přímo ze zemniče nejkratší možnou trasou. Prostupy skrze materiály tohoto uzemňovacího přívodu musí být řešeny dle tabulky 5.3.

Doporučuje se připojení stejným průřezem jako má zemnič (např. pásek FeZn 30/4 mm, drát FeZn Ø10 mm). Pokud je třeba uzemňovací přívod k MET prodloužit (např. Cu slaněným vodičem) nesmí být snižována proudová zatížitelnost. Napojení hliníkovým drátem nebo vodičem je zakázáno.

Průřez vodičů ochranného pospojování určených pro připojení k hlavní uzemňovací svorce nesmí být menší, než je polovina průřezu vodiče ochranného uzemnění (vodič PE), jehož průřez je v instalaci největší, a nesmí být menší než:

- 4 mm² Cu , pokud je zajištěna ochrana před mechanickým poškozením
- 6 mm² Cu , pokud není zajištěna ochrana před mechanickým poškozením

Průřez vodičů ochranného pospojování určených pro připojení k hlavní uzemňovací svorce nemusí být větší než 25 mm² Cu, nebo ekvivalentní průřez pro jiné materiály.

Jako ochranné vodiče nebo vodiče ochranného pospojování se nesmějí používat tyto kovové části:

- potrubí obsahující potenciálně hořlavé látky, jako jsou plyny, kapaliny, prachy (výjimkou jsou potrubí s katodickou ochranou, kde neživá část jednotlivého elektrického zařízení je přímo spojena s potrubím)
- konstrukční části vystavené za normálního provozu mechanickým namáháním
- pohyblivá nebo poddajná kovová vedení, pokud pro účel ochranných vodičů nejsou přímo navržena
- pohyblivé kovové části.

Spojitosť ochranných vodičů musí být trvale zachována. Šrouby pro připojování ochranných vodičů nesmí sloužit k jinému účelu. Spojení nesmí být provedeno pájením. Ochranný vodič nesmí být vybaven žádným spínacím přístrojem, ale může mít spoje, které je možno pro potřebu zkoušení pomocí nástroje rozpojit.

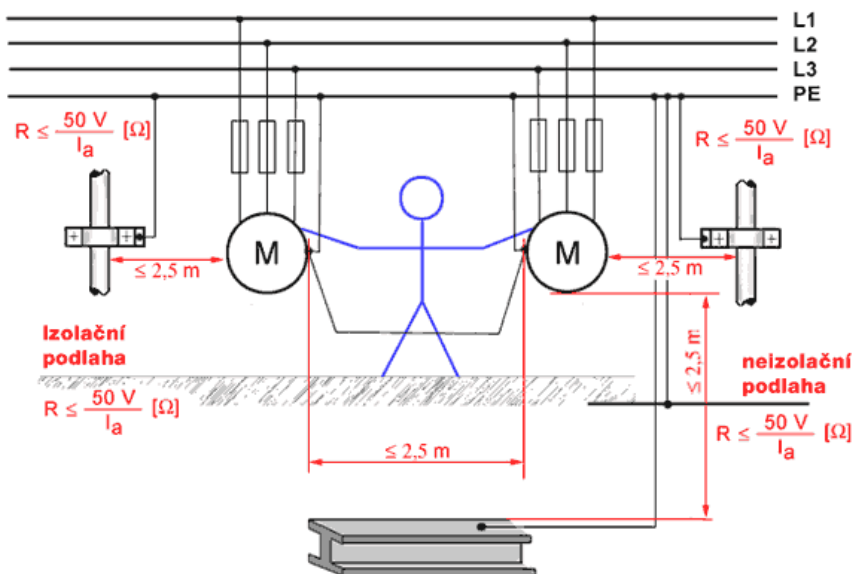
Po každé údržbě nebo opravě, kdy dochází k úplné či částečné demontáži ochranného uzemnění / pospojování musí být provedena vizuální kontrola doplněna například kontrolním měřením, zda je dané zařízení připojeno na zemnicí soustavu.

Pokud výrobce zařízení stanoví vlastní požadavky, které jsou přísnější, než je požadavek normy, musí být tyto požadavky bezpodmínečně dodrženy. Větší průřezy mohou být specifikovány například pro potřeby EMC.

Doplňující pospojování musí vyhovovat podmínce, že AC napětí mezi neživými a cizími vodivými částmi, které jsou současně přístupné dotyku, tj. nejvýše 2,5 m od sebe, nesmí ani při poruše být vyšší než 50 V AC.

Obrázek 5.6

(Doplňující pospojování)



Kabelové nosné systémy

Se, mohou jako ochranné vodiče nebo vodiče ochranného pospojování používat, pokud jsou dle výrobce k tomuto účelu určeny.

Jednotlivé na sebe navazující části musí být v místech spojení označeny barevnou kombinací zelená/žlutá.

Při výměně jednotlivých dílů se dbá na zachování průběžné celistvosti a vodivosti!

Uzemnění dopravních prostředků při stáčení produktů

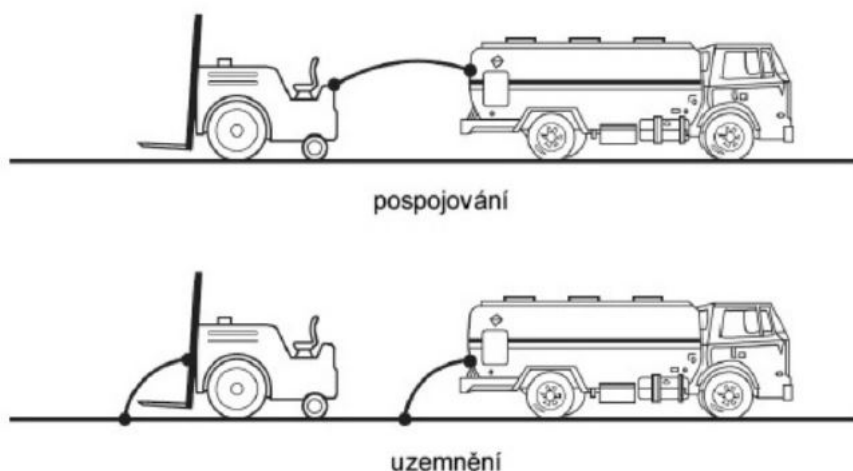
Před zahájením stáčení se musí, zejména z důvodu statické elektřiny, přizemnit například železniční vůz nebo autocisterna k určenému zemnímu bodu. K tomuto lze použít:

- kompletní systém pro monitorování uzemnění statické elektřiny (montáž a provoz dle návodu výrobce), nebo
- mechanické uzemňovací kleště (svorky) spojené s místním bodem uzemnění pomocí slaněného měděného vodiče o minimálním průřezu 10 mm² zelenožluté barvy.

Výše uvedené musí být připojeno na místní bod uzemnění, který je spojen se zemnicí soustavou, řádně označen dle čl. 5.4 (pravidelně kontrolován dle řádu preventivní údržby - příloha 2).

Obrázek 5.7

(Rozdíl mezi uzemněním a pospojováním)



5.5 Pracovní uzemnění a pospojování

Zemnicí bod nebo body v systému nebo v instalaci nebo na zařízení, se zřizují pro účely jiné než z důvodů elektrické bezpečnosti.

Pracovní uzemnění

Jestliže je přerušeno jakékoliv spojení pracovního uzemnění, neohroží to žádný druh ochrany nebo žádné ochranné opatření nebo ochranný prostředek zajišťující elektrickou bezpečnost. Uplatňuje se především u:

- komunikací
- měření
- EMC, pokud se týká vyzařovaných rušení a vysokofrekvenčních rušení šířených vedením
- pracovních strojů apod.

Po každé údržbě nebo opravě, kdy dochází, k úplné či částečné demontáži pracovního uzemnění musí být provedena vizuální kontrola doplněna kontrolním měřením, které ověří připojení daného zařízení na zemnicí soustavu.

Každé místo, kde je provedeno napojení na ochranné uzemnění musí být označeno touto grafickou značkou:



Vodič pracovního uzemnění musí být označen:

- písmeno - číslicovým zápisem FE, nebo
- barvou RŮŽOVOU použitou alespoň na zakončeních a místech připojení nebo

- grafickou značkou: 

Upozornění:

U pracovního pospojování je značení vodičů dvoubarevnou kombinací zelená/žlutá zakázáno!

U ochranného a pracovního pospojování musí být vodiče označeny dvoubarevnou kombinací zelená/žlutá.

Ve venkovních prostorách a v prostorách, kde není suché prostředí (prostory normální) se nesmí používat například papírové, nebo tomu podobné, nálepky, které nejsou odolné vůči působení atmosférických vlivů, jako je vlhko, mokro apod. V těchto prostorách se musí používat UV odolné značky odolné vůči atmosférickým vlivům (např. plastové či kovové).

Pracovní uzemnění smí obsahovat:

- vodiče pracovního uzemnění,
- vodiče pracovního pospojování,
- hlavní svorku pracovního uzemnění.

Pracovní pospojování

Jestliže části zařízení mohou být odstraněny, vodič pracovního pospojování pro zbývající část elektrické instalace nesmí být přerušen.

Po každé údržbě nebo opravě, kdy dochází, k úplné či částečné demontáži pracovního pospojování musí být provedena vizuální kontrola doplněna například kontrolním měřením, zda je dané zařízení připojeno do systému pracovního pospojování.

Vodič pracovního pospojování musí být označen:

- písmeno - číslicovým zápisem FB, **nebo**
- grafickou značkou



Každé místo, kde je provedeno napojení na pracovní pospojování musí být označeno touto grafickou značkou.

6 Ochrana před vznikem statické elektřiny a vznikem elektrostatického náboje

6.1 Všeobecně

V prostředí s nebezpečím výbuchu je důležité zabezpečit, aby nedošlo ke vzniku iniciace výbuchu. Z hlediska provozu elektrických zařízení je to bezesporu zabránění vzniku jiskření a statických nábojů.

Statická elektřina vzniká při:

- styku nebo oddělování pevných materiálů, např. při pohybu dopravníkového pásu, pohybu osob
- průtoku kapalin nebo prášků a vzniku aerosolu
- indukci, tj. nabíjení předmětů v důsledku jejich umístění do elektrického pole

Nebezpečí, které způsobuje statická elektřina je, například:

- vznícení, nebo výbuch
- úraz elektrickým proudem v kombinaci s dalšími nebezpečími (např. pád, zakopnutí)
- vytváří provozní problémy během výrobních a manipulačních operací, např. tím, že se výrobky vzájemně slepují (vznik nálepů) nebo přitahují prach.

Zápalný výboj se vytvoří, pokud jsou splněny dvě podmínky:

- intenzita pole v důsledku potenciálu vodiče překročí elektrickou pevnost atmosféry
- energie, která se uvolní v jiskře, je větší, než je minimální iniciační energie přítomné hořlavé látky.

Aby toho bylo dosaženo, je nutné zajistit, aby se na elektrickém vodiči nemohl vytvořit potenciál nutný pro vznik zápalného výboje. Zemnění je způsob, jak zabránit všem druhům zápalných výbojů a tedy vznícení výbušné atmosféry.

Zásah elektrostatickým výbojem

Vybití statické elektřiny přes lidské tělo může způsobit úraz elektrickým proudem. Takovéto úrazy (zásah elektrickým proudem) zřídka mohou způsobit přímé poranění, avšak podvědomý pohyb v důsledku zásahu může vést k poranění nebo dokonce smrti.

Úraz elektrickým proudem v důsledku statické elektřiny se liší v určitém rozsahu od ostatních forem úrazu elektrickým proudem v tom, že má krátkou dobu trvání (méně než 1 ms), normálně má vysoké napětí (tisíce nebo desetitisíce voltů) a bezpečné/nebezpečné úrovně jsou vyjadřovány v hodnotách energie nebo náboje namísto proudu.

Pospojování, uvedení na stejný potenciál všech vodivých částí v prostředí s nebezpečím výbuchu je nejdůležitějším ochranným opatřením, protože vodivé částí by se mohly nebezpečně nabít, pokud by nebyly uzemněny. Jedná se o zásadní požadavek, jak pro zajištění bezpečnosti z hlediska úrazu elektrickým proudem, ale také z hlediska funkčního, kdy se toto pospojování provádí jako prevence před vznikem nebezpečné situace, která by vedla ke vzniku výbuchu (např. jiskření)

Toto ochranné opatření ale není dostatečné, pokud jsou přítomny nevodivé materiály.

Konstrukční a ochranné části musí být navrženy tak, aby za normálních podmínek použití, při údržbě a čištění bylo vyloučeno nebezpečí iniciace v důsledku elektrostatických nábojů.

Tento požadavek musí být splněn jedním z dále uvedených opatření:

vhodného výběru materiálu tak, aby maximální povrchový odpor splňoval mezní níže uvedené hodnoty, při měření podle IEC 60079-0

$10^9 \Omega$ při měření při 50 (+/- 5) % relativní vlhkosti **nebo**

$10^{11} \Omega$ při měření při 30 (+/- 5) % relativní vlhkosti.

V tomto případě musí být vyloučena nebezpečná úroveň nabíjení nevodivých částí a materiálů včetně tuhých látek, kapalin a prachů. Tyto požadavky musí být zahrnuty do informací výrobce pro používání daného zařízení jako například plastové skříně, gumové hadice apod.

6.2 Plastové materiály

Při používání plastových materiálů se musí řešit jejich negativní vlivy a účinky, tak aby nedocházelo ke vzniku elektrostatických nábojů, které mohou být zdrojem iniciace výbuchu. (Elektrostatický výboj může také zavinit požár nebo explozi při používání rozpouštědel)

Statická elektřina dále negativně ovlivňuje kvalitu povrchové úpravy plastů. Většinu problémů se statickou elektřinou je možné řešit pomocí zařízení fungujících na principu ionizace vzduchu jako například:

- ionizační vzduchové ventilátory
- antistatické tyče
- ionizační pistole a trysky
- zařízení pro čištění pásů a archů
- zařízení pro neutralizaci materiálů při pneumatické dopravě apod.

Při volbě plastových materiálů v prostorách s nebezpečím výbuchu je nutné volit plastové materiály, na jejichž povrchu nevznikne elektrostatický náboj. Je tedy nutné, aby výrobce materiálů doložil, že dodržel požadavky norem a povrchový odpor nepřesáhl hodnoty uvedené v čl. 6.1.

Pokud je na vodivém materiálu použit jako kryt plast s plochou povrchu převyšující 500 mm² a nelze vyloučit proces se silným nabíjením, kdy se jedná o proces, který generuje vyšší rychlost elektrostatického nabíjení než je při jednoduchých manuálních úkonech. Plasty mají splňovat tyto požadavky:

- a) materiál je vhodně zvolen tak, aby povrchový odpor vyhovoval mezním hodnotám dle čl. 6.1
- b) průrazné napětí je ≤ 4 kV měřeno přes tloušťku izolačního materiálu (lze použít metodu dle ČSN EN 60079-32-2)
- c) tloušťka vnější izolace na kovových částech je ≥ 8 mm.

6.3 Kapaliny

Kontaktní nabíjení u kapalin je téměř stejný proces jako u pevných látek, ale může záviset na přítomnosti iontů nebo mikroskopických nabitých částic, kdy se ionty stejné polaroty mohou shlukovat na rozhraní a pak přitahovat ionty opačné polaroty, čímž se vytvoří uvnitř kapaliny v okolí povrchu difusní vrstva nábojů. Typickým příkladem takového procesu je průtok kapaliny kolem pevné stěny (například potrubí, čerpadla, filtry), míchání nebo třesení a rozprašování nebo atomizace kapaliny. Pokud kapalina obsahuje ještě druhou nemísitelnou fázi ve formě jemně rozptýlených pevných částiček nebo bublinek vzduchu, nabíjení se výrazně zvýší, protože se značně zvýší velikost plochy na rozhraní.

Kapaliny s vysokou vodivostí se obvykle nabíjejí velmi málo, ale existují vodivé kapaliny, které se vysoce nabíjejí, patří mezi ně například některé organické acetáty, ethery a vyšší ketony, které mohou vyžadovat zvláštní bezpečnostní opatření. Například ethyl acetát a izopropyl acetát, nikoliv však aceton.

Poznámka:

Zvláštním bezpečnostním opatřením může být například uzemnění nádob pro tyto látky nebo použití plastových nádob vyhovujících čl. 6.2

Obecně je známé, že sklo není náchylné na hromadění elektrostatických nábojů.

6.4 Ochranné pospojování a zemnění

Z hlediska pospojování a zemnění, tedy uvedení na stejný potenciál všech vodivých částí v prostředí s nebezpečím výbuchu, platí obecná pravidla, tak jak jsou uvedena v kapitole 5. Pro jednotlivé provozy a zařízení je však důležité dodržovat určitá specifická pravidla dle podmínek provozovaných zařízení.

S výjimkou velmi malých součástí musí být všechny kovové materiály spojeny se zemí. Jedná se o nejúčinnější způsob pro vyloučení nebezpečí od statické elektřiny, je spojení všech vodičů se zemí. Tím se vyloučí nejčastější problém, kterým je hromadění nábojů na vodičích a uvolnění prakticky veškeré uložené energie v jediné jiskře proti zemi nebo jinému vodiči.

Kapacita izolovaných předmětů závisí na jejich velikosti, okolním materiálu a vzdálenosti od jiných vodičů a může se značně lišit podle toho, zda jsou nainstalované nebo nenainstalované. Maximální povolené kapacity izolovaných předmětů závisí na zápalnosti plynů, par a prachů vyjádřené reprezentativními plyny skupiny I, IIA, IIB a IIC nebo prachů skupiny III a zařazení nebezpečného prostoru

Při stanovování požadavků na uzemnění má být zvažována každá situace

Vodivá část v dobrém styku se zemí má svodový odpor menší než $10^6 \Omega$ a pro usnadnění jeho monitorování je často stanovena mnohem nižší hodnota (v rozsahu 10Ω až 100Ω). Je nutno jasně rozlišovat mezi hodnotou zvolenou pro usnadnění monitorování a $10^6 \Omega$, která je horním limitem svodového odporu pro vodivé části ve všech situacích. Mnohem důležitější však je, aby spojení se zemí bylo spolehlivé, trvalé a nepodléhalo zhoršování stavu.

Shrnutí:

Jako obecně platná, přijatelná hodnota svodového odporu se bere $10^6 \Omega$ za předpokladu, že je ji možno trvale udržet. Speciální uzemňovací spoj se obvykle nevyžaduje, pokud není například zařízení namontováno na nevodivých podporách nebo se na spojích může objevit znečištění, které ovlivní jejich odizolování. Přemístitelné kovové předměty vyžadují zvláštní uzemňovací spojení, které má mít svodový odpor menší než $10^6 \Omega$.

Použití nevodivých materiálů (např. polymerů) pro konstrukci technologií pro použití za přítomnosti výbušné směsi se nedoporučuje. Takovéto materiály není možné účinně uzemnit a pro každou technologii je nutno navrhnout bezpečnostní opatření pro snížení nebezpečí na přijatelnou úroveň. V zóně 2 a zóně 22, kde je nebezpečí tvorby statické elektřiny dostatečně nízké, nemusí být potřeba uzemňovat vodivé součásti pouze z důvodu omezení statické elektřiny.

Elektrostaticky vodivé a vodivé materiály mohou být použity pro vyloučení hromadění statické elektřiny. Nejvhodnější maximální hodnota odporu proti zemi ze všech částí takovýchto materiálů je $10^6 \Omega$, v některých případech je přijatelná rovněž hodnota do $10^8 \Omega$.

7 Ocelové konstrukce, aparáty, potrubí a potrubní spoje

7.1 Všeobecně

Všechny ocelové konstrukce, potrubní rozvody a aparáty musí být mezi sebou vodivě pospojovány, propojeny a napojeny na zemní soustavu (uzemněny). Jedná se o zajištění účinné ochrany před bleskem a vlivů statické elektřiny a související ochrany před nebezpečným dotykovým napětím.

Pro tuto kapitolu platí podmínky uvedené v kapitolách:

- Kapitola 4 Ochrana před atmosférickými účinky (bleskem)
- Kapitola 5 Uzemnění a pospojování
- Kapitola 6 „Statika“

Samostatně stojící aparáty musí být uzemněny:

- do výšky 20 m jednou,
- nad výšku 20 m dvakrát

K uzemňování ani pospojování není dovoleno použití třmenů a šroubových objímek. Ke kruhovému profilu konstrukce lze využít pouze svorky k tomuto účelu vyrobené, testované a provedené dle návodu výrobce (nikoli svorky s páskovými vodiči).

Vějířovité podložky pro zajištění vodivého propojení přírub jsou zakázány!

U vnitřních potrubních rozvodů do průměru DN70 lze použít svorek s páskovým vodičem:

- pouze z materiálu nerez / měď (dle materiálu předmětného potrubí).
- materiál ocel ("černý") lze použít svorek pouze s páskovým vodičem z nerezové oceli. V místě styku páskového vodiče s potrubím musí být zajištěn po celém obvodu potrubí vodivý kontakt (zbaveno nátěrů, nečistot, koroze apod.). Kontaktní spoj musí být ošetřen proti korozi vhodným mazivem.

Připojovací místa pro vodivá spojení:

- Systém nastřelování / navrtání (např. HILTI systém)

Poznámka: Pouze s písemným odsouhlasením výrobce (např. výrobce přírub)

- návarky / praporce (u nových a opravovaných potrubí)

V případech navařování praporců z nesusoudných materiálů (např. nerezová / "černá" ocel) je nutno jednotlivé případy posuzovat individuálně a odsouhlaseno objednatelem popř. sekcí inspekce.

Provedení vodivých spojení dle účelu pomocí:

- Měděné slané vodiče (CYA) o min. průřezu 16 mm²
- ocelový drát o min. průřezu 50 mm² (pro prostory s nebezpečím výbuchu)
- ocelový drát o min. průřezu 25 mm² (pro prostory bez nebezpečí výbuchu)
- drát AlMgSi Ø 8 mm
- drát FeZn Ø 10 mm
- FeZn 30x4 mm
- Vodivá propoj (kadmiovaná nebo nerezová ocel)
 - DN ≥ 25 až 150 (1x)
 - DN ≥ 150 (2x)

Spojovací součásti musí být:

- navrženy tak, aby při jejich instalaci podle pokynů výrobce byla jejich funkce spolehlivá, stálá a bezpečná pro osoby a okolní zařízení.
- poskytnuty v průvodní dokumentaci s odpovídajícími pokyny pro jejich výběr a bezpečnou instalaci.

7.2 Uzemnění a pospojování potrubních rozvodů

Kovová nadzemní potrubí se musí uzemnit ve vzdálenosti alespoň každých 30 m, přičemž poslední uzemnění před vstupem potrubí do objektu musí být co nejbližší, maximálně však 30 m od objektu. U spojů na potrubí je nutné zajistit vodivé propojení jednotlivých částí potrubí.

Styk potrubí s podpěrou potrubí se nepovažuje za uzemňovací spoj.

Kovová potrubí protékána nehořlavými plyny nebo nehořlavými kapalinami

- Nadzemní potrubí – potrubí musí tvořit vodivé spojenou konstrukci v místech nejvýše položených a značně přečnávajících okolí.
- Podzemní potrubí – potrubí uložená v zemi se zvlášť neuzemňují.
- Potrubí uvnitř budov – potrubí probíhající ve svislém směru budovou se spojí na svém nejvyšším a nejnižším místě se svodem jímací soustavy.

Kovová potrubí protékána hořlavými kapalinami a jejich parami

- Nadzemní potrubí – Nadzemní potrubí se musí chránit před následky přímého zásahu blesku.

V případě umístění potrubí v prostoru možného přímého úderu blesku (např. střechy, otevřené technologické celky, mostní potrubní konstrukce) musí být:

- Minimální rozměry kovových konstrukcí (potrubí) rovny minimálním hodnotám svodů, průřez 50 mm² nerez
- těsnění přírub kovové nebo vodivé. Výrobce vodivého těsnění musí být doloženo, že těsnění je dimenzováno na bleskový proud (100 kA při vlně 10/350 μs).
- V případě rozebíratelných spojů na potrubí se snadno hořlavými nebo výbušnými směsmi musí být provedeno vodivé propojení o minimálním průřezu 100 mm² (např. použít dvou propojí o průřezu 2x 50 mm²). Materiály těchto vodivých propojení dle čl. 7.1

Spoje potrubí a jejich následné spojení s uzemňovací soustavou musí být zajištěno:

- u každého vstupu potrubí do objektu,
- na místech nejvýše položených a značně přečnávajících okolí,
- před a za každým šroubovým přírubovým spojem,
- potrubní vedení musí být uzemněno každých 30 m s následným připojením k uzemňovací soustavě.

Poznámka:

Zvláštní péče má být věnována při budování uzemňovacích systémů, kde toto opatření může být v rozporu s ostatními systémy ochrany, např. katodickou ochranou nebo jiskrově bezpečnými elektrickými zařízeními

7.3 Uzemnění kovových lešení

Lešení musí být vodivě spojeno a uzemněno v těchto případech z důvodu ochrany:

a) Před úrazem elektrickým proudem

Při použití elektrického zařízení nebo připevnění silových rozvodů (kabelové vedení) k lešení.

Elektrické obvody pro spotřebiče musí být chráněny:

- jisticím prvkem a doplňující ochranou proudovým chráničem s reziduálním proudem nepřevyšující 30 mA, nebo
- napájením pomocí malého napětí SELV nebo PELV, nebo
- elektrickým oddělením

V případě prozatímní elektrické instalace na lešení musí být tato provedena v souladu s platnými legislativními požadavky, včetně vystavené výchozí revizní zprávy.

b) Před bleskem

Musí být provedena u objektů, kde lešení je minimálně ve stejné výškové úrovni objektu (např. úroveň nádrží, komínů střech budov – hřebeny apod.)

Pro ochranu před bleskem musí být použit soubor norem ČSN EN 62305.

Na lešení nemusí být jímače a svody.

Poznámka:

V případě použití dřevěného lešení musí být lešení opatřeno samostatným jímačem a svodem (pokud nelze použít svod u objektu).

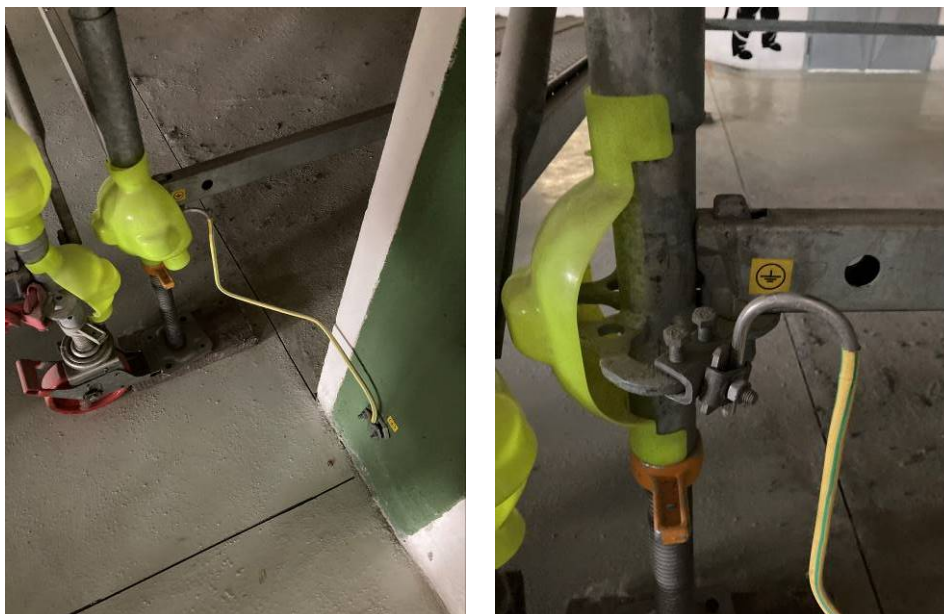
Bezpečnostní opatření:

V případě blížící se bouřky musí být veškeré práce na lešení zastaveny a pracovníci musí konstrukci neprodleně opustit.

Uzemnění musí být provedeno na k tomu určený a označený zemní bod. Připojení k zemniči musí být provedeno pomocí materiálu dle kapitoly 5.

Obrázek 7.1

(Příklad uzemnění lešení)



8 Katodická ochrana

8.1 Všeobecně

Princip katodické ochrany spočívá v ochraně kovu proti korozi pomocí katodické polarizace, a to:

- vnějším zdrojem proudu, nebo
- spojením s kovem se zápornějším potenciálem (obětovanou anodou).

Katodickou ochranou se docíluje posun potenciálu k negativnějším hodnotám tak, aby byla koroze snížena pod technicky významnou mez.

Vnějším zdrojem proudu (metoda zapůsobil proud)

Metoda vtlačení proudu využívá stejnosměrný napájecí zdroj, přičemž záporný pól je připojen k chráněnému potrubí a kladný pól je připojen k anodovému loži. Po připojení obvodu je trubka polarizovaná katoda. Když zemní potenciál potrubí dosáhne minimálního ochranného potenciálu, získá se úplná katodická ochrana. Aby bylo možné určit parametry katodické ochrany a posoudit účinek katodické ochrany potrubí, je nutné nastavit kontrolní body a kontrolní listy podél potrubí. Ochranná vzdálenost jedné stanice katodické ochrany s vtlačným proudem je obvykle až desítky kilometrů a tato metoda se často používá pro katodickou ochranu dálkových potrubí.

Spojením s kovem se zápornějším potenciálem (metoda obětované anody)

Metoda obětované anody používá ke spojení s chráněným kovem kov s negativnějším potenciálem než chráněná kovová elektroda a tyto dva tvoří galvanický článek v elektrolytu. Kovy s relativně negativním potenciálem (jako je hořčík, zinek, hliník a jejich slitiny) se stávají anodami, které se postupně ztrácejí v procesu vydávání proudu, a z chráněného kovového potrubí se stávají katody, aby se zabránilo korozi. Proto se kovům s relativně negativním potenciálem říká obětovaná anoda.

Technické požadavky pro použití katodické ochrany.

Aby byla aplikace katodické ochrany na potrubí ekonomicky přijatelná a technicky proveditelná, musí být splněny podmínky:

- Zajištěna vodivost podélného připojeného potrubí
- Krycí vrstva potrubí musí mít zajištěn dostatečný odpor
- Zajištěna elektrická izolace mezi potrubím a jinými uzemňovacími zařízeními s nízkým odporem.

Bludné proudy

Unikající elektrický proud procházející zemí z uzemněných elektroenergetických zařízení mění směr a velikost. Bludné proudy mohou vzniknout u elektrických systémů, u kterých má vodič nebo jiná část obvodu nežádoucí svod na více než jednom místě. Jedná se o stejnosměrné i střídavé proudy, které využívají zpětné vodiče pro trakční proud kolejnic jako např. elektrizované železnice, městské dráhy. Stejnosměrné rozvodny v továrnách a zařízení, které aktivně chrání proti korozi. Jedná se o zařízení využívající zdroj vnějšího stejnosměrného proudu katodické ochrany. Jde o pronikající proudy pro podzemní zařízení, která nejsou připojená na společnou ochranu. Bludné stejnosměrné elektrické proudy v blízkosti zdrojů stejnosměrného proudu, jako například elektrizované kolejové dopravy, mají za následek korozi kovových konstrukcí a potrubí uložených v zemi. U důlních systémů se používá elektrická drenáž zabraňující průniku elektrických proudů, které vznikají při průjezdu lokomotiv. Používají se také ochranné diody s výkonem až 300 A kvůli zpětnému proudu (u stejnosměrných systémů). Existují AC a DC systémy. Kolejní dopravní systémy se hlavně provozují jako dvoupólové. Na trolejový vodič je přiveden první pól trakčního napětí a druhý na kolej. Stejnosměrný okruh se uzavírá přes trolej, sběrač a lokomotivu. Do trakční měničny se proud vrací zpět pomocí kolejí. Při průtoku proudu kolejníc je žádána nedokonalost izolace kolejnic od půdy, jelikož zamezuje vytvoření příliš vysokého spádu napětí mezi zemí a kolejníc. Proto do země vniká část zpětného proudu. Kolejním bočníkem, jenž tvoří půda, teče proud do země.

Příslušenství a měřicí technika u katodické ochrany k měření potenciálu a automatické regulace ochranného potenciálu se používají permanentní referenční elektrody, které se osazují v místech napojení katodické ochrany na potrubí. Dále se umísťují na kritická místa, kde je ochranný potenciál nejmenší, a také na konec

potrubí. Osazení elektrody se provádí na boční stěně potrubí, ve vzdálenosti 20 až 25 cm. Vývody této elektrody (Cu/CuSO₄) jsou vedeny do stanice katodické ochrany nebo do propojovacího objektu. Měděná elektroda Cu/CuSO₄ se používá u konstrukcí, kde agresivně účinkuje sladká voda, jako trupy plovoucích čerpacích stanic, ocelové konstrukce jezů apod. Kalomelová elektroda se používá při laboratorních zkouškách. Sondy se dělí na elektrody trvale uložené do korozního prostředí a na měřicí sondy přenosné. Nejčastěji používaná sonda je MS - 110, která se skládá z pláště (PVC trubka), uzávěru pláště s měděnou elektrodou, diafragma (keramická nádoba), náplň (měď a skalice modrá). Pro krátkodobá měření se používá multimetr, jenž je schopen měřit stejnosměrné veličiny a proud cca do 10 A. Při přidání bočnicků lze měřit i proud nad 10 A (měření lze provést klešťovým ampérmetrem).

8.2 Koroze železobetonových konstrukcí

Katodická ochrana

V agresivním prostředí životnost železobetonových konstrukcí ve vysoké míře závisí na korodování oceli. U nových typů betonu nebo betonu bez kontaminace je charakteristická hodnota pH > 11,5. U této hodnoty se na povrchu oceli vytváří tenký oxidový povlak, který ji chrání proti korozi a nazývá se pasivace. V průběhu let však může beton ztrácet alkalitu, tedy schopnost chránit ocelovou výztuž.

Je to způsobeno:

a) Karbonatací

oxid uhličitý se z atmosféry penetruje do betonu a snižuje hodnotu pH, přičemž se může rozpadávat oxidový povlak na výztužné oceli, takže se ocel stává pasivní.

Samotná přítomnost oxidu uhličitého v betonové konstrukci nezpůsobuje žádný problém a nemá negativní vliv na mechanické vlastnosti betonů. Stává se nepříjemnou až v momentě, když zasáhne ocelovou výztuž a začíná narušovat její pasivní povlak.

Je závislé na:

- výskytu oxidu uhličitého v atmosféře,
- tloušťce betonu – u silnějšího betonu potřebuje oxid uhličitý delší dobu na prostup až k výztužné oceli,
- vlastnostech betonu, mezi které patří vodní součinitel, poréznost, trhliny a podobně.

Poznámka:

relativní vlhkosti vzduchu: korozi způsobuje kontakt kyslíku a vlhkosti s výztužnou ocelí, nejkritičtějším prostředím pro karbonataci železobetonových konstrukcí jsou místa, na nichž relativní vlhkost vzduchu dosahuje asi 60 až 70 %.

b) chloridy

stejně jako CO₂ i chloridy mají tendenci penetrovat do betonového povrchu a vyvolávat lokální porušení v povlakové vrstvě na výztužné oceli.

Korozi vyvolanou působením chloridů lze pozorovat na vyztužených betonových konstrukcích nacházejících se v mořském prostředí nebo na stavbách cest, které jsou vystaveny působení poměrně velkého množství posypových solí používaných v zimním období. V momentě dosažení maximální hranice koncentrace chloridů a v místě styku oceli s betonem narušuje pasivní povlak. Spouštěcím faktorem pro korozi je přítomná voda a kyslík. Místa, kde chloridy naruší pasivní povlak, slouží jako anody, zatímco místa, na nichž se účinek chloridů ještě neprojevil a koroze nedosáhla požadovaného stupně, zůstávají pasivní a fungují jako katody. Takto vyvolaná koroze se definuje jako takzvaná pitting koroze.

Doba potřebná k iniciování koroze vlivem přítomnosti chloridů závisí na:

- koncentraci chloridů na vnějším povrchu betonové konstrukce,
- vlastnostech cementové matrice,
- tloušťce betonové vrstvy,
- míře vlhkosti v betonu.

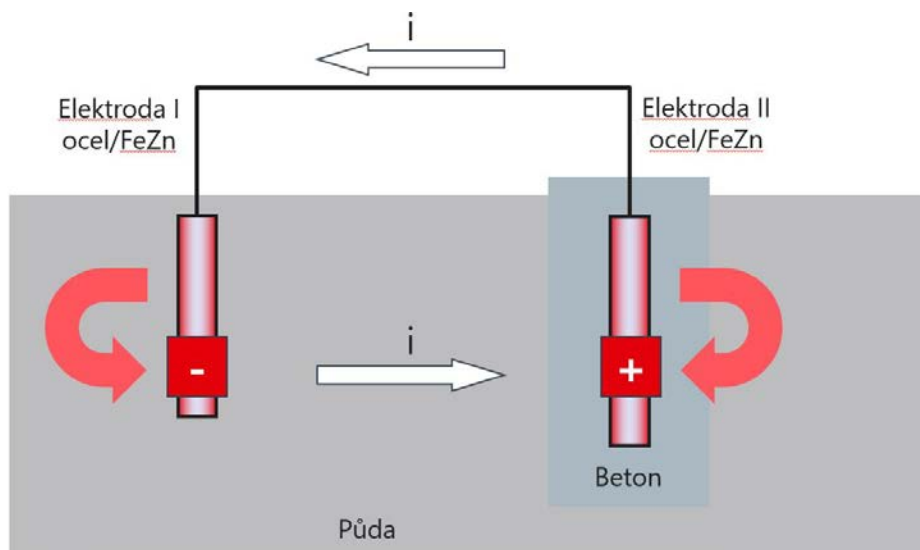
c) vlivem bludných proudů

pasivní povlak může být narušován i v anodovém prostředí, v němž vzniká elektrický proud.

Elektrický potenciál koroze V konstrukcích, které nejsou kontaminovány vnějšími činiteli, to znamená, že nejsou zkarbonatizovány nebo jsou bez obsahu chloridů, se cementová matrice v alkalickém prostředí kolem výztuže zachovává. Tím se nadále tvoří oxidový povlak na ocelové výztuži, díky němuž je výztužná ocel chráněná proti korozi.

Obrázek 8.2.1

(Rozdílný potenciál díky uložení v jiném prostředí)



Galvanická katodická ochrana

Elektrochemické metody se používají k úplnému odstranění korozivních účinků nebo jako preventivní ochrana proti korozi. Základním principem je polarizování oceli použitím katod. Katodické ochrany, respektive prevence lze dosáhnout spojením výztužné oceli s galvanickými zinkovými anodami. Značně záporný potenciál anod chrání ocelovou výztuž a zabraňuje volné korozi. V konstrukcích se zvýšeným výskytem chloridů zvyšuje elektrický proud stupeň pH, takže nedochází k jejich styku s ocelovou výztuží. To podporuje formování pasivního povlaku na povrchu výztuže. Na druhé straně v konstrukcích kontaminovaných karbonatů se elektrickým proudem zvyšuje hodnota pH na hodnoty, které způsobují přechod z aktivního stavu do pasivního.

Katodická ochrana se zakládá na principu nekorodování ocelové výztuže pod podmínkou, že její elektrický potenciál je nižší než elektrický potenciál koroze. Spojením dvou kovů (uhlíková ocel a zinek) se výztuž zachová v pasivním stavu, proto i navzdory přítomnosti chloridů nenastává koroze. U tohoto typu ochrany je třeba brát v úvahu požadovanou intenzitu elektrického proudu.

Dodáváním malého množství elektrického proudu a zvětšováním elektrického pole lze ochrannými anodami dosáhnout dlouhodobé životnosti vyztužené betonové konstrukce. Zásadní výhodou galvanické katodické ochrany je schopnost regulace elektrického proudu podle skutečného požadavku na ochranu výztuže plynutím času.

Účinnost galvanické katodické ochrany u:

a) **poškozených konstrukcí**

Teoretická spotřeba zinku na katodickou ochranu je přibližně 12 kg/rok.

Na základě tohoto údaje a požadavku na množství elektrického proudu v prvním roce 20 mA a v dalších letech přibližně 5 mA lze vypočítat životnost použitého množství zinku na ochranu železobetonových konstrukcí poškozených korozi.

b) nových konstrukcí

Předpokládá se, že nová ocelová výztuž není napadena korozí. Je tedy vytvořeno alkalické prostředí, které dostatečně chrání povrch výztuže proti působení agresivních vlivů. Vysoká intenzita elektrického proudu není v tomto případě nevyhnutelná (vyžaduje se jen při pasivaci ocelové výztuže). Anody je třeba instalovat jen pro stálé udržování výztuže v pasivním stavu.

Galvanická ochrana poskytuje ochranu a prevenci proti poškození betonů vlivem koroze během desítek let. Aplikace galvanických systémů je jednoduchá (není nutná žádná kabeláž ani vnější energetické zdroje). Jde o samočinně regulované systémy zabezpečující dlouhodobou ochranu, umožňující selektivní a cílené plánování zásahů na základě technických a ekonomických potřeb. Jejich výhodou je, že během celé své životnosti nevyžadují žádnou údržbu.

8.3 Koroze potrubí

Nejlepší ochranou produktovodů je použití kvalitní izolace potrubí v kombinaci s katodickou ochranou. Tímto se dospěje k nejdokonalejšímu oddělení potrubí od okolního prostředí a na místech, kde je poškozená izolace dochází k elektrochemické ochraně.

Ochrana potrubí dálkovodů se dělí na:

- Pasivní ochranu
Základní ochrana potrubí dálkovodu, uloženého v zemi, proti korozi je řešena pasivně vnější tovární izolací. Izolace svárů potrubí na stavbě je prováděna kvalitním smršťovacím materiálem. Pasivní ochrana potrubí dálkovodu EB v nadzemním uložení proti působení koroze je řešena vhodnými nátěry a uložení.
- Aktivní ochranu
Pasivní ochrana je doplněna o ochranu aktivní, řešenou připojením potrubí na stávající systém katodické ochrany. Zdrojem ochranného proudu jsou stávající stanice katodické ochrany (SKAO), které jsou připojeny na potrubí přes tzv. spojovací objekty.

Oddělení kovového povrchu od agresivního prostředí zajišťuje protikorozi izolace. Asfaltová izolace se nanese na čistou trubku o tloušťce nejméně 0,03 mm. Nanesená vrstva se poté ovine proimpregnovaným armovacím pásem ve šroubovicovém tvaru s překrytím. Jako ovinovací materiál se použije skleněná rohož tapaten nebo fólie z PVC. Dále se používají izolace z plastů, extrudovaná izolace, jež představuje nejkvalitnější izolaci s největší účinností, pomalým stárnutím a vysokou mechanickou odolností. Pásková izolace je tvořena adhezivní vrstvou a nosnou fólií. Před použitím páskové izolace se musí řádně mechanicky očistit povrch potrubí, poté následuje aplikace nátěru, na který se ovijí spodní vrstva.

Poznámka:

V současnosti asfaltovou izolaci nahrazuje polyetylen.

Galvanické anody

Z důvodu prodloužení životnosti zemního pásu musí být na základě výpočtu, jeho doplňková aktivní protikorozi ochrana s použitím tzv. obětních galvanických anod.

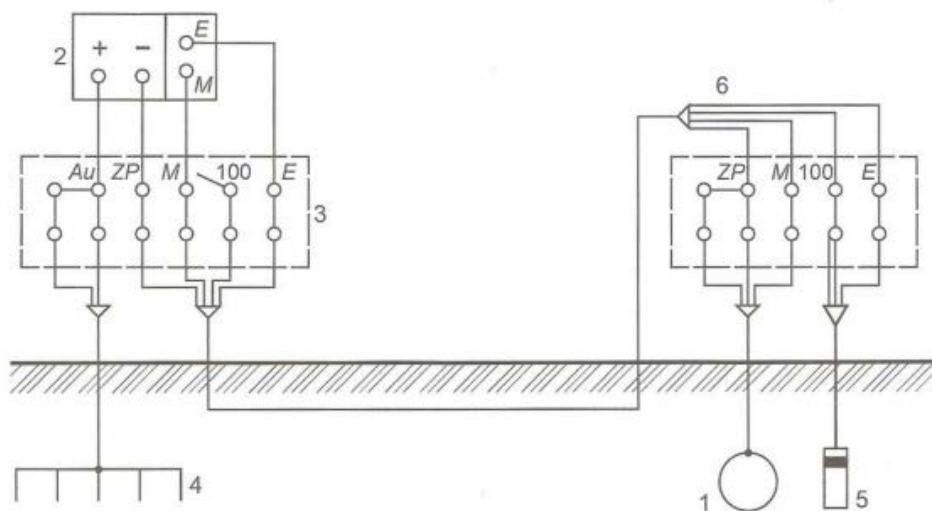
U obou spojovacích objektů na trase jsou ve výkopu v zemi uloženy poblíže zemního pásu tzv. galvanické obětní anody a to vždy po čtyřech kusech. Anody jsou uloženy ve společném výkopu se zemním pásem ve vzdálenosti cca 0,5 - 1 m od zemniče se vzájemným rozestupem cca 1 m. Specifikace galvanických anod včetně jejich obsypu, dodávaném jako součást anody v jutovém pytli, je uvedena v typovém listu v příloze této technické zprávy.

Kabelové rozvody, napojení na potrubí

Propojení do objektů katodické ochrany musí být řešeno kabely CYKY 4x6 mm² (CYKY 4x4 mm²) a napojení galvanických anod a musí být kabelem CYKY 2x4 mm². Všechny kabely musí být ukončeny ve spojovacích objektech na řadových svorkovnicích v barevném provedení. Všechny kabely v zemi musí být v kabelových chráničkách a zakryty po celé jejich délce s výstražnou fólií červené barvy.

Obrázek 8.3.1

Zapojení měřicí sondy MS Cu/FE – 100 jako snímací elektrody automaticky řízeného usměrňovače

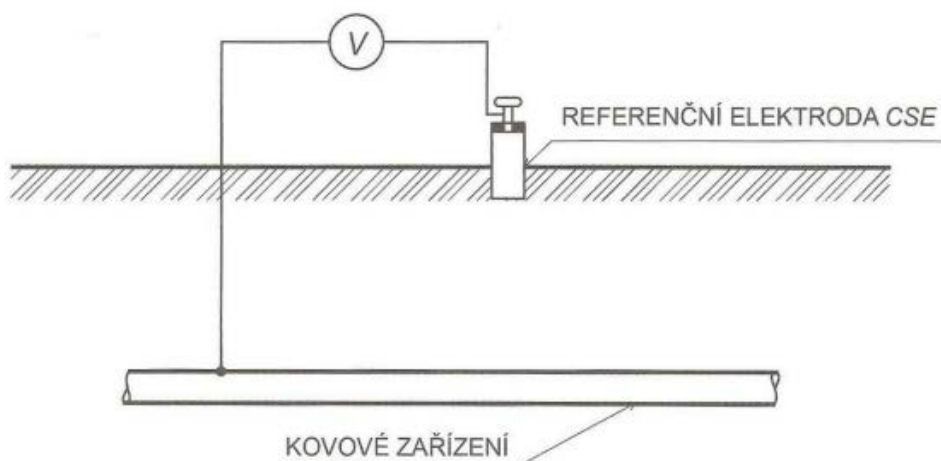


Legenda:

- 1 - chráněné potrubí
- 2 - řízený usměrňovač
- 3 - propojovací objekt
- 4 - uzemňovací anoda
- 5 - měřicí sonda MS - 100
- 6 - měřicí objekt

Obrázek 8.3.2

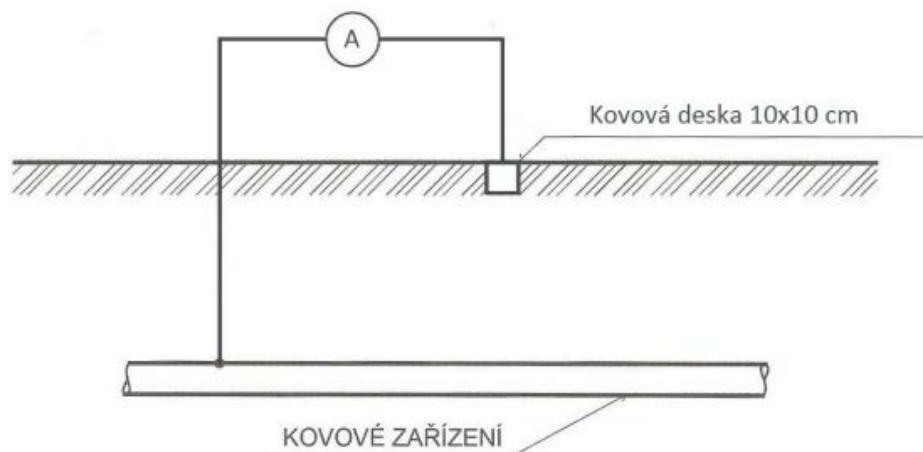
Schéma zapojení pro měření potenciálů kovové zařízení – půda



Měření proudu tekoucího konstrukcí spočívá v zapojení ampérmetru do obvodu v místě přerušení kovového zařízení. Ampérmetr se většinou zapojuje u izolačního spoje. Při měření nesmí mít obvod větší odpor jak 0,01 [Ω] a měříme obvykle s bočníkem. Směr procházení proudu obvodem je dán zapojením ampérmetru, od kladné svorky k záporné.

Obrázek 8.3.3

Schéma zapojení ampérmetru



Na trase dálkovodu jsou umístěny propojovací a měřicí objekty u chrániček, izolačních spojů a dále v místech stávajících propojovacích objektů potrubního koridoru.

Potrubí dálkovodu je v místě výstupu z areálu od uzemněných nadzemních částí potrubí galvanicky odděleno pomocí izolačního spoje. Galvanické oddělení podzemních částí potrubí od nadzemních úseků na výsypkách je řešeno izolačními spoji. Nadzemní potrubí na výsypkách je uloženo na podpěrách, je uzemněno připojením na stávající zemniče souběžných potrubí koridoru.

8.4 Ochrana před vlivy vn/vvn

Ochrana před nebezpečnými indukovanými vlivy vvn se provádí vedle opatření na vlastních linkách vvn opatřeními, provedenými na straně v zemi uložených potrubí.

Aby bylo možné eliminovat účinky nebezpečného indukčního vlivu vvn, je nutné svést nebezpečné indukované střídavé napětí do země a zároveň neovlivnit funkci katodické ochrany těchto potrubí. Jako uzemnění se používá páska FeZn uloženého v samostatném výkopu, vedeném souběžně s potrubími dálkovodů.

9 Související normy a dokumenty

Zákony:

- č. 22/1997 Sb. o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů.
- č. 90/2016 Sb. o posuzování shody stanovených výrobků při jejich dodávání na trh.
- č. 91/2016 Sb. kterým se mění zákon č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a některé další zákony.
- č. 102/2001 Sb. o obecné bezpečnosti výrobků a o změně některých zákonů (zákon o obecné bezpečnosti výrobků).
- č. 250/2021 Sb. o bezpečnosti práce v souvislosti s provozem vyhrazených technických zařízení a o změně souvisejících zákonů
- č. 251/2005 Sb. o inspekci práce.
- č. 252/2005 Sb. Usnesení Poslanecké sněmovny k zákonu o inspekci práce přijatému Parlamentem dne 3. května 2005 a vrácenému prezidentem republiky dne 19. května 2005
- č. 283/2021 Sb. stavební zákon
- č. 505/1990 Sb. o metrologii.

Nařízení vlády:

- č. 101/2005 Sb. o podrobnějších požadavcích na pracoviště a pracovní prostředí.
- č. 116/2016 Sb. o posuzování shody zařízení a ochranných systémů určených k použití v prostředí s nebezpečím výbuchu při jejich dodávání na trh.
- č. 190/2022 Sb. o vyhrazených technických elektrických zařízeních a požadavcích na zajištění jejich bezpečnosti
- č. 194/2022 Sb. o požadavcích na odbornou způsobilost k výkonu činnosti na elektrických zařízeních a na odbornou způsobilost v elektrotechnice
- č. 406/2004 Sb., o bližších požadavcích na zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v prostředí s nebezpečím výbuchu.

Normy harmonizované a normy ČSN:

Veškeré normy jsou v platné edici, včetně změn a oprav.

Normy harmonizované:

- ČSN EN 62305 - 1 Ochrana před bleskem - část 1: Obecné principy
- ČSN EN 62305 - 2 Ochrana před bleskem - část 2: Řízení rizika
- ČSN EN 62305 - 3 Ochrana před bleskem - část 3: Hmotné škody na stavbách a ohrožení života
- ČSN EN 62305 - 4 Ochrana před bleskem - část 4: Elektrické a elektronické systémy ve stavbách
- ČSN EN 62561-1 Součásti systémů ochrany před bleskem (LPSC) Část 1: Požadavky na spojovací součásti
- ČSN EN 62561-2 Součásti systému ochrany před bleskem (LPSC) - Část 2: Požadavky na vodiče a zemniče
- ČSN EN 62561-3 Součásti systémů ochrany před bleskem (LPSC) - Část 3: Požadavky na oddělovací jiskřiště

ČSN EN 62561-4	Součásti systému ochrany před bleskem (LPSC) - Část 4: Požadavky na podpěry vodičů
ČSN EN 62561-5	Součásti systému ochrany před bleskem (LPC) – Část 5: Požadavky na revizní skříně a provedení zemničů
ČSN EN 62561-6	Součásti systému ochrany před bleskem (LPSC) – Část 6: Požadavky na čítače úderů blesků (LSC)
ČSN EN 62561-7	Součásti systému ochrany před bleskem (LPSC) - Část 7: Požadavky na směsi zlepšující uzemnění
IEC TS 62561-8	Součásti systémů ochrany před bleskem (LPSC) - Část 8: Požadavky na součásti pro izolovaný LPS
ČSN EN 60079-0	Výbušné atmosféry - Zařízení - Obecné Požadavky
ČSN EN 60079-14	Výbušné atmosféry - Návrh, výběr a Zřizování elektrických instalací
ČSN CLC/TR 60079-32-1	Výbušné atmosféry - Návod na ochranu před účinky statické elektřiny
ČSN EN 60079-32-2	Výbušné atmosféry - Nebezpečí od statické elektřiny – Zkoušky
ČSN EN 50522	Uzemňování elektrických instalací nad 1 kV AC
ČSN EN 12068	Katodická ochrana - Vnější organické povlaky pro ochranu proti korozi v zemi nebo ve vodě uložených ocelových potrubí a používané za působení katodické ochrany - Páskové a smršťovací materiály
ČSN EN 12954	Obecné zásady katodické ochrany pozemních kovových zařízení uložených v půdě nebo ve vodě
ČSN EN 12499	Katodická ochrana vnitřních povrchů kovových zařízení
ČSN EN 13636	Katodická ochrana kovových nádrží uložených v půdě a souvisících potrubí
ČSN EN 13509	Měřicí postupy v katodické ochraně
ČSN EN 16299	Katodická ochrana vnějších povrchů spodních částí nadzemních ocelových skladovacích nádrží v kontaktu s půdou nebo se základy
ČSN EN ISO 12696	Katodická ochrana oceli v betonu
ČSN EN ISO 15257	Katodická ochrana - Stupně odborné způsobilosti a certifikace pracovníků katodické ochrany - Základ pro certifikační schéma
ČSN EN ISO 15589-1	Naftový, petrochemický a plynárenský průmysl - Katodická ochrana potrubních dopravních systémů - Část 1: Potrubí na souši

Normy ČSN:

ČSN 34 1390	Předpisy pro ochranu před bleskem <i>Poznámka: neplatná norma od 1. 2. 2009</i>
ČSN 33 2000 - 5 - 54	Elektrické instalace nízkého napětí - Výběr a stavba elektrických zařízení - Uzemnění a ochranné vodiče
ČSN 33 2000 - 4 - 41	Elektrické instalace nízkého napětí - Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti - Ochrana před úrazem elektrickým proudem
ČSN 03 8350	Požadavky na protikorozi ochranu úložných zařízení
ČSN 03 8375	Ochrana kovových potrubí uložených v půdě proti korozi
ČSN 33 2165	Zásady pro ochranu ocelových izolovaných potrubí uložených v zemi před nebezpečným vlivem venkovních trojfázových vedení a stanic vvn
ČSN 73 8101	Lešení – společná ustanovení

Podnikové normy:

N 11 006	Pravidla elektrických zařízení
N 11 012 CZ+EN	Standards elektro zařízení pro ORLEN Unipetrol / Standards of electrical equipemnt for ORLEN Unipetrol

Podnikové směrnice:

S 350	Technická dokumentace
S 401	Základní předpis v oblasti BOZP a BTZ
S 465	Povolování prací
S 844	Údržba technologického zařízení
S 915	Vzdělávání zaměstnanců

10 Přílohy k normě N 11 014

Příloha 1	Revize
Příloha 2	Řád preventivní údržby
Příloha 3	Nejčastější závady