

ODBORNÁ SPÔSOBILOSŤ V ELEKTROTECHNIKE 2



Ján Meravý
Jiří Kroupa

ODBORNÁ SPÔSOBILOST V ELEKTROTECHNIKE 2



EXPOL PEDAGOGIKA, s. r. o.
Heydukova 12 – 14
811 08 Bratislava
www.expolpedagogika.sk
info@expolpedagogika.sk
Telefón: 02/32 66 18 62

Konateľka spoločnosti
Mgr. Miroslava Bianchi Schrimpelová
Copyright ©
EXPOL PEDAGOGIKA, s. r. o., 2003

Autori ©
Ing. Ján Meravý
Jiří Kroupa

Recenzenti
Ing. Vladimír Sénaši
Štefan Šuplata

Ilustrácie ©
Ing. Anton Daniš, 2003
Grafická úprava ©
Milan Sabo
Zdroje fotografií ©
Ing. Ján Meravý
Návrh obálky ©
Ľubomír Klobušický

Šéfredaktorka
PhDr. Sylvia Radvanská
Zodpovedná redaktorka
Mgr. Petra Hertl
Jazyková redaktorka
Mgr. Adela Kullová

Všetky práva vyhradené. Žiadna časť tohto diela nesmie byť reprodukováaná alebo prenášaná v akejkoľvek forme alebo akýmkoľvek spôsobom, elektronickým alebo mechanickým, vrátane fotokópií, nahrávaním alebo akýmkoľvek dostupným prenosom informácií bez písomného súhlasu vydavateľstva EXPOL PEDAGOGIKA, s. r. o., okrem recenzií, kde sú citované krátke pasáže na účely zaradenia recenzie.

Schválilo Ministerstvo školstva Slovenskej republiky dňa 22. mája 2003 pod číslom 4038/2003-43 ako 1. vydanie učebnice pre 4. ročník študijného odboru 2675 6 00 elektrotechnika, 3. ročník učebných odborov a 4. ročník študijných odborov stredných odborných učilíšť skupiny 26 elektrotechnika.

Piate aktualizované vydanie, 2019 (tlačená verzia)
Prvé vydanie, 2019 (elektronická verzia)

ISBN 978-80-8091-624-4

OBSAH

| | |
|--|-----------|
| ÚVOD | 4 |
| 11. Uzemňovacie sústavy a ochranné vodiče | 5 |
| 11.1 Termíny a definície | 5 |
| 11.2 Uzemňovacie sústavy | 5 |
| 11.3 Uzemňovače | 6 |
| 11.3.1 Sústava uzemňovača | 6 |
| 11.3.2 Náhodný uzemňovač | 7 |
| 11.3.3 Zhotovený uzemňovač | 7 |
| 11.3.4 Spájanie rôznych uzemňovacích sústav | 9 |
| 11.3.5 Uzemňovač na vyrovnávanie potenciálu krokového napätia | 10 |
| 11.4 Hlavná uzemňovacia svorka | 10 |
| 11.5 Ochranné vodiče | 11 |
| 11.6 Vodiče na ochranné pospájanie | 14 |
| 11.7 Dokumentácia uzemnenia | 14 |
| 12. Ochrana objektov pred účinkami atmosférických výbojov – blesku | 15 |
| 12.1 Vznik atmosférického výboja | 15 |
| 12.2 Blesk ako zdroj škody – typy úderov blesku | 18 |
| 12.2.1 Riziká ohrozenia | 20 |
| 12.2.2 Základné termíny a definície | 21 |
| 12.2.3 Hladina LPL ochrany pred bleskom a LPS – systém ochrany pred bleskom | 22 |
| 12.3 Vonkajší systém ochrany pred bleskom – LPS | 23 |
| 12.3.1 Bleskozvod | 24 |
| 12.3.2 Časti vonkajšieho systému ochrany LPS | 25 |
| 12.3.3 Vedenia a zvody | 29 |
| 12.3.4 Skúšobné svorky | 33 |
| 12.3.5 Ochrana pred krokovým a dotykovým napätím | 33 |
| 12.3.6 Uzemňovače | 34 |
| 12.4 Aktívne zachytávače | 38 |
| 12.5 Vnútorný systém ochrany pred bleskom | 40 |
| 12.6 Základné pravidlá, ako sa správať počas búrky | 44 |
| 13. Ochrana proti prepätiam | 47 |
| 13.1 Ochrana informačno-technologických systémov proti prepätiu | 50 |
| 13.2 Ochrana anténnych systémov elektronických zariadení proti prepätiu | 51 |
| 14. Ochrana proti nadprúdom | 53 |
| 14.1 Spôsoby inštalácie vodičov a káblov s ohľadom na ich dovoľenú prúdovú zaťažiteľnosť | 54 |
| 14.2 Istiace a ochranné prístroje | 56 |
| 14.2.1 Istiace prístroje | 56 |
| 14.2.2 Ochranné prístroje | 59 |
| 15. Prípojky elektrickej energie nízkeho napätia | 62 |
| 15.1 Prípojky zhotovené vzdušným vedením | 63 |
| 15.2 Prípojky zhotovené káblovým vedením | 67 |
| 16. Kladenie silových elektrických rozvodov | 72 |
| 16.1 Stavba elektrických rozvodov | 72 |
| 16.2 Rozvody holými vodičmi | 72 |
| 16.3 Rozvody v elektroinštalčných rúrkach, lištách a v zemi | 74 |
| 16.4 Vedenia z mostíkových vodičov alebo jednožilových vodičov | 74 |
| 16.5 Káblové rozvody | 74 |
| 17. Rozvádzače a rozvodné zariadenia nízkeho napätia | 78 |
| 17.1 Druhy rozvodných zariadení | 78 |
| 18. Vnútorné elektrické inštalácie v objektoch budov | 83 |
| 18.1 Svetelná inštalácia | 85 |

| | |
|--|------------|
| 18.2 Zásuvková inštalácia..... | 87 |
| 18.2.1 Úbytok napätia v bytových domoch | 88 |
| 18.2.2 Zóny ukladania vedení v bytoch..... | 88 |
| 18.3 Technologické inštalácie..... | 89 |
| 18.4 Štruktúrované elektrické inštalácie | 90 |
| 18.5 Elektrické inštalácie novej generácie..... | 91 |
| 19. Pohyblivé prírody a šnúrové vedenia | 96 |
| 20. Pripájanie elektrických spotrebičov a strojov na sieť | 99 |
| 20.1 Elektrické prístroje..... | 99 |
| 20.1.1 Spínače, prepínače a ovládače | 99 |
| 20.1.2 Zásuvky a vidlice..... | 100 |
| 20.1.3 Nástrčky a prívodky | 101 |
| 20.1.4 Poistky a ističe | 101 |
| 20.1.5 Oznamovacie prístroje a zariadenia | 101 |
| 20.1.6 Elektrické svietidlá..... | 102 |
| 20.2 Elektrické spotrebiče | 104 |
| 20.2.1 Výkon spotrebiča | 104 |
| 20.2.2 Ochrana pred zásahom elektrickým prúdom | 104 |
| 20.2.3 Ďalšie požiadavky pri pripájaní elektrických spotrebičov..... | 105 |
| 20.3 Pracovné stroje..... | 107 |
| 20.4 Prerušenie vodiča PEN a jeho dôsledky | 108 |
| 21. Ochrana pred nebezpečnými účinkami statickej elektriny | 110 |
| 21.1 Elektrizovateľnosť tuhých látok | 110 |
| 21.2 Elektrizovateľnosť kvapalín..... | 111 |
| 21.3 Elektrostatické nabíjanie prachu, hmly a aerosólov..... | 111 |
| 21.4 Elektrostatický náboj na ľudoch | 111 |
| 21.5 Statická elektrina v elektronike..... | 112 |
| 21.6 Ochranné opatrenia pred nežiaducimi účinkami elektrických nábojov..... | 113 |
| 22. Elektrické zariadenia v horľavých látkach a na nich..... | 114 |
| 23. Elektrické inštalácie v priestoroch s vaňou alebo sprchou a v umývacích priestoroch | 118 |
| 23.1 Zóny v kúpeľni..... | 118 |
| 23.1.1 Zaistenie bezpečnosti – ochrana pred zásahom elektrickým prúdom..... | 120 |
| 23.1.2 Požiadavky na elektrické zariadenia (IP kód) | 121 |
| 23.2 Inštalácia elektrických zariadení a spotrebičov v jednotlivých zónach | 122 |
| 23.2.1 Elektrická inštalácia v umývacom priestore..... | 123 |
| 23.2.2 Elektrická inštalácia v priestoroch s vaňou alebo sprchou mimo vymedzených zón | 124 |
| 24. Elektrické inštalácie v priestoroch bazénov | 126 |
| 24.1 Klasifikácia zón v priestoroch plaveckých a oddychových bazénov..... | 126 |
| 24.1.1 Inštalácia elektrických zariadení v jednotlivých zónach..... | 126 |
| 25. Elektrické zariadenia na staveniskách a búraniskách | 129 |
| 26. Elektrické zariadenia v priestoroch s nebezpečenstvom výbuchu | 131 |
| 26.1 Teplotné triedy | 132 |
| 26.2 Delenie elektrických zariadení v objektoch s nebezpečenstvom výbuchu | 133 |
| 26.3 Označovanie priestorov s nebezpečenstvom výbuchu | 136 |
| 27. Prúdové chrániče a ich použitie v praxi..... | 137 |
| 27.1 Ochrana proti oblúku AFDD | 140 |
| 28. Odborné prehliadky a odborné skúšky elektrického zariadenia | 142 |
| 28.1 Kontrola stavu bezpečnosti technického zariadenia | 143 |
| 28.2 Odborné prehliadky a odborné skúšky elektrickej inštalácie v objektoch budov..... | 145 |
| 28.3 Revízia systému ochrany pred bleskom LPS a LPMS | 147 |
| 28.4 Odborné prehliadky a odborné skúšky elektrických zariadení (pracovných) strojov | 148 |
| 28.5 Revízie a kontroly elektrického ručného náradia | 149 |
| 28.6 Revízie elektrických spotrebičov..... | 150 |
| 29. Odporúčané merania | 152 |

ÚVOD

V súčasnom období dochádza k zmenám v technických normách a v predpisoch v súlade s legislatívou Európskej únie. Tieto zmeny vyžadujú neustále dopĺňanie nových vedomostí vyplývajúcich z nových poznatkov technického rozvoja. Nie je to však jednoduché, pretože nová legislatíva nie je až taká logická, ako sme boli doteraz zvyknutí, a preto treba venovať väčšie úsilie, aby bola správne pochopená a uvedená do praktického života. Dôležité je mať na pamäti, že prvoradá je bezpečnosť a ochrana zdravia a majetku osôb. Stopercentne to platí pri elektrických zariadeniach, ktoré musia byť vyhotovené tak bezpečne, aby nespôsobili poruchy a neohrozovali ich používateľov. Preto je potrebné pri návrhu, montáži a pri používaní elektrického zariadenia mať na zreteli, že je dôležité neustále dodržiavať prírodné zákony, lebo príroda tvrdo a nekompromisne trestá tých, ktorí ich, či už z neznalosti, alebo aj vedome, porušia. Dôsledkom sú poruchy, úrazy, havárie, požiare, poškodenie zdravia, ale aj strata toho najcennejšieho – života človeka.

Kľúčom pre každého pracovníka v elektrotechnike je získanie odbornej spôsobilosti na činnosti na elektrických zariadeniach podľa vyhlášky Ministerstva práce, sociálnych vecí a rodiny Slovenskej republiky (MPSVR SR) č. 508/2009 Z. z. Táto učebnica je zameraná na sprístupnenie základných poznatkov, ktoré sú potrebné pre elektrotechnikov (podľa § 21) na získanie odbornej spôsobilosti vo vzťahu k elektrickým zariadeniam a na upozornenie na možné nebezpečenstvo pre osoby a ich majetok, ktoré môže vzniknúť pri prevádzke elektrického zariadenia.

Piate, prepracované vydanie učebnice obsahuje základné aktuálne informácie o nových technických normách, právnych a bezpečnostných predpisoch a zásadách pri poskytovaní prvej pomoci pri úrazoch elektrickým prúdom, potrebné na overenie odbornej spôsobilosti pracovníkov v elektrotechnike. Uvádza ochranné opatrenia, a to jednotlivé druhy ochrany pred zásahom elektrickým prúdom, ochrany pred nadprúdom a pred zásahom blesku a ochrany zariadení pred prepätím. Poskytuje potrebné poznatky na získanie príslušného základného stupňa osvedčenia o odbornej spôsobilosti v elektrotechnike. Nenabrádza právne predpisy ani slovenské technické normy, ale obsahuje štandard požiadaviek na základnú odbornú spôsobilosť pre elektrotechnikov.

Učebnica je určená pre žiakov elektrotechnických učilísk a stredných odborných škôl na prípravu a na overenie základného rozsahu odbornej spôsobilosti v elektrotechnike podľa vyhl. MPSVR SR č. 508/2009 Z. z. Je však vhodnou literatúrou aj pre elektrotechnikov na projektovanie elektrických zariadení a pre revíznych technikov na vykonávanie odborných prehliadok a odborných skúšok vybraných technických zariadení elektrických, ako aj pre elektromontérov, elektroúdržbárov a ďalších záujemcov z elektrotechnickej praxe.

Ďakujeme Ing. Dušanovi Pernišovi z TI, a. s., a mnohým ďalším za podnetné pripomienky pri práci na tejto učebnici.

Autori

11. UZEMŇOVACIE SÚSTAVY A OCHRANNÉ VODIČE

Uzemnenie je úmyselne vytvorené vodivé spojenie zariadení a predmetov so zemou tak, aby určené miesto spotrebiča, zariadenia alebo siete bolo udržiavané na potenciáli zeme.

Uzemnenie elektrického zariadenia musí byť vždy vyhotovené tak, aby boli splnené **požiadavky bezpečnosti i správnej funkcie celej elektrickej inštalácie**.

STN 33 2000-5-54: 2012 **Uzemnenie a ochranné vodiče** podrobne špecifikuje použitie ochranných vodičov a požiadavky na prierezy vodičov PEN v pevných inštaláčnych rozvodoch pripojených na sieť TN.

11.1 Termíny a definície

Uzemňovač (*earth electrode*) – vodivá časť, ktorá sa môže uložiť v zemi alebo v špecifickom vodivom médiu, napríklad v betóne, ktorý je v elektrickom kontakte so zemou.

Základový uzemňovač uložený v betóne (*concrete-embedded foundation earth electrode*) – uzemňovač uložený v betóne alebo v základoch budovy, ktorý je vo všeobecnosti tvorený uzavretou slučkou.

Základový uzemňovač uložený v zemi (*soil-embedded foundation earth electrode*) – uzemňovač uložený v zemi pod základom budovy, ktorý je vo všeobecnosti tvorený uzavretou slučkou.

Ochranný vodič (*protective conductor*) – vodič na zaistenie bezpečnosti, napríklad na ochranu pred zásahom elektrickým prúdom.

Vodič ochranného pospájania (*protective bonding conductor*) – ochranný vodič zabezpečujúci ochranné pospájanie.

Uzemňovací vodič (*earthing conductor*) – vodič, ktorý zabezpečuje vodivé spojenie alebo časť vodivého spojenia medzi určeným bodom elektrickej siete, elektrickej inštalácie alebo elektrického zariadenia a sieťou uzemňovačov.

Hlavná uzemňovacia svorka/hlavná uzemňovacia prípojnica (*main earthing terminal/main earthing busbar*) – svorka alebo prípojnica, ktorá je súčasťou uzemňovacej sústavy inštalácie. Umožňuje elektrické pripojenie niekoľkých vodičov z dôvodu uzemnenia.

Ochranný uzemňovací vodič (*protective earthing conductor*) – ochranný vodič zabezpečujúci ochranné uzemnenie.

Uzemňovacia sústava (*earthing arrangement*) – súbor všetkých elektrických spojov a predmetov, ktoré sú súčasťou uzemnenia elektrickej siete, elektrickej inštalácie alebo elektrického zariadenia.

11.2 Uzemňovacie sústavy

Podľa účelu sa uzemňovacie sústavy delia na:

- **uzemňovacie sústavy na ochranné účely**

Hlavnou úlohou uzemňovacej sústavy slúžiacej na ochranné účely je dosiahnuť **ochranu a bezpečnosť** živých bytostí pred nebezpečným dotykovým a krokovým napätím vyvolaným poruchou alebo poškodením elektrického zariadenia, alebo vyvolaným bleskom. V praxi sa realizuje ako priame spojenie vodivých častí elektrickej inštalácie alebo častí súvisiacich s elektrickou inštaláciou so zemou s cieľom ochrany pred úrazom elektrickým prúdom. Ochranným uzemnením je tiež uzemnenie zhotovené s cieľom ochrany zariadení, ako sú potrubia, plášte oznamovacích káblov a podobne, pred účinkami elektrických polí a uzemnenie uzla transformátora VN/NN.

Ak sa na ochranu pred úrazom elektrickým prúdom použije nadprúdový chránič, ochranný vodič má byť vedený spolu s krajnými vodičmi alebo v ich blízkosti.

Ak sa použije na ochranu pred úrazom elektrickým prúdom napäťový chránič, pomocný uzemňovač musí byť inštalovaný v dostatočnej vzdialenosti tak, aby bol elektricky nezávislý od všetkých zostávajúcich uzemnených kovových častí.

- **uzemňovacie sústavy na funkčné účely**

Zriaďujú sa na zabezpečenie **spol'ahlivosti a funkčnosti** prevádzky a na ustálenie napätia sústavy proti zemi, na ochranu pred vniknutím napätia a prepätia zo siete nad 1 000 V do siete s napätím do 1 000 V. Tiež na zabezpečenie správnej funkčnosti zariadení slúžiacich pred prepätím, ktoré môže byť vyvolané nesprávnou funkciou alebo poruchou elektrických zariadení zapojených do elektrickej siete, alebo ktoré je vyvolané bleskom. Zabezpečuje správnu funkčnosť rôznych zariadení, hlavne v zdravotníctve, v oznamovacej technike a pod. Úlohou je zabezpečiť správnu činnosť zariadenia alebo zabezpečiť spol'ahlivú funkciu elektrickej inštalácie.

- **uzemňovacie sústavy kombinované na ochranné a funkčné účely**

Kombinované uzemnenie môže súčasne slúžiť na **ochranné aj funkčné** účely. V praxi sa osvedčilo a odporúča sa hlavne zriaďovanie kombinovaných uzemňovacích sústav, ktoré plnia účel ochranného a funkčného uzemnenia a zároveň aj uzemnenia bleskozvodu.

Uzemnenie môže byť:

1. **priame**, ak medzi uzemnenou časťou prúdového obvodu a zemou nie je zaradený žiaden odpor,
2. **nepriame**, ak sa medzi uzemňovaciu časť prúdového obvodu a uzemňovač zaradia prídavné odpory (ohmické, indukívne alebo kapacitné),
3. **uzemnenie bleskozvodov**, ktoré slúži na zvedenie prúdu blesku do zeme.

11.3 Uzemňovače

Uzemňovač je vodivé teleso uložené priamo do zeme tak, aby sa vytvorilo vodivé spojenie so zemou, alebo uložené do betónu, ktorý má dobré spojenie so zemou. Uzemňovač môže byť **náhodný alebo zhotovený** (umelo vytvorený).

11.3.1 Sústava uzemňovača

Sústava uzemňovača sa skladá z:

- uzemňovacieho vodiča,
- spojenia/svorčky pripojenia vodiča k uzemňovaču,
- vlastného uzemňovača.

Odpor uzemňovača má tri zložky:

- vlastný odpor uzemňovača a pripojených častí,
- prechodový odpor medzi uzemňovačom a okolitou zemínou,
- rezistivita – merný odpor zeminy v okolí uzemňovača.

Odpor uzemňovača ovplyvňuje:

- topológia uzemňovača alebo uzemňovacej sústavy,
- aktívna dĺžka uzemňovača v zemi,
- plocha, priemer uzemňovača,
- rezistivita pôdy.

Uzemňovací systém môže byť vyhotovený ako:

- **jednoduchý uzemňovač** (vodič, tyč alebo platňa horizontálne alebo vertikálne uložené v zemi),
- **viacnásobný uzemňovač s rôznym usporiadaním** (vodiče, tyče alebo platne uložené v zemi, ktoré sú rôzne vzájomne prepojené),

- **uzemňovacia mreža uložená v zemi alebo v betóne** (pásové alebo kruhové vodiče uložené v zemi, ktoré sú vzájomne prepojené tak, aby tvorili mrežu pod alebo v okolí objektu).

Odpor uzemnenia na ochranu elektrických zariadení je považovaný za dostatočné uzemnenie s odporom samostatného uzemňovača menším ako **15 Ω** .

11.3.2 Náhodný uzemňovač

Náhodný uzemňovač je vytvorený vodivým predmetom uloženým trvalo v zemi alebo v betónovej zmesi (napr. základy budov, časti oceľových konštrukcií, výstužná – armovacia – oceľ v betónových základoch, kovové rúry verejnej plynovodnej a vodovodnej siete) a bol vybudovaný na iný účel ako na uzemnenie.

Podmienky použitia náhodného uzemňovača:

- požadovaný zemný prechodový odpor,
- požadovaná prúdová zaťažiteľnosť,
- uloženie (prestavbou alebo úpravou nebude porušené),
- mechanická a korózna odolnosť,
- rovnaká predpokladaná životnosť ako uzemňované zariadenie.

Kovové plášte a obaly káblov, ako aj kovové vodovodné rúry sa môžu použiť ako uzemňovače iba po dohode a súhlase prevádzkovateľa.

Kovové rúry na rozvod horľavých kvapalín, plynov a vykurovacích systémov sa ako ochranné uzemňovače **nesmú** použiť.

Na funkčné uzemnenie kladného pólu v jednosmerných napájacích sústavách sa nemá použiť náhodný základový uzemňovač.

Prednostne sa na vyhotovenie uzemňovacích sústav odporúča **využívať náhodné uzemňovače**, ktoré konkrétna situácia ponúka a umožňuje.

11.3.3 Zhotovený uzemňovač

Je uzemňovač zámerne zriadený na uzemnenie? Typ zhotoveného uzemňovača sa volí podľa miestnych podmienok, t. j. podľa merného odporu (rezistivity) pôdy, veľkosti nezastavaného priestoru, úpravy terénu a podobne. Zhotovené uzemňovače sa ukladajú do vrstvy dobre vodivej pôdy tak, aby uzemňovač bol s ňou v dobrom styku.

Z hľadiska uloženia rozlišujeme:

- **Podpovrchový uzemňovač** – tvorí ho drôt alebo pásik uložený horizontálne v ryhe v nezamrzajúcej hĺbke **60 až 80 cm** pod rastlinným terénom. Ak je uzemňovač kladený do káblových rýh, musí byť uložený na dno výkopu, a to najmenej **10 cm** pod kábel alebo vedľa kábla.
- **Hĺbkový (tyčový) uzemňovač** – tvorí ho vodivá tyč dlhá napr. **2 m**, zvisle zarazená do zeme aspoň do hĺbky **0,5 m** pod úrovňou terénu. Ak sa použije viac tyčových uzemňovačov, z hľadiska ich elektrického využitia nemá byť vzdialenosť medzi nimi menšia, ako je dĺžka jedného tyčového uzemňovača. Odporúča sa využívať napájateľné hĺbkové uzemňovače, ktoré podľa miestnych podmienok možno v súčasnosti inštalovať vibračným kladivom aj do niekoľkok metrových dĺžok.
- **Základový uzemňovač** – uzemňovač uložený v betónových základoch budov, stožiarov, nosných konštrukcií a pod. Je tvorený z pásovej ocele alebo z oceľového drôtu s prierezom podľa tabuľky 11.3.3.1. Ukladá sa na dno výkopu pod izolačnú vrstvu tak, aby bol vodič uzemňovača obklopený betónovou zmesou hrubou najmenej **5 cm** (obrázok 11.3.3.3).
- **Obvodový uzemňovač** – uzemňovač tvorený drôtom alebo pásom uloženým v zemi okolo objektu v nezamrzajúcej hĺbke najmenej **60 cm** vo vzdialenosti najmenej 1 m od daného objektu. K nemu sú pripojené príводы z elektrickej inštalácie z objektu a zvody bleskozvodu. Základový a obvodový uzemňovač sa nesmie spojiť priamo, ale len cez iskrisko (vzhľadom na koróziu).

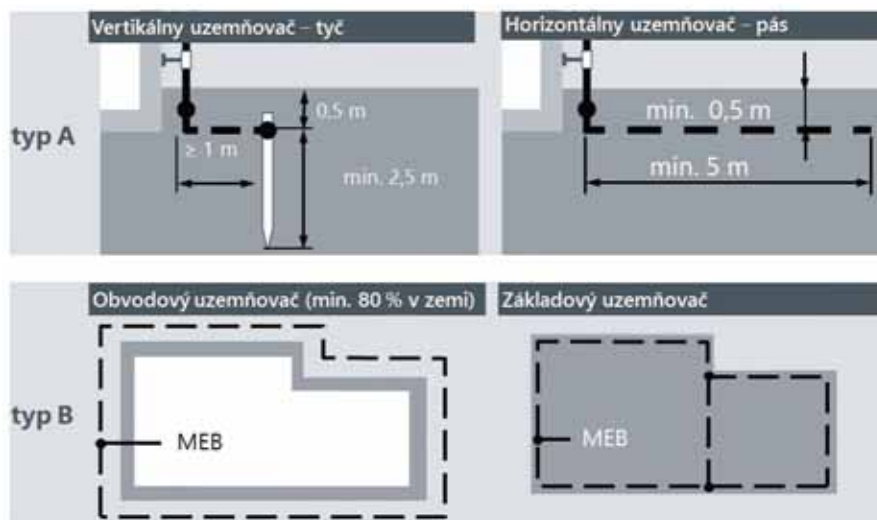
Tab. 11.3.3.1 Minimálne rozmery oceľových uzemňovačov z hľadiska zabezpečenia mechanickej pevnosti a koróznej odolnosti

| Materiál a povrch | Tvar | Minimálny rozmer | | |
|--------------------|-------|------------------|----------------------------|--------|
| | | priemer mm | prierez mm ² | hrúbka |
| oceľ | drôt | 10 | | |
| oceľ pozinkovaná | tyč | 16 | | 3 |
| | pás | 10 | 90 | |
| | drôt | 25 | | 2 |
| nehrdzavejúca oceľ | rúrka | 16 | | |
| | tyč | 10 | | |
| | drôt | 25 | | 2 |
| meď | rúrka | | | |
| | pás | | 50 | |
| | drôt | | 50 | |
| | tyč | 15 | | |

Uzemňovač nesmie byť tvorený kovovým potrubím slúžiacim na prenos horľavých kvapalín alebo plynov. Uzemňovače nesmú byť ponorené priamo vo vode potoka, rieky, rybníka, jazera a pod.

Ak sa uzemňovač skladá z častí, ktoré treba zložiť dohromady, spoj sa musí vykonať exotermickým zváraním, lisovanými konektormi, svorkami alebo inými mechanickými vhodnými konektormi, ktoré sú schopné preniesť predpokladaný elektrický prúd a majú požadovanú mechanickú pevnosť.

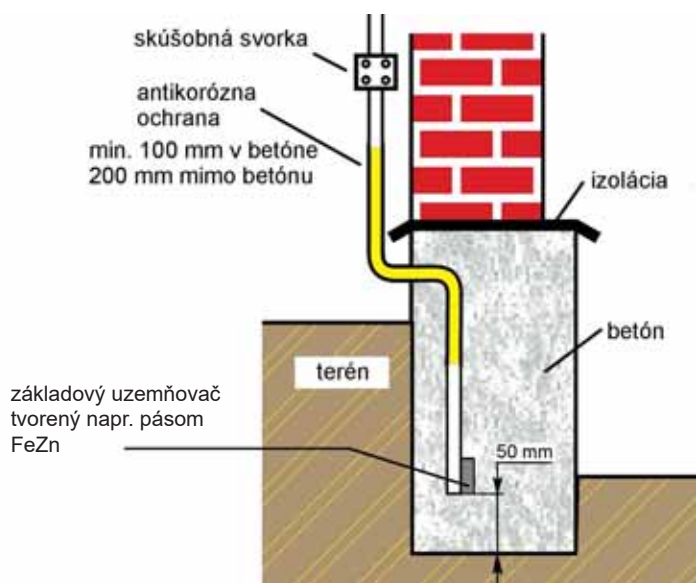
Uzemňovacie vodiče nesmú mať **menší prierez ako 6 mm² pre meď a 50 mm² pre oceľ**.



Výber materiálov a ich rozmerov na zriaďovanie uzemňovačov a uzemňovacích sústav musí zohľadňovať ich predpokladané prúdové a mechanické zaťaženie a musí **zohľadňovať vplyv korózie**. Hlavne pri uzemňovačoch, uzemňovacích sústavách alebo náhodných uzemňovačoch z ocele alebo pozinkovanej ocele uložených v zemi, ktoré sú vzájomne vodivo spojené s oceľou uloženou v betóne (napr. základový uzemňovač, armovanie uložené v betóne, konštrukcie strojov zaliate v betóne a pod.), dochádza v zemi k ich masívnej **elektrochemickej korózii**. V takýchto prípadoch je potrebné ako materiál uzemňovača uloženého v zemi použiť **nehrdzavejúcu oceľ**! Náhodné uzemňovače z ocele

sa v takýchto prípadoch musia pripojiť k uzemňovacej sústave nepriamo, cez iskrisko (pozri obrázok 11.3.3.3). Na obrázku 11.3.3.2 je ukážka, ako vyzerá vodič FeZn s priemerom 10 mm uložený v zemi po 15 rokoch.

Obr. 11.3.3.2 Príklad korózie vodiča FeZn ϕ 10 mm uloženého v zemi po 15 rokoch



Obr. 11.3.3.3 Zhotovený základový uzemňovač

11.3.4 Spájanie rôznych uzemňovacích sústav

Pracovné a ochranné uzemnenia rôznych rozvodných sústav do 1 000 V sa môžu spájať. Ochranné uzemnenia rôznych rozvodných sústav nad 1 000 V majú byť vzájomne prepojené. Všetky ochranné uzemnenia častí, ktoré sú vzájomne dosiahnuteľné (vzdialenosť do 2 m), **musia byť navzájom prepojené**.

Na uzemnenie **bleskozvodu a elektrickej inštalácie** sa má vybudovať spoločné uzemnenie. Uzemnenie bleskozvodu a elektrickej inštalácie sa **nemusí vzájomne spájať**, ak ich vzdialenosť v zemi je väčšia ako **5 m**. Takéto riešenie sa však považuje za technicky a funkčne nedokonalejšie.

Medené uzemňovače nesmú byť umiestňované v bezprostrednej blízkosti oceľových uzemňovačov ani s nimi byť spájané. Najmenšia dovolená vzdialenosť medzi týmito uzemňovačmi v zemi je **2 m**.

Uzemnenie **oznamovacieho zariadenia a uzemnenie silového zariadenia** sa má, pokiaľ možno, od seba oddialiť (pri zariadení do 1 000 V na vzdialenosť 20 m, pri zariadení nad 1 000 V na vzdialenosť 40 m). Podmienka platí i pri

uzemnení oznamovacieho zariadenia a uzemnení bleskozvodu. Ak sa nachádzajú bližšie ako 5 m, **musia sa vzájomne spojiť** a dodržať požiadavky pre obe zariadenia.

Pri veľkých uzemňovacích systémoch v oblastiach s **jednosmernými bludnými prúdmi** sa odporúča zriadiť na obvode uzemňovacej siete v protiľahlých stranách aspoň **štyri skúšobné vetvy dĺžky 5 až 10 m rozpojiteľné v skúšobných šachtách**. V týchto šachtách možno po rozpojení skúšobnej svorky merať odpor, intenzitu a smer jednosmerných bludných prúdov a z výsledkov merania posúdiť stupeň ohrozenia, funkčný a korózný stav uzemnenia.

Pri **novozriadených alebo rekonštruovaných uzemňovacích systémoch a uzemňovačoch** sa musí vždy pred uvedením do prevádzky vykonať meranie odporu uzemnenia ako celku (bez pripojenia PEN z prípojky).

Z hľadiska využitia plochy materiálu s ohľadom na dosiahnutý zemný odpor sú uzemňovače najvhodnejšie uložené vo **vertikálnom smere**. Ide o uzemňovače **tyčové** alebo **hlbkové**. Dosiahnutý zemný odpor v homogénnej pôde pri rovnakej vodivosti pôdy je približne polovičný ako pri uzemňovači rovnakej dĺžky uloženom v horizontálnom smere. Uzemňovací vodič sa vedie najkratším smerom bez ostrých ohybov s minimálnym počtom oblúkov a slučiek.

Uzemňovací vodič s **ochrannou funkciou pred úrazom elektrickým prúdom sa označí farebne ako ochranný vodič**.

Funkčné uzemnenie prepäťových ochrán (zvodičov prepätia) sa spája s ochranným uzemnením zariadenia, ktoré prepäťová ochrana chráni.

11.3.5 Uzemňovač na vyrovnávanie potenciálu krokového napätia

Uzemňovač na vyrovnávanie potenciálu (ekvipotenciálny prah) je uložený vo vhodnej hĺbke a vzdialenosti od vodičových predmetov s cieľom ovplyvnenia rozloženia potenciálu na povrchu zeme.

Na zníženie hodnoty nebezpečného prúdu sa spravidla použije **pásikový alebo drôtový vodič**, uložený v hĺbke **30 až 40 cm** vo vzdialenosti **1 m** od vodivého predmetu alebo konštrukcie.

Na zníženie hodnoty krokových napätí sa ukladajú do zeme ďalšie vzájomne prepojené vodiče postupne do väčších vzdialeností a hĺbok.

11.4 Hlavná uzemňovacia svorka

Hlavná uzemňovacia svorka (hlavná uzemňovacia prípojnica) alebo ekvipotenciálna svorka HUS (HUP, ES) sa musí zriadiť v každej inštalácii, v ktorej sa použije ochranné spájanie.

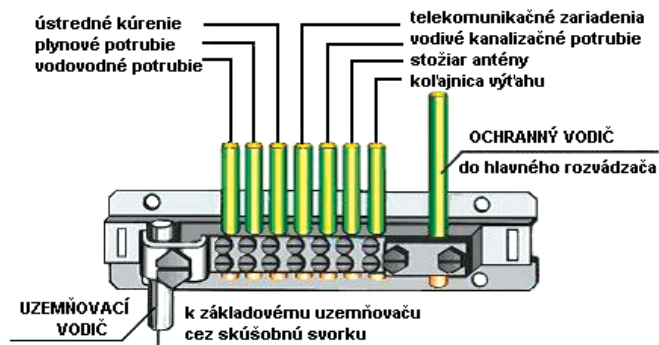
Na **hlavnú uzemňovaciu svorku** (HUP – pozri obrázok 11.4.1, HUS – obrázok 11.4.2) **musia byť pripojené:**

- uzemňovacie vodiče,
- vodiče na ochranné spájanie,
- ochranné vodiče,
- vodiče na funkčné uzemnenie (ak sa vyžadujú).



Obr. 11.4.1 Hlavná uzemňovacia prípojnica (HUP)

Odporúča sa spojiť s HUS aj bod rozdelenia siete TN – C na TN – S. Ak je v objekte zriadená viac ako jedna HUS, všetky takéto svorky sa musia vzájomne prepojiť.



Obr. 11.4.2 Hlavná uzemňovacia svorka (HUS)

Na účely kontroly (merania) odporu uzemnenia sa zriaďuje na vhodnom mieste uzemňovacieho vodiča **skúšobná svorka**, ktorá umožňuje jeho rozpojenie.

11.5 Ochranné vodiče

Ochranné vodiče slúžia na zaistenie bezpečnosti, napríklad pri ochrane pred zásahom elektrickým prúdom.

Prierez každého ochranného vodiča musí spĺňať podmienky na samočinnné odpojenie napájania a musí byť schopný vydržať mechanické a tepelné namáhania spôsobené predpokladaným poruchovým prúdom počas času, kedy obvod odpojí ochranný prístroj.

Ochranné vodiče možno použiť ako:

- vodiče viacžilových káblov,
 - izolované alebo holé vodiče v spoločnom kryte s krajnými vodičmi,
 - pevne uložené holé alebo izolované vodiče,
 - kovové plášte káblov, tienenie káblov, pancierovanie kábla, opletenie, koncentrický vodič, kovové kryty alebo rámy a kovové elektroinštalčné rúrky (ak spĺňajú tieto tri požiadavky):
1. Ich elektrická spojitosť sa musí zaistiť konštrukciou alebo vhodným spojením tak, aby bola zaistená ochrana proti mechanickému, chemickému alebo elektrochemickému poškodeniu.
 2. Musia spĺňať požiadavky na minimálne prierezy.
 3. Musia umožňovať pripojenie ďalších ochranných vodičov na každom vopred určenom pripojovacom/odbočovacom mieste.

Na obrázku 11.5.1 je znázornená uzemňovacia sústava tvorená základovým uzemňovačom, hlavná uzemňovacia svorka (HUS, MEB, EB), zapojenie vodičov na ochranné pospájanie cudzích neživých vodivých častí, ktoré nie sú súčasťou elektrickej inštalácie, ale môže sa na ne priviesť elektrický potenciál miestnej zeme, a zapojenie vodičov na ochranné pospájanie neživých vodivých častí zariadenia, ktorých sa možno dotýkať, ale ktoré sa môžu stať živými pri zlyhaní základnej izolácie. Obrázok obsahuje ďalej zapojenie ochranných vodičov a uzemňovacieho vodiča.

Ako ochranné vodiče PE, PEN a vodiče ochranného pospájania sa nemôžu použiť nasledujúce časti:

- kovové vodovodné potrubie,
- potrubie obsahujúce horľavé plyny, kvapaliny alebo prášky,
- konštrukčné časti vystavené mechanickému namáhaniu v normálnej prevádzke,
- ohybné alebo poddajné kovové elektroinštalčné rúrky, ak nie sú skonštruované na tieto účely,


- ohybné kovové časti,
- podperné vodiče, káblové rošty a káblové lávky.

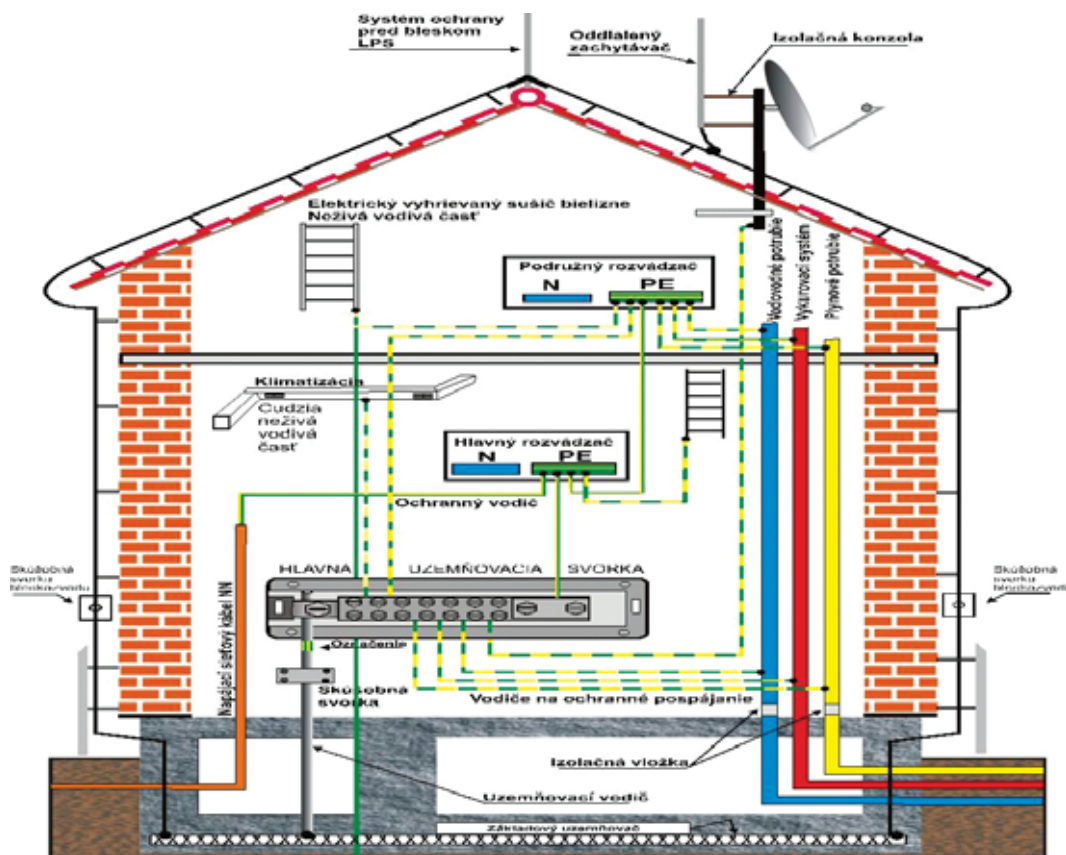
Ako ochranné vodiče sa tiež nesmú použiť:

- zábradlia, rebríky, plot,
- koľajnice dopravných zariadení (netýka sa elektrických trakčných zariadení podľa príslušných STN),
- nosné napínacie drôty,
- iné odnímateľné zariadenia,
- hliníkové plášte káblov:
 - v jednosmerných sieťach a tam, kde je nebezpečenstvo korózie zapríčinennej bludnými prúdmi,
 - v prostrediach so zvýšenou koróznou agresivitou ohrozujúcou bežnú protikoróznou ochranu.

Vzhľadom na to, že kovové vodovodné potrubie sa v súčasnosti už **nesmie použiť ako ochranný vodič alebo ako vodič ochranného spájania**, vodovodné potrubie už nie je uvedené ani medzi uzemňovačmi. Nová STN 33 2000-5-54: 2012 už nepožaduje premostenie vodomerov na vstupe do objektu budovy.

Pri inštalácii ochranných vodičov musia byť splnené tieto podmienky:

- ochranný vodič sa k uzemňovaciemu vodiču alebo k náhodnému uzemňovaciemu vodiču musí pripojiť cez skúšobnú svorku a musí sa chrániť pred mechanickým poškodením,
- ochranný vodič PE môže byť aj holý a nemusí sa viesť spoločne s krajnými vodičmi,
- ochranný a náhodný ochranný vodič má mať čo najmenší počet spojov, ktoré majú mať dlhodobu spoľahlivý dotyk chránený proti korózii. Pri spájaní neživých častí zariadení s nosnou časťou pomocou skrutky a vejárovej podložky sa musí prihliadať na prostredie, v ktorom je zariadenie umiestnené. Pozor, vo vonkajšom prostredí so zvýšenou koróznou agresivitou a pod. je skrutkové spojenie pomocou vejárovej podložky nedostatočné!,
- ochranný vodič sa musí pripájať na neživé časti (kostry) elektrických zariadení a na tie cudzie vodivé časti, ktoré môžu byť pri poruche pod napätím. Ochranný vodič sa nesmie pripájať na kryt spotrebiča alebo na inú konštrukčnú časť, ak by sa po jej odňatí mohlo prerušiť ochranné vedenie,
- ochranný vodič sa po uložení nesmie dotýkať horľavých látok alebo horľavých podkladov (podrobnosti stanovujú príslušné normy – napríklad STN 33 2312: 2013),
- v prostrediach s nebezpečenstvom požiaru alebo výbuchu nesmie povrchová teplota ochranných vodičov prekročiť dovolené hodnoty podľa príslušných noriem,
- náhodný ochranný vodič sa nesmie používať ako krajný vodič. Neplatí to pri elektrickej trakcii, röntgenových prístrojoch a pri niektorých elektronických zariadeniach,
- najmenšie prierezy ochranných vodičov sa určujú výpočtom alebo pomocou tabuľky 11.3.3.1,
- skrutky a svorky na pripojenie ochranného vodiča na elektrických prístrojoch, strojoch a zariadeniach musia byť označené značkou  (STN EN 60417-1: 2002), prípadne písmenami PE,
- vodivé potrubia, ak majú dobré vodivé spojenie po celej dĺžke, stačí spojiť s ochranným vodičom iba v jednom bode,
- vodivé potrubia v nebezpečných prostrediach, ak sú v dosahu ruky, musia sa vodivo spojiť po celej dĺžke. Na to sa musí urobiť vodivé prepojenie v prírubách a vhodne umiestniť svorka na pripojenie ochranného vodiča už pri montáži.
- **Ak sa v sieti používa vodič PEN, musia sa splniť ešte tieto podmienky:**
 - a) vodič PEN sa môže použiť iba v pevnej elektrickej inštalácii a z mechanických dôvodov nesmie mať menší prierez ako **10 mm² Cu** alebo **16 mm² Al**,
 - b) vodič PEN (s izoláciou, holý) sa musí viesť súbežne s krajnými vodičmi a v ich blízkosti, ak nie je s nimi v spoločnom obložení. Jeho príslušnosť k prúdovému obvodu sa musí vhodne označiť,
 - c) vodič PEN v spoločnom obložení musí mať rovnakú izoláciu ako krajné vodiče,
 - d) vodič PEN v striedavých jednofázových obvodoch musí mať rovnakú izoláciu ako krajné vodiče. Ak sú tieto vodiče uložené v obložení, musí byť v tom istom obložení aj vodič PEN,
 - e) vodič PEN sa musí izolovať na menovité napätie siete,
 - f) ak je vodič PEN holý, musí byť uložený izolovane, aby sa zabránilo bludným prúdom.



Obr. 11.5.1 Uzemňovacia sústava, ochranné vodiče a vodiče na ochranné spájanie

Stanovenie prierezu ochranného vodiča výpočtom sa použije v prípade, že čas potrebný na odpojenie obvodu nie je väčší ako 5 s. Prierez ochranného vodiča pri montáži nesmie byť menší ako prierez vypočítaný podľa vzorca:

$$S = \frac{\sqrt{I^2 \cdot t}}{k} [\Omega],$$

kde: S – prierez v mm^2
 I – veľkosť poruchového prúdu (A)
 t – vypínací čas v s maximálne do 5 s
 k – koeficient závislý od materiálu ochranného vodiča, od izolácie a ďalších častí, od začiatkovej a konečnej teploty (hodnoty na výpočet uvádza norma STN 33 2000-5-54: 2012 v prílohe A)

V prípade, že vypočítaná hodnota nezodpovedá normalizovanému prierezu, zvolí sa najbližšie vyšší normalizovaný prierez.

Stanovenie prierezu ochranného vodiča podľa tabuľky 11.5.2 (tab. 54.2 v STN 33 2000-5-54: 2012) sa dá alternatívne použiť na minimálne prierezy ochranných vodičov.

Tab. 11.5.2 Minimálne prierezy ochranných vodičov

| Prierez krajných vodičov inštalácie S (mm ²) | Najmenší prierez zodpovedajúceho ochranného vodiča S_p (mm ²) |
|---|--|
| $S \leq 16$ | S |
| $16 < S \leq 35$ | 16 |
| $S > 35$ | $S/2$ |

11.6 Vodiče na ochranné pospájanie

Vodiče na ochranné pospájanie slúžia na vyrovnanie potenciálov neživých a cudzích vodivých častí. Rozlišujeme vodiče na ochranné pospájanie určené na pripojenie na **hlavnú uzemňovaciu svorku** a vodiče na ochranné pospájanie určené na **doplňkové pospájanie**.

Prierez vodičov na ochranné pospájanie určené na pripojenie na hlavnú uzemňovaciu svorku nesmie byť menší, ako je polovica prierezu najväčšieho ochranného uzemňovacieho vodiča v inštalácii, a súčasne prierez nesmie byť menší ako:

- 6 mm² pri vodičoch Cu,
- 10 mm² pri vodičoch Al,
- 50 mm² pri oceľových vodičoch (8 mm).

Prierez vodičov na ochranné pospájanie, ktoré sú pripojené na hlavnú uzemňovaciu svorku, by nemal byť väčší ako 25 mm² (med' alebo ekvivalentný prierez pri iných materiáloch).

11.7 Dokumentácia uzemnenia

Pre každú uzemňovaciu sústavu sa musí vypracovať plán, ktorý má obsahovať:

- druh a umiestnenie uzemňovačov,
- rozmery uzemňovačov,
- hĺbku uloženia uzemňovačov,
- spojenie uzemňovačov,
- vedenie uzemňovacích vodičov a umiestnenie kontrolných šácht.

Otázky a úlohy:

1. Na aké účely slúži uzemňovacia sústava?
2. Aké sú podmienky použitia náhodného uzemňovača?
3. Kedy musí byť uzemňovač a uzemňovacia sústava z nerezovej ocele?
4. Aké sú požiadavky na zhotovenie uzemňovača?
5. Vysvetlite konštrukciu a výhody zhotoveného základového uzemňovača.
6. Čo je to hlavná uzemňovacia svorka, na čo slúži a kde sa umiestňuje?
7. Aké sú minimálne prierezy ochranných vodičov?
8. Ktoré vodiče musia byť pripojené na ekvipotenciálnu prípojnicu?
9. Aké podmienky platia pri ochranných vodičoch?
10. Čo nesmieme použiť ako ochranný vodič?

12. OCHRANA OBJEKTOV PRED ÚČINKAMI ATMOSFÉRICKÝCH VÝBOJOV – BLESKU

Atmosférický výboj – blesk – je z elektrického hľadiska vyrovnanie elektrických nábojov medzi mrakom a zemou alebo vzájomne medzi mrakmi. Pri tomto prírodnom jave teda dochádza k elektrickému preskoku medzi mrakom a zemou alebo medzi mrakmi.

Atmosférický výboj – blesk – spôsobuje ľudstvu odnepamäti škody a straty na majetku a obydlíach. Kým v minulosti išlo hlavne o škody a straty spôsobené mechanickými a tepelnými účinkami blesku, tak s nástupom využívania elektrických zariadení a systémov v bežnom živote pribudli aj škody spôsobené elektrickými a elektromagnetickými účinkami blesku.

Zabránenie škodám a stratám spôsobeným bleskom si teda vyžaduje zriadenie komplexného systému ochrany pred bleskom. Tento systém sa označuje **LPS** (*lightning protection system*).

Tento systém ochrany pozostáva:

- **z vonkajšej ochrany objektu** – eliminuje hlavne mechanické a tepelné účinky blesku,
- **z vnútornej ochrany** – chráni hlavne elektrické zariadenia pred účinkami elektromagnetického impulzu (LEMP) – eliminuje hlavne elektrické a elektromagnetické účinky blesku.

Do roku 2006 bola táto problematika riešená v elektrotechnických normách neprehľadne a vyžadovala si podrobné štúdium a znalosť viacerých noriem. V novembri 2006 vstúpila do platnosti **nová organizačná štruktúra medzinárodných noriem IEC a EN 62305**, ktorá má 4 časti a ktorá rieši problematiku ochrany pred všetkými účinkami blesku komplexne a systémovo. Tento súbor noriem bol prevzatý aj do normalizačnej sústavy Slovenskej republiky. Súbor noriem podrobne opisuje, ako sa navrhuje **systém ochrany pred bleskom LPS**, a dôrazne upozorňuje na to, že takýto systém má navrhovať špecialista s podrobnými znalosťami v problematike ochrany pred bleskom.

Súbor 4 noriem začal platiť od 1. 11. 2006 aj v **Slovenskej republike**. Podľa týchto noriem sa musí v súčasnosti zabezpečovať ochrana objektov, ľudí a elektrických zariadení v objekte. Ide o normy STN EN 62305-1 až STN EN 62305-4. V roku 2012 boli tieto normy aktualizované a doplnené o nové poznatky v tejto problematike. Nešlo o zmenu filozofie ochrany pred účinkami blesku, ale o spresnenie niektorých požiadaviek na komponenty ochrany, používaný materiál a dôkladnejšie vysvetlenie metódiky niektorých potrebných výpočtov.

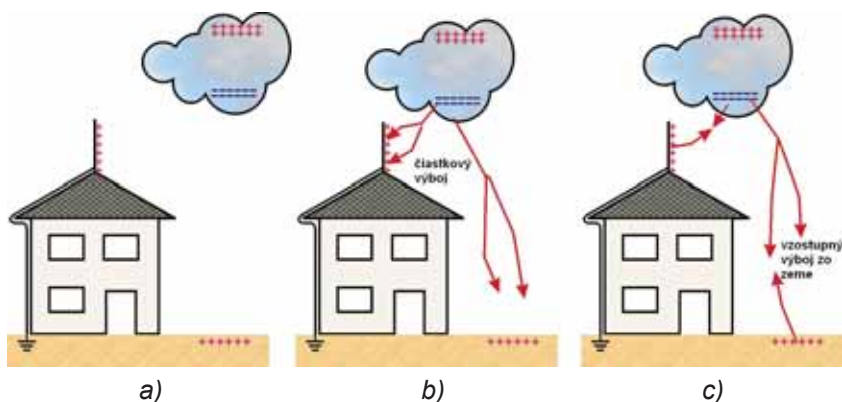
12.1 Vznik atmosférického výboja

Pri atmosférickom výboji LEMP (*lightning electromagnetic pulse*) sprevádzanom svetelným (blesk) a zvukovým (hrom) efektom dochádza k vyrovnávaniu kladných a záporných nábojov medzi mrakmi alebo medzi mrakom a zemou.

Mechanizmus vzniku elektrických nábojov v mrakoch je dostatočne objasnený. K nabitíu mraku dochádza tak, že stúpanie teplého vzduchu rýchlosťou až 100 km/h strháva vodnú paru a tvoria sa búrkové mraky vo výške 2 až 6 km s rozmerom až 10 km. Vodná para, ktorá sa dostane do takejto výšky, mení sa na kryštáliky ľadu, ktoré zase klesajú do spodnej časti mraku. **Prudké prúdenie vnútri mraku a trenie stúpajúcich a klesajúcich častí o seba** je príčinou vzniku elektrostatických nábojov rozložených tak, že **kladný náboj je spravidla v hornej časti a záporný náboj v spodnej časti mraku**, obrázok 12.1.1.

Na povrchu zeme sa zhromažďuje v tomto prípade kladný náboj. Intenzita elektrického poľa pod mrakom narastá na hodnotu dosahujúcu až 10 kV/cm. Dochádza k **ionizácii vzduchu** a k **vytvoreniu vodivého kanála**, cez ktorý sa uzatvorí iskrový výboj medzi mrakmi, resp. mrakom a zemou (blesk). Bleskový výboj sa vyvíja postupne, a to vo forme čiastkových zostupných výbojov. Zo zeme vyžarujú výboje opačnej polarít, ktoré napomáhajú uzatvoreniu vodivého kanála, obrázok 12.1.1 a, b, c. Bleskový kanál má priemer približne 5 cm. Úder blesku v danej oblasti možno chápať ako skrat medzi mrakom a zemou. Pri tomto jave dochádza k vyrovnaniu potenciálov **medzi mrakom a zemou**.

Hodnota intenzity bleskových výbojov dosahuje 2 kA až 200 kA. Doba trvania čela výboja je do 10 ms a teplota vodivého kanála môže dosiahnuť až 30 000 °C.



Obr. 12.1.1 Rozloženie nábojov v mrakoch a vznik výboja

Charakteristika blesku – bleskom nemusí byť vždy zasiahnutý len najvyšší bod objektu, ale aj miesto, z ktorého sa vetva vzostupného výboja spojí s vetvou zostupného výboja z mraku. Toto miesto môže byť aj nižšie, ako je najvyššia časť objektu. Je teda možné, že blesk zasiahne bok budovy alebo zasiahne terén vedľa budovy, aj keď tieto miesta sú položené nižšie ako najvyšší bod objektu. Početnosť bleskových výbojov nad celou zemegouľou je približne **360 000 za hodinu**.

Sprievodné javy a parametre blesku – blesk vyvoláva rovnaké účinky ako prúd, ktorý prechádza vodičom alebo izolantom.

Sprievodné javy sú spravidla:

- svetelné efekty,
- akustické efekty,
- tepelné účinky,
- elektrochemické účinky,
- elektrodynamické účinky,
- elektromagnetické pole.

Dôležité parametre blesku sú:

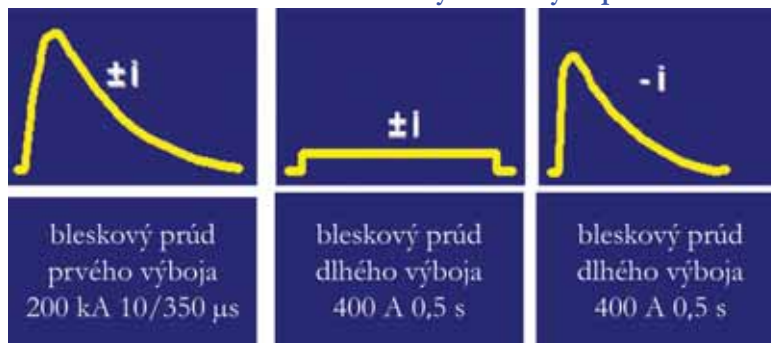
- čas nábehu a doznievania prúdu (strmosť – di/dt),
- špecifická energia,
- náboj,
- počet následných výbojov.

Dlhodobými meraniami a pozorovaniami bolo zistené, že blesk nie je len jeden výboj, tak ako ho vnímame voľným okom, ale že sa skladá z viacerých výbojov, pozri obrázok 12.1.2.

Prvý výboj – bleskový prúd prvého výboja môže dosiahnuť hodnotu až 200 kA s tvarom vlny (**10/350 μ s**). Až 50 % všetkých úderov blesku sa skladá len z jedného (z prvého) výboja a ďalších približne 50 % úderov blesku je zložených z **dlhého a následných výbojov**:

- **dlhý výboj** – bleskový prúd dlhého výboja môže dosiahnuť až 400 A a môže trvať až $t = 0,5$ s,
- **následné výboje** – bleskový prúd následných výbojov môže dosiahnuť až 50 kA (prúdová vlna má tvar 0,25/100 μ s).

STN EN 62305 – 1 Priebehy bleskových prúdov



Obr. 12.1.2 Zloženie bleskových výbojov

Druhy búrok na základe ich vzniku:

- **tepelná búrka** – vzduch sa ohrieva od slnka a stúpa hore,
- **geografická búrka** – nerovnosti zemského povrchu spôsobujú prúdenie vzduchu,
- **frontálna búrka** – studený vzduch sa podsúva pod teplý a vytláča ho do horných vrstiev. Atmosférické výboje môžu vzniknúť následne medzi mrakom a mrakom alebo mrakom a zemským povrchom.

Známe sú štyri druhy zemných výbojov:

1. **záporný výboj zem – mrak:** výboj postupuje zo zeme smerom k záporne nabitému mraku,
2. **záporný výboj mrak – zem:** výboj postupuje od mraku k zemi,
3. **kladný výboj mrak – zem:** výboj postupuje od mraku k zemi,
4. **kladný výboj zem – mrak:** od zemského povrchu smerom k mraku sa prenáša záporný náboj.

Prevažnú väčšinu výbojov predstavujú záporné výboje typu mrak – zem.

Špecifickým úkazom je **guľový blesk**. Výskyt je veľmi výnimočný, **jeho vznik a správanie však nie je doposiaľ dostatočne preskúmané**. V praxi často dochádza k situáciám, že si laici, ktorí dôkladne nepoznajú prejavy a elektrické účinky bežných atmosférických výbojov, vysvetľujú tieto účinky ako guľový blesk.

Okrem spôsobu vzniku a povahy atmosférických výbojov je v praxi dôležitá **hustota zásahov na km² za rok**. Pri návrhu vonkajších a vnútorných opatrení ochrany pred účinkami blesku je preto potrebné brať do úvahy aj túto skutočnosť. Počet búrkových dní v danej oblasti je spracovaný v **izokeraunických mapách**, dostupných aj na internetových stránkach (pozri obrázok 12.1.3). Počet zásahov na km² v danej oblasti je 1/10 búrkových dní za rok.



Obr. 12.1.3 Izokeraunická mapa Slovenska

12.2 Blesk ako zdroj škody – typy úderov blesku

K atmosférickému výboju dochádza medzi objektmi nabitými opačnými nábojmi. V prípade, že v dráhe výboja je objekt ako prekážka, výboj si vyhľadáva najvýhodnejšiu cestu, buď po jeho povrchu, alebo dokonca cez neho.

V praxi sa vyskytujú tieto výboje blesku:

- priamy úder blesku do objektu bez vonkajšej ochrany pred bleskom,
- priamy úder blesku do objektu s vonkajšou ochranou pred bleskom,
- priamy úder blesku do všetkých typov vedení vstupujúcich do objektu (NN, VN, VVN),
- telekomunikačné a informačné vedenia a vedenia systémov MaR,
- blízky úder blesku v okolí chránenej budovy,
- vzdialený úder blesku,
- výboj medzi mrakmi.

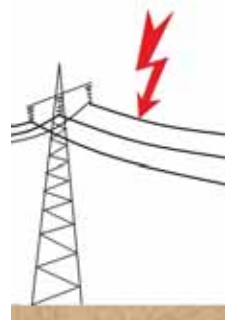
Dôsledky jednotlivých typov úderov sa dajú opísať nasledovne:

Priamy úder blesku do objektu bez bleskozvodu (vonkajšej ochrany pred bleskom) – výboj alebo jeho časti prechádzajú nekontrolované rôznymi časťami objektu. Spravidla vzniká lokálne oteplenie, dynamické namáhanie, potenciálový rozdiel s možnosťou priameho ohrozenia života a poškodenia elektrických rozvodov. Tento typ spravidla spôsobí požiar a mechanické poškodenie objektu s fatálnymi následkami.



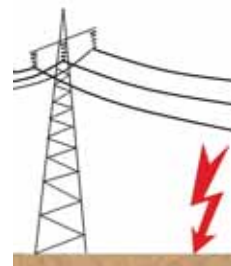
Priamy úder blesku do objektu vybaveného vonkajšou ochranou pred účinkami blesku – v tomto prípade sa škodlivé účinky znížia, nakoľko je zámerne vytvorená vodivá dráha na jeho zvedenie do zeme tak, aby bleskový prúd netiekol po konštrukcii objektu a nepoškodil ju tepelne a mechanicky. Aj pri bleskozvodom dobre chránenom objekte sa predpokladá, že až 50 % rušivých prúdov sa dostane do chráneného objektu po vedeniach NN, slaboprúdových rozvodoch, rôznymi elektrickými väzbami a pod. Na zabránenie ohrozenia života živých bytostí a ochránenie elektrických systémov a zariadení v objekte je nutné vyrovnanie potenciálov na všetkých vodivých konštrukciách a vodičoch v elektrických vedeniach inštaláciou zariadení SPD (*surge protection device*). Sú to **zvodiče bleskového prúdu, označované SPD typ 1**, ktoré zabránia vniknutiu bleskového prúdu do objektu. Ich návrh a špecifikácia si vyžaduje podrobnú znalosť problematiky ochrany pred bleskom. V praxi často dochádza k omylom, nedokonalým spracovaniam projektovej dokumentácie a k zlej špecifikácii potrebného zvodiča, či už z ekonomických dôvodov, alebo z dôvodu nízkej odbornej znalosti autora projektu. Následkom týchto omylov alebo nedokonalých návrhov sú škody aj napriek tomu, že na objekte boli nainštalované ochranné zariadenia.

Priamy úder blesku do vzdušného vedenia NN – po vedení sa šíri prúdová a prepäťová vlna s veľkou energiou. Jej dôsledok sa nepriaznivo prejaví na spotrebičoch v chránenom objekte. Ochrana sa zabezpečuje kvalitným a dôkladným systémom vyrovnania potenciálov doplneným sústavou zvodičov bleskových prúdov a prepätia.



Priamy úder blesku do vzdušného vedenia VN, VVN – tento typ je pre zariadenia VN menej nebezpečný. Bleskový prúd je utlmený distribučnými transformátormi VVN/VN/NN. Prenos prepäťových impulzov sa však uskutočňuje indukčnými, kapacitnými a galvanickými väzbami. Prepäťová vlna môže dosahovať hodnotu až 5 MV. Na ochranu slúžia obmedzovače prepätia.

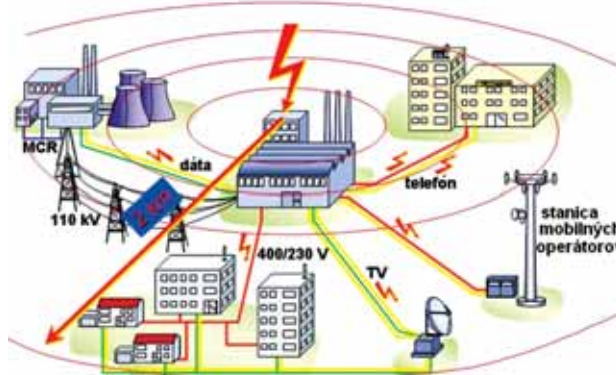
Blízky úder blesku – silné galvanické, indukčné a kapacitné väzby vznikajú práve v takomto prípade. Zdrojom galvanických väzieb, pri ktorých vznikajú nežiaduce rozdiely potenciálov, je uzemňovacia sústava, na ktorú sú pripojené káblové a ostatné vedenia. Indukčné a kapacitné väzby sú príčinou vzniku prepätí v samostatných navzájom oddelených vedeniach. Rozdiely potenciálov v takýchto prípadoch dosahujú rádovo stovky kV. Úder blesku do zeme môže byť v blízkosti budovy alebo v blízkosti napájacieho vedenia. Za blízky úder blesku sa považuje aj úder do



stromu v blízkosti chráneného objektu alebo atmosférický výboj mrak – zem, vzdialený aj niekoľko stoviek metrov od chráneného objektu.

Vzdialený úder blesku – pri vzdialenom údere blesku (približne 2 km) sa prepät'ová vlna šíri po vzdušnom vedení približne rýchlosťou svetla a po káblovom vedení polovičnou rýchlosťou. **Dôsledkom šírenia je poškodenie izolátorov, izolácie a elektrických zariadení v objektoch.**

Prepät'ovú vlnu čiastočne tlmia transformátory, ale galvanické, indukčné a kapacitné väzby medzi ich vinutiami a vývodmi nemožno úplne utlmiť. Dosah účinkov je pre súčasnú techniku nebezpečný až do vzdialenosti 2 km. Poškodené bývajú najčastejšie siete informačných, komunikačných a riadiacich technológií.



Obr. 12.2.1 Vzdialený úder blesku

Výboj medzi mrakmi – v tomto prípade dochádza k vzniku indukovaných napätí rádovo kV. Tieto impulzy sa šíria po rôznych vedeniach a ich účinky sú v podstate rovnaké ako pri vzdialenom údere blesku.

Škody na objekte – zásah blesku do objektu stavby môže spôsobiť poškodenie vlastnej stavby, jej obyvateľov a obsahu vrátane porúch vnútorných systémov. Poškodenie a poruchy môžu tiež zasiahnuť aj okolie stavby, kde môžu zraniť živé bytosti a poškodiť miestne životné prostredie. Rozsah zasiahnutia je závislý od vlastností stavby a parametrov blesku.

Pri návrhu opatrení musíme brať do úvahy všetky zásahy blesku, ktoré môžu poškodiť objekt, nepriaznivo ovplyvniť objekt, a teda spôsobujú škodu s následkom nejakého typu straty.

To však nie sú len priame zásahy do objektu. Spoločne ich nazývame „**zdroj škody**“ a označujeme veľkým písmenom **S**.

Z hľadiska polohy miesta úderu vzhľadom na stavbu prichádzajú do úvahy tieto zdroje škôd:

- **S1** – priamy úder blesku do chráneného objektu,
- **S2** – priamy úder blesku do zeme v blízkosti chráneného objektu,
- **S3** – priamy úder blesku do inžinierskych sietí pripojených k stavbe objektu,
- **S4** – priamy úder blesku do zeme v blízkosti inžinierskych sietí.

Tieto príčiny alebo, ako ich nazývame, „**zdroje škôd**“ spôsobujú v a na objektoch tri druhy škôd (označujeme ich veľkým písmenom **D**):

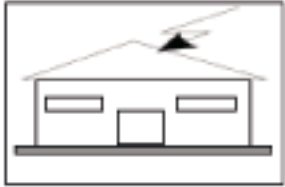
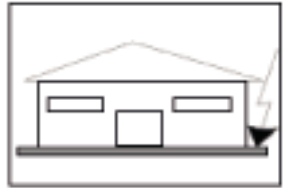
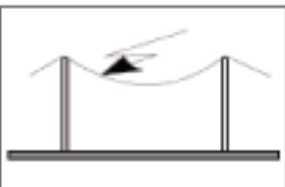
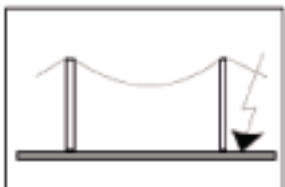
- **D1** – úraz živých bytostí (osôb alebo zvierat) spôsobený elektrickým šokom následkom dotykových alebo krokových napätí,
- **D2** – hmotná škoda (požiar, výbuch, mechanické alebo chemické účinky spôsobené fyzikálnymi účinkami od bleskového výboja),
- **D3** – poruchy elektrických alebo elektronických systémov spôsobené prepätím.

Každý typ škody, či už ide o samostatný, alebo v kombinácii s inými, následne vyvoláva straty v chránenom objekte alebo stavbe (označujeme ich veľkým písmenom **L**). Typy strát spôsobené bleskom sú:

- **L1** – straty na ľudských životoch,
- **L2** – strata na službách verejnosti,
- **L3** – straty na stavbách (kultúrne dedičstvo),
- **L4** – hospodárske a ekonomické straty (strata dát, zničenie zariadení a pod.).

Škody na inžinierskych sieťach – blesk, ktorý udrie do inžinierskej siete, môže spôsobiť jej samotné poškodenie (vedenie alebo potrubie používané na poskytovanie služby – zabezpečenie komunikácie), rovnako môže udrieť do pripojeného elektrického alebo elektronického zariadenia, ktoré môže poškodiť alebo zničiť. Rozsah poškodenia závisí od charakteru inžinierskej siete, od typu a rozsahu elektrických a elektronických systémov a parametrov blesku.

Tab. 12.2.2 Zdroj škody, typy škody a typy strát podľa bodu zásahu

| Zásah blesku | | Stavba | |
|---|-------------|----------------|---|
| Bod zásahu | Zdroj škody | Typ škody | Typ straty |
|  | S1 | D1 D2 D3 | L1, L4 ^a L1, L2, L3, L4 L1 ^b , L2, L4 |
|  | S2 | D3 | L1 ^b , L2, L4 |
|  | S3 | D1 D2 D3 | L1, L4 ^a L1, L2, L3, L4 L1 ^b , L2, L4 |
|  | S4 | D3 | L1 ^b , L2, L4 |
| ^a Iba pri nehnuteľnostiach, kde môžu byť straty na zvieratách. ^b Iba pri stavbách s nebezpečenstvom výbuchu a pri nemocniciach alebo iných stavbách, kde poruch vnútorných systémov bezprostredne ohrozujú ľudský život. | | | |

12.2.1 Riziká ohrozenia

Pri zriaďovaní systému ochrany pred bleskom LPS (*lightning protection system*) je hlavným cieľom dosiahnuť, aby **bola v objekte zabezpečená maximálna možná bezpečnosť**. To je definované vo viacerých zákonoch, vyhláškach a technických predpisoch. Pojem bezpečnosť by si ale mohol každý autor projektu vysvetliť subjektívne, a preto je v súbore noriem STN EN 62305-2 definovaný minimálny bezpečnostný štandard, ktorý musí byť dodržaný. K jednotlivým typom strát L1, L2, L3 je teda zadefinovaná hodnota prípustného rizika R1, R2, R3. Táto hodnota nesmie byť prekročená. Výsledkom „**analýzy rizika**“, ktorá musí byť vypracovaná pred začatím vypracovania konkrétneho tech-

nického návrhu opatrení, je špecifikovanie potrebných ochranných opatrení a definovanie potrebnej hladiny ochrany LPL (*lightning protection level*). Metodika na vypracovanie takejto analýzy rizika je opísaná v STN EN 62305-2.

Tab. 12.2.1.1 Typické hodnoty prípustného rizika R_T

| Typy straty | | R_T (rok ⁻¹) |
|-------------|--|----------------------------|
| L1 | strata ľudského života alebo trvalé poškodenie | 10^{-5} |
| L2 | strata služby pre verejnosť | 10^{-3} |
| L3 | strata kultúrneho dedičstva | 10^{-4} |

Napríklad riziko straty ľudského života R1, definované hodnotou 10^{-5} , znamená, že v jednom prípade z 10 000 zdrojov škody relevantných pre daný objekt môže dôjsť k strate ľudského života v alebo pri tomto objekte.

Vykonávacia vyhláška k stavebnému zákonu č. 532/2002 Z. z. ministerstva životného prostredia ustanovuje podrobnosti o všeobecných technických požiadavkách na výstavbu a hovorí o všeobecných technických požiadavkách na stavby užívané osobami s obmedzenou schopnosťou pohybu a orientácie. Táto vyhláška v podstate stanovuje **všeobecnú povinnosť zriaďovať na objektoch ochranu pred bleskom**.

Súbor noriem STN EN 62305 ochrany pred bleskom pozostáva zo štyroch častí:

STN EN 62305-1 – Všeobecné zásady – súbor noriem podáva informácie o účinku blesku, parametroch bleskového prúdu, škodách spôsobených bleskovým prúdom, ekonomických dôvodoch a význame zriaďovania systému ochrany pred bleskom LPS, ochranných opatreniach a o základných kritériách návrhu ochrany objektov a inžinierskych sietí pred bleskom.

STN EN 62305-2 – Škody spôsobené bleskom (metodika odhadu rizika) – súbor noriem slúži na určenie odhadu rizika pri objektoch a inžinierskych sieťach spôsobeného výbojom blesku. Stanovuje metódy odhadu rizika možnej škody spôsobenej bleskom a uvádza metódy výberu ochranných opatrení na zníženie rizika pod prípustnú hodnotu.

STN EN 62305-3 – Hmotné škody na objektoch a fyzické ohrozenie života – súbor noriem uvádza postup návrhu vonkajšej ochrany LPS. Systém ochrany pred bleskom LPS sa skladá z vonkajšej a vnútornej ochrany. Vonkajší systém LPS (bleskozvod) chráni objekty pred mechanickými a tepelnými účinkami bleskových prúdov a vznikom požiaru, osoby a zvieratá pred úrazom bleskovými prúdmi. Norma uvádza požiadavky na vonkajšiu ochranu objektov a na ochranu osôb a zvierat pred úrazom dotykovým a krokovým napätím v bleskozvodovej sústave.

STN EN 62305-4 – Elektrické a elektronické zariadenia vo vnútri objektov – súbor noriem sa zameriava na ochranné opatrenia, ktoré slúžia na zníženie rizika zlyhania elektrických a elektronických zariadení vo vnútri objektov. Stanovuje ochranu objektov pred prepätím spôsobeným impulzmi vyvolanými úderom blesku LEMP (*lightning electromagnetic pulse*) a vychádza z definovania zón ochrany pred bleskom (LPZ).

12.2.2 Základné termíny a definície

V tejto časti uvádzame termíny aj s anglickými názvami a definície pojmov, ktoré **priniesol nový súbor noriem**.

Elektrická sieť (*electrical system*) – zahŕňa prvky napájané napätím NN.

Elektronický systém (*electronic system*) – zahŕňa elektronické prvky, ako sú počítače, rádiové systémy, telekomunikačné systémy, riadiace a prístrojové systémy strojov a pod.

Vonkajší systém ochrany pred bleskom (bleskozvod) (*external lightning protection system*) – ide o časť LPS, ktorá pozostáva zo zachytávacej sústavy, sústavy zvodov a uzemňovacej sústavy.

Vnútny systém ochrany pred bleskom (*internal lightning protection system*) – elektrický a elektronický systém vo vnútri objektu. Ide o časť LPS, ktorá sa skladá z ekvipotenciálneho pospájania proti blesku a/alebo elektrickej izolácie vonkajšieho LPS.

Ekipotenciálne pospájanie proti blesku (vyrovnanie potenciálov pri pôsobení blesku) (*lightning equipotential*)

bonding) – pripojenie k LPS oddelených kovových prvkov priamym vodivým spojením alebo cez prepäťové ochranné zariadenie na zníženie rozdielov potenciálov spôsobených bleskovým prúdom.

Zostupný výboj (*leader*) – zostupuje z mraku k zemi, je sprevádzaný malými predvýbojmi. Pozostáva z prvého dlhého výboja, po ktorom nasledujú krátke následné výboje.

Vzostupný výboj (*streamer*) – stúpa od zeme k mraku z uzemneného objektu, je sprevádzaný malými predvýbojmi. Pozostáva z prvého dlhého výboja, po ktorom môžu nasledovať krátke následné výboje.

Bleskový prúd (*i*) – prúd, ktorý tečie v mieste úderu blesku.

Vrcholová hodnota prúdu (I) – maximálna hodnota bleskového prúdu.

Doba čela impulzného prúdu (T1) – hodnota určená ako 1,25-násobok času, ohraničená 10 % a 90 % strmosti prúdu.

Systém ochrany pred bleskom LPS (*lightning protection system*) – kompletný systém ochrany pred bleskom používaný na zníženie hmotných škôd spôsobených údermi blesku do objektu. Pozostáva z vonkajšej ochrannej bleskozvodovej sústavy a z vnútornej inštalácie ochrany pred bleskom.

Elektromagnetický impulz bleskového prúdu LEMP (*lightning electromagnetic impulse*) – elektromagnetické účinky vyvolané bleskovým prúdom.

Hladina ochrany pred bleskom LPL (*lightning protection level*) – číselný údaj stanovený k súboru hodnôt parametrov bleskového prúdu, zodpovedajúci pravdepodobnosti, že príslušné maximálne a minimálne hodnoty v prevádzke pri bleskovom prúde, získané meraním v prírodných podmienkach, nebudú prekročené.

Systém ochranných opatrení pred LEMP a LPMS (*lightning protection measures system*) – tvorí ho úplný systém ochranných opatrení vo vnútri objektu.

Trieda LPS (*class of LPS*) – číslo, ktoré udáva zatriedenie LPS na základe ochrannej hladiny ochrany pred bleskom, pre ktorú je naprojektovaný.

Prepäťová ochrana SPD (*surge protection device*) – zariadenie určené na obmedzenie prechodných prepätí a na zvod impulzných prúdov.

Zóna ochrany pred bleskom LPZ (*lightning protection zone*) – zóna, v ktorej je definované elektromagnetické prostredie.

Riziko – miera pravdepodobných ročných strát (osoby, majetok) zapríčinená bleskom v chránenom objekte.

Zložka rizika – časť rizika závislá od zdroja a typu vzniknutej škody v objekte.

Zvyškové riziko – najvyššia možná dovolená hodnota rizika po vykonaní ochranných opatrení v objekte.

Zóna objektu – časť objektu s rovnakými vlastnosťami, ktorá sa vzťahuje na sústavu parametrov na odhad zložky rizika.

Uzemňovacia sústava (*earth termination system*) – časť vonkajšieho LPS, ktorá je určená na zvedenie bleskového prúdu do zeme a tam na jeho rozptýlenie. Ide o celkový systém, ktorý tvorí uzemnenie.

12.2.3 Hladina LPL ochrany pred bleskom a LPS – systém ochrany pred bleskom

Trieda ochrany pred bleskom LPS – **systém ochrany pred bleskom** (*lightning protection system*) – predstavuje **priradenie k stupnici hodnôt**, v ktorej sa podľa pravdepodobnosti úderu blesku, podľa ekonomického významu stavby a podľa následkov možného výpadku určí **kompromis medzi rizikom a požiadavkou na náklady na realizáciu sústavy ochrany pred bleskom**.

Sú definované štyri hladiny ochrany pred bleskom – **LPL (I, II, III, IV)** – vo forme súboru parametrov bleskového prúdu, ktoré definujú blesk ako zdroj škody. Trieda LPS predstavuje číslo označujúce triedu LPS podľa ochrannej úrovne pred bleskom, pre ktorú je LPL navrhnutý. Aby bolo možné blesk **definovať ako rušivú veličinu**, sú stanovené **hladiny LPL I až IV. Pri každej hladine LPL je potrebné poznať súbor** (pozri tabuľku 12.2.3.1):

- **maximálnych hodnôt** – ide o kritériá, ktoré sú nutné na dimenzovanie a projektovanie súčastí ochrany pred bleskom a prepätím tak, aby zodpovedali daným požiadavkám,
- **minimálnych hodnôt** – ide o kritériá na určenie vonkajších priestorov zachytávacej sústavy tak, aby bola zaručená ochrana pred priamymi údermi blesku (polomer valiacej sa gule).

Tab. 12.2.3.1 Základné kritériá na určenie hladiny LPL na ochranu objektov a ochranu inžinierskych sietí

| Hladina LPL, trieda LPS | Maximálne hodnoty – kritériá na dimenzovanie | | Minimálne hodnoty – kritériá na zvedenie bleskového prúdu | | |
|-------------------------|--|--|---|--|--------------------------|
| | maximálna vrcholová hodnota bleskového prúdu | pravdepodobnosť, že skutočný bleskový prúd bude menší než maximálna vrcholová hodnota bleskového prúdu | minimálna vrcholová hodnota bleskového prúdu | pravdepodobnosť, že skutočný blesk. prúd bude väčší než minimálna hodnota blesk. prúdu | polomer valiacej sa gule |
| I | 200 kA | 99 % | 3 kA | 99 % | 20 m |
| II | 150 kA | 98 % | 5 kA | 97 % | 30 m |
| III | 100 kA | 97 % | 10 kA | 91 % | 45 m |
| IV | 100 kA | 97 % | 16 kA | 84 % | 60 m |

Príklady potrebnej hladiny ochrany objektu:

LPL (trieda LPS) I – nemocnice, banky, stanice mobilných operátorov, elektrárne, vodárne, plynárne,

LPL (trieda LPS) II – školy, supermarkety, katedrály, kultúrne pamiatky,

LPL (trieda LPS) III – obytné domy, rodinné domy, poľnohospodárske objekty,

LPL (trieda LPS) IV – objekty a haly bez výskytu osôb a vnútorného vybavenia.

12.3 Vonkajší systém ochrany pred bleskom – LPS

Vonkajší systém ochrany pred bleskom LPS slúži **na zachytenie úderu bleskového prúdu** smerujúceho do budovy a jeho **bezpečné zvedenie do zeme bez škôd a následkov**.

Rozhodujúce pri voľbe druhu ochrany pred bleskom sú konštrukcia objektu, charakter a tvar jeho strechy. Na obrázku 12.3.1 je prehľad základných typov striech.



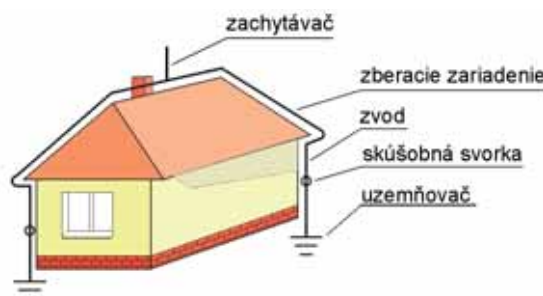
Obr. 12.3.1 Prehľad typov striech

12.3.1 Bleskozvod

Bleskozvod je vonkajší systém LPS ochrany pred bleskom (*external lightning protection system*). **Bleskozvod má tieto časti** (pozri obrázok 12.3.1.1):

- **zachytávaciu sústavu** (zachytávač, zachytávacia tyč, zachytávacie vedenie),
- **zvody**,
- **uzemnenie** (uzemňovač).

Uvedené časti bleskozvodu musia byť vzájomne vodivo prepojené. Spolupracujú tak, že bleskový náboj, ktorý by inak mohol zasiahnuť chránený objekt, zasiahne zachytávacie zariadenie, zvodom je zvedený do uzemňovacej sústavy, kde sa uzemňovačom bez spôsobenia škody rozptýli do zeme.



Obr. 12.3.1.1 Hlavné časti bleskozvodu

Druhy bleskozvodov – rozoznávame dva typy bleskozvodov:

- **izolovaný (oddialený)**,
- **neizolovaný**.

Izolovaný bleskozvod – vonkajší izolovaný systém LPS ochrany pred bleskom (*external LPS – isolated from the structure to be protected*). Zachytávacia sústava a zvody sú umiestnené tak, aby dráha bleskového prúdu nebola v dotyku s vodivými časťami chráneného objektu a spolu sú vodivo spojené len na úrovni zeme.

Keďže v princípe **ide o zabránenie preskoku bleskového prúdu na vnútorné kovové inštalácie**, môže byť takýto bleskozvod mechanicky uchytený a priamo nainštalovaný na chránenom objekte, ale bezpodmienečne musí byť zabránené preskoku bleskového prúdu na vnútorné vodivé časti objektu. Musí byť teda dodržaná **vypočítaná dostatočná preskoková vzdialenosť „s“**. Na trhu sú už niekoľko rokov dostupné komponenty, ako izolačné tyče, izolačné podpory, držiaky vedení a vodiče s vysokonapäťovou izoláciou, vyvinuté na tento účel.



Obr. 12.3.1.2 a) Ochrana fotovoltaických panelov na streche izolovaným stožiarovým bleskozvodom s použitím izolovaných vodičov HVI (high voltage isolation)



Obr. 12.3.1.2 b) Ochrana fotovoltaických panelov na streche izolovaným oddialeným bleskozvodom s použitím izolačných podpier

Izolované LPS môžu byť vyhotovené aj zachytávacími tyčami alebo stožiarmi, ktoré sú inštalované vedľa chráneného objektu, alebo prostredníctvom zavesených vonkajších vodičov medzi stožiarmi s dodržaním **dostatočných vzdialeností (s)** medzi zachytávacou sústavou a zvodmi na jednej strane a kovovými inštaláciami a vnútornými systémami na strane druhej. Z tohto dôvodu sa **izolovanému bleskozvodu LPS** hovorí aj **oddialený bleskozvod**. Výhodou izolovaného (oddialeného) bleskozvodu je, že sa zabráni vniknutiu bleskového prúdu do objektu, pozri obrázky 12.3.1.2 a) a 12.3.1.2 b).

Neizolovaný bleskozvod – vonkajší systém LPS ochrany pred bleskom (*external LPS not isolated from the structure to be protected*) neizolovaný (neoddialený) od chráneného objektu. Zachytávacía sústava a zvody sú umiestnené tak, že dráha bleskového prúdu **môže byť v dotyku s chráneným objektom** – vonkajší LPS je pripevnený k chránenému objektu. Uvedené časti bleskozvodu sa môžu nahradiť vodivou časťou objektu alebo konštrukčnou časťou, ktorá vyhovuje požiadavkám stanoveným na konštrukciu príslušnej časti bleskozvodu. Pri inštalácii takéhoto bleskozvodu je potrebné počítať s tým, že časť bleskového prúdu vnikne aj do ochráneného objektu, a preto je potrebné prijať ďalšie ochranné opatrenia.

Návrh takéhoto bleskozvodu si vyžaduje dôslednú koordináciu jednotlivých profesií na stavbe a dôsledné vodivé pospájanie všetkých vodivých konštrukcií v objekte. Tieto spoje musia byť schopné viesť časť bleskového prúdu.

12.3.2 Časti vonkajšieho systému ochrany LPS

Časti vonkajšieho systému ochrany LPS chráneného objektu pozostávajú zo zachytávacej sústavy, zvodov a uzemňovacej sústavy.

Zachytávacía sústava – účelom zachytávacej sústavy je zachytiť priamy úder blesku do predmetného objektu. Zachytávacía sústava môže byť tvorená komponentmi, ktoré možno vzájomne kombinovať. **Ide o:**

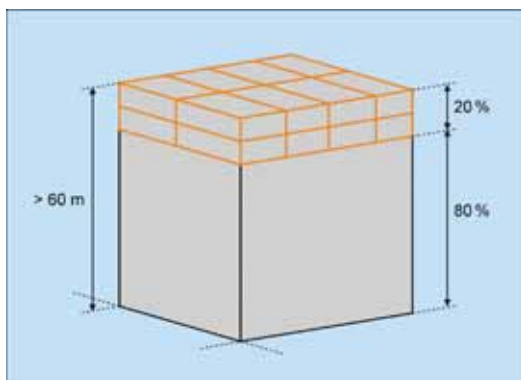
- zachytávacie tyče,
- zavesené laná a drôty tvoriace zachytávacie vodiče,
- mrežové sústavy.

Pri návrhu vonkajšieho systému ochrany (bleskozvodu) LPS musí byť venovaná zvýšená pozornosť stanoveniu polohy zachytávačov na danom objekte. **Na návrh zachytávacej sústavy podľa charakteru objektu môžu byť použité tri metódy:**

1. **metóda valivej gule** (členité objekty),
2. **mrežové sústavy** (ploché strechy),
3. **metóda ochranného uhla** (strešné nadstavby, anténne systémy).

Z dôvodu zlepšenia ochrany pred účinkami blesku elektronických a elektrických zariadení umiestnených na bokoch objektov norma predpisuje na **stavby vyššie ako 60 m** umiestniť zachytávacie sústavy tak, aby okrem ochrany hornej časti bola zabezpečená ochrana horných 20 % výšky objektu a na ňom uchytených zariadení.

Pri objektoch **vyšších ako 120 m** majú byť chránené všetky časti s možným ohrozením nad výškou 120 m (obrázok 12.3.2.1).



Obr. 12.3.2.1 Ochrana proti úderu blesku z boku

Tab. 12.3.2.2 Najvyššie hodnoty polomeru valivej gule, ôk mrežovej sústavy a ochranného uhla podľa ochrannej úrovne LPS

| Trieda LPS | Polomer valiacej sa gule r (m) | Metóda ochranného uhla α° | Oká mrežovej sústavy W (m) |
|------------|----------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|
| I | 20 | | 5×5 |
| II | 30 | | 10×10 |
| III | 45 | | 15×15 |
| IV | 60 | | 20×20 |

Náhodné zachytávače – niektoré súčasti chráneného objektu môžu byť v súlade s normou STN EN 62305-3 považované za náhodné zachytávače a súčasti LPS.

Paria sem:

- **kovové oplechovania objektu**, ak:

- je zabezpečené trvalé elektrické prepojenie jednotlivých častí (zvar, lisovanie, znitovanie, zoskrutkovanie, falcovanie a pod.),
- hrúbka oplechovania nie je menšia ako t' (mm) oplechovania, uvedená v tabuľke 12.3.2.3,
- hrúbka oplechovania nie je menšia ako t (mm) oplechovania, uvedená v tabuľke 12.3.2.3,
- oplechovanie nie je ošetrované izolačnou hmotou;

Tab. 12.3.2.3 Minimálne hrúbky kovových oplechovaní a rúr zachytávacích sústav

| Trieda LPS | Materiál | Hrúbka t (mm) | Hrúbka t' (mm) |
|------------|------------------|-----------------|------------------|
| I až IV | olovo | — | 2,0 |
| | oceľ pozinkovaná | 4,0 | 0,5 |
| | titán | 4,0 | 0,5 |
| | meď | 5,0 | 0,5 |
| | hliník | 7,0 | 0,65 |
| | zinok | — | 0,7 |

Pozn.: t zabráni prepáleniu, prežeraveniu alebo zapáleniu,
 t' možno použiť na kovové oplechovanie, keď nie je nutné zabrániť prepáleniu, prežeraveniu alebo zapáleniu.

- **kovové časti strešnej konštrukcie** (armovanie, nosníky a pod.) **pod nekovovou krytinou**, pokiaľ nepatria k chránenému objektu;
- **kovové časti**, ktoré **nemajú prierez menší, ako určuje norma** pre zachytávaciu sústavu (zábradlia, odkvapy, kovové ozdoby a pod.);
- **rúry a nádrže z kovu** umiestnené na streche vyrobené z materiálov s dostatočnou hrúbkou a prierezom, tabuľka 12.3.2.3; rúry a nádrže z kovu s obsahom horľavých alebo výbušných látok vyrobených z materiálov s prierezom a hrúbkou uvedených v tabuľke 12.3.2.3 alebo väčších, pričom zvýšenie teploty v mieste úderu blesku nespôsobí žiadne nebezpečenstvo.

Keď nie sú splnené uvedené podmienky, zariadenie je považované za chránený objekt a je zahrnuté pod jeho ochranu.

Vyhotovenie zachytávacej sústavy s neizolovaným vonkajším LPS môže byť na:

- strechách z nehorľavých materiálov, zachytávacie vodiče môžu ležať priamo na streche,
- strechách z ľahko horľavých materiálov, kde oteplenie vodiča môže spôsobiť zapálenie tohto materiálu, musí byť dodržaná bezpečná vzdialenosť medzi zachytávacou sústavou a materiálom strechy min. 0,1 m,
- stavbách s ľahko horľavými časťami, pričom tieto nesmú byť v priamom kontakte so zachytávačmi a nesmú byť pod kovovými krytmi s nedostatočnou hrúbkou.



Obr. 12.3.2.4 Stopa zásahu blesku do plechovej krytiny objektu

Návrhy zachytávacej sústavy na objektoch:

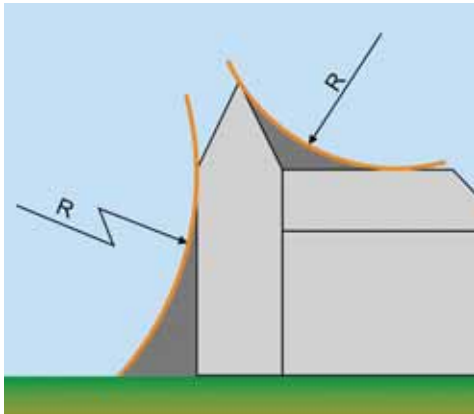
1. Metóda valivej bleskovej gule

Je vhodná na všetky typy objektov a odporúčaná hlavne na návrh rozmiestnenia zachytávačov na objektoch s nepravidelným tvarom (výška, rozloha). Polomer bleskovej gule predstavuje vzostupný výboj (*streamer*) zo zeme alebo zachytávacej sústavy oproti zostupnému výboju (*leader*) z mraku. Vzťahy medzi triedou LPS, polomerom bleskovej gule, účinnosťou zachytávacej sústavy a najmenšou vrcholovou hodnotou bleskového prúdu udáva tabuľka 12.3.2.5.

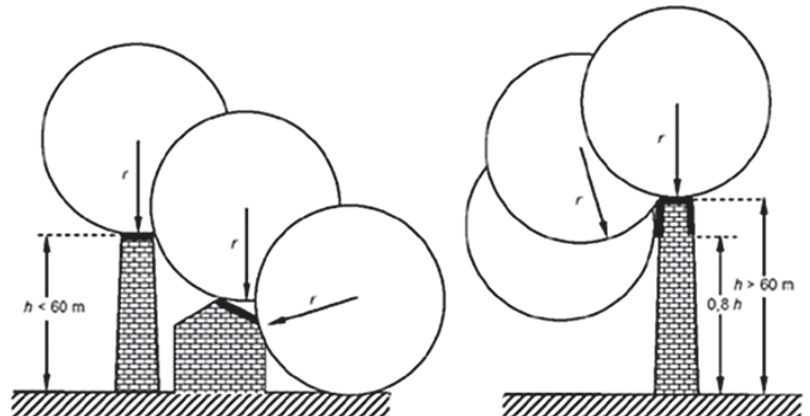
Tab. 12.3.2.5 Priradenie polomeru valiacej sa bleskovej gule podľa triedy LPS

| Trieda LPS | Kritérium zachytávacej sústavy E_i | Polomer valiacej sa gule R (m) | Najmenšia vrcholová hodnota bleskového prúdu I (kA) |
|------------|--------------------------------------|----------------------------------|---|
| IV | 0,84 | 60 | 16 |
| III | 0,91 | 45 | 10 |
| II | 0,97 | 30 | 5 |
| I | 0,99 | 20 | 3 |

Na obrázkoch 12.3.2.6 a 12.3.2.7 je znázornený návrh zachytávacej sústavy LPS metódou valivej gule.



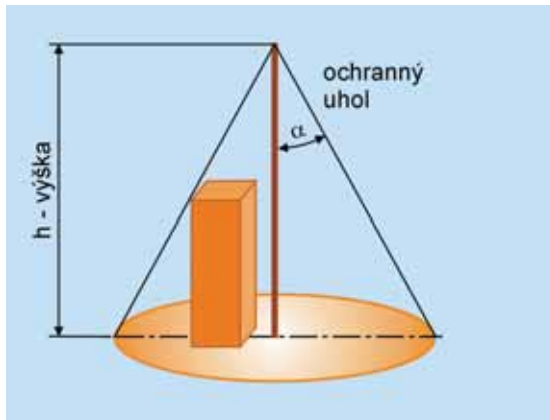
Obr. 12.3.2.6 Návrh zachytávacej sústavy objektu metódou valivej bleskovej gule



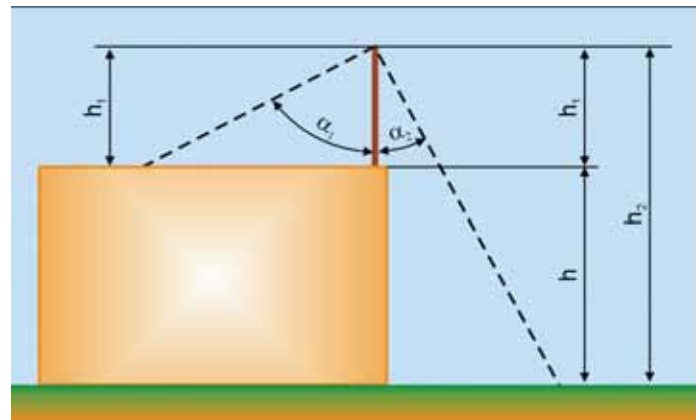
Obr. 12.3.2.7 Návrh zachytávacej sústavy objektov metódou valivej bleskovej gule

2. Metóda ochranného uhla

Úzko súvisí s metódou valivej bleskovej gule. Ochranný uhol tyčového zachytávača závisí od triedy LPS a od výšky chráneného objektu. Zachytávacia sústava (tyče, oká, drôty, vedenia) má splniť požiadavku, ktorou sa zabezpečí, aby všetky zariadenia a časti chráneného objektu ležali v ochrannom priestore zachytávacej sústavy. **Metóda je vhodná len na objekty s jednoduchými tvarmi.** Limitujúca je výška objektu H (m) v tabuľke 12.3.2.8. Ukážky návrhu ochrany sú na obrázkoch 12.3.2.8 a 12.3.2.9.



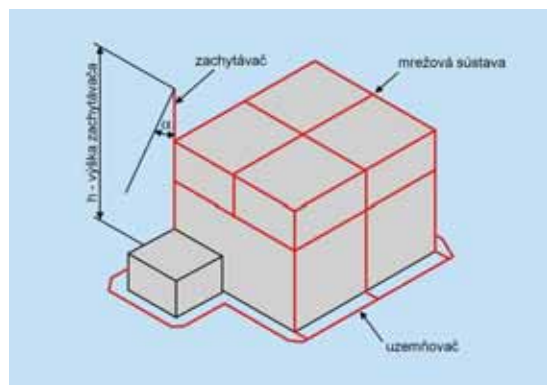
Obr. 12.3.2.8 Návrh zachytávacej sústavy objektu metódou ochranného uhla



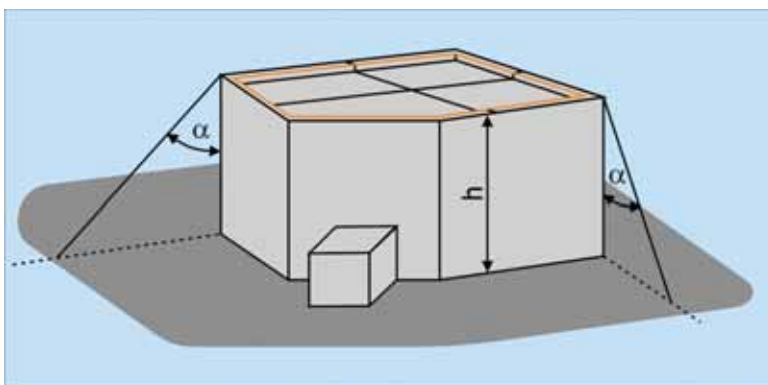
Obr. 12.3.2.9 Návrh zachytávacej sústavy objektu metódou ochranného uhla

3. Metóda mrežovej sústavy

Je to univerzálna metóda, ktorá nezávisí od výšky a tvaru strechy objektu. Zachytávaciu sústavu je vhodné umiestniť na vonkajšie hrany obvodu objektu. Kovové oplechovania okrajov možno použiť ako náhodný zachytávač. Musia byť splnené podmienky uvedené v tabuľke 12.3.2.2. Metóda je vhodná na ochranu objektov s plochou strechou. Usporiadanie je na obrázkoch 12.3.2.10 a 12.3.2.11.



Obr. 12.3.2.10 Návrh zachytávacej sústavy objektu metódou mrežovej sústavy



Obr. 12.3.2.11 Návrh zachytávacej sústavy objektu metódou mrežovej sústavy

12.3.3 Vedenia a zvody

Vedenie a zvody zachytávacej sústavy musia byť vyhotovené z požadovaného materiálu príslušného tvaru a prierezu (pozri tabuľku 12.3.3.5). Zvody musia zabezpečiť **čo najkratšie elektricky vodivé spojenie** medzi zachytávacou a uzemňovacou sústavou tak, aby prechodom bleskového prúdu nedošlo k škodám na objekte budovy nedovolené vysokým oteplením zvodov.

Vedenia a zvody **nesmú vytvárať na objekte inštalračné slučky a slepé konce**. Všeobecne majú byť zvody rozmiestnené v blízkosti rohov chráneného objektu a ďalej, pokiaľ je to možné, rovnomerne pozdĺž jeho obvodových stien.

Zvody **nesmú byť uložené v odkvapových rúrach a rúrach**, a to ani v prípadoch, ak sú plastové. Mechanická odolnosť musí byť zabezpečená uchytením držiakmi alebo podperami na to určenými. Skryté zvody uložené v rúrkach nespĺňajú požiadavky na mechanickú odolnosť zvodov, nakoľko sú vodiče v nich voľne uložené.

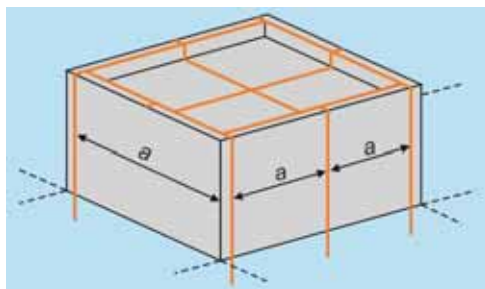
Vyhotovenie zvodov – zvody je potrebné na objektoch rozložiť a umiestniť tak, aby medzi miestom úderu blesku a zemou:

- bolo vytvorených viac paralelných ciest na zvod bleskového prúdu,
- dĺžka cesty bleskového prúdu bola čo najkratšia,
- ekvipotenciálne spájanie objektu zodpovedalo požiadavkám normy na vyrovnanie potenciálov medzi vodičmi súčastí chráneného objektu budovy.

Umiestnenie a počet zvodov neoddialeného LPS – minimálny počet zvodov neoddialeného LPS sú dva zvody. Zvody sa rozmiestňujú po obvod budovy (tabuľka 12.3.3.1) v závislosti od triedy LPS, pokiaľ možno v rovnakých vzdialenostiach (pozri obrázok 12.3.3.2) s ohľadom na architektonické a praktické požiadavky chránenej budovy. Odporúča sa, aby na každom nechránenom rohu budovy bol umiestnený jeden zvod.

Tab. 12.3.3.1 Vzdialenosti medzi zvodmi a obvodovými vodičmi podľa triedy LPS

| Trieda LPS | Vzdialenosti (m) |
|------------|------------------|
| I | 10 |
| II | 10 |
| III | 15 |
| IV | 20 |

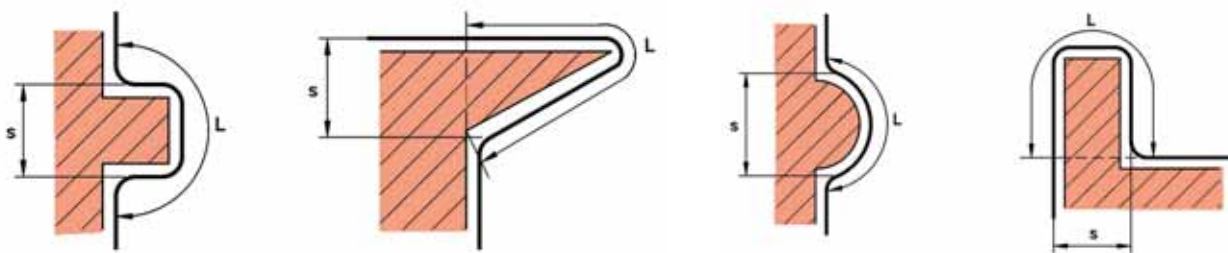


Obr. 12.3.3.2 Rozmiestnenie zvodov po obvode objektu

Rozmiestnenie a počet zvodov oddialeného LPS:

- ak je tyčový zachytávač umiestnený na nekovovom oddialenom stožiar, je potrebný minimálne jeden zvod na každý stožiar. Kovové stožiare alebo stožiare vzájomne prepojené armovaním, pričom armovanie je využívané a konštruované ako neizolovaný bleskozvod, nepotrebujú žiadne ďalšie zvody,
- keď je zachytávacia sústava vytvorená z jedného alebo viacerých napnutých lán alebo drôtov, musí sa na každú nosnú konštrukciu inštalovať jeden zvod,
- keď zachytávaciu sústavu tvorí vodivá mrežová sústava z lán alebo vodičov, je nutné zriadiť minimálne jeden zvod na každú konštrukciu na uchytenie lana alebo drôtu.

Rozmiestnenie a počet zvodov neoddialeného LPS – zvody sa rozmiestňujú a zhotovujú v zásade tak, aby bolo dodržané v čo najväčšej miere priame pokračovanie zachytávacej sústavy až k meracej svorke. Zvody sa inštalujú priamo a zvisle bez zbytočných slučiek, stúpaní a zákrut. V prípade, že nemožno viesť zvod rovno dolu a treba vytvoriť jeho zakrivenie (slučku), postupuje sa pomocou vzorca na výpočet dostatočnej vzdialenosti (s), aby nedošlo k preskoku medzi zvodom a zakrivenou časťou objektu priamo. Príklady možných zakrivení na objekte budovy sú na obrázku 12.3.3.3.



Obr. 12.3.3.3 Príklady možného zakrivenia (slučiek) zvodu bleskozvodu

Návrh LPS na previsnutú časť objektu:

Pri stavbách s previsnutou (vyloženou) časťou na zníženie pravdepodobnosti zásahu bleskovým prúdom stojacej osoby v tomto priestore by mala skutočná vzdialenosť d v metroch vyhovovať podmienke (pozri obrázok 12.3.3.4):

$$d > 2,5 + s,$$

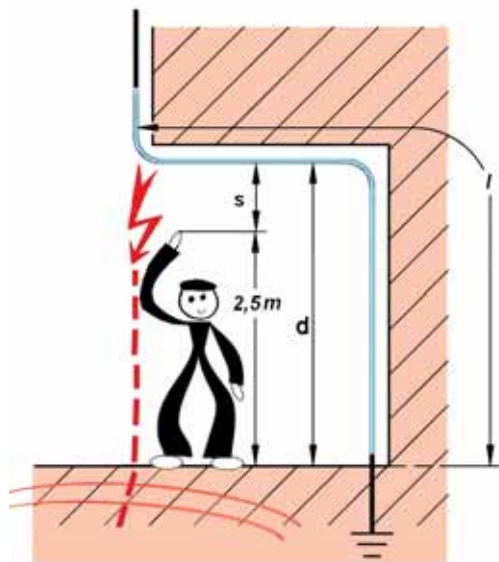
kde s predstavuje dostatočnú (bezpečnú) vzdialenosť v metroch.

Dostatočná vzdialenosť s musí byť:

$$s > k_i \frac{k_c}{k_m} l \text{ [m]},$$

kde je:

- k_i – závislý od triedy LPS < 0,08 – 0,04 >
- k_c – závislý od bleskového prúdu, ktorý preteká zvodmi a od geometrického usporiadania zachytávacej sústavy
- k_m – závislý od materiálu elektrickej izolácie (vzduch, betón, tehla), pre pevný materiál = 0,5, pre vzduch = 1
- l – dĺžka slučky zvodu v metroch od bodu, pri ktorom by mala byť zaistená dostatočná vzdialenosť až k najbližšiemu vyrovnaniu potenciálov



Obr. 12.3.3.4 Izolovaná časť zvodu vedenia bleskozvodu v previsnutej časti objektu

V prípade, že sa to nedá dosiahnuť, pre väčšiu bezpečnosť osôb sa zvod pod previsom môže riešiť **vodičom s polyetylénovou izoláciou CUI** (pozri obrázok 12.3.5.1) s izolačnou pevnosťou 100 kV (1,2/50 μ s).

Pri inštalovaní zvodov je vždy nutné **dodržať predpísané vzdialenosti** od podkladového materiálu a súčasne aj vzdialenosť nosných držiakov zvodu.

Je potrebné dodržať aj minimálne prierezy vodičov zvodu a pritom zabrániť súbehu zvodu so silovými a inými elektrickými vedeniami uloženými vo vnútri aj mimo objektu.

Zvody sa **nesmú ukladať do prostredia s možnosťou zvýšenej korózie** (odkvapy a pod.) a rovnako nemajú prechádzať **priestormi balkónov, lodží a rozvodmi vnútri objektov**. Ako zvod možno použiť armovacie konštrukcie nosných stĺpov budov spravidla na tento účel výrobne už upravené. Využitie kovových konštrukcií súčasne odstraňuje možnosť vzniku rozdielu potenciálov medzi konštrukciou strechy a zachytávacou sústavou.

Náhodné zvody – norma preferuje prednostné používanie strojených zvodov. Ako náhodné zvody však dovoľuje využiť kovové konštrukcie, ktoré:

- sú dobre a trvalo vodivo prepojené,
- v mieste pripojenia zvodu nemajú zakrivenia,
- umožňujú pripojenie ďalších nadväzných zachytávačov, zvodov alebo uzemňovačov. Tu je potrebné uviesť si, či je bleskozvod konštruovaný ako izolovaný alebo neizolovaný. Ak je bleskozvod konštruovaný ako izolovaný, tak je potrebné dodržať **dostatočnú vzdialenosť „s“** od všetkých elektrických vedení a ostatných vodivých konštrukcií v objekte.

V tabuľke 12.3.3.5 sú uvedené minimálne prierezy zachytávacej sústavy na tyče a zvody.

Tab. 12.3.3.5 Minimálne prierezy zachytávacej sústavy, zachytávacích tyčí a zvodov

| Materiál | Druh | Min. prierez (mm ²) | Min. priemer (mm) | Poznámka |
|--------------------------|------------|---------------------------------|-------------------|--|
| meď holá a pocínovaná | tuhý pásik | 50 | 2 | hrúbka |
| | drôt | 50 | 8 | Na malé zaťaženie stačí 28 mm ² a priemer 6 mm. |
| | lano | 50 | 1,7 | každý prameň |
| | guľatina | 200 | 16 | na zachytávacie tyče a vývody uzemňovačov |
| hliník | tuhý pásik | 70 | 3 | hrúbka |
| | drôt | 50 | 8 | |
| | lano | 50 | 1,7 | každý prameň |
| legovaný hliník | tuhý pásik | 50 | 2,5 | hrúbka |
| | drôt | 50 | 8 | |
| | lano | 50 | 1,7 | každý prameň |
| | guľatina | 200 | 16 | na zachytávacie tyče |
| oceľ pozinkovaná | tuhý pásik | 50 | 2,5 | hrúbka |
| | drôt | 50 | 8 | |
| | lano | 50 | 1,7 | každý prameň |
| | guľatina | 200 | 16 | na zachytávacie tyče a vývody uzemňovačov |
| antikorózna oceľ | tuhý pásik | 50 | 2 | hrúbka |
| | drôt | 50 | 8 | |
| | lano | 70 | 1,7 | každý prameň |
| | guľatina | 200 | 16 | na zachytávacie tyče a vývody uzemňovačov |

Pri veľkých plochých stavbách (priemyselné prevádzky, výstavné haly a pod.) s rozmermi väčšími než 4-násobok vzdialenosti zvodov, ak je to možné, mali by byť inštalované dodatočne aj **vnútorné zvody**, a to približne každých 40 m. V takomto prípade treba brať ohľad na účinky elektromagnetického prostredia na citlivé elektronické zariadenia, ktoré sú umiestnené v blízkosti vnútorných zvodov.

V prípade, že zvody z architektonického hľadiska nemôžu byť namontované na povrchu, mali by byť inštalované v **otvorených zárezoch muriva** pri prísnom dodržaní dostatočnej vzdialenosti medzi zvodom a akoukoľvek vodivou časťou vo vnútri stavby (s).

Priama inštalácia (skrytých zvodov) vo vonkajšej omietke z holých drôtov alebo pásov sa **neodporúča** vzhľadom na ich možné poškodenie koróziou a možné poškodenie omietky mechanickými silami a oteplením pri prechode bleskového prúdu. Ako skrytý zvod pod omietkou sa môže použiť **izolovaný vodič HVI** alebo **vodič z hliníkovej zliatiny AlMgSi s PVC obalom**.

STN EN pre skryté zvody dovoľujú využívať aj **armovanie železobetónových nosníkov a podperných stĺpov**. **Musia však byť splnené nasledujúce požiadavky:**

- skryté zvody v nosníkoch musia byť spoľahlivo zvarené zvarom spĺňajúcim požiadavky normy STN EN 62305-3 alebo zosvorkované svorkami spĺňajúcimi požiadavky EN 62561 armovacou konštrukciou. Vývody musia byť s antikoróznou ochranou,
- oceľová výstuž a pripojovacie plochy zvodov musia mať dostatočný prierez,
- musí byť zabezpečené dostatočné prepojenie kovových častí konštrukcií a fasád so zachytávačmi a uzemňovačmi, odporúčané vzdialenosti 6 až 12 m s možnosťou pripojenia tienenia budovy,
- pri fasádach z veľkého počtu kovových častí je potrebné riešiť možnosť ich vzájomného prepojenia,
- stavebné dilatačné medzery musia byť z dôvodov zachovania tieniacej schopnosti objektu viacnásobne vodivo premostené,
- aj na objekty s malým pôdorysom musia byť zhotovené minimálne dva zvody.

Vzdialenosti na uchytenie (podpier) zvodov podľa normy STN EN 62305-3 udáva tabuľka 12.3.3.6.

Tab. 12.3.3.6 Vzdialenosti na uchytenie podpier zvodov podľa STN EN 62305-3

| Usporiadanie vodičov zvodov | Vzdialenosť na uchytenie lán a pásikov [mm] | Vzdialenosť na uchytenie tuhých drôtov |
|---|---|--|
| vodorovné vodiče na vodorovných plochách | 500 | 1000 |
| vodorovné vodiče na zvislých plochách | 500 | 1000 |
| zvislé vodiče od úrovne terénu až do 20 m | 1000 | 1000 |
| zvislé vodiče od 20 m a viac | 500 | 1000 |

12.3.4 Skúšobné svorky

Skúšobné svorky sú potrebné ako miesto merania prechodového odporu uzemňovacej sústavy.

Môžu byť umiestnené na **vonkajšej alebo vnútornej stene chráneného objektu stavby**, prípadne v **skúšobnej skrinke v stene alebo v podlahe**. Skúšobná svorka má byť umiestnená na **každom zvode** k uzemňovacej sústave. Z dôvodu merania musí byť skúšobná svorka rozpojitelná pomocou náradia a zvod riadne označený.

Skúšobná svorka sa zvyčajne umiestňuje ako:

- **vonkajšia** – vo výške 1,8 až 2 m, chránená pred vplyvom počasia,
- **skrytá** – pri skrytých zvodoch vo výške 0,6 až 1,8 m, skrinky musia byť dostatočne priestorné.

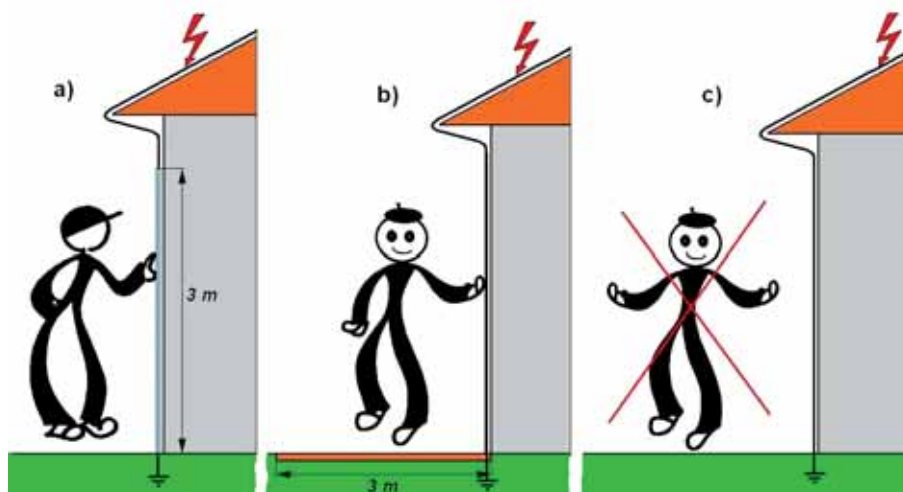
Pri železobetónových alebo oceľových konštrukciách, ktoré sú využité ako náhodné zvody, sa skúšobné svorky nevyžadujú.

12.3.5 Ochrana pred krokovým a dotykovým napätím

V okolí zvodov na vonkajšej strane objektu môžu vzniknúť životu nebezpečné dotykové a krokové napätia. Aby k tomu nedošlo, treba zabezpečiť ochranné opatrenia pred zranením osôb alebo zvierat.

Tieto opatrenia spočívajú v splnení aspoň jednej z uvedených podmienok:

- častí zvodov v danom priestore musia byť chránené izolovaným vodičom CUI izolačnou vrstvou (polyetylén) aspoň 3 m od povrchu zeme, pozri obrázok 12.3.5.1 a,
- povrchový odpor plochy, v ktorej sa môže chránená osoba nachádzať do vzdialenosti 3 m od zvodu, musí byť 5 k Ω a väčší. Túto podmienku spĺňa napr. živичný povrch s hrúbkou aspoň 50 mm, pozri obrázok 12.3.5.1 b,
- pravdepodobnosť priblíženia osôb k vonkajšiemu zvodu bleskozvodnej ochrany je vylúčená alebo je len malá, pozri obrázok 12.3.5.1 c.



Obr. 12.3.5.1 Ochranné opatrenia pred zranením osôb alebo zvierat spôsobeným dotýkovým alebo krokovým napätím

12.3.6 Uzemňovače

Uzemňovacia sústava – je neoddeliteľnou súčasťou vonkajšej ochrany objektu pred bleskom. Uzemňovacia sústava musí **zabezpečiť zvedenie bleskového prúdu atmosférického výboja sústavou zvodov do zeme a tam ho rozptýliť do povrchových vrstiev zeme**. Aby bol prechod bleskového prúdu do zeme rovnomerný, uzemňovacia sústava musí spĺňať určitý tvar a príslušné rozmery. Odporúča sa vyhotoviť integrovanú sústavu na uzemnenie objektu tak, aby vyhovovala ochrane pred bleskom silnoprúdových, oznamovacích a rádiokomunikačných systémov.

Usporiadanie uzemňovačov (návrh) – ako bolo uvedené, uzemňovacia sústava má zabezpečiť rovnomerné rozloženie bleskového prúdu do zeme a eliminovať vznik nadmerných rozdielov potenciálov medzi jednotlivými časťami chráneného objektu. Výsledkom návrhu má byť dosiahnutie čo najmenšej hodnoty vlastného odporu jednotlivých uzemňovačov proti zemi a súčasne aj odporu celej uzemňovacej sústavy. IEC a EN v súčasnosti neudávajú maximálnu hodnotu zemného odporu. Pre potreby ochrany pred bleskom je však požadovaná minimálna dĺžka uzemňovača uloženého v zemi. Za dostatočne nízku hodnotu je však považovaný odpor uzemňovača s hodnotou pod **10 Ω** .

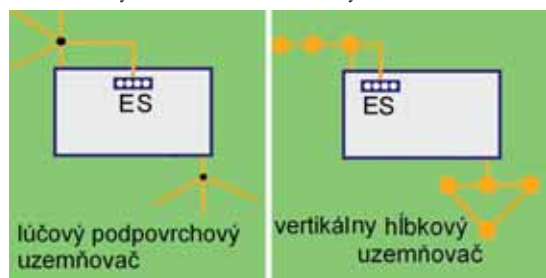
Norma STN 33 2000-4-41 udáva ako mieru kvality zemný odpor max **2 Ω** v prípade, že uzemňovacia sústava objektu je spojená s uzemnením z elektrorozvodnej sústavy.

Typy uzemňovačov – podľa STN 33 2000-5-54 možno používať nasledovné druhy uzemňovačov:

- tyčové alebo rúrkové,
- pásikové alebo drôtové,
- základové strojené,
- základové náhodné (kovové výstuže v betóne),
- kovové vodivé výstuže iných betónových častí, ktoré sú uložené v zemi,
- kovové doskové (neodporúčajú sa).

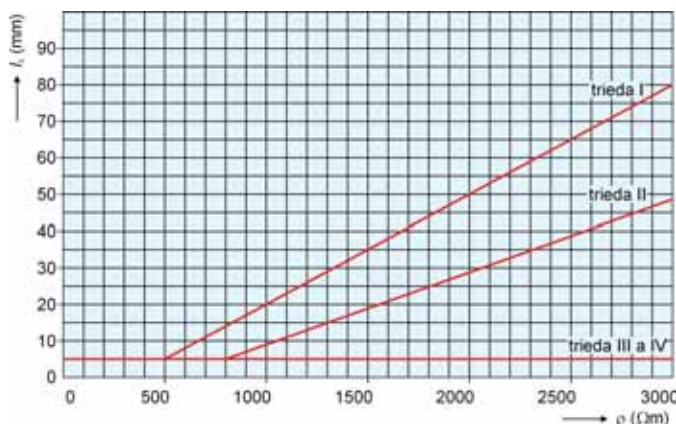
V súlade s novou STN EN 62305-3 sa v uzemňovacích sústavách rozlišujú dva základné typy uzemňovacích sústav. Označujú sa ako **typ A** a **typ B**, označené **A** a **B**. Technické normy odporúčajú a uprednostňujú uzemňovacie sústavy typu **B**. Uzemňovacie sústavy typu **A** sa vyhotovujú hlavne pri **starších objektoch**, kde nemožno vyhotoviť obvodový alebo základový uzemňovač typu B.

Usporiadanie uzemňovača typu A – tento spôsob usporiadania je vhodný na už existujúce stavby s LPS so zachytávacími tyčami alebo zavesenými lanami, alebo na izolovaný LPS.



Usporiadanie uzemňovača typu A na danom objekte nemá v zemi vzájomne prepojené jednotlivé uzemňovače. Každý zvod je teda pripojený k samostatnému uzemňovaču. Je to buď vodorovný podpovrchový (lúčový) uzemňovač, alebo vertikálny hĺbkový uzemňovač tvorený uzemňovacími tyčami (uzemňovacími doskami). Niektorý z uzemňovačov musí byť spojený s hlavnou uzemňovacou (ekvipotenciálnou) prípojnou v objekte EP. Pri usporiadaní typu A nesmie byť počet uzemňovačov menší ako dva.

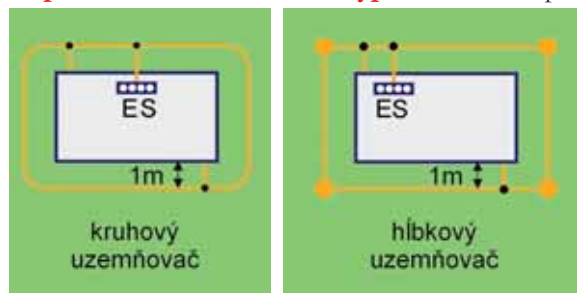
Pri minimálnej dĺžke vodorovného uzemňovača (l_1) platia údaje z grafu na obrázku 12.3.6.1 a pri zvislých uzemňovačoch je minimálna dĺžka **0,5 l_1** podľa triedy LPS.



Poznámka: Triedy III a IV sú nezávislé od rezistivity pôdy.

Obr. 12.3.6.1 Závislosť dĺžky uzemňovača od odporu pôdy a triedy LPS

Usporiadanie uzemňovača typu B – tento spôsob usporiadania je vhodný na všetky typy objektov a všetky typy zachytávacích sústav a na LPS s viacerými zvodmi. Odporúča sa ho použiť hlavne na stavby objektov na kamenistom alebo skalnatom podloží. Má približne tvar uzatvoreného kruhu vedeného vo vzdialenosti 1 m a hĺbke minimálne 0,6 m okolo vonkajšieho obvodu chráneného stavebného objektu. Obvodový uzemňovač môže byť doplnený zvislým hĺbkovým uzemňovačom tvoreným uzemňovacími tyčami uloženými kolmo v zemi. Z každého uzemňovača musí byť vývod k hlavnej uzemňovacej (ekvipotenciálnej) svorke ES.



Uzemňovač typu B môže byť aj základový uzemňovač uložený v betónovom základe chráneného objektu stavby. Možno ho vytvoriť len pri nových objektoch. Poskytuje kvalitné uzemnenie prakticky s neobmedzenou životnosťou. Podmienkou zabránenia korózie je, aby betónová zmes obklopila vedenie uzemňovača v hrúbke aspoň 50 mm. Pri základových uzemňovačoch je dôležité dôsledne chrániť pred koróziou miesta prestupu vodičov z betónu do zeme alebo do vzduchu. Túto ochranu možno dosiahnuť vyhotovením vývodu uzemňovača z nehrdzavejúcej ocele alebo poplastovaným pozinkovaným oceľovým drôtom. Výhodou základových uzemňovačov je možnosť vyvedenia dostatočného počtu pripojovacích vývodov na napojenie vodičov vyrovnania potenciálov a pripojenia zvodov vonkajšej ochrany objektov pred bleskom.

Rozmery uzemňovačov a spôsob ich uloženia do zeme v podstatnej miere ovplyvňujú výsledný odpor uzemňovacej sústavy **< 10 Ω** .



V prípade, že základový uzemňovač nespĺňa podmienky normy pre triedy I, II, III, IV, musí sa tento doplniť. Je potrebné dodatočne inštalovať horizontálny alebo vertikálny uzemňovač, alebo strojený okružný uzemňovač, vytvorený vo vzdialenosti 1 m od predmetného objektu v tvare uzavretého prstenca v hĺbke minimálne 0,6 m. Ak pri základovom uzemňovači je stredný polomer r_e plochy, ktorá je ním uzavretá, s menšou hodnotou než I_1 (pozri graf na obrázku 12.3.6.1), musí byť dodatočne inštalovaný strojený okružný uzemňovač okolo objektu, ktorý sa so základovým uzemňovačom navzájom spojí cez iskrište, aby sa eliminovalo vzájomné elektrochemické pôsobenie oboch uzemňovačov, čo by sa prejavilo koróziou.

Kontrola požadovanej dĺžky pri základovom uzemňovači sa vykonáva tak, že plocha vytvorená obvodom základového uzemňovača pri členitom objekte sa prepočíta na ekvivalentnú plochu kruhu, z ktorej sa zistí stredný polomer r_e . Musí platiť $r_e \geq I_1$, kde I_1 je min. dĺžka uzemňovača z grafu na obrázku 12.3.6.1.

Pri voľbe návrhu vyhotovenia základového uzemňovača si treba uvedomiť, že:

- nové stavby sa v súčasnosti vybavujú prednostne základovým uzemňovačom,
- na všetky zvody jednej stavby sa zriaďuje jeden spoločný základový uzemňovač,
- pri radovej zástavbe rodinných domov sa uvažuje spoločná vonkajšia ochrana pred bleskom, teda aj spoločný základový uzemňovač,
- pri prepojení blízkych susediacich budov silnoprúdovými alebo slaboprúdovými káblami možno obmedziť vznik prípadných rozdielov potenciálov pri údere blesku vzájomným prepojením ich uzemňovacích sústav v zemi,
- pri veľkých stavbách sa odporúča zriadiť základovú uzemňovaciu sústavu mrežového typu, max. veľkosť oka 20×20 m, v špecifických prípadoch sa rozmer oka redukuje až na 3 alebo 2 m, pozri obrázok 12.3.6.3.

Minimálne prierezy použitých materiálov sú uvedené v tabuľke 12.3.6.2.

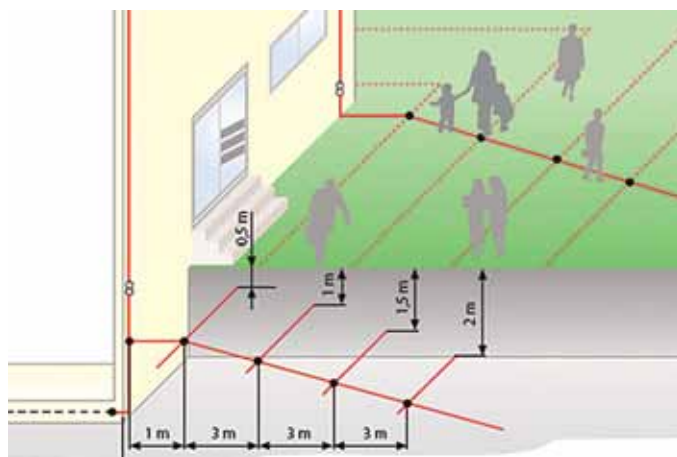
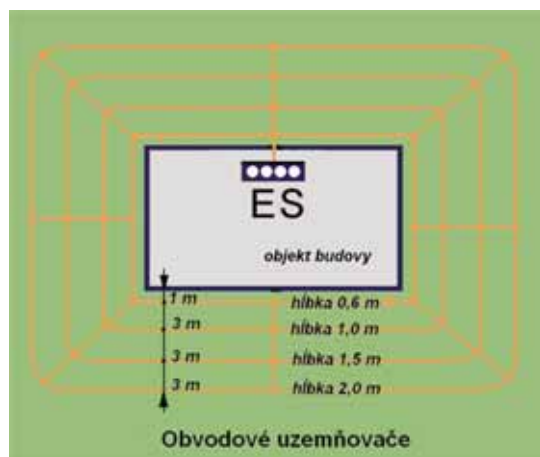
Tab. 12.3.6.2 Rozmery materiálov uzemňovačov

| Materiál | Druh vodiča | Minimálny dovolený rozmer | |
|--------------------|------------------------------|---------------------------|-------------------------|
| | | tyč | vodič alebo doska |
| meď | lano | | 50 mm ² |
| | | | min. ϕ žily 1,7 mm |
| | guľatina | | 50 mm ² |
| | | | Φ 8 mm |
| | pásik | | 50 mm ² |
| | | | min. hrúbka 2 mm |
| | rúrka | Φ 20 mm | |
| | | min. hrúbka steny 2 mm | |
| oceľ | guľatina pozinkovaná | Φ 16 mm | Φ 10 mm |
| | | Φ 25 mm | |
| | rúrka pozinkovaná | min. hrúbka steny 2 mm | |
| | | | 90 mm ² |
| | pásik pozinkovaný | | min. hrúbka 3 mm |
| | | | 500 × 500 mm |
| | doska pozinkovaná | | min. hrúbka 3 mm |
| | | | |
| | guľatina pomedená | Φ 14 mm | |
| | guľatina holá do betónu | | Φ 10 mm |
| | pásik holý alebo pozinkovaný | | 75 mm ² |
| | | | min. hrúbka 3 mm |
| nehrdzavejúca oceľ | do betónu | | 70 mm ² |
| | | | min. ϕ žily 1,7 mm |
| | lano pozinkované do betónu | | 100 mm ² |
| | | | min. hrúbka 2 mm |
| nehrdzavejúca oceľ | guľatina | Φ 16 mm | Φ 10 mm |
| | pásik | | 100 mm ² |
| | | | min. hrúbka 2 mm |

V prípade, že sa v priestore v blízkosti chránenej stavby **zdržuje väčší počet osôb**, tieto priestory by mali byť zabezpečené **viacerými obvodovými uzemňovačmi** umiestnenými okolo predmetného objektu (pozri obrázok 12.3.6.4).



Obr. 12.3.6.3 Základová uzemňovacia sústava mrežového typu



Obr. 12.3.6.4 Rozmiestnenie obvodových uzemňovačov okolo objektu na ochranu osôb

Náhodné uzemňovače – ako náhodné uzemňovače možno použiť aj vhodné kovové konštrukcie uložené v dostatočnej hĺbke v zemi. Musia však splniť ustanovenia STN EN 62305-3.

12.4 Aktívne zachytávače

Na trhu sa už niekoľko rokov objavujú aktívne zachytávače. Nazývajú sa aj **zachytávače s včasnou aktiváciou vzostupného výboja**. Vo svete sa označujú aj skratkou **ESE**.

Výrobcovia aktívnych zachytávačov vo svojich materiáloch uvádzajú, že vzostupný výboj z takéhoto zachytávača nastane skôr ako z klasickej zachytávacej tyče a má väčšiu dĺžku ako vzostupný výboj z klasickej zachytávacej tyče. Na dosiahnutie tohto javu v nich používajú rôzne technológie.

Podľa technológie výroby a činnosti sú známe štyri typy aktívnych zachytávačov:

- rádioaktívne,
- s elektronickým spúšťaním,
- piezoelektrické,
- so špeciálnym profilom.

Medzinárodný technický štandard, ktorý predstavuje súbor noriem STN EN 62305 časť 1 až 4, na ktorého používanie sa Slovenská republika zaviazala, však vyžaduje, aby na výpočet ochranného priestoru bola použitá **len skutočná**

fyzická výška zachytávacej tyče a metódy definované v STN EN 62305-3. Nezávislí špecializovaní odborníci na problematiku ochrany pred účinkami blesku z celého sveta viedli niekoľko rokov živú diskusiu o spoľahlivosti takýchto zachytávačov. Vykonávali sa podrobné nezávislé merania v laboratóriách a priamo v teréne. Tieto merania však **nepotvrdili tvrdenia výrobcov**, a preto do dnešného dňa **neboli prijaté** žiadne medzinárodné normy, ktoré by ochranu objektov takýmito zachytávačmi **odporúčali a považovali za spoľahlivú**. V Slovenskej republike sa žiadny vývoj, výskum alebo merania na aktívnych zachytávačoch nikdy nerealizovali.



Obr. 12.4.1 Laboratórne porovnávacie skúšky aktívnych a klasických zachytávačov na univerzite v Manchestri

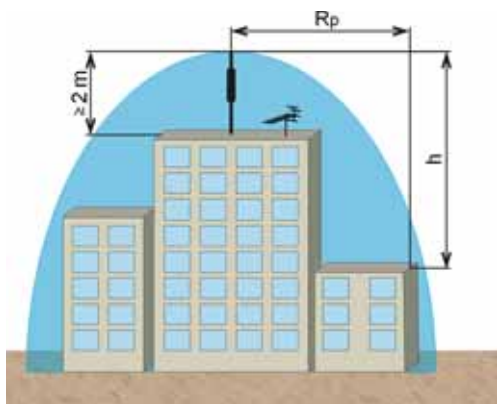


Obr. 12.4.2 Inštalácia aktívnych a klasických zachytávačov v Novom Mexiku, zriadená s cieľom dlhodobého porovnávania v prírodných podmienkach. Merania prebiehali 8 rokov. Prakticky bolo preukázané, že aktívny zachytávač nie je účinnejší ako klasický zachytávač.

Použitím a inštaláciou takéhoto zachytávača a definovaním ochranného priestoru podľa návodu výrobcu alebo použitím iných metód, ako sú uvedené v STN EN 62305-3, však **nie sú dodržané podmienky medzinárodných štandardov**. Objekty a zariadenia chránené aktívnym bleskozvodom sa v Slovenskej republike **nepovažujú za bezpečné**.

Montáž aktívnych zachytávačov sa na Slovensku v minulosti realizovala podľa národnej normy STN 34 1398, ktorá bola rozhodnutím technickej komisie vyhlásená za nebezpečnú a v roku 2018 bola zrušená. Táto norma tiež nebola harmonizovaná s medzinárodnými technickými štandardmi.

Projektant, ktorý navrhne inštaláciu takéhoto zachytávača a na definovanie ochranného priestoru použije inú metódu, ako je uvedená v STN EN 62305-3 (metóda valivej gule, metóda ochranného uhla a metóda mrežovej sústavy), takto vedome alebo z neznalosti problematiky ochrany pred účinkami blesku nezabezpečí dostatočnú ochranu objektu pred účinkami blesku v súlade s medzinárodnými štandardmi. Takto chránený objekt nemožno považovať za bezpečný.



Obr. 12.4.3 Ochranný priestor aktívneho zachytávača je definovaný metódou, ktorá nepatrí medzi metódy uvádzané v medzinárodnej normalizácii



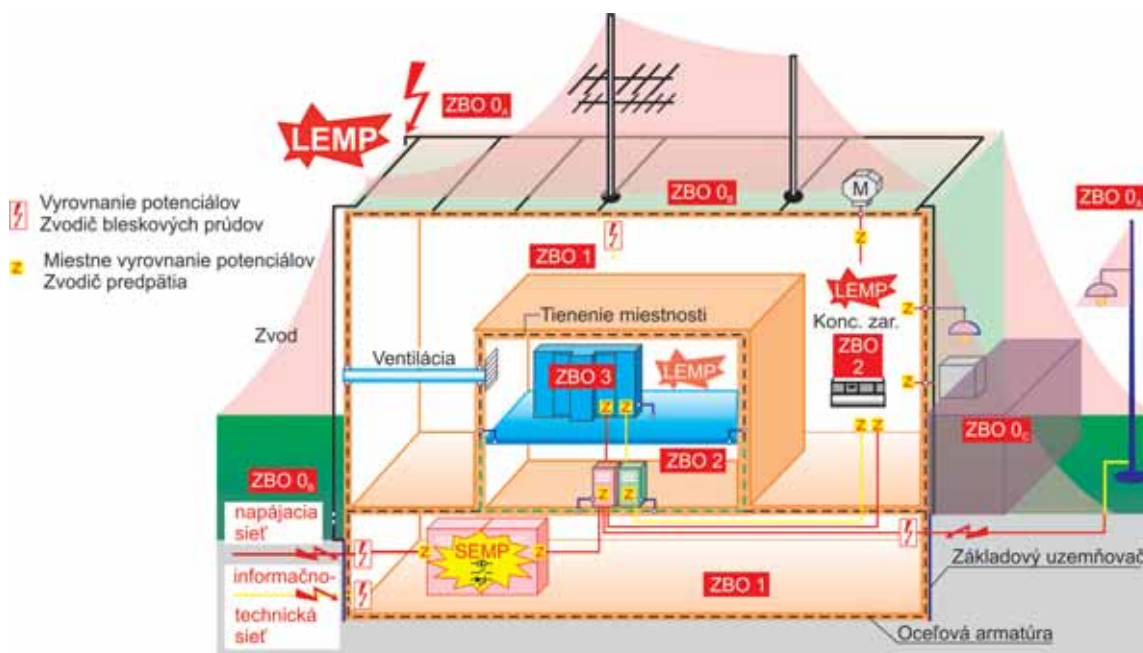
Obr. 12.4.4 Zásah blesku do ochranného priestoru definovaného inou metódou, ako je definovaná v medzinárodnej norme STN EN 62305-3

12.5 Vnútrotný systém ochrany pred bleskom

Vnútrotný systém ochrany pred bleskom slúži na ochranu elektrických a elektronických zariadení a systémov nachádzajúcich sa v objekte budovy.

Elektrické a elektronické systémy sú ohrozené elektromagnetickým impulzom vyvolaným bleskom (*lightning electromagnetic impulse* – **LEMP**). Preto treba vykonať ochranné opatrenia pred LEMP. Tieto pozostávajú z vyrovnania potenciálov, tienenia vedení a prepäťových ochrán elektrického zariadenia.

Ochrana pred LEMP je založená na koncepcii zón ochrany pred bleskom (*lightning protection zone* – **LPZ**). Tieto zóny rozdeľujeme na vonkajšie a vnútorné (pozri obrázok 12.5.1).



Obr. 12.5.1 Zóny ochrany pred bleskom

Vonkajšie zóny:

LPZ₀ – zóna predstavujúca nechránený vonkajší priestor mimo vlastného chráneného objektu. V tejto zóne je možný priamy úder blesku. Elektromagnetické pole bleskového výboja nie je nijako tlmené. **Táto zóna je rozdelená do podzón:**

LPZ_{0A} – v tejto zóne (vonkajší priestor) je ohrozenie spôsobené priamym úderom blesku a plným elektromagnetickým poľom. Vnútorne systémy sú namáhané plným impulzným bleskovým prúdom,

LPZ_{0B} – táto zóna je chránená pred priamym úderom blesku zachytávacím bleskozvodným zariadením v priestore tesne pri vonkajších múroch objektu, terasy a nižšej strechy, ale ohrozenie je spôsobené plným elektromagnetickým poľom. Vnútorne systémy sú namáhané **čiasťkovými** impulznými bleskovými prúdmi,

LPZ_{0C} – v priestore zóny 3×3 m na úrovni vonkajšieho terénu je pre osoby a zvieratá nebezpečenstvo vzniku krokových a dotykových napätí.

Vnútorne zóny (chránené pred priamym úderom blesku):

LPZ₁ – zóna predstavujúca vnútorný priestor za vonkajšími múrmi a pod strechou objektu (všetky kancelárie v nadzemných podlažiach, výtahové šachty, schodiská, podzemné garáže a pod.). V tejto zóne nie je možný priamy úder blesku, elektromagnetické pole bleskových výbojov je tlmené. Tento útlm je závislý od hrúbky steny a od materiálu, z ktorého je zóna vyhotovená,

LPZ₂ – zóna predstavujúca vnútorný priestor miestností a chodieb vo vnútri objektu. V tejto zóne nie je možný priamy úder blesku, elektromagnetické pole bleskových výbojov je tlmené. Tento útlm je ďalej závislý od materiálu steny a tienenia vnútorných sien,

LPZ₃ – zóna predstavujúca priestor vo vnútri kovových skríň koncových elektrických zariadení, priestor vo vnútri odtienených miestností a pod.

Každá zóna je charakterizovaná zásadnými zmenami podmienok elektromagnetického poľa na svojich hraniciach. Platí – čím vyššie je číslo jednotlivej zóny, tým nižšie sú parametre okolitého elektromagnetického priestoru. Na hraniciach každej jednotlivej zóny musí byť zriadená prípojnice vyrovnania potenciálov a opatrenia na tienenie objektu.

Vyrovnanie potenciálov bleskového prúdu – prejavom zvýšeného rozdielu potenciálov v objekte je vznik iskrenia (výbojov) medzi bleskozvodovou sústavou (zachytávače, zvody) a:

- elektrickými rozvodmi v objekte,
- vodivými časťami objektu stavby,
- vodivými časťami technologických zariadení.

Zamedzenie iskreniu – vzniku nadmerných rozdielov potenciálov a tým aj zamedzeniu iskrení možno zabrániť:

- vhodnou izoláciou,
- dostatočnou izolačnou vzdialenosťou medzi predmetnými vodivými časťami,
- uvedením všetkých vodivých častí na rovnaký potenciál.

Vyrovnanie potenciálov sa dosiahne vzájomným prepojením LPS s:

- kovovými časťami objektu,
- kovovými inštaláciami,
- vnútornými systémami,
- vonkajšími vodivými časťami a silovými vedeniami pripojenými k objektu,
- zariadeniami informačných technológií.

Uvedené vzájomné prepojenia možno zabezpečiť:

- vodičmi pospájania, keď nie je vodivé spojenie zabezpečené náhodnými spojmami,
- zariadeniami ochrany pred prepätím (*surge protective drive* – **SPD**) tam, kde nemožno vykonať priame prepojenie vodičov pospájania, pozri obrázok 12.5.4.

Minimálne prierezy vodičov pospájania sú uvedené v tabuľkách 12.5.2 a 12.5.3.

Tab. 12.5.2 Minimálne rozmery vodičov spájajúcich rôzne prípojnice k uzemňovacej sústave

| Trieda LPS | Materiál | Prierez (mm ²) |
|------------|----------|----------------------------|
| I až IV | meď | 14 |
| | hliník | 22 |
| | oceľ | 50 |

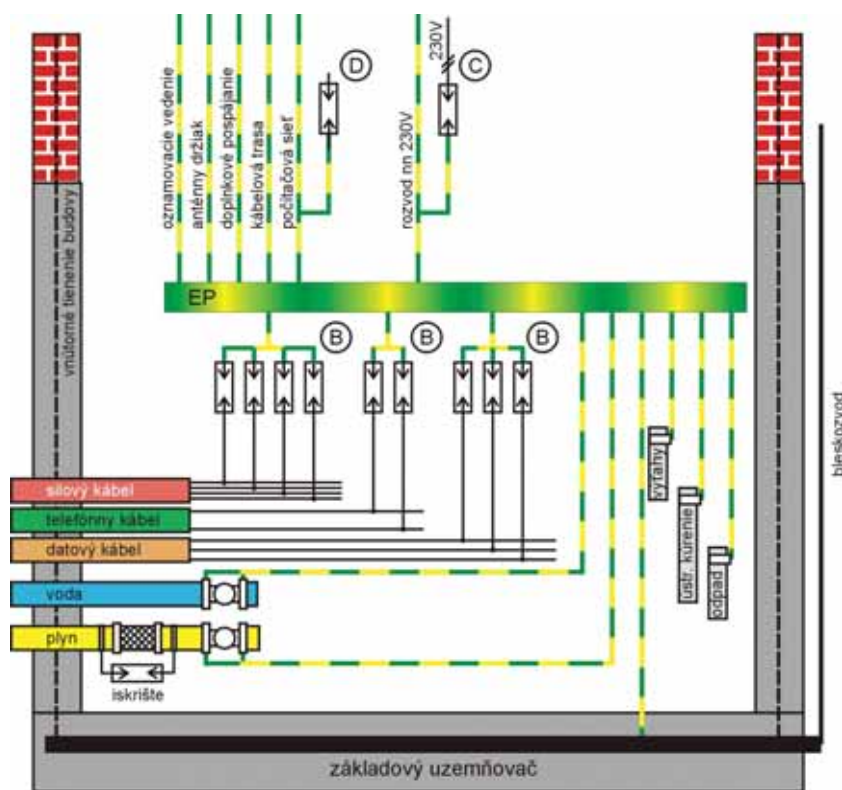
Tab. 12.5.3 Minimálne rozmery vodičov spájajúcich vnútorné kovové inštalácie k EP

| Trieda LPS | Materiál | Prierez (mm ²) |
|------------|----------|----------------------------|
| I až IV | meď | 5 |
| | hliník | 8 |
| | oceľ | 16 |

Pri **oddialenom bleskozvode LPS** smie byť vyrovnanie potenciálov bleskového prúdu vykonané **len na úrovni terénu**.

Pri **neoddialenom bleskozvode LPS** musí byť vyrovnanie potenciálov bleskového prúdu vykonané na **nasledujúcich miestach**:

- v pivnici alebo v úrovni terénu. Vodiče na vyrovnanie potenciálov sú pripojené k ekvipotenciálnej prípojnici EP (HUS) umiestnenej na prístupnom mieste. EP musí byť spojená s uzemňovacou sústavou. Pri vysokých budovách (nad 20 m) môžu byť inštalované viaceré prípojnice ES, avšak musia byť vzájomne spojené,
- ak nie sú splnené požiadavky elektrickej izolácie medzi zachytávacou sústavou alebo zvodmi na jednej strane a chránenými kovovými inštaláciami, rovnako i elektrickými zariadeniami vo vnútri objektu na strane druhej (dostatočná vzdialenosť s), musia byť vzájomné prepojenia na vyrovnanie potenciálu, pokiaľ je to možné, čo najkratšie a vedené najpriamejším spôsobom. V tom prípade je ale potrebné brať na vedomie, že cez pripojenú konštrukciu bude tiecť čiastkový bleskový prúd.



B - zvodnice prepätia triedy B pre silové a oznamovacie vedenia

C - zvodnice prepätia triedy C pre silový rozvod

D - zvodník prepätia triedy D pre ochranu výpočtovej techniky a oznamovacích zariadení

Obr. 12.5.4 Pospájanie na rovnaký potenciál v objekte budovy

Dostatočná vzdialenosť s sa vypočíta:

$$s > k_i \frac{k_c}{k_m} l \text{ [m]},$$

kde:

k_i – koeficient závislý od triedy LPS (pozri tabuľku 12.5.5)

k_c – koeficient závislý od bleskového prúdu, ktorý preteká zvodmi (pozri tabuľku 12.5.6)

k_m – koeficient závislý od elektrickej izolácie materiálu (pozri tabuľku 12.5.7)

l – dĺžka v metroch pozdĺž zachytávacej sústavy alebo dĺžka zvodu od bodu, v ktorom by mala byť zaistená dostatočná vzdialenosť až k najbližšiemu vyrovnaniu potenciálov

Tab. 12.5.5 Koeficient závislý od triedy LPS

| Trieda ochrany | Koeficient k_i |
|----------------|------------------|
| I | 0,1 |
| II | 0,075 |
| III a IV | 0,05 |

Tab. 12.5.6 Koeficient závislý od bleskového prúdu

| Typ zachytávacej sústavy | Počet zvodov n | Koeficient k_c | |
|--------------------------|------------------|------------------|------------------|
| | | uzemňovač typu A | uzemňovač typu B |
| samostatný zachytávač | 1 | 1 | 1 |
| drôty alebo laná | 2 | 0,66 | 0,5 až 1 |
| mrežová sústava | 4 a viac | 0,44 | 0,25 až 0,5 |

Tab. 12.5.7 Koeficient závislý od materiálu izolácie

| Materiál objektu | Koeficient k_m |
|------------------|------------------|
| vzduch | 1 |
| betón, tehla | 0,5 |

Tienenie objektov – každý zásah blesku do bleskozvodu budovy znamená, že vedeniami pretečie veľký a strmý prúdový impulz. Tento impulz sprevádza intenzívna zmena magnetického poľa v objekte. Tieto zmeny sú nežiaduce, pretože môžu indukovať veľké prepäťové špičky vo vodičoch vedení a medzi vedeniami. Jedinou ochranou pred pôsobením takto vzniknutých indukčných väzieb je **tienenie**. Účelom tienenia je **zoslabiť elektromagnetické pole v celom vnútornom priestore pomocou vodivého obalu vytvoreného okolo chráneného priestoru** (Faradayova klietka). **Takéto tienenie využíva kovové stavebné časti, ako sú:**

- betonárske výstuže,
- nosné i nenosné stavebné konštrukcie,
- opláštenie fasád,
- tienenie káblov.

Najväčší účinok pritom možno dosiahnuť tienením káblov, ktoré pozostáva z:

- vodivého tienenia káblov schopného zviest' predpokladané čiastkové bleskové prúdy,
- uloženia káblov v dobre uzavretých kovových káblových trasách,
- uloženia káblov v kovových tieniacich rúrkach.

Koordinácia zvodičov bleskového prúdu a napätia – koordináciou zvodičov bleskového prúdu a zvodičov prepätia sa zabezpečí ich funkčnosť, ako aj funkčnosť celého systému ochrán. Neodporúča sa v jednom systéme používať jednotlivé typy zvodičov od rôznych výrobcov.

Prepät'ové ochrany SPD – zariadenie ochrany pred prepätím (*surge protection device* – **SPD**) zabezpečuje vnútornú ochranu objektov pred účinkami atmosférických výbojov. **Ide o zvodiče bleskových prúdov a prepätí.** Ich účelom je **vyrovnanie potenciálov** v prípadoch, keď nemožno jednotlivé vodivé časti, na ktorých môže vzniknúť rozdiel potenciálov, prepojiť priamo galvanickou väzbou. Túto problematiku uvádza kapitola 13.

12.6 Základné pravidlá, ako sa správať počas búrky

Blesk je vytvorený silný elektrický výboj koncentrovanej energie v atmosfére, ktorý možno chápať ako skrat medzi mrakom a zemou. Takýto výboj môže spôsobiť okrem požiaru v dôsledku prepätia aj značné škody na elektrických a elektronických zariadeniach a zapríčiniť úrazy elektrickým prúdom.

Priame zásahy blesku do človeka sú pomerne zriedkavé, ale spravidla končia tragicky. Na usmrtenie zvyčajne stačí, aby blesk udel v blízkosti človeka. Okolo miesta zásahu blesku sa vytvára nebezpečné krokové napätie, ktoré ohrozuje život ľudí, ale aj zvierat. Preto je dobré poznať zásady ochrany osôb pred zásahom blesku počas búrky. Rozhodujúce je, kde sa počas blížiacej sa búrky práve nachádzame.

1. Ako sa správať počas búrky vo voľnej prírode

Výskyt bleskov v prírode je spojený obyčajne s náhlymi zmenami počasia. Preto pri pobyte vo voľnej prírode je vhodné včas pozorovať na oblohe formovanie mohutných búrkových mrakov, hrmenie a príchod dažďa. Dusno a silnejúci vietor so vzdialeným hrmením a blýskaním sú predzvest'ou blížiacej sa búrky. Vzdialenosť búrky od miesta pobytu možno ľahko odhadnúť pomocou rýchlosti šírenia sa zvuku, t. j. z časového intervalu medzi zábleskom a následným zahrmením. **Pri rozdiel do 10 sekúnd je búrka už nebezpečne blízko i pri intervale od 10 do 20 sekúnd je situácia už nebezpečná.**

Treba si uvedomiť, že žiadne miesto vo voľnej prírode nie je absolútne bezpečné pred zásahom blesku. Preto už pri prvých príznakoch blížiacej sa búrky treba prerušiť všetky aktivity a vyhľadať vhodný úkryt. Bezpečnú ochranu pred zásahom blesku poskytujú budovy s bleskozvodom, vozidlá s celokovovou karosériou, kabíny stavebných strojov, železničné vagóny, miesta pod oceľovým alebo železobetónovým mostom a pod. Relatívnu ochranu možno nájsť pod prevismi skál a na úpätí skalných stien, kde sa ale pri búrke zvyšuje nebezpečenstvo pádu kamenia. **Husté lesy možno považovať za relatívne bezpečné miesta.** Počas búrky sa treba vyhýbať chôdzi, jazde na bicykli, na motocykli, na kosačke a pod.

V prípade väčšej skupiny nachádzajúcej sa v prírode je lepšie **sa rozptýliť v priestore oddelene niekoľko metrov od seba.** Je vhodné odstrániť z tela kovové predmety, ako sú kovové náramky (hodinky), náhrdelníky, prstene, všetky odevy obsahujúce kovové výstuže, opasky s kovovými sponami a pod. Ak už nie je šanca vyhľadania úkrytu pred bleskom vo voľnom teréne, treba sa snažiť, aby sme neboli my najvyšším



Obr. 12.6.1 Správna poloha tela človeka pred ohrozením zásahom bleskom pri búrke v prírode

bodom na okolí. Na prežitie treba zaujať správnu polohu tela (pozri obrázok 12.6.1) a nikdy si nelíhať na zem. Pri tejto polohe je dôležité mať päty spolu, hmotnosť tela preniesť podľa možnosti na špičky nôh, nedotýkať sa inými časťami tela zeme, hlavu skloniť čo najnižšie, aby blesk smeroval mimo hlavy, ruky mať položené na ušiach a lakťe dať blízko seba.

Ak nie je v blízkosti vhodný úkryt, treba sa vyhnúť tým miestam, ktoré sú podľa skúseností zvlášť nebezpečné. Sú to osamelé stojace stromy alebo skupiny stromov, senníky, stĺpy nadzemného vedenia a ich blízke okolie, vrcholky hôr, pahorky, vyhladkové veže a pod. Nebezpečné je zdržiavať sa aj v blízkosti kovových plotov, potrubí, kovových konštrukcií a pod. Na voľnom priestranstve nepoužívať mobilný telefón v čase búrky (treba ho vypnúť).

Je potrebné vyhýbať sa počas búrky používaniu rybárskych prútov, golfových palíc, dáždnikov a uväzovaniu domácich zvierat na reťaz a pod.

Plávať alebo zotrávať vo vode počas búrky je životu nebezpečné, lebo vo vode sa šíri bleskový prúd, podobne ako v pôde na rozsiahlej ploche. Už zásah malým bleskovým prúdom môže u osoby nachádzajúcej sa vo vode vyvolať šok a spôsobiť následné utopenie.

2. Ako sa správať počas búrky v objekte budovy

Pokiaľ sú budovy vybavené ochranou pred bleskom a prepätím podľa najnovších technických poznatkov, nepredstavujú blesky v zásade žiadne nebezpečenstvo pre človeka ani pre inštalované technické zariadenie. Ak to tak nie je a budovy nie sú vybavené žiadnym bleskozvodom alebo majú bleskozvod starší, nekontrolovaný a neudržiavaný, treba dodržiavať základné pravidlá správania sa počas búrky.

Zatvoriť okná, nedotýkať sa kovových potrubí rozvodov vody, plynu, ústredného vykurovania a pohyblivých sieťových káblov k elektrickým spotrebičom, anténnych káblov, telefónnych a dátových káblov. Je vhodné **vytiahnuť sieťové, anténne a dátové vidlice zo zásuviek hlavne drahých elektronických prístrojov** (televízne prijímače, audio prístroje, počítače a pod.).

Inštalované špeciálne prepäťové ochrany na sieťové, anténne a dátové zásuvky v starších objektoch poskytujú ochranu len pred účinkami vzdialených zásahov blesku a v žiadnom prípade nenahradzujú bleskozvod.

Počas búrky je vhodné vyhnúť sa kúpaniu, sprchovaniu a umývaniu riadu z dôvodu možného nevyrovnaného potenciálu potrubí.

3. Ako sa správať počas búrky pri jazde motorovým vozidlom

Automobil vo všeobecnosti predstavuje **Faradayovu kľetku**, ktorá poskytuje vnútornej posádke **spoľahlivú ochranu pred priamym zásahom blesku**. Kabriolety bez kovovej strešnej kostry alebo rámu i pri uzatvorenej streche už bezpečné nie sú. Podobne nové automobily s plastovými časťami karosérie už nepredstavujú bezpečnú Faradayovu kľetku. **Vysunutá anténa** na streche automobilu predstavuje vážne nebezpečenstvo pre posádku počas búrky.

Niektoré moderné motorové vozidlá sú vybavené ochrannými zariadeniami, ktoré zabránia funkčným poruchám v prípade blízkeho úderu blesku. Priamy zásah bleskového prúdu do automobilu predstavuje silné elektromagnetické pole, ktoré citlivé elektronické konštrukčné celky poškodia. Problémy môžu vzniknúť pri prechode bleskového prúdu z kovového plášťa automobilu do dobre izolovaných plôch pneumatík.

Nebezpečenstvo jazdy v búrke môže byť aj nepriame, vodič môže byť silno oslnený prudkým zábleskom a môže sa zľaknúť silného zvukového efektu. Na svetelných križovatkách, na železničných prejazdoch a iných signalizačných zariadeniach je namieste zvýšená opatrnosť, lebo zariadenia môžu byť pôsobením blesku nefunkčné alebo môžu nespoľahlivo pracovať.

Z týchto dôvodov je vhodné jazdu na bezpečnom mieste, pokiaľ je to možné, ďaleko od exponovaných miest prerušiť návštevou napr. motorestu, obchodného centra a pod. Ak už sme v búrke, zostaneme v automobile, vypneme motor, demontujeme anténu, uzavrieme okná a nedotýkame sa kovových, častí karosérie. Vodiči jednostopových vozidiel môžu byť počas jazdy v búrke priamo zasiahnutí bleskom, preto by mali jazdu počas búrky **bezpodmienečne prerušiť, vozidlo odstaviť a vzdaliť sa od neho na dohľad alebo ho uzamknúť**.

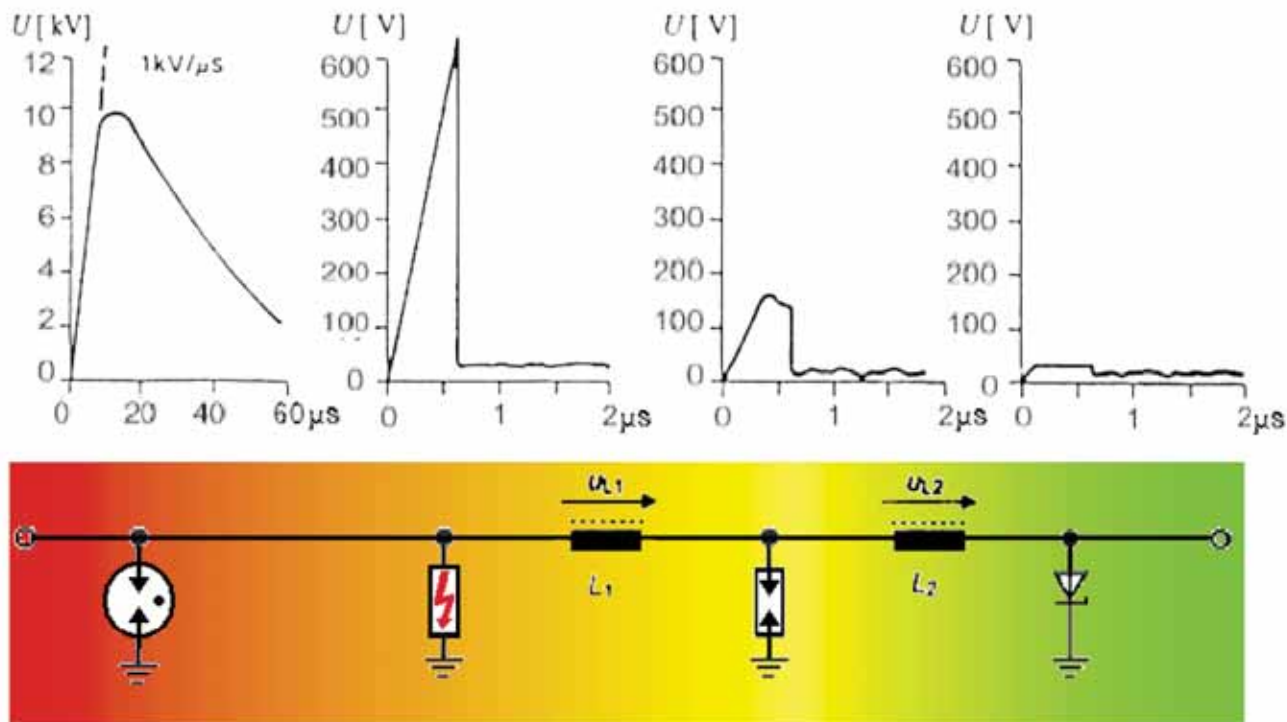
Otázky a úlohy:

1. Vysvetlite mechanizmus vzniku atmosférického výboja.
2. Charakterizujte atmosférické výboje.
3. Vymenujte a opíšte jednotlivé typy úderov blesku.
4. Vymenujte riziká ohrozenia zásahu blesku do objektov podľa tried LPS.
5. Vymenujte zatriedenie objektov podľa miery ohrozenia.
6. Aké sú výhody a nevýhody izolovaného bleskozvodu?
7. Opíšte časti vonkajšieho systému ochrany LPS.
8. Podľa čoho sa určuje počet zvodov bleskozvodu na objekte budovy?
9. Aká ochrana sa musí vykonať v prevísnuť časti objektu pre bezpečnosť osôb?
10. Ako sa robí ochrana pri zvide bleskozvodu pred krokovým a dotykovým napätím?
11. Charakterizujte uzemňovače typu A a typu B.
12. Čo je to dostatočná vzdialenosť „s“ a ako sa vypočíta?
13. Aké zvodnice bleskového prúdu typu 1 sú vhodnejšie na zvedenie bleskového prúdu?
14. Ako chránime objekt pred prepätím zo strany siet'ového napájania?
15. Opíšte spôsob ochrany parabolickej satelitnej antény na streche objektu.
16. Opíšte zásady, ako sa správať počas búrky vo voľnej prírode.
17. Opíšte, ako sa správať počas búrky v objekte obytného domu.
18. Aké nebezpečenstvo hrozí pri jazde v automobile počas búrky?
19. Aký je rozdiel medzi klasickým a aktívnym zachytávačom?
20. Je inštalácia aktívnych zachytávačov v súlade s medzinárodnými technickými normami?

13. OCHRANA PROTI PREPÄTIAM

Vnútorňý systém ochrany pred bleskom zabezpečuje ochranu elektrických a elektronických zariadení a systémov nachádzajúcich sa v objekte budovy. Elektrické a elektronické systémy sú ohrozené prepätiami, ktoré môžu byť vyvolané **atmosférickým výbojom** počas búrky alebo môžu byť spôsobené spínacími prvkami – **spínacie prepätie**. Normy, ktoré sa zaoberajú ochranou pred prechodnými prepätiami, sú STN 33 2000-5-534: 2017 a STN 33 2000-4-443: 2017.

Prepätie vstupujúce do objektu prúdom blesku elektrickou inštaláciou je potrebné postupne obmedziť prepäťovými ochranami kaskádovito usporiadanými (odstupňovanými), pozri obrázok 13.1.



Obr. 13.1 Kaskádovito (odstupňovane) usporiadané prepäťové ochrany

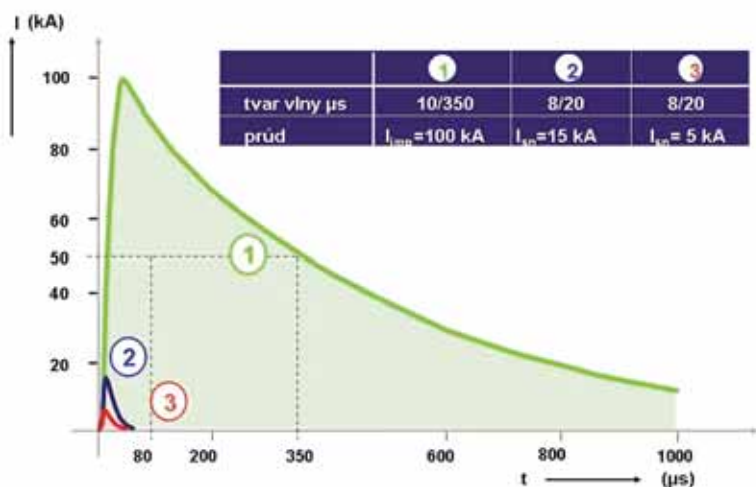
Zvodiče prepätia sa označujú **SPD** (*surge protective device*) a rozdeľujú sa podľa čl. 3.16 STN EN 62305-4: 2013 do troch typov – **typ 1**, **typ 2** a **typ 3**.

Zvodič bleskového prúdu SPD typ 1 (B) – ide o prvý stupeň (hrubá ochrana). Inštaluje sa na prechode medzi zónami LPZ_0 a LPZ_1 s cieľom vyrovnania potenciálov v ochrane pred bleskom pri priamom údere blesku. Tieto zvodiče bleskových prúdov sú skúšané výrobcom podľa normy STN EN 61643 -11: 2013 simulovaným skúšobným bleskovým prúdom I_{imp} (**10/350 μs**) zodpovedajúcim tvarom vlny reálnemu blesku. Po skúške musí výrobca uviesť, aký bleskový prúd je schopný zvodič zviest' a aká je jeho ochranná úroveň. Ako ochranné prvky sa používajú otvorené alebo zapuzdrené iskriská. Táto ochrana sa inštaluje **do hlavného rozvádzača**.

Zvodič prepätia SPD typ 2 (C) – ide o druhý stupeň (stredná ochrana). Inštaluje sa na prechode medzi zónami LPZ_1 a LPZ_2 na ochranu pred prepätím v elektrických inštaláciách. Tieto zvodiče prepätia sú skúšané výrobcom simulovaným menovitým impulzným rázovým prúdom i_{sn} (**8/20 μs**). Po skúške musí výrobca uviesť, aký prúd je schopný zvodič zviest' a jeho ochrannú úroveň. Ako ochranné prvky sa používajú varistory (napäťovo závislé rezistory). Tieto zvodiče prepätia sa inštalujú **do podružných rozvádzačov**. Ich menovitý rázový prúd býva 15 až 40 kA.

Zvodič prepätia SPD typ 3 (D) – ide o tretí stupeň (jemná ochrana). Inštaluje sa **pred koncové elektronické spotrebiče** v pevnej elektrickej zásuvkovej inštalácii alebo v pohyblivom predlžovacom prívode. Na skúšanie ochrán pred prepätím sa používa hybridný generátor (s vnútorným odporom $2\ \Omega$) generujúci impulzné napätie naprázdno v tvare ($1,2/50\ \mu\text{s}$) a prúdový impulz nakrátko $8/20\ \mu\text{s}$. Ako ochranné prvky sa používajú v dátových ochránach ochranné diódy (Zenerova alebo supresorová), v zásuvkách a v zvodičoch prepätia SPD T3 sa používa MOV (varistor). Inštalujú sa spravidla čo najbližšie k chránenému technologickému zariadeniu (televízny prijímač, počítač a pod.). Ich menovitý zvodový prúd býva od 5 do 10 kA.

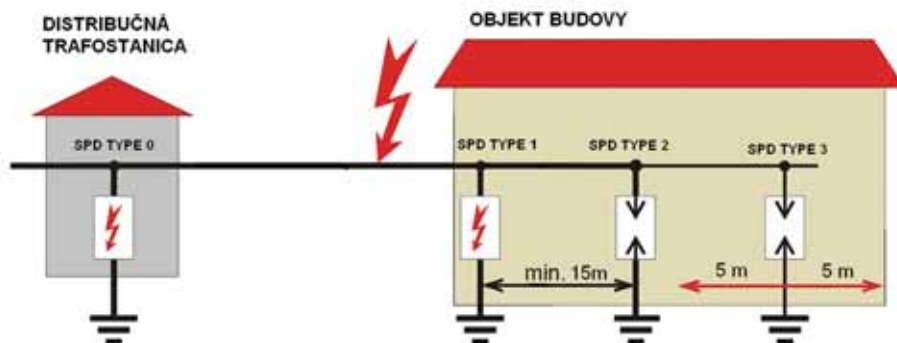
Dlhodobým meraním boli zistené a vytvorené matematické modely priebehov bleskového prúdu (pozri obr. 13.2), ktoré sa používajú na skúšanie prepäťových ochrán – norma STN EN 62305-1: 2012. Tieto zodpovedajú tvarom vlny reálneho blesku. Prírodný bleskový výboj pri priamom údere má tvar rázovej prúdovej vlny s priebehom $10/350\ \mu\text{s}$, ktorú zachytí **zvodič bleskového prúdu typu 1**. Prepätia pochádzajúce od vzdialených úderov blesku alebo od spínacích prepätí majú tvar prúdovej vlny $8/20\ \mu\text{s}$ a napäťový impulz tvaru $1,2/50\ \mu\text{s}$. Zachytia ich **zvodiče prepätia typu 2 a typu 3**.



Obr. 13.2 Tvar skúšobnej prúdovej vlny

Schopnosť zvodiča SPD zviest určitú hodnotu zvodového prúdu do zeme (opakovanie bez následného poškodenia) určuje miesto a spôsob jeho zapojenia v elektrickej inštalácii. Na obrázku 13.3 je **celkový prehľad prepäťových ochrán zo strany sieťového napájania**.

Na VN strane sa inštalujú prepäťové ochrany SPD typu 0, ktoré nazývame **obmedzovače prepätia**, pozri obrázok 13.4.

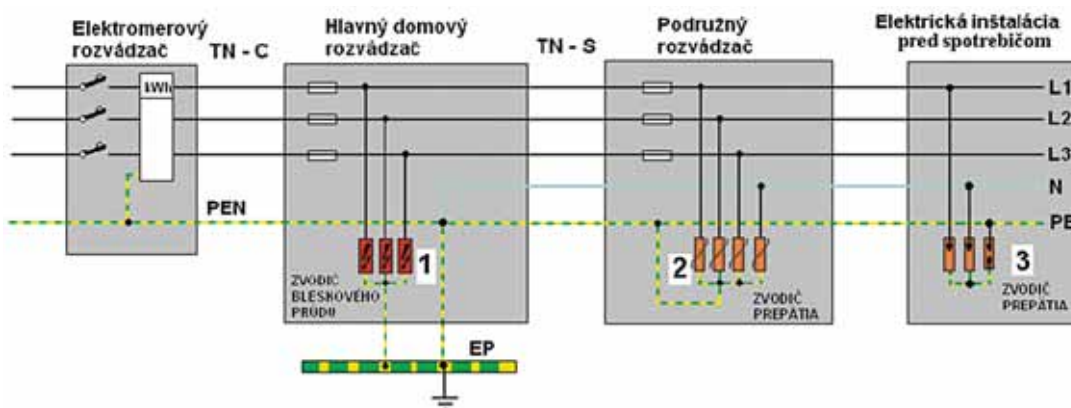


Obr. 13.3 Celkový prehľad prepäťových ochrán SPD zo strany sieťového napájania. Väčšina výrobcov udáva vzdialenosť 10 m medzi SPD typu 1 a SPD typu 2.

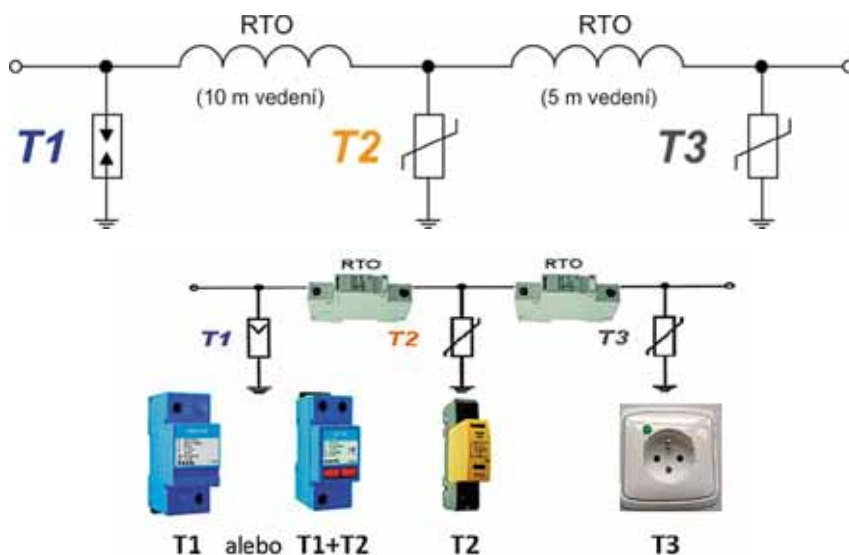


Obr. 13.4 Obmedzo-
vač prepätia typu 0
(na VN časti vedenia)

Na NN strane sa inštalujú prepäťové ochrany SPD typu 1, SPD typu 2 a SPD typu 3, pozri obrázok 13.5.



Obr. 13.5 Umiestnenie prepäťovej ochrany SPD typu 1 a SPD typu 2 (typ 3 sa umiestni priamo pred spotrebičom do zásuvky 230 V)



Obr. 13.6 Príklad trojstupňovej koordinovanej ochrany SPD zo strany napájania NN v objekte budovy

Medzi T1 a T2 (podľa určenia výrobcu) je 10 m vedenia alebo možno indukčnosť vedenia nahradiť rázovou oddeľovacou tlmičkou (RTO), ktorá musí byť dimenzovaná na menovitý prúd obvodu a musí byť použitá na všetkých pracovných vodičoch.

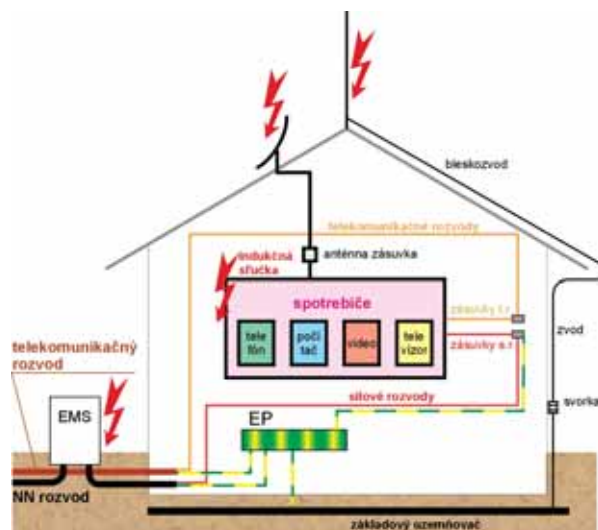
Medzi T2 a T3 (podľa určenia výrobcu) je 5 m vedenia alebo je možnosť indukčnosť vedenia nahradiť rázovou oddeľovacou tlmičkou (RTO), ktorá musí byť dimenzovaná na menovitý prúd obvodu a musí byť použitá na všetkých pracovných vodičoch (vrátane neutrálneho).

V súčasnosti výrobcovia prepäťových ochrán poskytujú integrované ochrany T1 + T2 + T3, prípadne T1 + T2. Prepäťové ochrany T3 sú montované priamo do zásuviek 230 V so zelenou (červenou) LED diódou. Pokiaľ zelená LED dióda svieti, prepäťová ochrana je v poriadku. Pokiaľ zelená LED dióda prestane svietiť, ide o poškodenie ochrany. Červená LED dióda v prevádzke nesvieti, svieti až vtedy, ak ide o jej poruchu.



Do objektu budovy môže vniknúť prepäťová vlna (pozri obrázok 13.7):

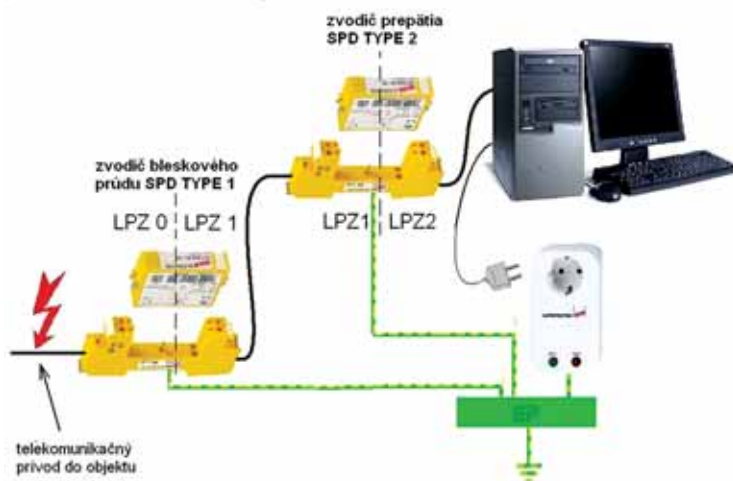
- sieťovým vedením NN,
- oznamovacím vedením,
- anténnym systémom.



Obr. 13.7 Možnosti vniknutia prepäťovej vlny do objektu budovy

13.1 Ochrana informačno-technologických systémov proti prepätiu

Aby bola zabezpečená bezporuchová činnosť informačno-technologických systémov, je potrebné ich chrániť pred vniknutím bleskového prúdu a proti prepätiu. **Ochrana informačných sietí tvoria zvodiče bleskového prúdu SPD TRIEDY 1 a zvodiče prepätia SPD TRIEDY 2.** Na obrázku 13.1.1 je príklad dvojstupňovej ochrany telekomunikačného vedenia do objektu budovy zvodičom bleskového prúdu na vstupe do objektu v rozhraní zóny LPZ 0/LPZ1 a pri koncovom zariadení (modeme počítača) v zóne LPZ2.

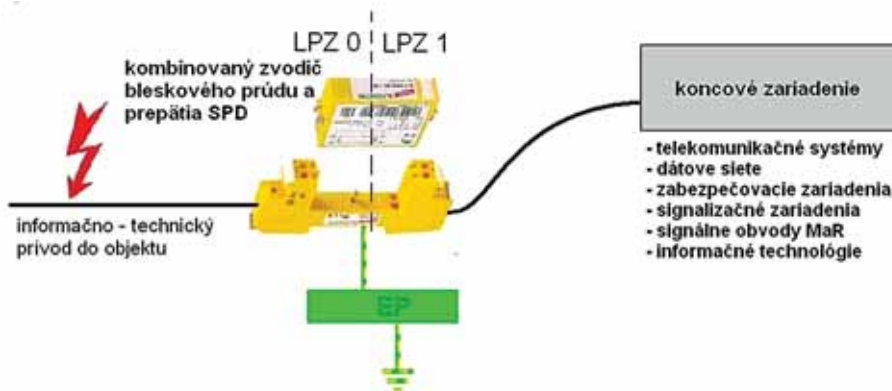


Obr. 13.1.1 Ochrana prepäťovými ochranami SPD telekomunikačného vedenia v objekte budovy

Ochrana dátových vedení sa uskutočňuje v súlade s topológiou (usporiadaním) siete. Základné požiadavky na ochranu oznamovacích zariadení pred účinkami blesku proti prepätiam sú uvedené v normách STN EN 62305-4: 2013 a STN EN 61643-11: 2013.

Súčasná technická úroveň umožňuje použiť na ochranu informačno-technologických sietí, telekomunikačných sietí, **vedenia MaR kombinované zvodiče bleskového prúdu so zvodičom prepätia**, ktoré sú skonštruované tak, že je

zaistená **vzájomná energetická koordinácia jednotlivých stupňov**. Príklad použitia kombinovaného zvodiča bleskového prúdu a zvodiča prepätia ako jednostupňovej ochrany je uvedený na obrázku 13.1.2.



Obr. 13.1.2 Ochrana informačno-technologických sietí kombinovaným zvodičom SPD

13.2 Ochrana anténnych systémov elektronických zariadení proti prepätiu

Anténne systémy sa stali súčasťou striech. V zásade možno antény rozdeliť na **terestrické na príjem signálu z pozemných vysielateľov a parabolické na príjem zo satelitných vysielateľov**. Požiadavky na zriaďovanie a ochranu antén udáva STN 34 2820: 1962. Norma sa vzťahuje na antény budované na stavbách a budovách, pokiaľ celková konštrukcia antény neprevyšuje 10 m, a antény budované na zemi, pokiaľ celková výška konštrukcie neprevyšuje 15 m. Táto norma nie je v súlade s medzinárodne uznávanou koncepciou ochrany pred bleskom a prepätím, publikovanou v STN EN 62305-1 až 62305-4: 2013, a nezohľadňuje najnovšie technické poznatky v problematike ochrany pred elektrickými a elektromagnetickými účinkami blesku a bleskového prúdu.

Zásady riešenia ochrany antén pred atmosférickými výbojmi – anténa je proti priamemu zásahu blesku chránená bleskozvodom (pozri zónu LPZ_B). Anténny stožiar na streche objektu budovy bol v minulosti obvykle spojený so zachytávacou sústavou vedúcou k uzemňovacej sústave **dvomi spôsobmi**:

- **priamo** – pri tomto spôsobe je zavlečený nebezpečný čiastkový bleskový prúd do objektu po anténnom vedení. Čiastkové bleskové prúdy musia byť v objekte budovy zvedené do zeme zvodičmi SPD typu 1. Takéto riešenie sa ale neodporúča, nakoľko cieľom ochrany pred účinkami blesku je zabrániť vniknutiu bleskového prúdu do objektu,
- **cez iskrisko** – iskrisko vytvára pri zásahu bleskom vodivú cestu na vniknutie bleskového prúdu do anténneho vedenia a do objektu a, tak isto ako v prvom prípade, je nebezpečný čiastkový bleskový prúd zavlečený do objektu.

Spoľahlivý a účinný spôsob ochrany antén (terestrických i satelitných) spočíva v ich inštalovaní na streche objektu budovy v zóne LPZ_B v priestore chránenom pred priamym zásahom blesku, teda podľa súboru noriem STN EN 62305-4: 2013, pozri obrázok 13.2.1.

Vrchol zachytávacej tyče vytvára **kužeľ – ochranný priestor**, v ktorom je inštalovaná parabolická satelitná anténa. Zachytávacia tyč a vedenie bleskozvodu na streche nesmie byť umiestnené bližšie k vodivým častiam antény a stožiaru, ako je vypočítaná dostatočná vzdialenosť „s“ medzi chránenou a nechránenou časťou. Stožiar antény sa pripojí na najbližšiu ekvipotenciálnu svorku (EP) v objekte budovy. (Pozor, nie k bleskozvodnej zachytávacej sústave!)

Ochrana vnútorných elektronických zariadení pred prepätím sa realizuje zvodičom prepätia SPD typu 2, umiestneným v blízkosti vstupu anténneho vedenia do objektu, a kombinovanou jednotkou sieťový adaptér s prepäťovou ochra-

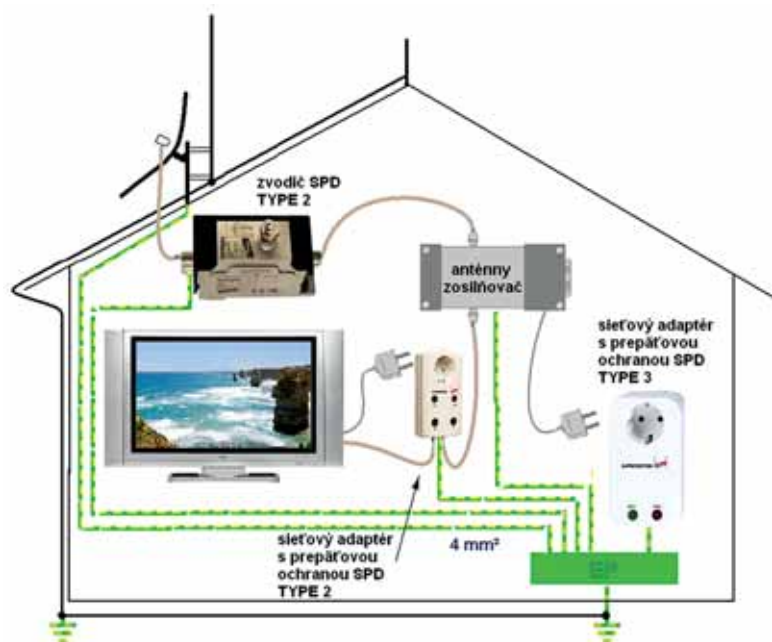


Obr. 13.2.1 Izolovaný oddialený bleskozvod LPS na ochranu parabolickej antény na plochej streche

nou SPD typu 2, ktorý sa umiestni v bezprostrednej blízkosti chráneného elektronického zariadenia, pozri obrázok 13.2.2.

Aby bola ochrana proti prepätiam dostatočne účinná, vo všeobecnosti sa dôrazne vyžaduje v objekte budovy:

- vyhotovenie pospájania,
- uvedenie všetkých vodivých neživých častí na rovnaký potenciál podľa normy STN 33 2000-4-41: 2019 (obrázok 13.2.2),
- správna voľba a zapojenie prepät'ových ochrán,
- správna koordinácia prepät'ových ochrán.



Obr. 13.2.2 Ochrana elektronických zariadení anténnych rozvodov proti prepätiu

Otázky a úlohy:

1. Čo je to prepätie a akými cestami sa môže dostať do objektu budovy?
2. Charakterizujte prepät'ové vlny.
3. Opíšte jednotlivé druhy prepät'ových ochrán SPD a uveďte, kde ich umiestňujeme.
4. Kde umiestňujeme prepät'ovú ochranu SPD 3 a prečo?
5. Uveďte spôsoby ochrany elektrických zariadení pred prepätím z napájacej siete.
6. Uveďte spôsoby ochrany dátových a telekomunikačných systémov pred prepätím.
7. Uveďte spôsoby ochrany anténnych systémov elektronických zariadení proti prepätiu.
8. Kde uzemňujeme anténny stožiar umiestnený na streche?

14. OCHRANA PROTI NADPRÚDOM

Nadprúdové ochrany majú za úlohu zabezpečiť ochranu elektrických inštalácií pred **pret'azením** a **skratom**. Na tieto účely sa používajú poistky, ističe a ochranné ističe.

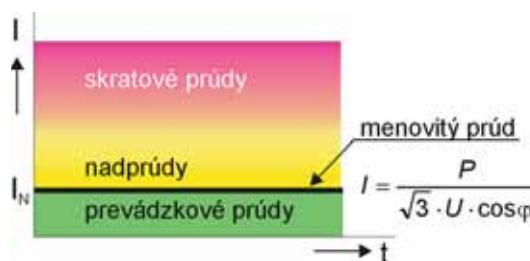
Aby elektrická inštalácia plnila svoju funkciu, aby bola bezpečná, spoľahlivá a mala požadovanú životnosť, je potrebné pri návrhu rešpektovať celý rad podmienok. Z tejto zásady vychádzajú predpisy a normy týkajúce sa problematiky ochrany proti nadprúdom. Sú to STN 33 2000-4-43: 2010, STN 33 2000-4-473: 1995 a STN 33 2000-5-52: 2012.

Norma STN 33 2000-4-43 určuje požiadavky na ochranu proti nadprúdom s tým, že v STN 33 2000-4-473 sú stanovené opatrenia na vlastné vyhotovenie ochrany proti nadprúdom a v STN 33 2000-5-52 sú určené podmienky a požiadavky na dovolené prúdy jednotlivých druhov vodičov a káblov.

Menovitý prúd – normálny prevádzkový prúd, ktorý pri správne nadimenzovanom priereze zabezpečuje bezpečnú a spoľahlivú prevádzku elektrického zariadenia.

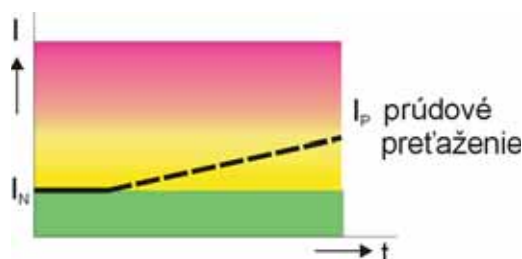
Nadprúd – zvýšený normálny prevádzkový prúd nad požadovanú hodnotu, majúci zvyčajne za následok vznik nebezpečných stavov, ktoré vyžadujú dostatočne rýchle samočinné odpojenie od zdroja napätia po dosiahnutí daných kritických podmienok. Nadprúdy poznáme dvojakého druhu; nadprúd charakteru prúdového pret'azenia a nadprúd charakteru skratového prúdu, obrázky 14.1 až 14.3.

Obr. 14.1 Prevádzkové prúdy, menovitý prúd a nadprúdy



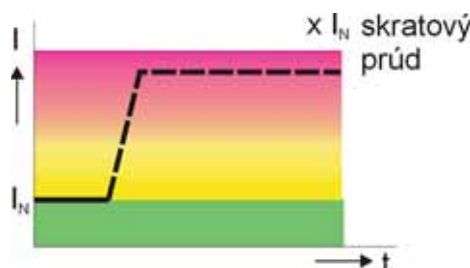
Prúdové pret'azenie – dlhodobé miernejšie zvýšenie menovitého prúdu nad určenú dovolenú hodnotu, obrázok 14.2.

Obr. 14.2 Prúdové pret'azenie



Skratový prúd – rýchle mnohonásobne zvýšený menovitý prúd, pri ktorom zvyčajne dochádza k nevratným javom, obrázok 14.3.

Obr. 14.3 Skratový prúd



Istenie – technické opatrenie, ktoré musí v prípade nadprúdu zaistiť, aby neboli prekročené najvyššie dovolené teploty jadier pracovných vodičov a káblov za dobu, než istiaci prvok vypne preťaženie, resp. skrat. Na istenie v zariadeniach nízkeho napätia (NN) sa používajú istiace prvky, ako sú poistky, ističe, ochranné ističe alebo istiace nadprúdové relé stýkačov.

Selektivita istenia – taký spôsob vyhotovenia istenia, pri ktorom je zamedzené nežiaduce pôsobenie istiacich prvkov tak, že vypínacie hodnoty istiacich prvkov sa smerom k zdroju zvyšujú. Znamená to, že istiaci prvok, ktorý je bližšie k miestu poruchy, má vypnúť skôr ako vzdialenejší. Pritom platí, že rýchla poistka vypína skôr ako pomalá poistka na rovnaký menovitý prúd. Ak má pomalá poistka vypnúť skôr ako rýchla, musí byť rýchla poistka aspoň o dva stupne vyššia. Ak sa má zabezpečiť selektivita medzi rôznymi druhmi istiacich prvkov (istič a poistka), musia sa porovnať ich vypínacie charakteristiky.

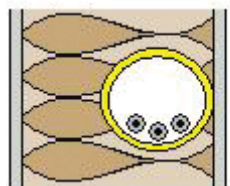
Istiacie prvky (ochranné prístroje) – zabezpečujú ochranu proti preťaženiu alebo proti skratu, alebo súčasne proti preťaženiu a skratu. Prvky chrániace proti skratu musia mať dostatočnú vypínaciu schopnosť, t. j., ich konštrukcia musí vydržať energiu uvoľnenú v danom obvode pri skrate. **Vysokú vypínaciu schopnosť majú poistky.** Ističe majú nižšiu vypínaciu schopnosť. **Ak istič nemá pre dané miesto požadovanú vypínaciu schopnosť, je pred ním potrebné predradiť zodpovedajúce poistky.** Prioritou v istení je istenie vedenia a až následne istenie spotrebiča.

Istiacie prvky umožňujú:

- **odpojovať** preťažujúcu časť (poistky, ističe),
- **signalizovať** preťaženie (nadprúdové relé),
- **obmedzovať** prúd (prúdové regulátory).

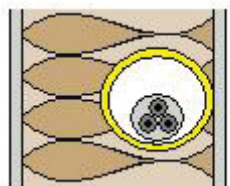
14.1 Spôsoby inštalácie vodičov a káblov s ohľadom na ich dovolenú prúdovú zaťažiteľnosť

Norma STN 33 2000-5-52: 2012 definuje **referenčné spôsoby** uloženia vodičov a káblov do skupín A až G. Referenčné spôsoby sú také spôsoby inštalácie, pri ktorých bola **prúdová zaťažiteľnosť určená skúškou alebo výpočtom.** Norma pre vodiče a káble s rôznymi izoláciami a prierezmi podľa spôsobu uloženia určuje hodnoty dovolených prúdov pri základných teplotách okolitého prostredia (vzduch 30 °C, zem 20° C – referenčné prostredie) a prepočítavací súčiniteľ pri iných teplotách okolia.



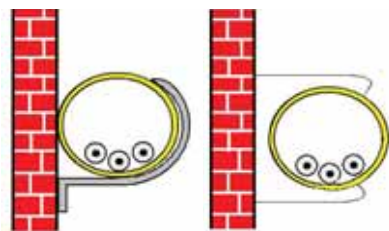
Referenčný spôsob uloženia elektrickej inštalácie A1

Izolované vodiče sú voľne uložené v elektroinštaláčnej rúrke nachádzajúcej sa v tepelne izolovanej stene (napr. minerálna vata).



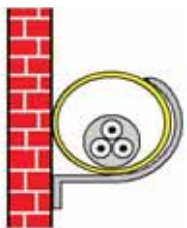
Referenčný spôsob uloženia elektrickej inštalácie A2

Viacžilový kábel je voľne uložený v elektroinštaláčnej rúrke nachádzajúcej sa v tepelne izolovanej stene.



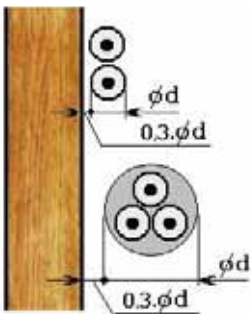
Referenčný spôsob uloženia elektrickej inštalácie B1

Izolované vodiče sú voľne uložené v elektroinštaláčnej rúrke na podperách umiestnenej na drevenej alebo murovanej stene alebo v elektroinštaláčnej rúrke umiestnenej od steny vo vzdialenosti o 0,3-násobok menšej, ako je priemer elektroinštaláčnej rúrky.



Referenčný spôsob uloženia elektrickej inštalácie **B2**

Viacžilový kábel uložený v elektroinštalačnej rúrke umiestnenej na drevenej alebo murovanej stene alebo v elektroinštalačnej rúrke umiestnenej od steny vo vzdialenosti o 0,3-násobok menšej, ako je priemer elektroinštalačnej rúrky.



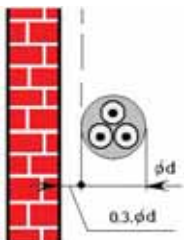
Referenčný spôsob uloženia elektrickej inštalácie **C**

Jednožilový alebo viacžilový kábel umiestnený na drevenej stene tak, aby medzera medzi ním a povrchom steny bola menšia ako 0,3-násobok priemeru kábla.



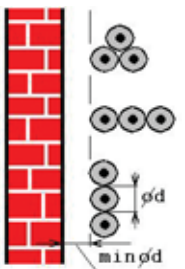
Referenčný spôsob uloženia elektrickej inštalácie **D**

Viacžilový kábel uložený v plastových, kameninových alebo v kovových rúrach v zemi v priamom kontakte s pôdou.



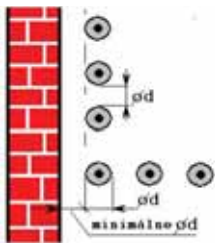
Referenčný spôsob uloženia elektrickej inštalácie **E**

Viacžilový kábel uložený na vzduchu vo vzdialenosti od steny rovnajúcej sa aspoň 0,3-násobku priemeru kábla.



Referenčný spôsob uloženia elektrickej inštalácie **F**

Jednožilové káble, ktoré sa navzájom dotýkajú na vzduchu. Ich vzdialenosť od steny sa rovná aspoň priemeru kábla.



Referenčný spôsob uloženia elektrickej inštalácie **G**

Jednožilové káble s medzerami medzi sebou aspoň na šírku rovnajúcu sa priemeru kábla v priestore s prirodzeným prúdením vzduchu.

Príklad dovolených hodnôt prúdov na rôzne spôsoby uloženia uvádzame v tabuľke 14.1.1. Ide o vodiče (káble) s izoláciou PVC z Cu na dva izolované vodiče. Teplota jadra je 70 °C, okolitá teplota je 30 °C na vzduchu a 20 °C v zemi.

Tab. 14.1.1 Dovoľené hodnoty prúdov na rôzne spôsoby uloženia

| Menovité prierezy vodičov [mm ²] | Dovoľené prúdy v [A] na rôzne spôsoby uloženia | | | | | | | | |
|--|--|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|
| spôsob inštalácie | A1 | A2 | B1 | B2 | C | D | E* | F* | G* |
| 1,5 | 14,5 | 14 | 17,5 | 16,5 | 19,5 | 22 | 22 | 26 | 28 |
| 2,5 | 19,5 | 18,5 | 24 | 23 | 27 | 29 | 30 | 34 | 37 |
| 4 | 26 | 25 | 32 | 30 | 36 | 38 | 40 | 45 | 49 |
| 6 | 34 | 32 | 41 | 38 | 46 | 47 | 51 | 57 | 62 |
| 10 | 46 | 43 | 57 | 52 | 63 | 63 | 69 | 77 | 84 |
| 16 | 61 | 57 | 76 | 69 | 85 | 81 | 92 | 102 | 110 |
| 25 | 80 | 75 | 101 | 90 | 112 | 104 | 120 | 132 | 142 |

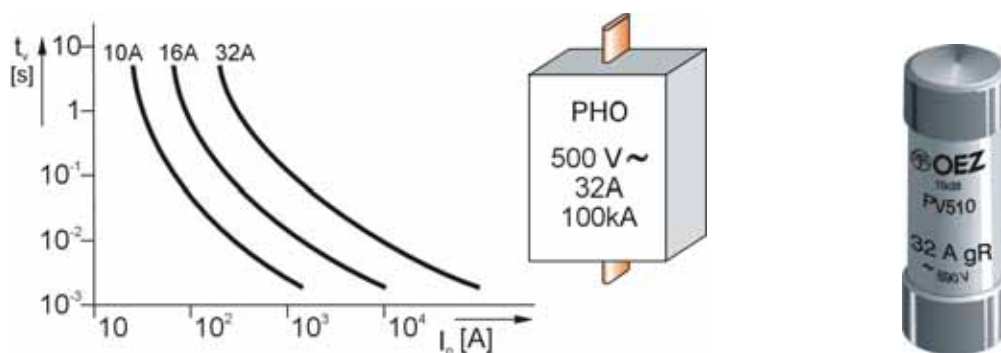
14.2 Istiace a ochranné prístroje

Istiace prístroje – majú za úlohu istiť elektrické zariadenia pri zvýšení prúdu nad menovitú hodnotu (poistky, ističe).

Ochranné prístroje – chránia elektrické rozvody a zariadenia pred atmosférickým prepätím (úder blesku) alebo prepätiami vznikajúcimi v dôsledku spínacích procesov. Patria sem rôzne typy zvodičov prepätia. Významnú skupinu predstavujú prístroje na ochranu pred nebezpečným dotykovým napätím – prúdové chrániče a ochranné prístroje strážiace izolačný stav rozvodnej IT siete (strážcovia izolácie).

14.2.1 Istiace prístroje

1. Poistky – istiace prvky s úmyselným zoslabením miesta vedenia slúžiace na to, aby **sa pretavením tavného drôti-ka rozpojil prúdový okruh**, v ktorom sú zaradené, a prerušil obvod, v ktorom **poruchový prúd prekračuje danú hodnotu po určitý čas**. Okolie tavného drôti-ka vzniknutý oblúk pri nadprúde uhasí. Táto zmena je nevratná, poistky je potrebné vymeniť za nové. Pretože poistky sú vzhľadom na svoju vypínaciu charakteristiku schopné rýchlo vypnúť skratové prúdy, používajú sa predovšetkým na istenie vedenia. Skratová odolnosť sa pohybuje nad 100 kA, obrázok 14.2.1.1.



Obr. 14.2.1.1 Vypínacia charakteristika tavnej poistky

Poistky sú charakterizované:

- typom,
- menovitým napätím,
- menovitým prúdom,
- vypínacou charakteristikou,
- skratovou odolnosťou kA.

Podľa vyhotovenia sa poistky rozdeľujú do štyroch skupín:

- rúrkové (len na malé prúdy do 10 A),
- závitové (E 14, E 27, E 33, G 1¹/₄, G 2),
- nožové (PH 00, PH 0, PH 1, PH 2, PH 3, PHN),
- valcové (C 10 × 38; C 8,5 × 31,5; C 14 × 51).

**Obr. 14.2.1.2 Poistkový odpínač jedнопólový****Podľa vypínacej (ampér sekundovej) charakteristiky sa poistky rozdeľujú na:**

- **pomalé** (označené symbolom slímaka) – vhodné na istenie len proti skratu. Tieto poistky reagujú na nadprúdy tak, že ich prenášajú dlhší čas ako rýchle poistky, na skratové prúdy ale reagujú rovnako rýchlo ako rýchle poistky,
- **rýchle** – vhodné na istenie proti skratu i preťaženiu.

Rad menovitých prúdov tavných vložiek poistiek:

2, 4, 6, 10, 16, 20, 25, 32*, 35, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 225, 250, 315, 350, 400, 500, 630, 800, 1 000, 1 250 A.

Poznámka: Hodnota prúdu 32 A sa pri závitových poistkách nahrádza hodnotou 35 A.

Závitové poistky (vložky) – vkladajú sa do **poistkovej hlavice**, ktorá sa zaskrutkuje do poistkového spodku, v ktorom sa nachádza dotkový krúžok podľa veľkosti poistky, pri E27 od 2 do 25 A, pri E33 od 25 do 63 A.

Valcové poistky – vkladajú sa do **poistkového odpínača**, ktorý umožňuje jednoduchú a bezpečnú manipuláciu pri výmene poistkových vložiek. Poistkový odpínač môže byť jedнопólový (pozri obrázok 14.2.1.2) alebo trojpólový a umiestňuje sa na montážnu lištu.

Nožové poistky (výkonové poistky) – používajú sa v priemyselných rozvodoch na **veľké menovité prúdy**. Poistková vložka je keramická a má tvar hranola s nožovými kontaktmi. Poistková vložka sa vkladá do poistkového spodku pomocou izolačného držadla. Aby bola výmena poistiek bezpečnejšia a jednoduchšia, používajú sa aj na nožové poistky poistkové odpínače. Odpínač môže byť **radový** alebo **lištový**.

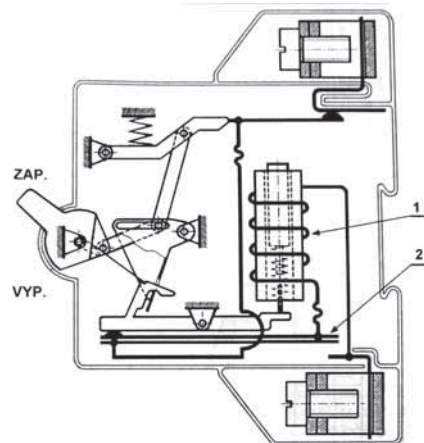
Vysokonapäťové poistkové vložky (do 35 kV) – používajú sa na istenie VN strany distribučného transformátora a ďalších VN zariadení.

2. Ističe

Istič je istiaci prvok **samočinne reagujúci na zvýšený prúd – nadprúd** (preťaženie, skrat) – odpojením. Úlohou ističa je istiť elektrické zariadenie (vedenie, motory a iné spotrebiče) pred nadprúdom. Konštrukčne sú vyhotovené tak, že v prúdovej dráhe majú dve spúšte:

- prvá, **elektromagnetická** (č. 1) pôsobí pri skratoch,
- druhá, **tepelná** spúšť (č. 2) vypína pri preťaženíach.

Úlohou spúští je **vyhodnotiť** veľkosť prúdu a pri dosiahnutí určitej hodnoty **dať povel** mechanizmu na vypnutie. Tepelná spúšť je tvorená dvojkovom (bimetalom) s rôznou tepelnou rozťažnosťou. Prechodom nadprúdu pri preťažení sa kovy ohrievajú a výsledkom je priehyb dvojkovu, ktorý sa využíva na vybavenie mechanizmu ističa. Elektromagnetickú skratovú spúšť tvorí elektromagnet, ktorý reaguje pri skratoch. Pri kompaktných a vzduchových ističoch sa používajú elektronické nadprúdové spúšte, ktoré v sebe združujú funkciu tepelnej aj skratovej spúšte.



Ističe majú oproti poistkám tú výhodu, že **nemajú nevratnú zmenu**, ale môžu opakovať svoju funkciu, čím sa dosiahne vyššia prevádzková pohotovosť.

Podľa vypínacej charakteristiky sa ističe rozdeľujú do troch skupín:

1. ističe s charakteristikou B (resp. L alebo V)

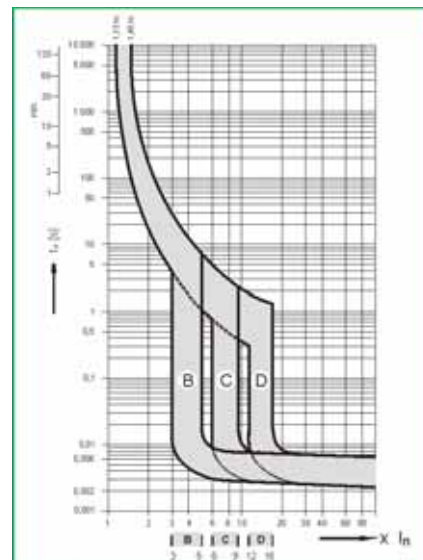
Majú nastavenie skratovej spúšte 3 I_n až 5 I_n . Slúžia na istenie elektrických obvodov so zariadeniami, ktoré nespôsobujú prúdové rázy (svetelné a zásuvkové obvody a pod.).

2. ističe s charakteristikou C (resp. U alebo K)

Majú nastavenie skratovej spúšte 5 I_n až 10 I_n . Slúžia na istenie elektrických obvodov so zariadeniami, ktoré spôsobujú prúdové rázy (motory, žiarovkové skupiny a pod.).

3. ističe s charakteristikou D (resp. M alebo „-“)

Majú nastavenie skratovej spúšte 10 I_n až 20 I_n . Slúžia na istenie elektrických obvodov so zariadeniami, ktoré spôsobujú vysoké prúdové rázy (transformátory, motory s ťažkým rozbehom).



Vyhotovenie ističov býva buď **modulové** jedno (obrázok 14.2.1.3) až štvorpólové pri prúdoch až do 125 A, alebo **kompaktné**. Kompaktné ističe majú v puzdre uložené všetky póly a bývajú v rozsahu 40 – 1 600 A.

Pri jednotlivých výrobcach môže byť prúdový rozsah od seba odlišný. Vypínacia charakteristika motorových ističov C je podobná charakteristike pomalých poistiek. Motorové ističe C možno kombinovať so stýkačom a použiť priamo na spúšťanie motora a zároveň aj na jeho istenie.



Podľa počtu pólov sa ističe rozdeľujú na:

- **jednopolové,**
- **viacpólové.**

Obr. 14.2.1.3 Modulový istič jednopolový

Skratová odolnosť ističov býva oproti poistkám nižšia (6 až 10 kA). Ističe môžu byť doplnené signálnymi kontaktmi, cievkou na podpätie a vypínacím magnetom.

3. Istiace nadprúdové tepelné relé

Tepelné nadprúdové relé **vypínajú nepriamo**, stýkačmi, preto tento prvok tvorí spolu so stýkačom jeden celok. Nadprúdové relé sú spravidla bimetalové členy sledujúce preťaženie a po zapôsobení nadprúdovej bimetalovej spúšte je pomocou kontaktov rozpojený obvod cievky elektromagnetického stýkača a ten svojimi **hlavnými kontaktmi preruší istený obvod**. Tieto prvky istia obyčajne len proti dlhodobému preťaženiu.

Tepelné relé neistia zariadenia pred skratom, preto treba pred zariadenie predradit' poistky alebo použiť ističe.



Obr. 14.2.1.4 Nadprúdové relé

Na tepelnom relé možno z daného rozsahu hodnôt nastaviť požadovanú hodnotu prúdu tak, aby daný spotrebič nebol preťažený nadprúdom. Na obrázku 14.2.1.4 je nadprúdové relé.

4. Motorové spúšťače

Motorový spúšťač je ochranný prístroj, ktorý **chráni motor pred preťažením aj pred skratom**. Jeho výhodou je možnosť priameho spúšťania motorov. Obsahuje dve spúšte, **skratovú a tepelnú**, ktoré pôsobia na spínací mechanizmus oddelene. Zapínanie a vypínanie môže byť otočnou rukoväťou alebo dvomi tlačidlami ZAP a VYP. Zapínanie sa vykonáva manuálne na vlastnom spúšťači, vypínanie môže byť manuálne na spúšťači alebo pri vybavení podpäťovou spúšťou aj diaľkovo. Motorový spúšťač má nastaviteľnú nadprúdovú spúšť. Na obrázku 14.2.1.5 sú ukážky motorových spúšťačov.



Obr. 14.2.1.5 Príklady motorových spúšťačov

Integrálny spúšťač – umožňuje priamo spustenie motora a jeho istenie počas prevádzky. Pozostáva z kombinácie motorového spúšťača a zo stýkača, ktoré sú vzájomne zostavené zo štandardných prístrojov cez zásuvné konektory bez použitia nástrojov modulom elektrického prepojenia. Na obrázku 14.2.1.6 je integrálny spúšťač na spúšťanie motora a zároveň aj na jeho istenie.



Obr. 14.2.1.6 Integrálny spúšťač

14.2.2 Ochranné prístroje

Ochranné prístroje sú prvky, ktoré v prípade poruchy zabezpečia samočinnné odpojenie poruchovej časti tak, že nehrozí nebezpečenstvo úrazu elektrickým prúdom.

Používajú sa ochranné prístroje reagujúce na:

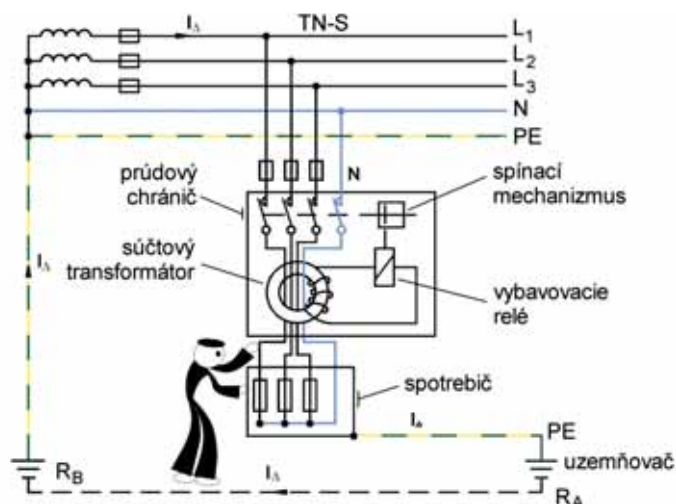
- **nadprúd** – ide o bežné nadprúdové istiace prvky (poistky, ističe, nadprúdové relé),
- **poruchový prúd** – prúdové chrániče a prístroje na monitorovanie menovitého rozdielového vypínacieho prúdu,
- **napätie na neživých častiach** – napäťové chrániče,
- **zhoršenie izolačného stavu** – strážcovia izolačného stavu,
- **ochranu pred prepätím** – zvodnice prepätia.

1. Prúdové chrániče

Prúdový chránič je ochranný prístroj, ktorý **samočinne odpojí elektrický spotrebič od siete**, ak v tomto spotrebiči v dôsledku porušenia izolácie poruchový prúd unikajúci mimo pracovných vodičov na kostru alebo do zeme prekročí dovolenú hranicu. Základom prúdového chrániča je **súťový prúdový transformátor** vo forme kruhového magnetického jadra, ktorým prechádzajú všetky pracovné vodiče (L1, L2, L3, N). Pri normálnej prevádzke je súčet pretekajúcich prúdov (do spotrebiča a zo spotrebiča) rovnaký, teda vektorový súčet prúdov chráneného obvodu spotrebiča a tým aj výsledný magnetický tok sa rovná nule. Ak však dôjde k porušeniu tejto rovnováhy dôsledkom poruchového prúdu, magnetický tok v sekundárnom vinutí súťového transformátora indukuje napätie, ktoré rozdielovým vypínaním prúdom cez vybavovacie relé spôsobí rozpojenie kontaktov (vybavenie) prúdového chrániča, a to v čase kratšom ako 200 ms. **Prúdovým chráničom nesmie v žiadnom prípade prechádzať vodič PEN siete TN – C!** Vodič PEN musí byť pred chráničom rozdelený na samostatný neutrálny (N) vodič a samostatný ochranný vodič (PE).

Menovité vypínacie rozdielové prúdy sa pri prúdových chráničoch pohybujú v rozsahu 10 mA, 30 mA, 100 mA, 300 mA a 500 mA.

Prúdový chránič je jediný prístroj, ktorý chráni človeka aj pred **priamym dotykom živej časti**. Pomocou testovacieho tlačidla na prúdovom chrániči treba **pravidelne** preskúšať v prevádzke jeho (mechanické) vypnutie.



2. Strážcovia izolačného stavu

Strážca izolačného stavu izolovanej zdravotníckej siete IT slúži na monitorovanie stavu s cieľom **stráženia izolačného stavu živých častí celej inštalácie siete**. Sieť IT neobsahuje neutrálny vodič, len vodiče krajné, teda pri zvode (**zníženie izolačného odporu pod 50 kΩ**) medzi krajným a ochranným vodičom (prvá porucha), prevádzka siete pokračuje ďalej, strážca izolačného stavu hlási opticky i akusticky túto chybu. Prvá porucha musí byť čo najskôr odstránená, lebo druhá porucha v inom krajnom vodiči by spôsobila už odpojenie ističom. Vnútny odpor strážcu izolačného stavu pritom obmedzuje maximálny prúd, ktorý pri zemnom spojení jedného krajného vodiča môže prechádzať na bezpečnú hodnotu.

Akustickú signalizáciu možno vypnúť pred odstránením chyby, ale optickú signalizáciu (žlté svetlo) nemožno pred odstránením chyby vypnúť.

Na kontrolu stavu izolačnej siete IT sa používa prípravok s testovacím odporom 47 kΩ, pozri obrázok 14.2.2.1.



Obr. 14.2.2.1 Testovací prípravok na izolačnú sieť IT

3. Zvodiče prepätia

Zvodiče prepätia patria medzi ochranné prístroje, ktoré chránia citlivé elektronické zariadenia pred prepätím, ktoré môže byť atmosférického alebo spínacieho charakteru. Nebezpečenstvo prepätia pri elektronických zariadeniach hrozí zo strany **napájacej siete nízkeho napätia** (zvodič na obrázku 14.2.2.2 a), zo strany **dátovej telekomunikačnej**

siete (zvodič na obrázku 14.2.2.2 b) a zo strany **prívodu z terestrickej antény** (zvodič na obrázku 14.2.2.2 c). Aby bola ochrana proti prepätiu účinná, musia byť jednotlivé prvky ochrany proti prepätiu radené za sebou v niekoľkých stupňoch na postupné odvedenie prúdu blesku.



a)

b)

c)

Obr. 14.2.2.2 Zvodice prepätia

Zvodice na zvod nižších hladín bleskových prúdov tvoria **varistory**. **Varistor** je **napät'ovo závislý odpor**, ktorý pri určitom napät'ovom impulze (približne nad 280 V) veľmi prudko zmení svoj odpor z niekoľko MΩ na niekoľko ohmov a **zvedie toto prepätie do zeme**. Zvodič prepätia sa pripája medzi všetky fázové (krajné) vodiče a ochranný vodič v sieti TN – C, v sieti TN – S treba pridať zvodič aj na oddelený neutrálny vodič.

Otázky a úlohy:

1. Charakterizujte pojem nadprúd.
2. Aké prvky sú vhodné na ochranu proti skratu a prečo?
3. Aké sú spôsoby ukladania vodičov vzhľadom na ich dovolené prúdové zaťaženie?
4. Ako ovplyvňuje spôsob uloženia vodičov a káblov ich dovolené prúdové zaťaženie?
5. Vymenujte dôvody pre a proti uloženiu vodičov v elektroinštalačnej ohybnej PVC rúrke v omietke oproti káblovému vodiču uloženému priamo v omietke.
6. Nakreslite zásuvkový obvod tvorený vodičom (káblom) s prierezom $2,5 \text{ mm}^2$, istený poistkou s menovitým prúdom 16 A a vyhotovený v sieti TN – S na rôzne druhy uloženia A1, A2, B1, B2, C a D z hľadiska jeho prúdového zaťaženia.
7. Čo patrí medzi istiace prístroje?
8. Čo patrí medzi ochranné prístroje?
9. Vymenujte rozdiely medzi poistkou a ističom.
10. Aké charakteristiky majú ističe a kde sa používajú?
11. Aké sú zásady umiestňovania istiacich prvkov?
12. Na čo slúži poistkový odpínač?
13. Ako chránime pred nadprúdom elektromotory?
14. Na čo slúžia motorové spúšťače?
15. Opíšte, ako pracuje prúdový chránič.
16. Pri kosení trávy došlo k usmrteniu pracovníka, ktorý ju kosil v gumových čižmách. Na predlžovacom prívode sa mu vytiahla vidlica 230 V z pohyblivej zásuvky. Zásuvka mala poškodený kryt. Prečo došlo k smrteľnému úrazu napriek tomu, že na prívode bol predradený prúdový chránič?
17. Na čo slúži strážca izolačného stavu a kde sa používa?
18. Kde všade je potrebné inštalovať zvodice prepätia?

15. PRÍPOJKY ELEKTRICKEJ ENERGIE NÍZKEHO NAPÄTIA

Podľa § 39 zákona o energetike č. 251/2012 Z. z. je **elektrická prípojka** zariadenie nízkeho napätia, ktoré je **určené na pripojenie odberného elektrického zariadenia odberateľa elektriny na distribučnú sústavu**.

Elektrická prípojka sa začína **odbočením elektrického vedenia** od distribučnej sústavy smerom k odberateľovi elektriny alebo je súčasťou distribučnej sústavy, alebo prenosovej sústavy. Odbočením elektrického vedenia v elektrickej stanici je jeho odbočenie od spínacích a istiacich prvkov, prípadne od prípojnic. V ostatných prípadoch sa za odbočenie elektrického vedenia považuje jeho **odbočenie od vzdušného alebo káblového vedenia**.

Elektrická prípojka nízkeho napätia sa končí pri **vonkajšom vedení hlavnou domovou poistkovou skriňou**, pri káblovom vedení hlavnou domovou káblovou skriňou, ktoré sú súčasťou elektrickej prípojky a sú umiestnené na verejne prístupnom mieste. Ak hlavná domová poistková skriňa nie je na objekte zriadená, vonkajšia elektrická prípojka sa končí na poslednom podpernom bode (napríklad strešník, konzola, stožiar), prípadne na hranici objektu odberateľa.

Každé odberné zariadenie sa pripája k rozvodu dodávateľa elektrickej energie **elektrickou prípojkou** podľa STN 33 3320: 2002. **Elektrické prípojky sa delia podľa:**

1. spôsobu zhotovenia na:

- prípojky zhotovené vonkajším vedením (holými vodičmi alebo závesným káblom na podperných bodoch – stĺpoch),
- prípojky zhotovené káblovým vedením uloženým v zemi,
- prípojky zhotovené kombináciou obidvoch spôsobov (časť prípojky vzdušným vedením a časť prípojky káblovým vedením v zemi).

2. veľkosti výšky napätia na:

- prípojky do 1 kV,
- prípojky nad 1 kV do 45 kV,
- prípojky nad 45 kV.

Elektrická prípojka **sa začína odbočením od zariadenia verejného rozvodu** (vzdušného alebo káblového) elektrickej energie smerom k odberateľovi. Prípojka do 1 kV **končí prípojkovou skriňou**, ktorá musí byť plombovateľná a s uzáverom na rozvodné zariadenia podľa STN 35 9754 a musí byť označená bezpečnostnou značkou č. 5036S STN IEC 60417 (blesk).



Prípojkovou skriňou je:

- a) hlavná domová poistková skrinka** HDS (SP, SPP), ak je prípojka zhotovená vzdušným vedením (holými vodičmi, izolovanými vodičmi alebo závesným káblom). Umiestňuje sa vo výške 2,5 až 3 m,
- b) hlavná domová káblová skriňa** (SP, SPP, SPP + RE), ak je prípojka zhotovená zemným káblovým vedením.

Prípojková skriňa sa umiestňuje tak, aby dolný okraj skrine bol **0,6 m nad definitívne upraveným terénom**. Prípojková skriňa SPP je na obrázku 15.1. Možno ju umiestniť do fasády, na stĺp a pod.



Obr. 15.1 Plastová prípojková skriňa SPP

V každom objekte sa má zriadiť len jedna elektrická prípojka. V prípade, že je zhotovených v jednom objekte viacero prípojok, musia byť označené v každej prípojkovvej skrini tohto objektu.

Medzi dodávateľom a odberateľom elektrickej energie platia právne vzťahy upravené zákonom. Istenie v prípojkovvej skrini sa robí závitovými alebo nožovými poistkami a **musí byť minimálne o jeden stupeň vyššie** (z radu menovitých prúdov), ako je istenie pred elektromerom. Poistky pre jednotlivých odberateľov sa musia riadne označiť.

Z dôvodov bezpečnej obsluhy a prác pred prípojkovou skriňou **musí byť voľný priestor** minimálne **0,8 m**. Istenie v prípojkovvej skrini sa robí závitovými alebo nožovými poistkami a má byť aspoň o jeden stupeň vyššie, ako je istenie pred elektromerom. Poistky pre jednotlivých odberateľov sa musia označiť. Prípojková skriňa môže byť v niektorých prípadoch (napr. v hromadných garážach, chatových, záhradkáarských oblastiach a pod.) nahradená rozvádzačom na verejne prístupnom mieste, v ktorom sú umiestnené elektromery viacerých objektov, pozri obrázok 15.2. Elektromerový rozvádzač rodinného domu je na obrázku 15.3. Nachádza sa v ňom hlavný istič, elektromer a jednotka diaľkového ovládania HDO.



Obr. 15.2 Spoločný elektromerový rozvádzač pre viacerých odberateľov



Obr. 15.3 Elektromerový rozvádzač na rodinný dom

15.1 Prípojky zhotovené vzdušným vedením

Vzdušné prípojky sa zhotovujú z **izolovaných vodičov, závesných alebo samonosných káblov**. Použitie holých vodičov je dovolené len v ojedinelých prípadoch a so súhlasom dodávateľa elektrickej energie. **Použitie úložných káblov zavesených na drôte alebo na lane je neprípustné!** Minimálne prierezy vodičov sú **16 mm² AlFe** pri holých vodičoch a **16 mm² Al** pri závesných kábloch. Pri použití iných materiálov alebo inej konštrukcii vodičov (izolované vodiče, medené vodiče a pod.) musia byť zachované také isté elektrické a mechanické vlastnosti vodičov prípojky. Časť prípojky od poslednej podpory (strešná konštrukcia, konzoly do múra a pod.) do prípojkovvej skrine má byť čo

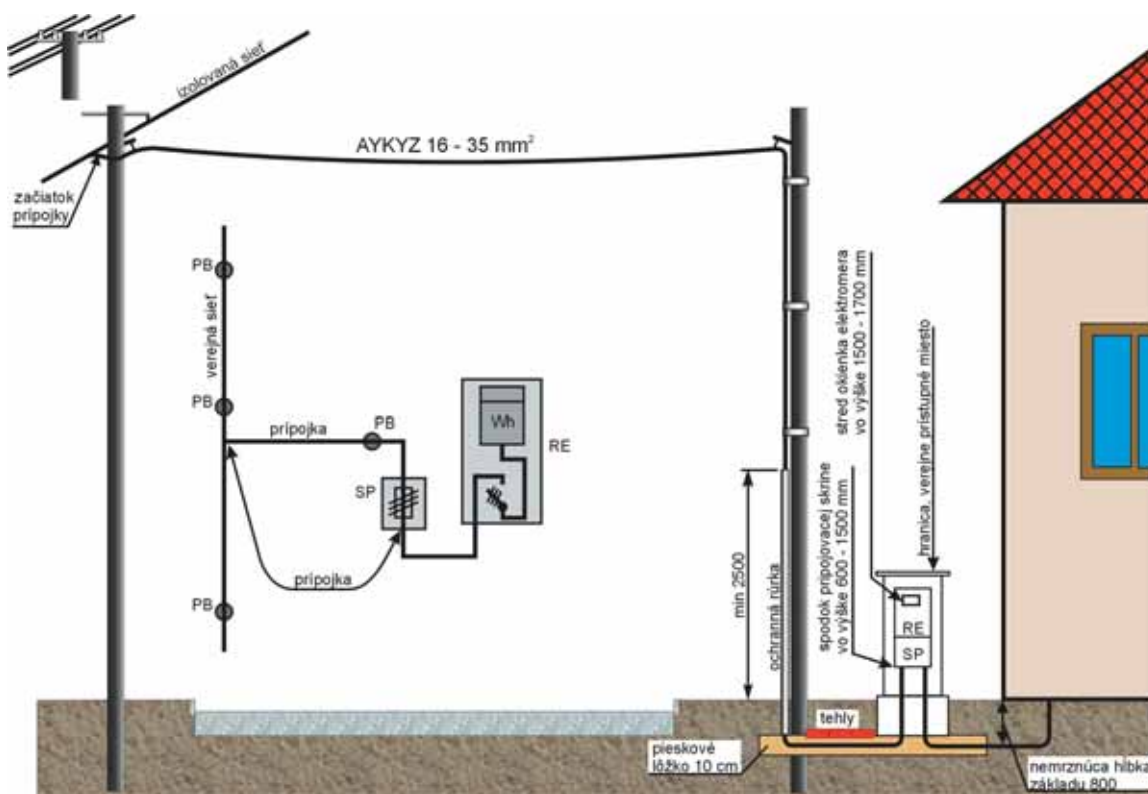
najkratšia. Prednostne sa zhotovuje káblom. Kábel ani izolované vodiče nesmú byť prerušované ani nadstavované. Pri zriaďovaní novej prípojky sa musí použiť na kladenie časti prípojky umiestnenej na budove vonkajšia časť obvodového muriva budovy. Ak je prípojka zhotovená závesným káblom alebo izolovanými vodičmi, zhotoví sa aj táto časť prípojky bez prerušenia vodičov. Pri rekonštrukcii elektrickej prípojky možno ponechať pôvodnú časť prípojky ako prívod len vtedy, ak neprechádza vnútornými priestormi budovy a ak sú urobené vhodné opatrenia na zamedzenie neoprávneného odberu elektrickej energie. Obe časti prívodu možno spájať na poslednej podpere. Spojenie vodičov musí byť chránené **izoláciou** a musí byť viditeľné z verejne prístupného miesta. Pri zaústení káblov alebo vodičov do múra sa musia urobiť opatrenia proti zatekaniu vody.

Prípojková skriňa sa umiestni na verejne prístupné miesto. Prednostne sa umiestňuje na podpernom bode (stĺpe) rozvodu elektrickej energie a vedenie od prípojkového skrine k elektromerovému rozvádzaču sa považuje za prívod. Ak je podpera verejného rozvodu situovaná na objekte budovy odberateľa, má byť dolný okraj prípojkového skrine vo **výške 2,5 až 3 m** nad definitívne upraveným terénom.

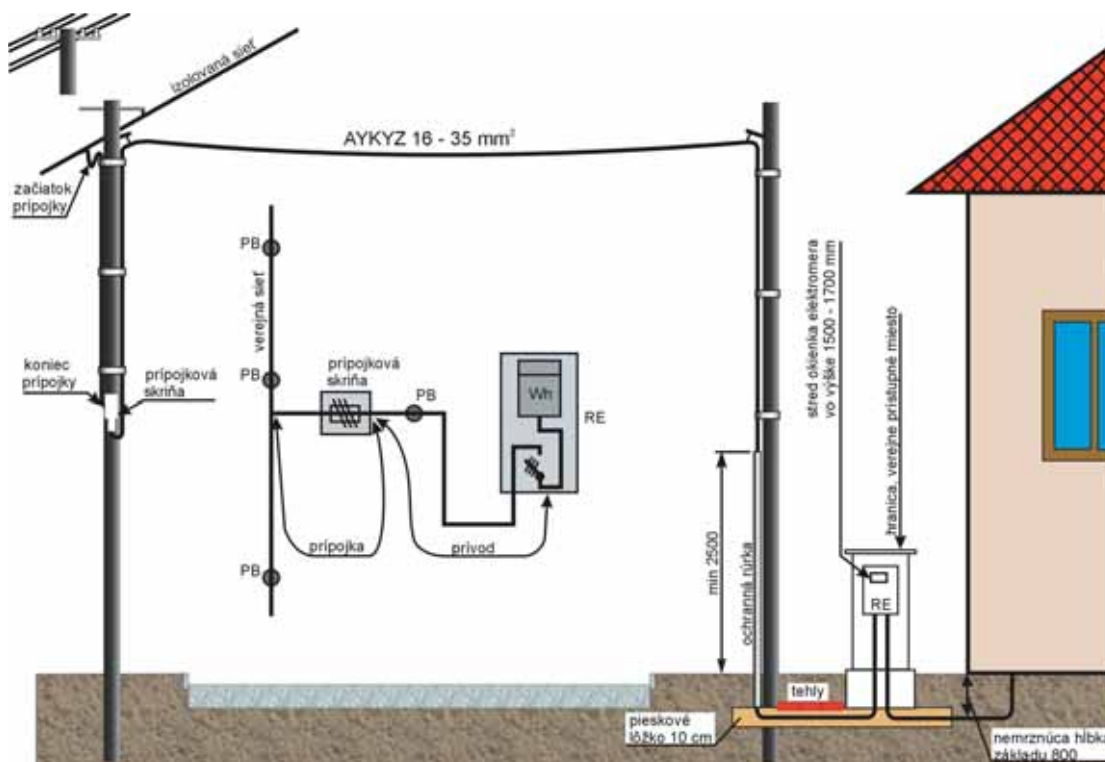
Na obrázkoch 15.1.1 až 15.1.6 sú znázornené možné prípojky zhotovené vzdušným vedením.

Každé odberné zariadenie sa pripája k rozvodu dodávateľa elektrickej energie elektrickou prípojkou. **Elektrické prípojky sa delia podľa spôsobu zhotovenia na:**

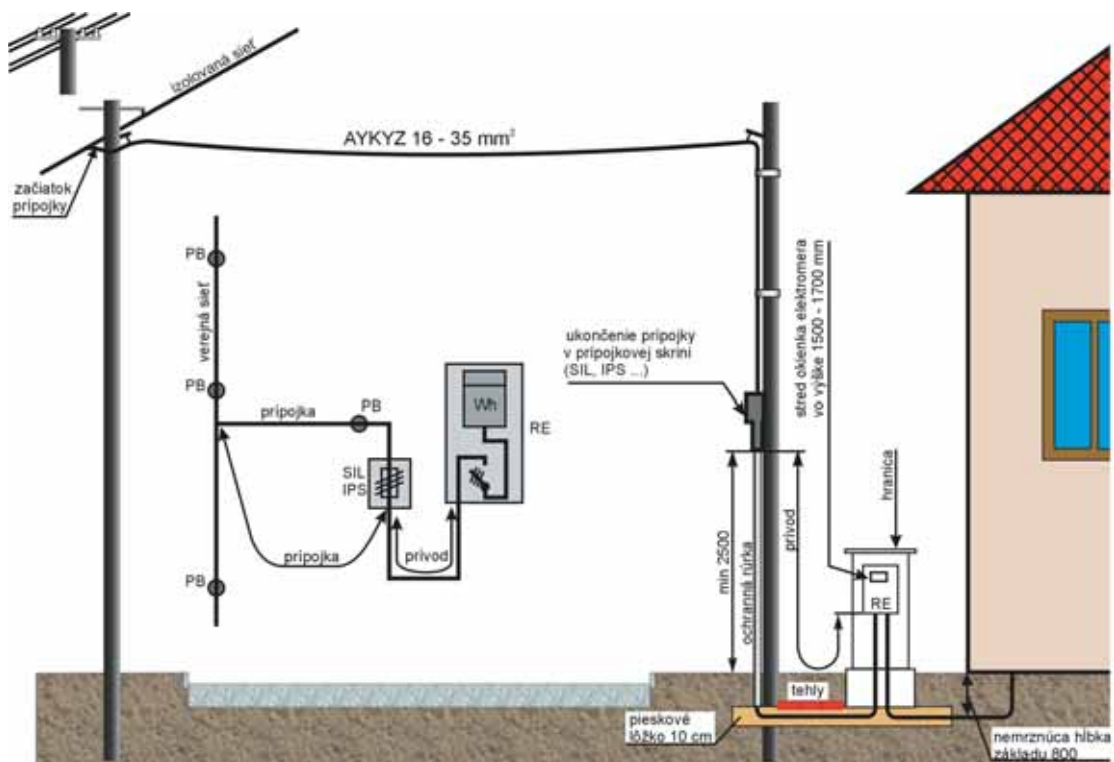
- **prípojky zhotovené vonkajším vedením** (holými vodičmi, zavesené káble na stĺpoch),
- **prípojky zhotovené káblovým vedením uloženým v zemi**,
- **prípojky zhotovené kombináciou oboch spôsobov** (časť prípojky vzdušným vedením a časť prípojky káblovým vedením).



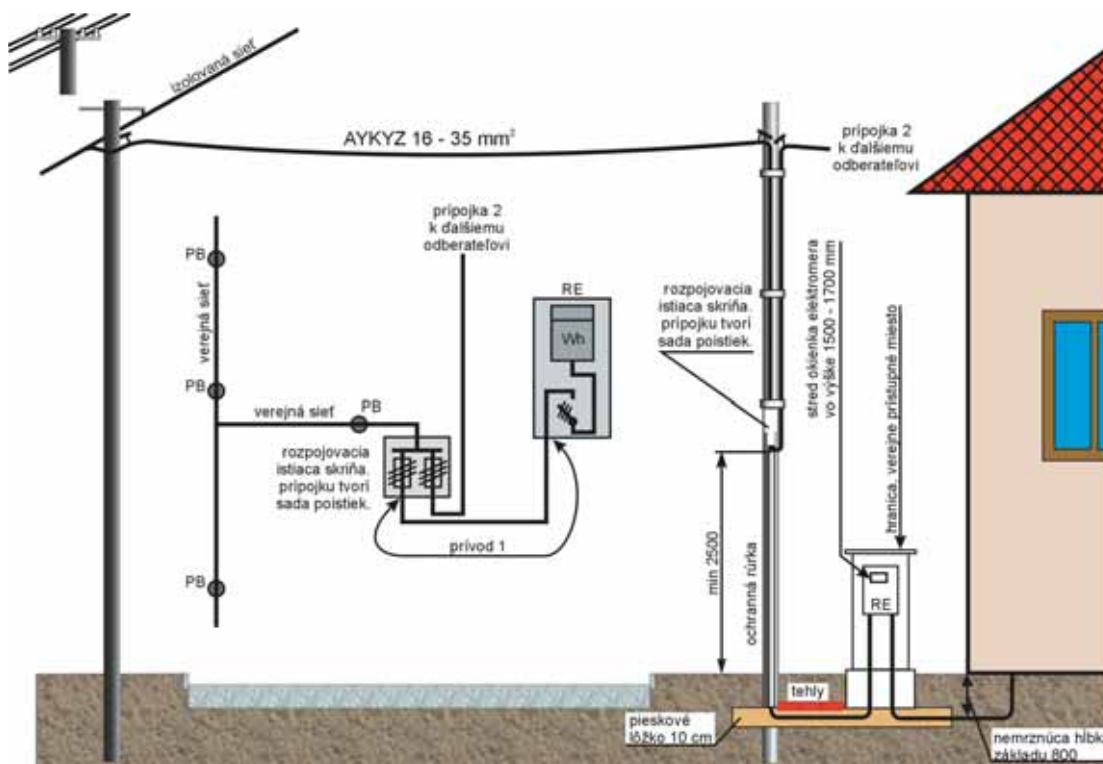
Obr. 15.1.1 Prípojka z vonkajšieho vedenia závesným káblom cez podperný bod ukončená v prípojkovvej skrine



Obr. 15.1.2 Prípojka z vonkajšieho vedenia závesným káblom cez podporný bod ukončená v elektrickom rozvádzači



Obr. 15.1.3 Prípojka z vonkajšieho vedenia závesným káblom cez podporný bod ukončená v prípojčkovej skriní na podpernom bode



Obr. 15.1.6 Pripojenie viacerých odberateľov z jedného podperného bodu z vonkajšieho vedenia spoločným vedením závesným káblom cez podperný bod do rozpojovacej istiacej skrine, v ktorej je istenie prípojkov odberateľov

15.2 Přípojky zhotovené káblovým vedením

Prípojky zhotovené káblovým vedením sú vtedy, keď je pripojenie objektu zhotovené zaslučkovaním kábla rozvodu dodávateľa elektrickej energie, keď tvorí prípojku len **prípojková skriňa**, prípadne **len súprava poistiek v rozpojovacej skrini**.

Ak je to účelné, môže byť pripojková skriňa súčasne aj rozpojovacou skriňou rozvodného zariadenia, potom sa **čast' skrine používa ako rozpojovacia skriňa a čast' ako pripojková skriňa**. Ak je to účelné, môže slúžiť jedna pripojková skriňa alebo rozpojovacia skriňa rozvodného zariadenia dodávateľ elektrickej energie aj na pripojenie viacerých objektov. Každý prívod do týchto objektov musí byť samostatne pripojený a istený v tejto skriní.

Káblové prípojky musia byť zriadené vždy s **plným počtom vodičov rozvodného zariadenia dodávateľa elektrickej energie v mieste pripojenia**.

Minimálne prierezy káblov elektrických prípojek sú **4 × 16 mm² Al** pri odbočení v rozpojovacej alebo istiacej skrini káblového vedenia zo samostatného istiaceho prvku.

Pri zhotovení káblovej prípojky odbočením spojkou tvaru T (len so súhlasom dodávateľa elektrickej energie) je minimálny prierez **4 × 25 mm² Al**. Pri použití kábla s medenými vodičmi je minimálny prierez o stupeň nižší.

Prípojková skriňa je súčasťou prípojky. Umiestňuje sa spravidla na hranici odberateľovej nehnuteľnosti tak, aby jej dvere a odnímateľné kryty káblového priestoru boli **na verejne prístupnom mieste** (mimo evakuačnej cesty).

Dolný okraj skrine má byť **0,6 m nad definitívne upraveným terénom**. S ohľadom na miestne podmienky (snehová prikrývka, záplavy a pod.) ju možno umiestniť aj vyššie, až do 1,5 m. So súhlasom dodávateľa elektriny možno spodný okraj prípojkovej skrine umiestniť aj nižšie ako 0,6 m nad definitívne upraveným terénom pred skriňou.

Umiestnenie stredu okienka elektromera má byť (podľa čl. 4.6.8 STN 33 2130: 1983) minimálne 0,7 m nad definitívne upraveným terénom pred skriňou.

Ak je v prípojkeovej skriní viacero súprav poistiek alebo iných istiacich prvkov, musí byť na každej súprave trvanlivým spôsobom vyznačené, **na ktoré odberné zariadenie je súprava určená**.

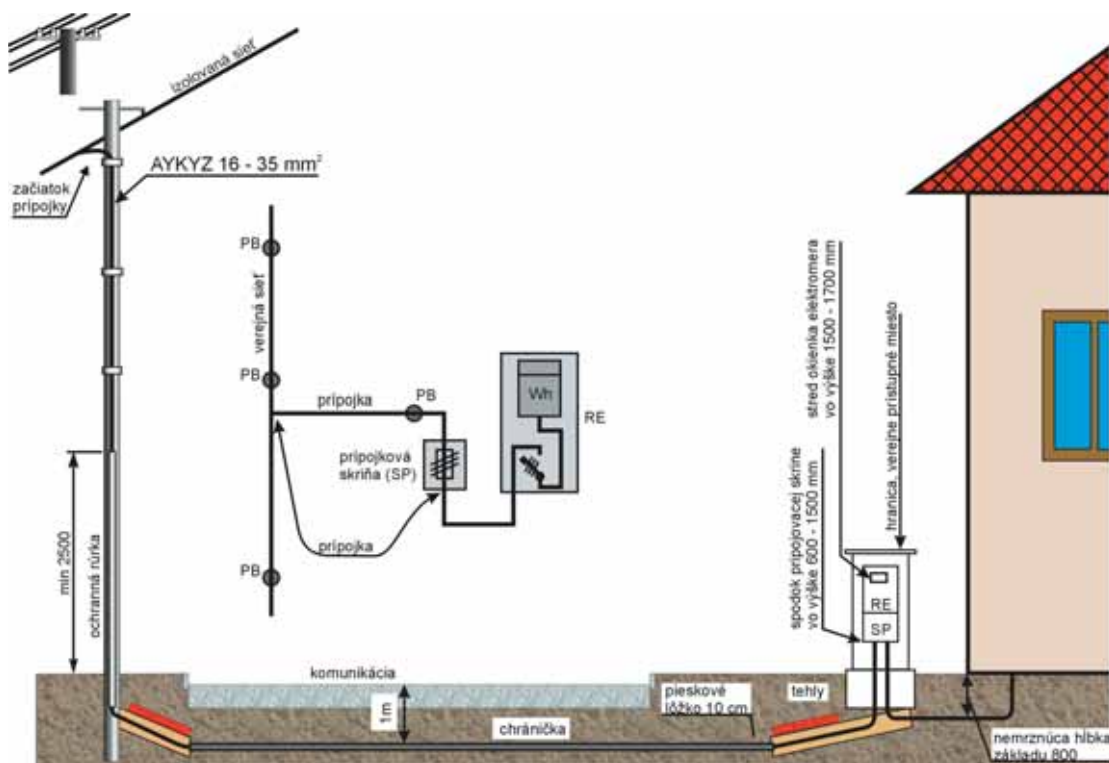
Ak káblková prípojka odbočuje zo vzdušného vedenia, umiestňuje sa prípojková skriňa na verejne prístupnom mieste. Možno ju umiestniť aj na podperu vzdušného vedenia vo výške **2,5 až 3 m**.

Ak kábel **odbočuje zo vzdušného vedenia**, musí byť tento kábel na stĺpe vzdušného vedenia chránený proti mechanickému poškodeniu **ochrannou rúrkou do výšky min. 2,5 m**. V mieste zaústenia kábla do ochrannej rúrky sa musia vykonať opatrenia proti zatekaniu vody. Uloženie káblvej prípojky musí byť v súlade s STN 34 1050 (pozri kapitolu 13.1 tejto knihy).

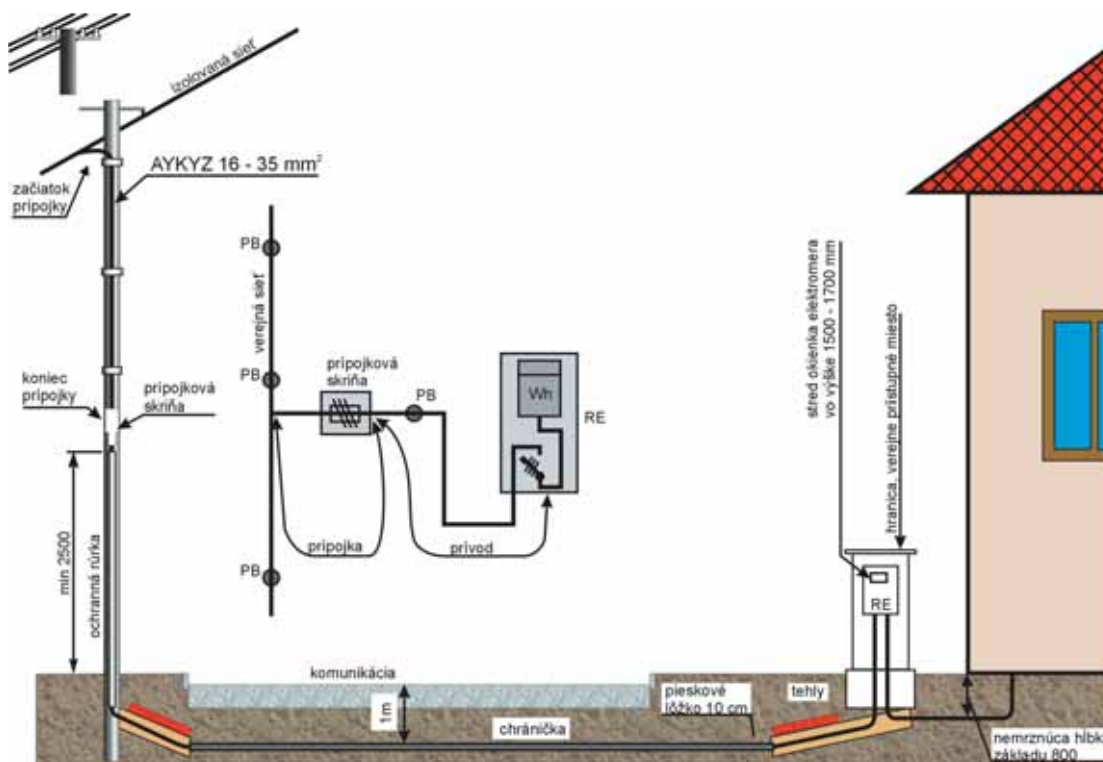
Na obrázkoch 15.2.1 až 15.2.6 sú znázornené možné prípojky zhotovené zemným káblovým vedením.

Podľa zákona NR SR č. 251/2012 Z. z. o energetike zriaďuje elektrickú prípojku **prevádzkovateľ distribučnej sústavy alebo za podmienok ním určených aj iná poverená osoba**. Náklady na zriadenie prípojky uhrádza ten, pre koho bola zriadená, ak sa prevádzkovateľ distribučnej sústavy s ním nedohodne inak.

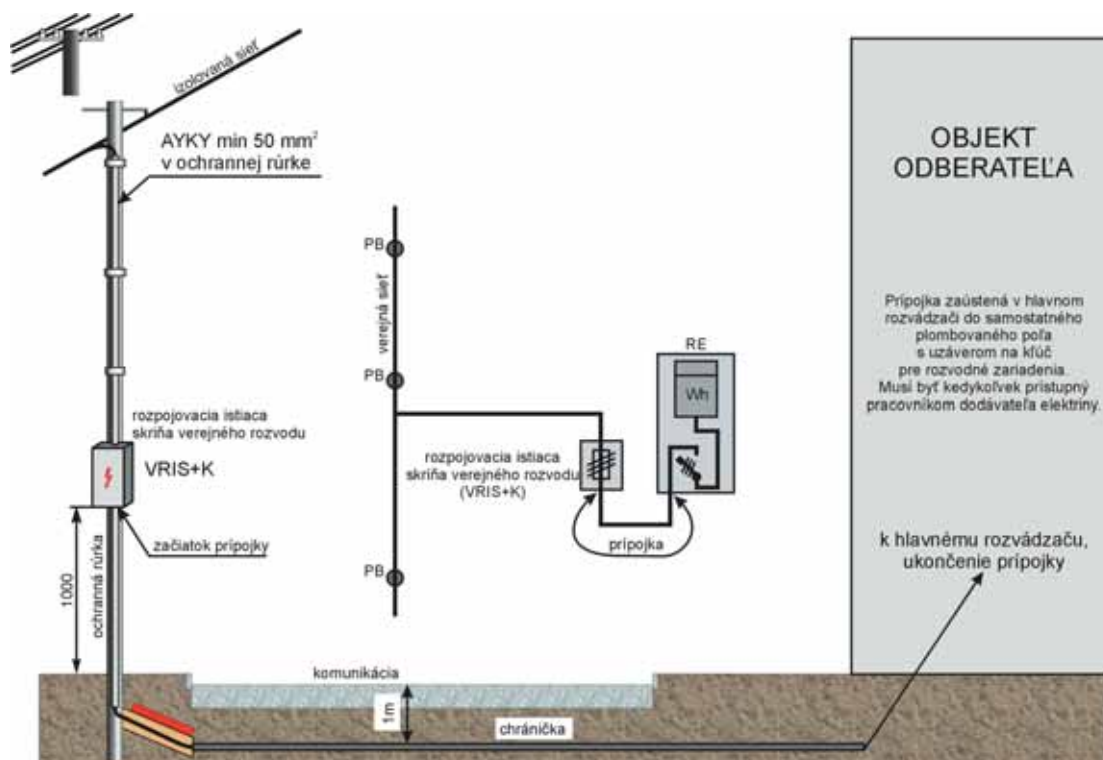
Vlastníkom elektrickej prípojky je ten, kto uhradil náklady na jej zriadenie. Vlastník elektrickej prípojky je povinný zabezpečiť prevádzku, údržbu, revízie a opravy tak, aby nespôsobila ohrozenie života a zdravia alebo poškodenie majetku osôb. Zasahovať do elektrickej prípojky môže jej vlastník len so súhlasom prevádzkovateľa distribučnej sústavy. Prevádzkovateľ distribučnej sústavy, ktorý dodáva elektrinu majiteľovi prípojky, je povinný s ním **uzatvoriť zmluvu na prevádzku, údržbu, revízie a opravy za úhradu, ak ho o to požiada**.



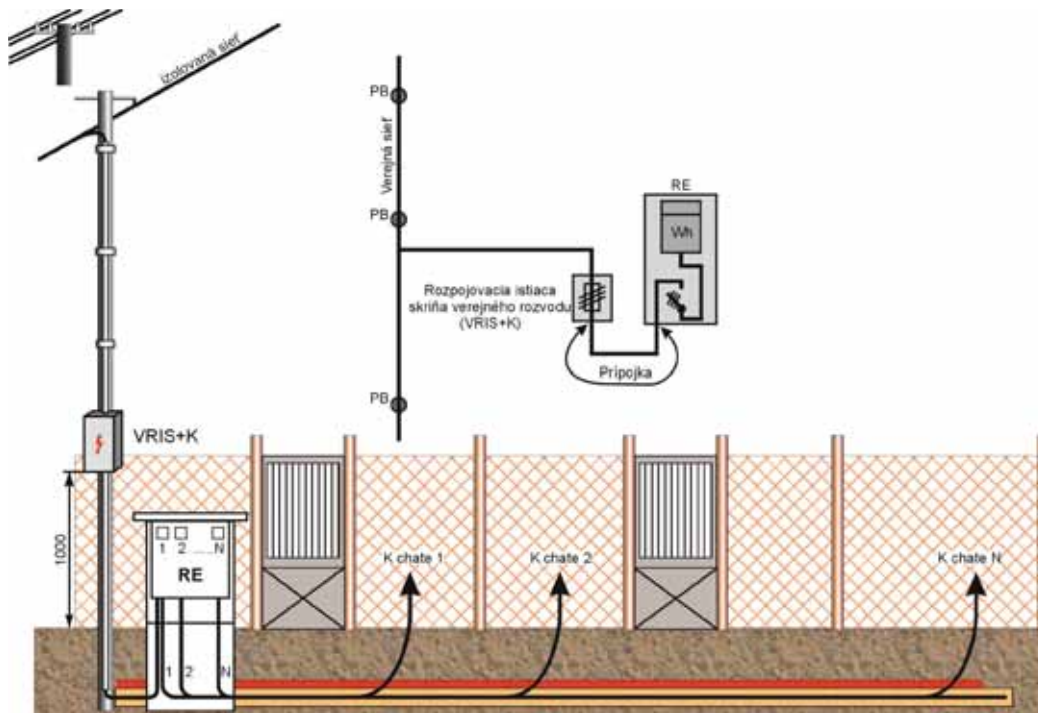
Obr. 15.2.1 Prípojka z vonkajšieho vedenia zemným káblom ukončeným v prípojkeovej skriní



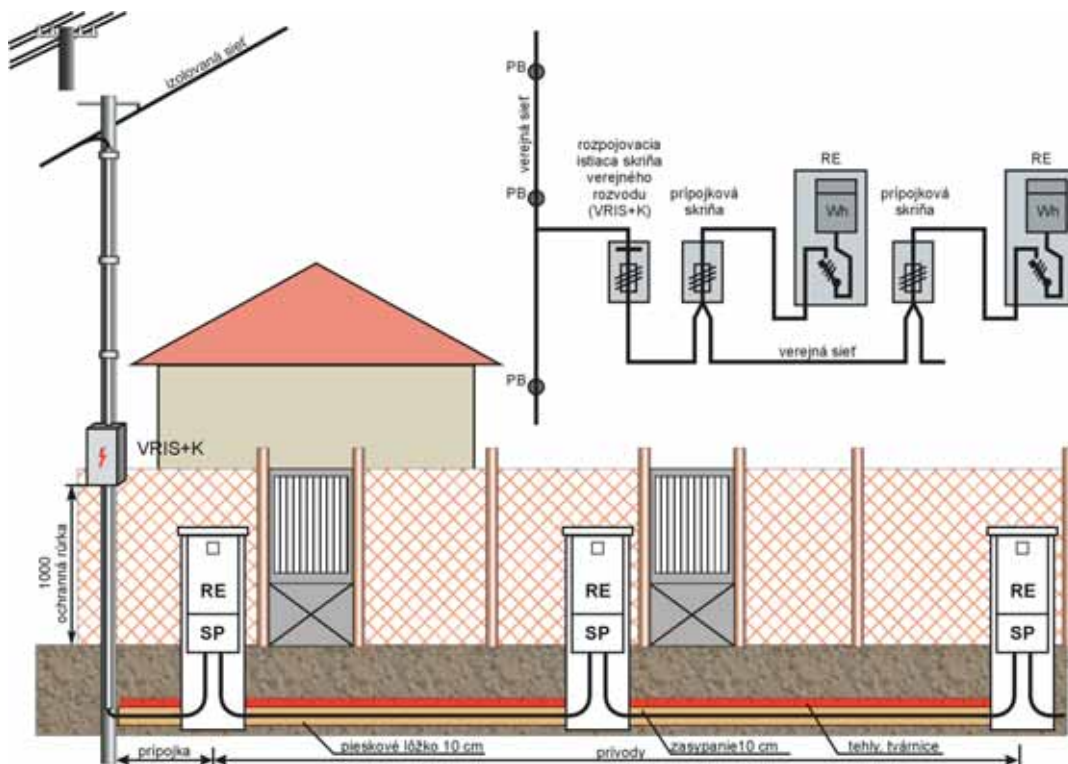
Obr. 15.2.2 Prípojka z vonkajšieho vedenia zemným káblom ukončeným v elektromerovom rozvádzači, prierez 16 – 35 mm²



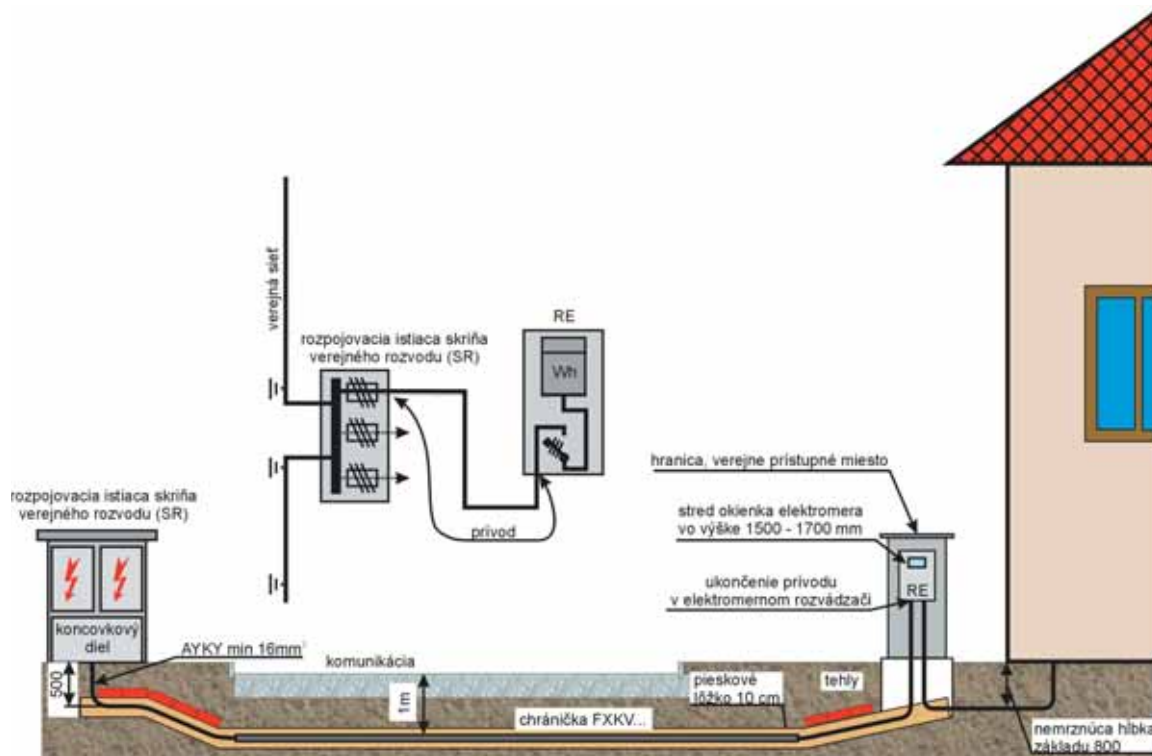
Obr. 15.2.3 Prípojka z vonkajšieho vedenia zemným káblom s prierezom nad 50 mm² cez rozpojovaciu istiacu skriňu verejného rozvodu, ukončenie individuálne



Obr. 15.2.4 Prípojenie záhradkárskej alebo chatárskej osady z vonkajšieho vedenia cez istiacu skriňu verejného rozvodu zemným káblom do spoločného elektromerového rozvádzača



Obr. 15.2.5 Prípojenie záhradkárskej alebo chatárskej osady z vonkajšieho vedenia cez istiacu skriňu verejného rozvodu zemným káblom zaslučkovaním, ukončenie v pripojkovej skrini



Obr. 15.2.6 Prípojka z káblového vedenia cez rozpojovaciu istiacu skriňu verejného rozvodu zemným káblom s minimálnym prierezom 16 mm^2 ukončeným v elektromerovom rozvádzači

Otázky a úlohy:

1. Na čo je určená elektrická prípojka do 1 kV?
2. Definujte začiatok a koniec elektrickej prípojky NN.
3. Opíšte prípojku vyhotovenú vzdušným vedením.
4. Opíšte prípojku vyhotovenú vzdušným káblovým vedením.
5. Opíšte prípojku vyhotovenú zemným káblovým vedením.
6. Opíšte prípojku vyhotovenú kombinovaným vedením.
7. Opíšte prípojku NN zhotovenú pre viacerých odberateľov z jedného podperného bodu.
8. Aké sú požiadavky na umiestňovanie prípojkových, rozpojovacích a istiacich skríň a elektromerových rozvádzačov?
9. Aká je požiadavka voľného priestoru pred prípojkovou skriňou?
10. Nakreslite niektorú z prípojok NN a opíšte ju.

16. KLADENIE SILOVÝCH ELEKTRICKÝCH ROZVODOV

16.1 Stavba elektrických rozvodov

Pri výbere a stavbe elektrických rozvodov sa kladie dôraz na uplatňovanie základných ustanovení vyplývajúcich z STN 33 2000-5-52: 2012.

Rozvody sa vyhotovujú:

- holými vodičmi,
- izolovanými vodičmi,
- mostíkovými vodičmi,
- káblami.

Uloženie vodičov môže byť:

- pod omietku,
- do omietky,
- nad omietku.

Káble sa ukladajú:

- do zeme,
- do elektroinštalačných kanálov vodorovných (horizontálne uloženie),
- do zvislých šachiet (vertikálne uloženie),
- do žľabov,
- na rošty,
- na konzoly,
- na izolátory,
- na nosnom lane,
- v tvárniciach a rúrkach.

Rozvody sa majú vyhotoviť prehľadne a priamočiaro tak, aby opravy, údržba, odborné prehliadky, skúšky a kontroly bolo možno uskutočniť jednoduchým spôsobom. Musia byť chránené pred **mechanickým poškodením** a poškodením ostatnými vplyvmi (korózia, vlhkosť, vibrácie a pod.).

Pri montáži sa treba riadiť pokynmi výrobcu (napätie, prúdová zaťažiteľnosť, dovolená teplota). Rozvody sa dimenzujú podľa STN 33 2000-4-43: 2010 a STN 33 2000-5-52: 2012. Vzdialenosti medzi vodičmi a káblami sa volia podľa druhu izolácie a spôsobu uloženia. Vedenia rôznych sústav sa nesmú navzájom ovplyvňovať.

Samostatné prúdové obvody musia mať počet vodičov potrebných na funkciu a ochranu pred zásahom elektrickým prúdom.

Súbehu a križovaniu silových a oznamovacích vedení sa treba vyhýbať. Pri nutnom súbehu obidvoch vedení do dĺžky **5 m** je potrebné dodržať vzdialenosť medzi vedeniami **3 cm**. Pri súbehu **dlhšom ako 5 m** je vzdialenosť medzi vedeniami **10 cm**. Pri križovaní silového a oznamovacieho vedenia je ich vzdialenosť minimálne **1 cm**.

16.2 Rozvody holými vodičmi

Môžu sa použiť vo vonkajších priestoroch na budovách a v prostrediach s nepriaznivým pôsobením vonkajších vplyvov ako spojovacie vedenia medzi objektmi.

Nesmú sa použiť v inštaláciách bytov, budov občianskej výstavby a v priestoroch prístupných laikom.

Všetky vodiče rovnakého prúdového obvodu sa uložia spoločne. Neuzemnené holé vodiče sa musia uložiť na vhodné izolátory s minimálnou výškou podľa STN 3 2000-4-41: 2019.

Vzhľadom na mechanickú pevnosť sú dovolené minimálne prierezy jadier podľa tabuľky 16.2.1.

Tab. 16.2.1 Minimálne prierezy jadier holých vodičov

| Rozvody holými vodičmi | Minimálny prierez vodiča | |
|---|--------------------------|-----------------------|
| | Cu (mm ²) | Al (mm ²) |
| v budovách s rozpätím podpier do 2 m | 4 | 16 (6) * |
| od 2 m do 10 m | 4 | 16 (10) * |
| mimo budovy | 6 | 16 |
| *) V rozvodoch už jestvujúcich sa môžu použiť uvedené prierezy po celú dobu životnosti rozvodu. | | |

Minimálna vzdialenosť vodičov do 1 000 V závisí od rozpätia podpier podľa tabuľky 16.2.2.

Tab. 16.2.2 Minimálne vzdialenosti medzi holými vodičmi

| Rozpätie podpier (m) | Minimálna vzdialenosť holých vodičov (mm) |
|----------------------|---|
| do 1m | 50 |
| od 1 m do 4 m | 100 |
| od 4 m do 6 m | 150 |
| od 6 m do 8 m | 200 |

Tab. 16.2.3 Minimálne prierezy jadier izolovaných vodičov uložených na podperách

| Rozvody izolovanými vodičmi | Minimálny prierez jadra vodiča | |
|---|--------------------------------|-----------------------|
| | Cu (mm ²) | Al (mm ²) |
| v budovách s rozpätím podpier do 3 m | 2,5 | 16 (4) * |
| od 3 m do 5 m | 4 | 16 (6) * |
| od 5 m do 8 m | 6 | 16 (10) |
| mimo budovy | 6 | 16 |
| *) V rozvodoch už jestvujúcich sa môžu použiť uvedené prierezy po celú dobu životnosti rozvodu. | | |

Tab. 16.2.4 Minimálne vzdialenosti medzi vodičmi a vzdialenosti od stien a iných predmetov pri rozvodoch izolovanými vodičmi

| Prostredie umiestnenia rozvodu | Vzdialenosť vodičov pri rozpätí podpier (mm) | | | | | |
|---|--|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 0,5 m | 1 m | 2 m | 4 m | 6 m | 8 m |
| vonkajšie priestory nechránené pred dažďom | 30 | 50 | 70 | 100 | 150 | 200 |
| vonkajšie priestory chránené pred dažďom | 20 | 0 | 50 | 70 | 100 | 150 |
| vnútorné priestory | 15 | 20 | 0 | 50 | 70 | 100 |

16.3 Rozvody v elektroinštalačných rúrkach, lištách a v zemi

Pri montáži rozvodov sa musia dodržať nasledovné požiadavky:

- veľkosť inštalačných rúrok sa zvolí tak, aby sa do nich dal vtiahnuť požadovaný počet vodičov bez poškodenia,
- vodiče rôznych prúdových sústav, vodiče s rôznym napätím a vodiče rôznych prúdových obvodov sa nesmú umiestniť v jednej elektroinštalačnej rúrke,
- vodiče, ktoré nesmú byť uložené v spoločnej inštalačnej rúrke, nesmú byť ani v spoločnej elektroinštalačnej škatuli alebo rozvodke,
- keď vodiče rôznych prúdových obvodov prechádzajú tou istou elektroinštalačnou škatuľou, môžu sa v nej prerušiť iba vodiče jedného prúdového obvodu,
- paralelne vedené vodiče rovnakého obvodu sa odporúča umiestniť v spoločnej rúrke,
- vodiče združených obvodov sa musia klásť do jednej inštalačnej rúrky,
- polomer ohybu rúrky je približne 4-násobok jej vonkajšieho priemeru,
- elektroinštalačné škatule musia vyhovovať danému prostrediu,
- elektroinštalačné škatule umiestnené v dosahu ruky musia mať kryty odoberateľné pomocou nástroja,
- dĺžka úseku medzi škatuľami alebo vývodom k prístroju nemá byť väčšia ako 15 m v priamom úseku a 10 m pri vedení s ohybmi.

Výnimky platné pri rozdoch v spoločných rúrkach:

- do spoločných rúrok sa môžu uložiť vodiče telekomunikačných, ovládacích a pomocných obvodov, ak predpis nestanoví inak,
- pomocné a riadiace obvody môžu byť v jednej rúrke so silnoprúdovým obvodom, ktorý napája rovnaké zariadenie,
- rôzne silové obvody môžu byť v spoločnej rúrke, ak majú izolačnú pevnosť 4 kV, každý obvod musí mať svoj vlastný neutrálny alebo ochranný, alebo stredný vodič,
- obvody v spoločnej rúrke musia vychádzať zo spoločného rozvádzača, v ktorom sa musia ísť,
- všetky obvody sa musia dať vypnúť jedným spínačom.

16.4 Vedenia z mostíkových vodičov alebo jednožilových vodičov

Vedenia z mostíkových vodičov a jednožilových vodičov sa môžu klásť na miestach chránených pred dažďom na plocho a bez prekryvania.

Uloženie smie byť v omietke, v inštalačnej rúrke alebo v stavebnej dutine pri dodržaní rovnakých podmienok ako izolované vodiče. Na drevené a horľavé steny sa dajú klásť iba po uložení na súvislom nehorľavom podklade.

16.5 Káblové rozvody

Druh kábla sa zvolí vzhľadom na dané prostredie a spôsob uloženia. Keď kábel prechádza bez prerušenia rôznymi prostrediami alebo priestormi, jeho druh sa zvolí podľa najnepriaznivejšieho prostredia.

Vodiče v kábli – môžu sa použiť na rôzne sústavy napätia a rôzne obvody, ak nie je ohrozená bezpečnosť a ak sa navzájom neovplyvňujú.

Vedenia – musia byť označené na vhodných miestach (križovatky, odbočky) a vo vhodných vzdialenostiach (približne 20 m).

Ohyby káblov a ich polomery stanovuje výrobca alebo príslušná norma.

Na podklad sa upevňujú pomocou vhodných príchytiak, ktoré kábel nesmú poškodiť. Informácie poskytuje výrobca. Pred vyhotovením koncoviek alebo spojok sa konce kábla musia chrániť pred pôsobením prostredia (vlhkosť, chemické vplyvy).

Vzdialenosť krajného kábla od objektu má byť aspoň **60 cm**, minimálne však **30 cm**.

Spôsoby uloženia káblov NN:

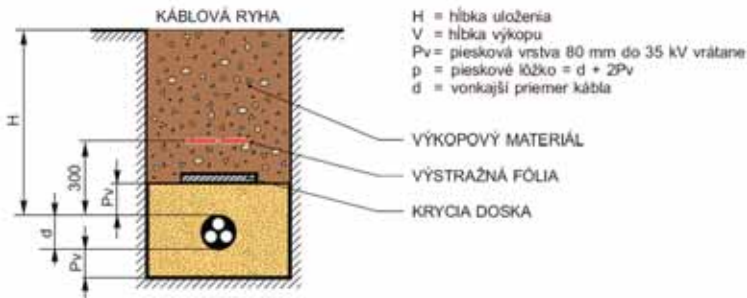
- **v budovách** – na podklad, rošty, steny, stropy, dosky, nosné laná a pod.,
- **v káblových kanáloch** – platí STN 38 2156: 1987,
- **v tvárniciach a rúrach** – používajú sa betónové prefabrikáty s otvormi, v jednom otvore sa zvyčajne uloží jeden kábel,
- **v zemi** – hĺbky a vyhotovenie uloženia podľa tabuľky 16.5.1 a obrázka 16.5.5,
- **vo vode** – vyžaduje káble osobitnej konštrukcie.

Hĺbkou uloženia kábla v zemi (H) sa rozumie zvislá vzdialenosť **vrchného obvodu kábla** od povrchu terénu trasy káblového vedenia, napr. chodníka, cesty, inej komunikácie, ďalej pôdnej plochy s prihliadnutím na spôsob jej obrábania. Pôdnymi plochami sa rozumejú polia, záhrady a pod. Rez výkopom je na obrázku 16.5.2.

Tab. 16.5.1 Hĺbka uloženia káblov NN

| Napätie | Hĺbka H (mm) | | |
|------------|-----------------|---------|-------------------|
| | terén | chodník | vozovka, krajnica |
| do 1 000 V | 350 resp. 700 * | 350 | 1 000 |

* Používa sa v teréne bez mechanickej ochrany alebo v ornej pôde.



Obr. 16.5.2 Rez výkopovou rýhou

Pred začatím odvíjania kábla z bubna je vhodné odmerať hodnotu izolačného odporu medzi jednotlivými žilami, čím sa zistí, či nie je kábel elektricky prerazený. Ak výrobca kábla neuvádza inú hodnotu, tak platí najnižšia teplota okolia, pri ktorej je ešte dovolené klásť káble, ktorá je **+4 °C**. Ak je nevyhnutné položiť kábel pri nižšej teplote, je potrebné najprv kábel zohriať (napr. umiestnením bubna s káblom vo vykurovanom priestore). Polomer ohybu káblov je 10 až 20-násobok priemeru kábla. Závisí to od priemeru i od konštrukcie kábla. Čím má kábel menší priemer, tým menší môže byť polomer ohybu. Kábel sa vkladá do **vopred vykopanej ryhy**, v ktorej sa v dolnej časti nachádza približne **100 mm vrstvy jemného neagresívneho piesku** (lôžko). Kábel sa pomaly odvíja z bubna, ktorý musí byť z bezpečnostných dôvodov brzdený. Kábel sa pri odvíjaní netáha, ale nesie v určitých rozostupoch, aby nebol namáhaný na ťah ani drenie izolácie po zemi. Môžu sa použiť aj rozvinovacie valce. Po uložení kábla do ryhy sa kábel zasype rovnakou vrstvou piesku, na ktorú sa umiestni krycia doska (tehla) a **20 – 30 cm** nad ňou **červená výstražná fólia**.

Pod železnicou, cestou, vstupnou komunikáciou, križovatkou s inými inžinierskymi sieťami (STN 73 6005: 1985) sa ukladajú káble do **spevňujúcich rúrok, tzv. chráničiek, alebo do káblových žľabov na betónový podklad**. Chránička by mala byť dimenzovaná tak, že **priemer uloženého kábla je do jednej tretiny priemeru chráničky**.

Na obrázku 16.5.3 je kábel ukladaný do skalného podložia v chráničke pred jeho mechanickým poškodením. Položená výstražná fólia (pozri obrázok 16.5.4) by mala byť nad položeným káblom. Vyhotovenie a spôsob polozenia výstražnej

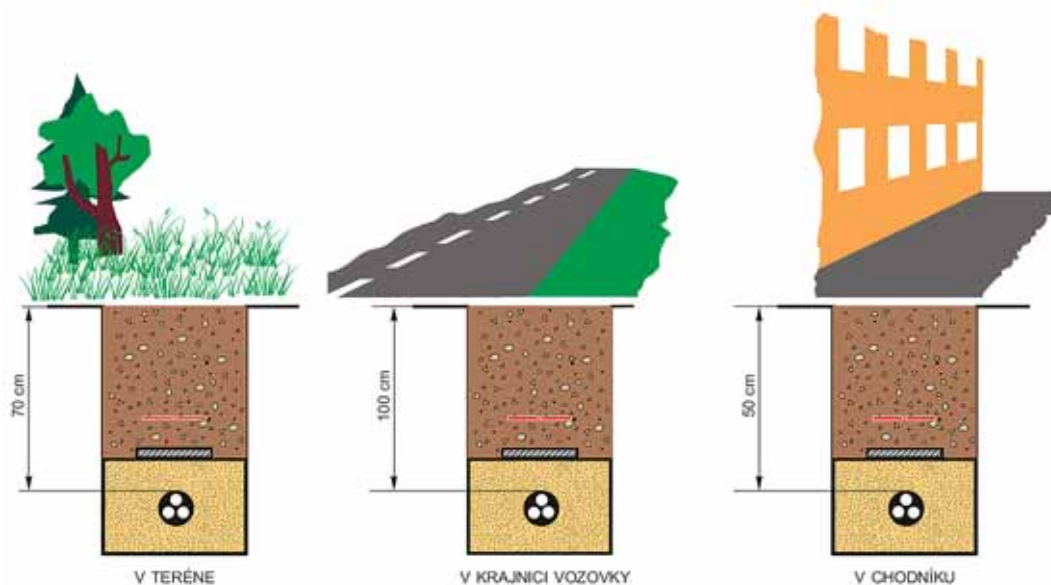


Obr. 16.5.3 Uloženie kábla NN v chráničke v skalnatej zemi

fólie vyplýva z STN 73 6006: 1991, podľa ktorej sa kladie fólia vyhotovená tak, aby odolávala mechanickému a chemickému pôsobeniu pôdy, najmenej 200 až 300 mm nad chráneným vedením. Najmenšia hĺbka uloženia výstražnej fólie červenej farby (vyhradenej na silnoprúdové káble) **pod povrchom terénu** je **200 mm**, v prípade uloženia kábla NN **v chodníku** je hĺbka fólie pod povrchom **150 mm**.



Obr. 16.5.4 Výstražná fólia na silnoprúdové káble ukladané do zeme



Obr. 16.5.5 Uloženie NN kábla do zeme v teréne, v krajnici vozovky a v chodníku

Podľa normy čl. 3.13 STN 92 0101: 1997 treba vykonať pri prestupe požiarneho úsekom požiarne **utesnenie materiálom s požiarou odolnosťou**, ktorá bráni šíreniu požiaru a splodín horenia cez prestup v požiarnej deliacej konštrukcii. Návrh a realizáciu požiadaviek protipožiarnej bezpečnosti káblových kanálov, káblových šácht, káblových mostov, káblových priestorov a inštaláčnych kanálov rieši norma STN 92 0204: 2012.

Technické požiadavky na utesnenie prestupov a stykov sú upravené zákonom o ochrane pred požiarimi a vykonávacími predpismi o požiarnej prevencii, ďalšími STN, ale hlavná definícia a požiadavky sú definované v § 40 odst. 3

vyhlášky Ministerstva vnútra SR č. 94/2004 Z. z., ktorou sa stanovujú požiadavky na požiarnu bezpečnosť pri výstavbe a pri užívaní stavieb. Na obrázku 16.5.6 je pohľad na trvalé utesnenie káblov cez deliacu konštrukciu v stene medzi dvomi požiarnymi úsekmi na zabránenie prestupu požiaru



Obr. 16.5.6 Pohľad na trvalé utesnenie káblov cez deliacu konštrukciu v stene medzi dvomi požiarnymi úsekmi na zabránenie prestupu požiaru

Vzdialenosti káblov od stavebných objektov a iných súbežných vedení

Vzdialenosť prvého (krajného) kábla od stavebného objektu má byť **aspoň 600 mm**. V trasách vedených pozdĺž budov, ktoré majú podzemné podlažia pod úrovňou terénu (chodníka), môže byť vzdialenosť prvého kábla do napätia o 10 kV menšia, najmenej však 300 mm. Vzdialenosti medzi posledným (krajným) káblom od čiar zástavby a súbehy silových káblov od iných podzemných vedení sú udané v tabuľke A1 STN 73 6005: 1985.

Otázky a úlohy:

1. Aké druhy vodičov sa používajú na vyhotovenie elektrických rozvodov?
2. Aké sú podmienky vyhotovenia rozvodov holými vodičmi?
3. Vymenujte zásady vyhotovenia elektroinštalčných rozvodov na omietke, pod omietkou a v omietke.
4. Charakterizujte druhy káblových rozvodov.
5. Vysvetlite, ako hlboko sa ukladajú káble NN v teréne, v chodníku a pod vozovkou.
6. Opíšte spôsob správneho ukladania kábla do výkopu.
7. Vysvetlite spôsoby ukladania káblov v káblových kanáloch.
8. Na čo slúži výstražná fólia?
9. Prečo je potrebné vykonať požiarne utesnenie medzi dvomi požiarnymi úsekmi?
10. Prečo je potrebné dodržiavať dostatočné vzdialenosti medzi káblami v ich súbehu?

17. ROZVÁDZAČE A ROZVODNÉ ZARIADENIA NÍZKEHO NAPÄTIA

Rozvádzače tvoria neodmysliteľnú súčasť elektrickej inštalácie v priemyselných objektoch, verejných budovách a v domácnostiach. Od vyhotovenia rozvádzačov je závislá bezpečnosť a spoľahlivosť elektrického zariadenia.

Pretože rozvádzače sa používajú v určitom rozsahu menovitých napätí od 50 V do 1 000 V striedavého prúdu a v rozsahu menovitých napätí od 75 V do 1 500 V jednosmerného prúdu, podľa § 1 NV SR č. 308/2004 Z. z. patria do skupiny určených výrobkov, na ktoré sa vzťahujú požiadavky zákona NR SR č. 56/2018 Z. z. o posudzovaní zhody výrobku. Rozvádzače dnes môžu vyrábať výrobcovia – elektrotechnici, ktorí musia k vyrobenému rozvádzaču predložiť všetky potrebné doklady (výrobný štítok, EÚ vyhlásenie o zhode, protokol o kusovej skúške, návod na prevádzku, umiestnenie a údržbu rozvádzača, výkresovú dokumentáciu a pod.).

Rozvádzač nízkeho napätia (NN) – je kombináciou jedného alebo niekoľkých spínacích prístrojov spolu s pridruženým riadiacim, meracím, signalizačným, ochranným, regulačným zariadením a pod., ktorú podľa dokumentácie úplne zostavil výrobca vrátane všetkých vnútorných elektrických, mechanických a konštrukčných súčastí.

Rozvodné zariadenia – ucelený súbor rozvádzačov umiestnených v priestore tak, aby boli ľahko prístupné na obsluhu, údržbu a prípadnú opravu. **Pre rozvodné zariadenia platia normy:**

- STN EN 61439-1: 2012 Všeobecné pravidlá pre rozvádzače,
- STN EN 61439-2: 2012 Výkonové priemyselné rozvádzače (PSC),
- STN EN 61439-3: 2012 Rozvodnice určené na obsluhu laikmi (DBO),
- STN EN 61439-4: 2013 Staveniskové rozvádzače (ACS),
- STN EN 61439-5 : 2016 Rozvádzače na rozvod energie vo verejných sieťach (PENDA),
- STN EN 61439-6: 2013 Kryté prípojnicové systémy (BTS).

Spolu s týmito normami je dôležitá norma STN EN 62208: 2012 Prázdne skrine na nízkonapäťové rozvádzače – všeobecné požiadavky.

K vyrobenému rozvádzaču je potrebné predložiť nasledujúce doklady:

- doklad o typovej skúške od notifikovanej osoby (skúšobňa) nad 10 kusov,
- protokol o kusovej skúške (vydaný revíznym technikom na každý vyrobený výrobok),
- EÚ vyhlásenie o zhode (vydáva výrobca),
- návod na montáž, prevádzku a údržbu rozvádzača (vydáva výrobca),
- označenie rozvádzača značkou **CE**,
- označenie rozvádzača výrobným štítkom a typovým označením,



- označenie rozvádzača výstražným štítkom



17.1 Druhy rozvodných zariadení

a) Výkonové priemyselné rozvádzače

Výkonový priemyselný rozvádzač PSC (*power switchgear and controlgear assembly*) je **nízkonapäťový rozvádzač používaný na distribúciu a riadenie energie pri všetkých typoch zaťažení**. Je určený pre priemysel, obchod a pod., pri ktorom sa organizačne nepredpokladá jeho ovládanie laikmi napriek tomu, že laici majú k nemu prístup. Rozvádzače obsahujú istiace prvky, spínacie prvky, ovládacie a signalizačné prvky, ako aj meracie prístroje. Ovládacie a signalizačné



né prvky bývajú umiestnené na dverách skriňového rozvádzača, pozri obrázok 17.1.1.

Obr. 17.1.1 Výkonový priemyselný skriňový rozvádzač

Medzi priemyselné rozvádzače môžeme zaradiť aj **pultový rozvádzač** s vodorovným alebo šikmým ovládacím panelom, alebo ich kombináciou. Obsahuje ovládacie, meracie a signalizačné zariadenia, ktoré keby boli umiestnené na stroji, ktorý má vibrácie a pod., boli by príčinou častých porúch. K rozvádzačom môžu mať prístup aj osoby bez odborného elektrotechnického vzdelania s odbornou elektrotechnickou spôsobilosťou (poučená osoba) vykonávajúce ich obsluhu, pozri obrázok 17.1.2.



Obr. 17.1.2 Pultový rozvádzač

b) Rozvodnice určené na obsluhu laikmi



Rozvodnica určená na obsluhu laikmi DBO (*distribution board intended to be operated by ordinary persons*) je **typická pre bytové (domové) rozvodnice**. Ide o rozvádzač používaný na distribúciu elektrickej energie v priestoroch, v ktorých je ovládanie určené pre laikov. Ovládanie istiacich a ochranných prvkov (poistky, ističe, prúdové chrániče), ako aj výmena (nie oprava) poistiek je možná aj laikmi. **Rozlišuje sa:**

- DBO typu A, navrhnutá na inštalovanie jednopólových prístrojov,
- DBO typu B, navrhnutá na inštalovanie viacpólových a/alebo jednopólových prístrojov.

Bytové rozvodnice sa vyrábajú prevažne z plastov, pozri obrázok 17.1.3.

Obr. 17.1.3 Bytová nástenná rozvodnica

Medzi rozvádzače určené na obsluhu laikmi patrí aj **krytý rozvádzač**, ktorý predstavuje jadro elektrického rozvodu (JOP) v spoločných priestoroch obytných domov. Základom jadra je oceľová konštrukcia do výšky poschodia, ktorou prebieha silno-prúdové a oznamovacie vedenie. V konštrukcii je umiestnený elektromerový rozvádzač, istiace prvky, odbočovacie svorkovnice, svietidlo na osvetlenie schodiska s kolískovým ovládačom schodiskového osvetlenia, zvončekové tlačidlá bytov a pod. Živé časti sú na obsluhu neprístupné (za krytom). K rozvádzačom (pozri obrázok 17.1.4) majú prístup aj osoby bez odborného elektrotechnického vzdelania s odbornou spôsobilosťou (poučené osoby) alebo bez odbornej spôsobilosti (laici).

Obr. 17.1.4 Krytý rozvádzač JOP



Ďalej medzi rozvádzače určené na obsluhu laikmi patrí aj **elektromerový rozvádzač**, pozri obrázok 17.1.5. Môže byť plastový alebo kovový, vyžaduje sa, aby bol umiestnený na verejne prístupnom mieste. Jeho dolný okraj by nemal byť nižšie ako 60 cm nad okolitým terénom. Nachádza sa v ňom meranie spotreby, hlavný istič a pod.



Obr. 17.1.5 Elektromerový rozvádzač

c) Staveniskové rozvádzače ACS

Staveniskový rozvádzač ACS (*assembly for construction sites*) je určený na použitie **na staveniskách, pri opravách a rekonštrukciách objektov vo vnútornom aj vonkajšom prostredí, na ktoré nemá vo všeobecnosti verejnú prístup**. Z hľadiska ochrany pred zásahom elektrickým prúdom musí staveniskový rozvádzač obsahovať buď oddeľovací transformátor (má veľkú hmotnosť a je drahý), alebo prúdové chrániče, pozri obrázok 17.1.6.



Obr. 17.1.6 Staveniskový rozvádzač s prúdovými chráničmi s elektromerom

Staveniskový rozvádzač môže obsahovať aj elektromer na meranie spotreby elektriny. Každý staveniskový rozvádzač musí obsahovať núdzový vypínač na bezpečné odpojenie a zaistenie vo vypnutej polohe. Zásuvky (230 V, 400 V) v rozvádzači musia byť predradené prúdovými chráničmi. Vyhotovenie rozvádzača musí byť v súčasnosti výhradne v sieti TN – S.

d) Rozvádzače na rozvod energie vo verejných sieťach (PENDA)

Rozvádzače na rozvod energie vo verejných sieťach PENDA (*public electricity network distribution assembly*), pozri obrázok 17.1.7, sa používajú **na distribučný rozvod elektrickej energie v trojfázových sieťach**. Do rozvádzača prichádza elektrická energia z jedného alebo viacerých napájacích miest a distribuuje túto elektrinu jedným alebo viacerými káblami do ďalších zariadení. Rozvádzače PENDA inštalujú, prevádzkujú a údržbu na nich vykonávajú výlučne znalé osoby. Ide o všetky rozvodné zariadenia na rozvod vo verejných sieťach (PRIS, RIS, SP, IPS, SIL, VRIS, SPP a pod.).



Obr. 17.1.7 Rozvádzač PENDA

e) Kryté prípojnicové systémy

Krytý prípojnicový rozvod BTS (*busbar trunking system*) predstavuje krytom uzavretý rozvádzač určený **na aplikácie v priemysle, v obchode a na podobné použitie**. Je tvorený systémom vodičov obsahujúcich prípojnice, ktoré sú rozmiestnené a podržiavané podperami z izolačného materiálu v kanáli, žľabe alebo podobnom kryte, pozri ob-



rázok 17.1.8. Nachádza sa obyčajne pod stropom miestnosti a idú z neho elektrické príklady napríklad k strojom rozmiestneným v danom priestore.

Obr. 17.1.8 Krytý prípojnicový rozvod

Poznáme ešte rozvádzače nachádzajúce sa v elektrických rozvodniach. Ide o tieto rozvádzače:

- **nekrytý rozvádzač** (obrázok 17.1.9)



Rozvádzač sa skladá z nosnej rámovej konštrukcie, ktorá nesie elektrické zariadenia. Živé časti (prípojnice Al, Cu) elektrického zariadenia sú voľne prístupné. Nekryté rozvádzače vyžadujú bezprašné priestory. K takýmto rozvádzačom majú prístup na obsluhu a prácu len osoby s odbornou elektrotechnickou spôsobilosťou. Osoby bez odbornej elektrotechnickej kvalifikácie s odbornou spôsobilosťou **poučený pracovník** k nekrytým rozvádzačom nemajú voľne prístup, a keď majú, tak len pod dozorom, ak je elektrické zariadenie bezpečne vypnuté a zaistené. Laici nemajú k nekrytým rozvádzačom prístup vôbec.

Obr. 17.1.9 Nekrytý vnútorný rozvádzač

- **panelový rozvádzač** (obrázok 17.1.10)



Rozvádzač je zakrytý len spredu panelom, ktorý poskytuje stupeň ochrany aspoň IP X2, z iných strán má prístupné živé časti. Funkčné jednotky majú dobré chladenie. Panelové rozvádzače vyžadujú bezprašné prostredie. K takýmto rozvádzačom majú prístup na obsluhu a prácu len osoby s odbornou elektrotechnickou spôsobilosťou. Panel obsahuje spínacie prvky a meracie prístroje.

Obr. 17.1.10 Panelový rozvádzač

- **stavebnicová zostava rozvodníc** (obrázok 17.1.11)

Ide o zapuzdrené rozvodnice z tenkostennej liatiny, zo zliatiny hliníka alebo z PVC mechanicky vzájomne spojené, umiestnené obyčajne na spoločnom nosnom ráme. Do rozvodníc sa montujú prípojnice, svorkovnice a montážne plechy s funkčnými jednotkami (ochranné prístroje) a pod. Veká môžu byť nepriehľadné alebo

prieľadné na meracie, ovládacie a signalizačné prístroje. Do zapuzdrených rozvodníc môžu mať prístup len pracovníci s odbornou elektrotechnickou spôsobilosťou.



Obr. 17.11 Stavebnicová zostava rozvodníc

Otázky a úlohy:

1. Aké poznáme rozvádzače?
2. Aké doklady je potrebné predložiť k vyrobenému rozvádzaču?
3. Aké údaje má obsahovať výrobný štítok rozvádzača?
4. Kde sa používajú rozvodnice určené na obsluhu laikmi?
5. Kde a ako umiestňujeme elektromerové rozvádzače?
6. Aké sú požiadavky na staveniskové rozvádzače v súčasnosti?
7. Vymenujte druhy a umiestňovanie káblových rozvodných skríň.
8. Čo znamená na rozvádzači značka CE?

18. VNÚTORNÉ ELEKTRICKÉ INŠTALÁCIE V OBJEKTOCH BUDOV

Všeobecné požiadavky na vnútorné elektrické rozvody v objektoch bytovej, občianskej a poľnohospodárskej výstavby rieši norma STN 33 2130: 1985.

Elektrická inštalácia musí spĺňať požiadavky na:

- bezpečnosť osôb, zvierat a majetku,
- prevádzkovú spoľahlivosť,
- prehľadnosť elektrických rozvodov,
- hospodárne využitie typizovaných jednotiek a celkov (rozdávzače, ochranné prístroje a pod.),
- zamedzenie nepriaznivých vplyvov a rušivých napätí pri križovaní a súbehu s oznamovacím vedením,
- estetický vzhľad.

Elektrické zariadenie, ktorého funkcia je nutná pri evakuácii obyvateľstva alebo pri hasení požiaru, pripája sa samostatným vedením z prípojovej skrine alebo z hlavného rozvádzača. Vedenie musí byť pripojené tak, aby zostalo pod napätím pri odpojení ostatných elektrických zariadení v prípojovej skrini alebo v hlavnom rozvádzači. Toto zariadenie musí mať zaistenú dodávku elektrickej energie najmenej z dvoch miest.

Rozvádzače musia byť konštrukčne vyhotovené tak, aby **vyhovovali vonkajším vplyvom daného priestoru**, v ktorom sú umiestnené. Osadzujú sa v zvislej polohe na mieste prístupnom podľa prevádzkových a bezpečnostných podmienok. Pred rozvádzačom musí byť **trvale voľný priestor s dĺžkou aspoň 80 cm s rovnou plochou** na bezpečné vykonávanie obsluhy a prác. Rozvádzače sa nesmú osadzovať na ramene schodiska. Vo verejne prístupných miestach musia mať rozvádzače po otvorení dverí krytie aspoň **IP X2**.

Rozvody pevnej elektrickej inštalácie v objektoch budov sa vykonávajú:

- **v omietke,**
- **pod omietkou,**
- **v dutých stenách,**
- **v betóne a**
- **v stropných a v podlahových dutinách.**

Normy STN 33 2000-4-41: 2019, STN 33 2000-5-54: 2012, STN 33 2000-1: 2009, STN 33 2000-5-51: 2010, STN 33 2000-7-701: 2007, ktoré spolu s STN 33 2130: 1985 zaviedli požiadavky na nové elektrické inštalácie a na elektrické inštalácie po rekonštrukcii, ustanovujú:

- všeobecné zavedenie siete TN – S v celom objekte,
- použitie prúdových chráničov v obvodoch podľa požiadaviek príslušných STN,
- všetky rozvody s priemerom vodiča menším než 16 mm² vrátane realizovať vodičmi s jadrami z medi v sieti TN – C min. 10 mm²,
- v administratívnych objektoch budov pri osadzovaní nového typu svietidiel bez ohľadu na to, či ide o svietidlá zapustené alebo povrchové, vychádzať z dvoch projektov – z architektonického a zo svetelného projektu,
- v administratívnych objektoch sa nesmie zabudnúť na únikové priestory a ich osvetlenie,
- pri rekonštrukcii trás elektrických rozvodov treba počítať s rezervou na uloženie oznamovacích rozvodov, rozvodov počítačových sietí a pod.,
- pri návrhu rekonštrukcie treba zväžiť aj možnosti nového spôsobu prevádzky objektu budovy s ohľadom na predpokladané priestory (napríklad na prenajímanie jednotlivým subjektom a pod.) s možnosťou samostatného merania odberu každého subjektu,
- v každej budove sa musí zriadiť hlavné pospájanie na hlavnú uzemňovaciu svorku (HUS), v niektorých prípadoch aj doplnkové pospájanie,
- v prípade, že ide v objekte len o čiastkovú rekonštrukciu časti objektu (výmena bytového jadra, rekonštrukcia časti kancelárií), treba vykonať úpravu v rozvádzači v rozvodnici zo siete TN – C na sieť TN – C – S,
- svetelné obvody v rodinných domoch a v bytoch predradit' prúdovým chráničom s menovitým rozdielovým vypínacím prúdom IDn = 30 mA.

Rozdelenie bytov podľa stupňa elektrizácie:

Stupeň A – elektrická energia sa využíva na osvetľovanie a pripájanie domácich elektrických spotrebičov pohyblivým alebo pevne pripojeným prívodom do zásuviek. Príkonnosť žiadneho spotrebiča nepresahuje 3,5 kVA. Maximálny súčasný príkon pre byt Pb je v súčasnosti 7 kW.

Stupeň B – byty s elektrickým vybavením ako v bytoch stupňa A, ale kde sa na varenie používajú spotrebiče s príkonom nad 3,5 kVA. Maximálny súčasný príkon pre byt Pb je v súčasnosti 11 kW.

Stupeň C – byty s elektrickým vybavením ako v bytoch stupňa A alebo B, ale kde sa elektrická energia používa navyše aj na vykurovanie alebo klimatizáciu.

Kategórie bytov – určujú sa podľa úžitkovej plochy a označujú sa rímskou číslicou I, II, III atď.

Tab. 18.1 Rozdelenie bytov do kategórií

| Úžitková plocha | Kategória |
|------------------------|------------|
| do 50 m ² | I |
| do 75 m ² | II až IV |
| do 100 m ² | V až VIII |
| do 125 m ² | neoznačená |
| nad 125 m ² | neoznačená |

Výpočet príkonu – inštalovaný príkon elektrickej energie pre byt je súčet výkonov všetkých spotrebičov v určených priestoroch vrátane predpokladaných výkonov prenosných spotrebičov.

Pojem príkon sa vzťahuje na prívod energie. Súčasťou príkonu je upravovací koeficient, ktorý zníži požadovaný celkový inštalovaný príkon.

V súčasnosti sa odporúčajú tieto koeficienty:

| | | | | | | | | | |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Počet bytov | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 10 | 16 | 20 |
| Koeficient | 0,77 | 0,66 | 0,60 | 0,56 | 0,53 | 0,50 | 0,45 | 0,40 | 0,38 |

Príklad: Vstupné časti inštalácie, ktorá napája štyri byty stupňa A (bez elektrického kúrenia a klimatizácie), budú dimenzované na súčasný príkon:

$$P = 4 \times 7 \times 0,60 = 16,8 \text{ kW}$$

Prúd zat'azenia sa vypočíta zo vzorca:

$$I = \frac{1000 \cdot P}{3 \cdot U_z \cdot \cos \varphi} \quad (A; kW, V),$$

kde: P – súčasný príkon

U_z – združené napätie (400 V)

$\cos \varphi$ – účinník zariadení (pri ohmickom zat'azení = 1, pri prevahe motorického zat'azenia je jeho hodnota približne 0,8)



Obr. 18.2 Montáž elektrickej inštalácie v rozvádzači

Pre sieť 230/400 V môžeme výpočet zjednodušiť pri bytovom odbere podľa vzorca (približné hodnoty) na trojfázový príkon (spotrebič):

$$I = 1,45 \times P \text{ (A, kW)} - \text{v našom prípade } 1,45 \times 16,8 = 24,4 \text{ A}$$

18.1 Svetelná inštalácia

Rozvody v bytoch – minimálny počet obvodov podľa ich druhu je uvedený v tabuľke 18.1.1. Určuje minimálny stupeň elektrizácie bytu vzhľadom na jej predpokladané rozšírenie v budúcnosti.

Platia podmienky:

- na svetelné obvody možno v každej miestnosti pripájať aj jednu zásuvku,
- zásuvkový obvod slúži na pripájanie prenosných spotrebičov, ale možno v ňom inštalovať aj pevne upevnený spotrebič do 2 000 W,
- na obvod bytového jadra (ak je v inštalácii použité) sa pripájajú pevne upevnené spotrebiče (jadrá a kuchyne, osvetlenie a zásuvky),
- na veľké spotrebiče (sporák, práčka, umývačka, ohrievač vody, sušička, mangel) určujú predpisy samostatné obvody.

Tab. 18.1.1 Minimálny počet obvodov v bytoch podľa kategórie

| Minimálny počet obvodov v bytoch kategórie | | | | | |
|--|----------------------|----------------------|-----------------------|--------------------|--------------------|
| Obvod | I | II až IV | V až VIII | do | nad |
| | do 50 m ² | do 75 m ² | do 100 m ² | 125 m ² | 125 m ² |
| svetelný | 1 | 1 | 1 – 2 | 2 | 2 |
| zásuvkový | 1 | 1 – 2 | 2 – 3 | 2 – 3 | 2 – 4 |
| na bytové jadro | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

Samostatné obvody na spotrebiče 2 kW a viac sa realizujú na elektrický sporák (trojfázový obvod), umývačku riadu, ohrievače vody, práčku, sušičku, mangel a pod.

Dimenzovanie obvodov sa určí výpočtom. Norma udáva na bežné bytové inštalácie prierezy vodičov uvedené v tabuľke 18.1.3. Ďalšie kontroly na účinky skratových prúdov, oteplenia, úbytkov napätia a pod. nie je potrebné vykonať.

Najmenší dovolený prierez vodičov vzhľadom na mechanickú bezpečnosť je pre Cu vodiče 1,5 mm². Obvody musia vyhovovať požiadavke na úbytok napätia a na dovolené oteplenie.

Počet obvodov požadovaných v jednotlivých miestnostiach a priestoroch vyjadruje nároky na stupeň elektrizácie aj výhľady do budúcnosti.

Tab. 18.1.2 Zásuvkové a svetelné obvody

| Odporúčaný počet svetelných, zásuvkových vývodov v jednotlivých miestnostiach (S – svetelný vývod, Z – zásuvkový vývod) | | |
|--|-------------------------|-----------------------------------|
| izba, spálňa | do 8 m ² | 1S + 2Z (pri posteli dvojzásuvky) |
| | 8 až 12 m ² | 1S + 3Z |
| | 12 až 20 m ² | 1S + 4Z |
| | nad 20 m ² | 2S + 5Z |
| kuchynský kút | | 2S + 3Z |

| | | |
|----------------------------------|--|-------------------------------------|
| kuchyňa | | 2S + 5Z |
| - chladnička | | 1Z |
| - digestor (ventilátor) | | 1Z |
| kúpeľňa | | 2S + 2Z |
| - ventilátor | | 1S |
| - ohrievač | | Z |
| - malý typ do 4 m ² | | 1S (svietidlo nad umývadlom) |
| WC | | 1S + 1Z (Z na WC s umývadlom) |
| miestnosť na záľuby | | 1S + 3Z |
| - ventilátor | | 1S |
| chodba, predsieň | | 1S + 1Z (+ 1S na každých 6 m dĺžky) |
| terasa | | S + 1Z |
| pivnica, povala | | S + 1Z (Z na anténový zosilňovač) |
| - spoločná nad 20 m ² | | S + 1Z (Z na anténový zosilňovač) |

Ukladanie vedení možno uskutočniť viacerými spôsobmi:

- v rúrkach,
- pod alebo na omietku,
- mostíkovými izolovanými vodičmi pod omietkou,
- káblami uloženými v stene alebo na nej,
- káblami v podlahe alebo na strope na horľavých podkladoch a v nich.

Spôsob ukladania vodičov má rozhodujúci vplyv na ich dimenzovanie. Rozvody v obytných miestnostiach sa ukladajú **pod omietku**, len pri nebytových inštaláciách sa ukladajú **viditeľne na povrchu**.

Tab. 18.1.3 Prierezy vodičov a ich istenie v bytoch v sústave TN – S

| Fázy | Obvod | Menovitý prúd ističa alebo poistky | Prierez jadier vodičov (mm ²) | | | |
|------|----------------------------|---|---|-----|-----------|-----|
| | | | v rúrkach na lištách | | v omietke | |
| | | | Al | Cu | Al | Cu |
| 1 | svetelný | 10 | 2,5 | 1,5 | 2,5 | 1,5 |
| | zásobníkový | 10 | 2,5 | 1,5 | 2,5 | 1,5 |
| | zásuvkový | 16 | 4 | 2,5 | 2,5 | 1,5 |
| | práčka | 16 | 4 | 2,5 | 2,5 | 1,5 |
| | bytové jadro | 16 | 4 | 2,5 | 2,5 | 1,5 |
| | sporák do 10 kW | 16 | 4 | 2,5 | 2,5 | 1,5 |
| 3 | sporák do 10 kW | 16 | 4 | 2,5 | 4 | 2,5 |
| | akumulačné kachle do 6 kW | 10 | 2,5 | 1,5 | 2,5 | 1,5 |
| | akumulačné kachle do 10 kW | 16 | 4 | 2,5 | 2,5 | 1,5 |

Svetelný obvod – predstavuje prúdový obvod na pevné pripojenie svietidiel ovládaných spínačmi. Na jeden svetelný obvod sa môže pripojiť toľko svietidiel, aby súčet ich menovitých prúdov neprekročil menovitý prúd predradeného istiaceho prístroja, **najviac však 25 A**. Treba dávať pozor, aby pri pripojení väčšieho počtu žiarivkových svietidiel boli spínače s menovitou hodnotou 10 A zaťažované len na **2,5 A** s ohľadom na indukčnú záťaž a z toho vyplývajúce nebezpečenstvo poškodenia spínača (zapečenie kontaktov). Svetelné zdroje (žiarovky, žiarivky výbojky) sa zvlášť neistia proti nadprúdu, **istí sa len ich prírodné vedenie**. Ak sú do svetelného obvodu zaradené zásuvky ovládané spínačmi, nesmie byť predradený istič v tomto obvode na väčší menovitý prúd, než je menovitý prúd spínača a ním ovládanej zásuvky. Spínače na ovládanie svetelných obvodov sa umiestňujú pri vchodových dverách v miestnosti ovládaného svetelného obvodu, pokiaľ to umožňujú bezpečnostné podmienky, na tej strane, kde sa dvere otvárajú (na strane kľučky dverí). Podľa STN 33 2000-4-41: 2019 musí byť pred každý svetelný obvod v dome (byte) predradený prúdový chránič s $ID_n = 30 \text{ mA}$.

Kolískové spínače – osadzujú sa tak, aby do polohy **zapnuté** bolo treba stlačiť kolísku **hore**. Neplatí to pri striedavých a krížových prepínačoch.

Páčkové spínače – osadzujú sa tak, aby sa zapínali pohybom páčky smerom **hore**.

18.2 Zásuvková inštalácia

Zásuvkové obvody sa zriaďujú na pripájanie elektrických spotrebičov vidlicou do zásuvky. Jednofázové zásuvky pevného rozvodu sa pripájajú tak, aby ochranný kolík bol **hore** a na tento ochranný kolík musí byť pripojený ochranný vodič **PE**. Na pravú dutinku sa pripája neutrálny vodič **N**. Na ľavú dutinku sa pripája krajný (fázový) vodič **L**. Na jeden zásuvkový obvod je možné inštalovať **max. 10 zásuviek**, pričom dvojzásuvka alebo viacnásobná zásuvka sa berie ako jedna zásuvka (jeden zásuvkový vývod). Celkový inštalovaný príkon nesmie prekročiť pri istení **16 A 3 680 VA**, pri istení **10 A 2 300 VA**. Zásuvky s dvojitémi svorkami sa odporúča pripájať **slučkovaním**. Dvojzásuvka alebo viacnásobná zásuvka je určená na pripojenie na jeden obvod a nesmie sa pripojiť do dvoch rôznych obvodov ani sa nesmie prerušiť prepojenie oboch zásuviek.

Všetky zásuvkové obvody **do 32 A musia mať** v súčasnosti doplnkovú ochranu tvorenú prúdovým chráničom s menovitým vypínacím rozdielovým prúdom neprekračujúcim **30 mA** v súlade s STN 33 2000-4-41: 2019. Toto opatrenie sa vzťahuje aj na trojfázové zásuvky pripojené na obvod s istením do 32 A.

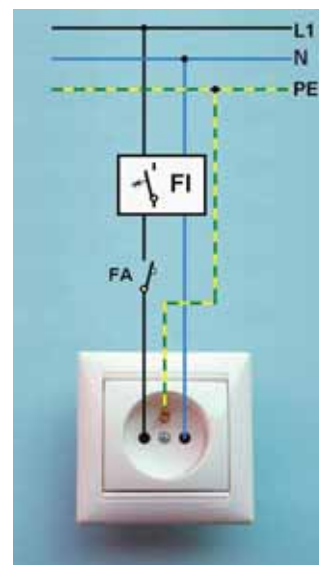
Táto podmienka sa však nemusí uplatňovať:

- pri zásuvkách neprístupných laickej verejnosti;
- pri zásuvkách na špeciálny druh zariadení. Takýmito špeciálnymi zariadeniami sú napríklad:
 - zariadenia kancelárskej a výpočtovej techniky veľkého rozsahu,
 - chladiace a mraziace zariadenie potravín veľkého objemu, pri ktorých by nežiaduce vypnutie mohlo byť príčinou značných škôd.

V prípade **trojfázových zásuviek** možno na jeden trojfázový obvod pripojiť niekoľko trojfázových zásuviek, každú na rovnaký menovitý prúd. Trojfázové spotrebiče môžu byť pripojené na jeden obvod, pokiaľ ich celkový výkon nepresiahne 15 kVA.

Trojfázové zásuvky s menovitým prúdom **do 32 A** sa odporúča vybaviť doplnkovou ochranou tvorenou prúdovým chráničom s menovitým vypínacím rozdielovým prúdom **30 mA** a zásuvky pripojené na obvod s istením **63 A a viac** doplnkovou ochranou tvorenou prúdovým chráničom s menovitým vypínacím rozdielovým prúdom **100 mA**.

Vedenie zásuvkových obvodov sa **istí poistkou alebo ističom** s menovitým prúdom zodpovedajúcim najvyššiemu menovitému prúdu zásuvky. Prierez vedenia musí byť taký, aby bolo zabezpečené predradeným istiacim prvkom istenie proti nadprúdu pred preťažením i skratom.



Nesmie sa zabudnúť inštalovať zásuvky do kúpeľne a zásuvky do vonkajšieho prostredia cez prúdový chránič s menovitým vypínacím rozdielovým prúdom nepresahujúcim **30 mA**.

18.2.1 Úbytok napätia v bytových domoch

Úbytok napätia v rozvode za prípojkovou skriňou v bytových domoch sa delí na jednotlivé úseky rozvodu takto:

- a) úbytok napätia v rozvode medzi prípojkovou skriňou a rozvádzačom (rozvodnicou za elektromerom) nemá presiahnuť pri:
 - svetelnom a zmiešanom (t. j. svetelnom a inom ako svetelnom) odbere 2 %,
 - odbere inom ako svetelnom 3 %;
- b) úbytok napätia od rozvádzača za elektromerom k spotrebičom nemá presiahnuť pri:
 - svetelných vývodoch 2 %,
 - vývodoch na ohrievače a variče 3 %,
 - ostatných vývodoch 5 %.

V budovách, kde je rozvod usporiadaný inak ako v bytových domoch, postupuje sa pri určení úbytku napätia v jednotlivých úsekoch rozvodu podobne.

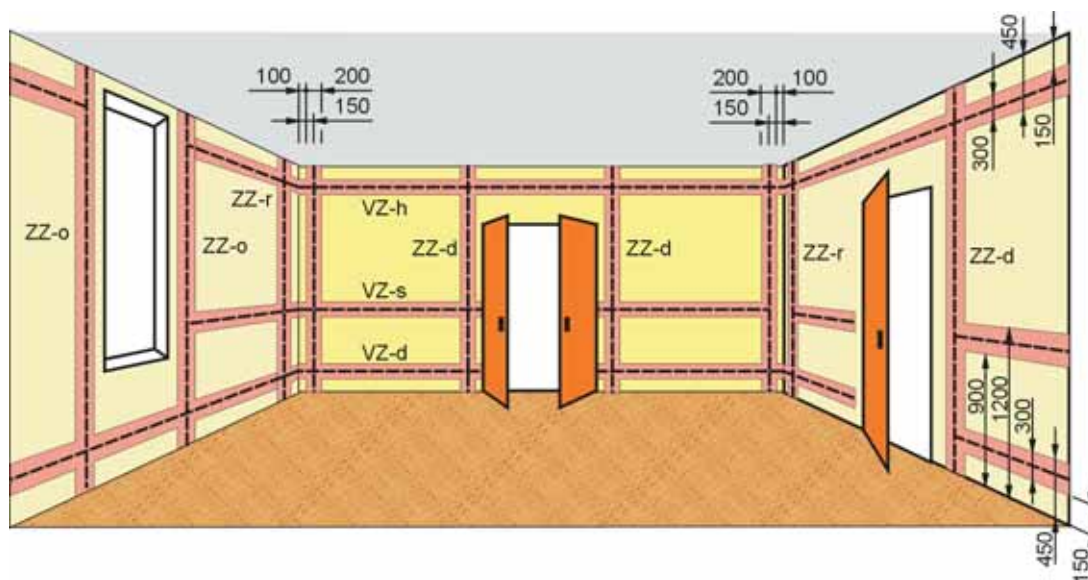
Pokiaľ pri dimenzovaní vedení vzhľadom na ostatné požiadavky určujúce vedenie v niektorom úseku rozvodu vznikli väčšie úbytky napätia, ako je uvedené v bodoch a) a b), možno to pripustiť, nesmú sa však vo vedení od prípojkového skrine až k spotrebiču prekročiť tieto úbytky napätia:

- vývody svetelné 4 %,
- vývody na ohrievače a variče 6 %,
- ostatné vývody 8 %.

Hodnoty úbytkov napätia v percentách sa počítajú z menovitého napätia rozvodnej sústavy.

18.2.2 Zóny ukladania vedení v bytoch

Na ukladanie elektrického vedenia v múroch sú určené nasledujúce inštalčné zóny (obrázok 18.2.2.1):



Obr. 18.2.2.1 Inštalčné zóny na ukladanie vedenia v bytoch

Opis inštalačných zón:**1. vodorovná zóna (VZ)** široká 300 mm:

- **vodorovná zóna horná (VZ-h)** je 150 až 450 mm pod dokončeným stropom, má prednosť pred ostatnými VZ a vodiče sa ukladajú prednostne 300 mm pod dokončeným stropom,
- **vodorovná zóna dolná (VZ-d)** je 150 až 450 mm nad dokončenou podlahou a vodiče sa do nej ukladajú prednostne 300 mm nad dokončenou podlahou,
- **vodorovná zóna stredná (VZ-s)** je 900 až 1 200 mm nad dokončenou podlahou v priestoroch, v ktorých je pracovná plocha pri stene (kuchyňa, dielnička a pod.), vodiče sa do nej ukladajú prednostne 1 000 mm a spínače i zásuvky 1 150 mm nad dokončenou podlahou;

2. zvislá zóna (ZZ), široká 200 mm, sa začína v rohu pod povalou a končí sa v rohu pri podlahe:

- **zvislá zóna dverová (ZZ-d)** je 100 až 300 mm vedľa dverového otvoru hrubej stavby:
 - pri jednokrídlových dverách na strane zámky,
 - pri dvojkrídlových dverách z oboch strán dverového otvoru,
- **zvislá zóna okenná (ZZ-o)** je 100 až 300 mm vedľa rohu miestnosti hrubej stavby z oboch strán okenného otvoru,
- **zvislá zóna rohová (ZZ-r)** je 100 až 300 mm vedľa rohu miestnosti hrubej stavby a vodiče sa do nej ukladajú prednostne 150 mm od rohu hrubej stavby.

Ukladat' vodiče mimo zón možno len v nevyhnutných prípadoch, treba však zachovať tieto podmienky:

- vodiče sú v rúrkach v stenách, pričom krycia vrstva rúrok je minimálne 60 mm,
- vodiče sú v kanálikoch prefabrikovaných dielcov stavby,
- ukladacie zóny nie sú určené na podlahy a stropy,
- pripojenie vývodov, spínačov, zásuviek, ktoré sú z nutného dôvodu mimo inštalačnej zóny, urobí sa zvislým vedením z najbližšej vodorovnej inštalačnej zóny,
- pokiaľ oznamovacie vedenie prechádza cudzími súkromnými uzamykateľnými priestormi (byty, súkromné obchody a pod.), vyžadujú opatrenie na sťaženie nedovoleného zásahu.

18.3 Technologické inštalácie

Ide o inštalácie na pevne pripojené spotrebiče. Pri pevne pripojených elektrických spotrebičoch s príkonom nad 2 000 VA sa zriaďujú samostatne istené obvody. Pri dimenzovaní prívodov k motorom sa vychádza z menovitých prúdov ochranných prístrojov (ističov, poistiek a pod.) a vedenie sa volí tak, aby predradený istiaci prístroj chránil motory len proti skratu.

Pred pret'azením možno motory chrániť **tepelnými nadprúdovými relé** alebo **motorovými ističmi s nastavi-
teľným spínačom**, ktorého hodnota musí byť nastavená na hodnotu menovitého prúdu motora I_n . Kým motory s ochranou pred pret'azením tepelným nadprúdovým relé musia mať navyše ochranu pred skratom predradenými poistkami, motorové ističe zaisťujú nadprúdovú ochranu motora pred pret'azením aj pred skratom. Motory vstavané do spotrebičov sa istia podľa odporúčania výrobcu.

Tepelné odporové spotrebiče so vstavaným regulačným termostatom a tepelnou poistkou alebo s regulačnými stupňami, prípadne samostatne spínanými jednotkami, sa zvlášť neistia a istí sa len ich prírodné vedenie proti skratu.

Istienie ochranných transformátorov sa istí na primárnej strane ochranným prístrojom (poistkou alebo ističom) proti skratu.

Pri inštaláciách na pevne pripojené spotrebiče sa musí zabezpečiť **rovnomerné rozdelenie výkonu** na všetky krajné vodiče. Príklad technologickej inštalácie je na obrázku 18.3.1.

Poznámka: V budovách, kde je zavedený plyn, nesmie byť inštalovaný iskriaci zvonček!



Obr. 18.3.1 Technologické inštalácie vo výrobnom procese

18.4 Štruktúrované elektrické inštalácie

Štruktúrovaná elektrická inštalácia znamená **spôsob vzájomného usporiadania káblových rozvodov** v objekte budovy tak, aby boli oddelené ucelené časti jednotlivých obvodov v budove.

Medzi hlavné káblové rozvody patria **telefónne rozvody**, **televízne** a **rádiové rozvody** a v dnešnej dobe nesmieme zabúdať aj na **dátové a sieťové rozvody** (štruktúrovaná kabeláž). Štruktúrovaná kabeláž sa používa v **oznamovacích rozvodoch budov**, ako sú telefónne rozvody, dorozumievacie zariadenia, rozvody na spoločný príjem rozhlasu a televízie, rozvody rozhlasu po drôte, počítačové rozvodné siete, rozvody požiarnej signalizácie, rozvody zabezpečenia proti nežiaducemu vstupu osôb do objektu a pod.

Prednosťou štruktúrovanej kabeláže je **ľahká rozšíriteľnosť** a **rýchla realizácia zmien zapojenia** vďaka farebnému kódovaniu, ktoré zaručuje neustálu prehľadnosť v sieti. Ďalšia z výhod štruktúrovanej kabeláže je **možnosť pripojenia telefónov**. Pri dátach aj telefónoch je použité rovnaké prenosové médium, a tak možno na jednom mieste zameniť koncové zariadenia. Ukážka štruktúrovanej kabeláže je na obrázku 18.4.1.



Obr. 18.4.1 Štruktúrovaná kabeláž

Štruktúrovaná kabeláž taktiež dovoľuje prevádzku **viacerých fyzicky oddelených sietí LAN** v jednej budove (areáli) opäť s možnosťou ľahkej realizácie jej zmien v prípade potreby.

Na štruktúrovanú kabeláž sa používajú **symetrické krútené káble** (*twisted pair*):

- UTP (netienené páry),
- FTP tienené páry s plášťovou fóliou,
- S-FTP tienené s plášťovou fóliou a opletením,
- S-STP po pároch tienené fóliou s plášťovou fóliou a opletením.

Na štruktúrovanú kabeláž možno použiť v súčasnosti aj **káble z optických vlákien**.

Príklad štruktúrovanej kabeláže počítačovej siete:

Káblový rozvod tvorí prepojenie servera a používateľských počítačových staníc. Prepojenie možno urobiť dvomi spôsobmi:

- klasicky kabelážou zbernicovej topológie. Prepojenie je vykonané koaxiálnym káblom od počítača k počítaču v danom objekte,
- štruktúrovanou kabelážou hviezdicovej topológie v danom objekte. Systém vychádza z vybudovanej centrálnej skrine, v ktorej sa nachádza koncentrátor (HUB), ku ktorému sú hviezdicovým spôsobom pripojené počítačové stanice i server počítačovej siete. Na prepojovacie káble sa používajú krútené vodiče (*twisted pair*).

Štruktúrovaná kabeláž počítačovej siete má teda **hviezdicovú topológiu**, ktorá umožňuje jednoduché pripojenie počítača do ktorejkoľvek zásuvky počítačovej siete umiestnenej v miestnosti budovy. Počítačová sieť vytvorená štruktúrovanou kabelážou umožňuje prenos dát s rýchlosťou 10, 100 Mb/s až 1 000 Mb/s. Pri použití optických vlákien je rýchlosť prenosu dát ešte vyššia.

Štruktúrovanú kabeláž je výhodné využiť aj na prepojenie **telefónnych prístrojov s telefónnou ústredňou v budove**.

18.5 Elektrické inštalácie novej generácie

Súčasný rozvoj mikroprocesorovej techniky umožňuje zriaďovať v budovách elektrické inštalácie, ktoré sú schopné splniť vysokonáročné požiadavky. Nové stavebné technológie poskytujú elektrickým inštaláciám obmedzený priestor (sklené obloženia budov, podhlady).

Na základe požiadavky flexibilného využitia budovy bol vytvorený **systém inteligentnej zbernicovej inštalácie**, zameraný na uľahčenie prác pri budovaní elektrických rozvodov a tiež z dôvodu úspory elektrickej energie v zmysle STN EN 50090-1: 2011.

Inteligentnú inštaláciu možno definovať ako sústavu elektrického rozvodu, ktorá sa vyznačuje vysokou mierou automatizácie. Systém využíva mikroprocesorovú techniku a sériový alebo paralelný prenos údajov po zbernici.

Technické zariadenia majú plniť nasledujúce funkcie:

- ovládať osvetlenie,
- ovládať žalúzie (rolety),
- ovládať vykurovanie (spolu s meraním a reguláciou),
- riadiť odber energií,



Obr. 18.5.1 Ukážka inteligentnej elektroinštalácie pri výučbe v škole



Obr. 18.5.2 Porovnanie klasickej a inteligentnej inštalácie na výučbe priamo v škole s obrázkom 18.5.1

- hlásiť stav, vykonávať obsluhu a dovoz,
- umožniť spojenie technických zariadení s inými systémami.

Systémy umožňujú:

- ukladanie zbernicových rozvodov súbežne so silovými rozvodmi,
- vyhotoviť topografiu rozvodov rovnakú ako pri silnoprúdových rozvodoch (líniová, lúčová, stromová),
- použiť typizované rozvádzače a inštačné materiály,
- meniť konfiguráciu podľa požiadaviek používateľa a priestorov v budove.

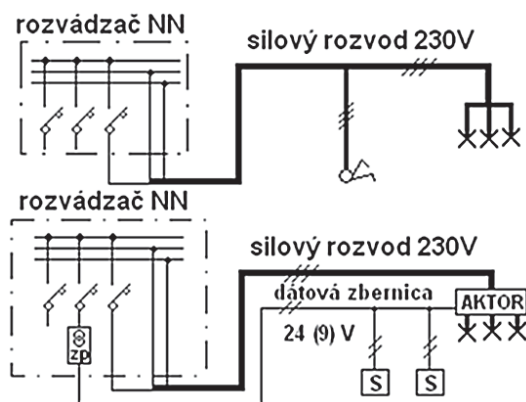
Časti zbernicových systémov – zbernicové systémy vychádzajú z filozofie zbernic počítačovej komunikácie.

Systém obsahuje:

- senzory,
- aktory,
- systémové prístroje a súčasti,
- zbernicu.

S cieľom zjednotenia na európskom trhu vytvorili hlavní výrobcovia elektrických prístrojov **systém EIB** (*european installation bus*), nazývaný tiež **INSTABUS**, ktorý sa v rôznych modifikáciách používa aj u nás.

Kým v klasickej elektrickej inštalácii musia silové vodiče prechádzať cez ovládacie (spínacie) prvky, tak **v inštaláčnom zbernicovom systéme sú ovládacie prvky spojené dátovou zbernicou, na ktorú sú napojené aj akčné členy spínajúce pripojené spotrebiče**. V praxi to znamená, že k svietidlu, v ktorom sa nachádza akčný člen (výkonový spínač), privedie sa silový prívod napríklad káblom 230 V a súčasne dátová zbernica, ktorú tvorí dvojlinka. Tento systém je napájaný malým napätím 24 V (9 V) DC. Na dátovú zbernicu sú pripojené ovládacie spínače alebo senzory obsahujúce mikroprocesorovú jednotku s potrebnými pamäťami na možnosť zmeny ovládania bez nutnosti zásahu do elektrickej inštalácie. Informácie sa medzi ovládacími spínačmi (alebo senzormi) a výkonovými akčnými členmi (aktormi) prenášajú len dvomi vodičmi, čím sa ušetria silové vodiče, ktoré sa nemusia viesť do vypínačov. Nie sú potrebné ani **rozbočovacie inštačné škatule nad vypínačmi**, ktoré často nepôsobia v priestore esteticky. Nevzniká rušivé iskrenie vo vypínačoch a umiestnenie spínacích prvkov vo vlhkých priestoroch je vzhľadom na ovládacie napätie **bezpečné**.



Obr. 18.5.3 Porovnanie klasickej inštalácie s inteligentnou inštaláciou



Obr. 18.5.4 Príklad ovládania inteligentnej inštalácie moderného rodinného domu

Porovnanie klasickej elektrickej inštalácie s inštaláciou zbernicovým systémom EIB je na obrázku 18.5.3. Na obrázku 18.5.4 je ovládanie inteligentnej inštalácie moderného rodinného domu.

Zbernicový inštalračný systém pozostáva zo štyroch súčastí:

a) zbernica (BUS)

Ide o systém elektroinštalácií, ktoré využívajú zbernicu ako prostriedok na digitálnu komunikáciu medzi prístrojmi s cieľom automatizácie a regulácie. Zbernica je sprostredkovateľom dát medzi jednotlivými prístrojmi systému. Tvorí ju vodič, na ktorý sú pripojené jednotlivé riadiace a riadené prvky. Zbernica v systéme EIB je tvorená štvorlinkou, kde dva vodiče slúžia na napájanie účastníkov zbernice a zvyšné dva vodiče slúžia ako rezerva. Prenosová informácia je zakódovaná do telegramov, ktoré sú transformované do elektrických signálov namodulovaných na napájacie napätie 24 V DC.

b) senzory

Ide o ovládacie prvky, ktoré môžu tvoriť snímače (teploty, pohybu, tlaku, požiarne hlásiče atď.), tlačidlá, vypínače, ale aj výsledky logickej kombinácie viacerých podmienok, ktoré sú pripojené na zbernicové vedenie s bezpečným malým napätím 24 V (9 V) DC SELV. Snímače sa môžu na zbernicové vedenie pripojiť buď priamo, alebo cez prevodníky. Senzor pozostáva zo zbernicového prevodníka (vázbový člen) a zo samostatného prístroja (vypínač, tlačidlo, snímač a pod.). Každému senzoru je na zbernici priradená určitá funkcia pomocou naprogramovania.

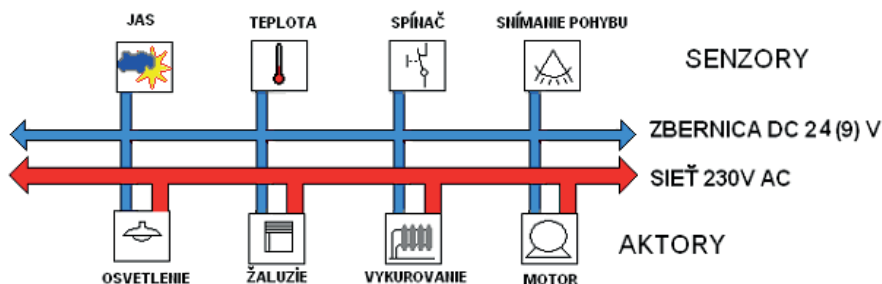
c) aktory (akčné členy)

Ide o výkonové členy, ktoré prijímajú povely zo senzorov vo forme telegramov po dátovej zbernici a menia ich na spínacie alebo ovládacie signály na spotrebiče. Patria sem relé, stykače, svietidlá, motory, vykurovacie telesá, ventilátory, klimatizačné jednotky a pod. Akčné členy sa môžu umiestniť buď priamo do rozvádzača (vo vyhotovení na DIN – lištu), alebo v blízkosti spotrebiča, prípadne priamo do spotrebiča.

d) systémové prvky

Tvoria infraštruktúru systému a zabezpečujú jeho základné funkcie. Všetky systémové prvky majú označenie EIB a možno ich zabudovať na montážnu lištu do rozvádzača. Patria sem napájače, montážne lišty, zbernice, väzbové členy, rozhrania a pod.

Každá inštalácia zbernicového inštaláčného systému sa skladá najmenej **z jedného snímača, jedného akčného člena a niekoľkých systémových komponentov**. Systémy môžu pracovať decentralizovane alebo centralizovane cez riadiaci systém v objekte. Na obrázku 18.5.5 je znázornený princíp zbernicového inštaláčného systému v budove.



Obr. 18.5.5 Princíp zbernicového inštaláčného systému v budove

Zbernicový inštaláčny systém umožňuje vytvárať inteligentný systém inštalácie v:

- rodinných domoch,
- komerčných budovách (banky, kancelárie),
- priemyselných prevádzkach.



Obr. 18.5.6 Ovládanie inteligentnej elektrickej inštalácie ovládačom

Zbernicový inštaláčny systém má jednoduchú prehľadnú inštaláciu, ktorá používa menej silových rozvodov. Hlavná prednosť je však v tom, že pri akejkoľvek zmene sa **nemusí nič meniť na elektroinštaláčných rozvodoch**, stačí len zadefinovať napríklad to, ktorým vypínačom budeme ovládať osvetlenie, ktorým žalúzie a pod., ďalej koľko svietidiel budeme ovládať a ktorými vypínačmi v miestnosti dnes, koľkými po čase a pod. Systém dokáže automaticky regulovať vykurovanie, klimatizáciu, otváranie žalúzií a pod. Systém možno naprogramovať tak, že si ani vaši susedia nevšimnú, že ste na dovolenke – v miestnostiach sa svieti, fungujú žalúzie a pod.

Otázky a úlohy:

1. Aký počet svetidiel možno pripojiť na jeden svetelný obvod a aký môže byť menovitý prúd predradeného ističa?
2. Koľko zásuviek možno pripojiť na jeden zásuvkový obvod a aký je jeho maximálny dovolený inštalovaný príkon, keď $U = 230 \text{ V}$ a $I_N = 16 \text{ A}$?
3. Ako sa rozdeľujú byty podľa stupňa elektrizácie?
4. Čo ovplyvňuje rozdelenie bytov do kategórie I, II atď.?
5. Vysvetlite postup výpočtu a dimenzovania vstupnej časti inštalácie podľa súčasného príkonu.
6. Vysvetlite zásady vyhotovenia hlavného domového vedenia.
7. Vysvetlite zásady vyhotovenia odbočky k elektromeru.
8. Vysvetlite spôsob istenia odbočky k elektromerom.
9. Aké podmienky musia byť splnené pri umiestnení elektromerových rozvádzačov v budovách?
10. Ktoré časti v elektromerových rozvádzačoch musia byť plombovateľné?
11. Aké podmienky sú platné na svetelné rozvody v bytoch podľa stupňa elektrizácie?
12. Aké podmienky platia na zásuvkové obvody v bytoch podľa stupňa elektrizácie?
13. Ktoré obvody v bytoch sa realizujú samostatne?
14. Charakterizujte zásady na vyhotovenie zásuvkových rozvodov.
15. Nakreslite spôsob zapojenia zásuvky v rozvodnej sieti TN – C a TN – S. Vysvetlite rozdiely.
16. Aké je farebné označovanie vodičov na pripojenie k zásuvkám 230 V a 400 V v sieti TN – C a TN – S?
17. Aké zásady platia na použitie prúdových chráničov v bytoch?
18. Aká je poloha ochranného kolíka v zásuvke a na ktorú dutinku sa pripája krajný vodič?
19. Opíšte inštalčné zóny v bytoch.
20. Aké sú podmienky umiestňovania elektrickej inštalácie do jednotlivých zón?
21. Čo sú to štruktúrované elektrické inštalácie?
22. Čo je prednosťou štruktúrovanej kabeláže?
23. V čom je podstata zbernicového systému elektrickej inštalácie?
24. Koľko vodičov a aké vodiče vedú k svetidlu pri zbernicovom systéme elektrickej inštalácie?
25. Aké sú prednosti zbernicového systému elektrickej inštalácie v porovnaní s klasickou elektrickou inštaláciou?

19. POHYBLIVÉ PRÍVODY A ŠNÚROVÉ VEDENIA

Pohyblivé prívody elektrických spotrebičov a šnúrové vedenia predstavujú veľmi citlivú časť elektrického zariadenia a rieši ich STN 34 0350: 1964. Pohyblivé prívody a šnúrové vedenia sa môžu používať **len pri výrobkoch vyhovujúcich príslušným normám, prostrediu a podkladom** v mieste, kde sa pohyblivé šnúrové vedenia budú používať. Pohyblivé prívody na elektrické predmety triedy ochrany I na zariadenia NN **musia mať vždy ochranný vodič** označený po celej dĺžke kombináciou farieb zelená – žltá. Tento vodič musí byť na oboch koncoch **pripojený k ochrannému kontaktu vidlice**, zásuvky alebo k ochrannej svorke elektrického zariadenia. Ochranný vodič musí byť o niečo dlhší, ako sú pracovné vodiče (odľahčenie od ťahu).

Šnúry pohyblivých prívodov a šnúrových vedení sú v mieste pripojenia:

- odľahčené od ťahu,
- zabezpečené proti posunutiu a vytrhnutiu,
- zabezpečené proti skracovaniu žíl.

Vodiče šnúr musia byť k pripojovacím svorkám pripojené tak, aby boli spoje odľahčené od mechanického namáhania. Na kontaktoch vidlíc nesmie byť v rozpojenom stave napätie.

Pohyblivé prívody a šnúrové vedenia sa ukladajú tak, aby ich nebolo možné mechanicky poškodiť a aby boli chránené pred škodlivým pôsobením prostredia. **Nemôžu ležať na zemi** tam, kde vzniká možnosť ich poškodenia. Na mechanickú ochranu sa nesmú použiť **kovové hadice**.

Prívody zavedené do elektrických zariadení musia mať izoláciu **bez porušenia krytia a ochrany pred úrazom elektrickým prúdom**.

Pri šnúrovom vedení s rozpätím **väčším ako 15 m** je nutné šnúru **zavesiť na lanko** alebo použiť **samonosnú šnúru**.

Šnúrové vedenia sa používajú na dočasný rozvod elektrickej energie na dočasných elektrických zariadeniach.

Pohyblivé prívody rozdeľujeme na:

- **pevne pripojené** – na jednom konci ukončené vidlicou, na druhom konci pevne pripojené na svorky elektrického predmetu (obrázok 19.1),



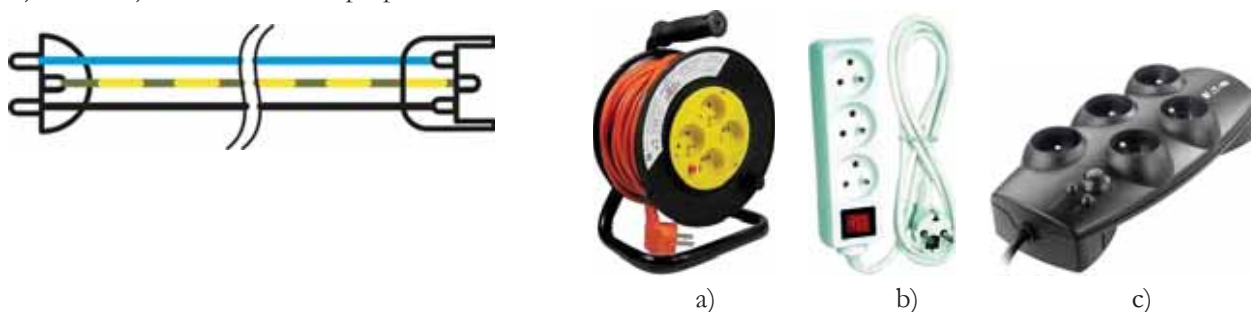
Obr. 19.1 Pohyblivý prívod pevne pripojený, ukončený vidlicou

- **oddeliteľné** – vybavené na jednom konci vidlicou a na druhom konci nástrčkou (obrázok 19.2),



Obr. 19.2 Oddeliteľný pohyblivý prívod ukončený vidlicou a nástrčkou

- **predlžovacie** – na jednej strane majú vidlicu a na druhej strane pohyblivú zásuvku, obrázok 19.3 a) na bubne, b) v rade, c) so zabudovanou prepäťovou ochranou SPD3.



Obr. 19.3 Predlžovací pohyblivý prírod s vidlicou a zásuvkou (zásuvkami)

Jednofázové predlžovacie prírody – musia byť **vždy trojvodičové** vo vyhotovení 3 G (čierna, sivá alebo hnedá, bledomodrá, zeleno-žltá), to znamená **s ochranným vodičom**. **Predlžovacie pohyblivé prírody** – musia byť zhotovené **z ohybných vodičov**, vybavené vidlicou a zásuvkou rovnakého vzoru, na rovnaký menovitý prúd a rovnaké menovité napätie. Pohyblivé prírody a šnúry sa **musia pravidelne kontrolovať**, nakoľko hrozí zvýšená možnosť úrazu elektrickým prúdom. Dimenzovanie pohyblivých prírodov je uvedené v tabuľke 19.4.

Tab. 19.4 Dimenzovanie pohyblivých prírodov

| Vodič | Prierez (mm ²) | Prúdová zaťažiteľnosť (A) |
|-------|----------------------------|---------------------------|
| Cu | 0,75 | 6 |
| | 1 | 10 |
| | 2,5 | 16 |
| | 4 | 25 |
| Al | 1,5 | 10 |
| | 4 | 16 |
| | 6 | 25 |

Pre domácnosť je určená najväčšia dĺžka predlžovacieho pohyblivého prírodu 5 m pri priereze vodičov 1 mm² Cu a menovitom prúde 10 A.

Do pohyblivého prírodu možno zapojiť šnúrový spínač. Musí však byť vhodne dimenzovaný a chránený pred mechanickým poškodením.

Pohyblivé prírody na elektrické predmety **triedy ochrany II a III** sa urobia ako neoddeliteľne spojené s vidlicou a na druhom konci pevne pripojené k svorkám elektrického predmetu. Tieto prírody **nemajú ochranný vodič**.

Na jednu vidlicu môže byť pripojený len jediný pohyblivý prírod.

Odporúčané dĺžky pohyblivých prírodov:

1,5; 2; 2,5; 3; 5; 10; 16; 25; 32; 50 m

Odporúčané dĺžky šnúrových vedení:

2,5; 5; 10; 16; 25; 32; 50 m

Pohyblivé prírody sa k pevnému rozvodu i k rozvodu zo šnúrových vedení pripájajú **len zásuvkovými spojmi**. Iba v zvláštnych prípadoch (stále miesto) sa môžu pripájať k pevnému rozvodu bez zásuvky (škafuľová rozvodka, spínač).

Zásuvky SCHUKO (z nemčiny od slova Schutzkontakt), pozri obrázok 19.5, **sa u nás nesmú používať!** Ide o výrobky vyrobené podľa nemeckej normy DIN, ktoré sa používajú v Nemecku, Rakúsku a pod.



Obr. 19.5 Predlžovací prívod so zásuvkami na 230 V typu SCHUKO, ktorý sa u nás nesmie používať

Celková dĺžka pohyblivého prívodu (aj zložená z niekoľkých predlžovacích šnúr) **nesmie prekročiť dĺžku 50 m**. Ak je výnimočne nutné zriadiť dlhší pohyblivý prívod ako 50 m, musí sa pripájaný spotrebič zaistiť tak, aby nedošlo k úrazu elektrickým prúdom – zmerať jeho impedanciu, predradiť mu prúdový chránič a pod.

Otázky a úlohy:

1. Ako sa rozdeľujú pohyblivé prívody?
2. Aká podmienka platí pri pripájaní vodičov šnúr k pripojovacím svorkám?
3. Koľko žíl musí obsahovať pohyblivý predlžovací prívod a prečo?
4. Koľko žilový šnúrový prívod použijeme k žehličke a prečo?
5. Koľko žilový šnúrový prívod použijeme k elektrickej ručnej vŕtačke a prečo?
6. Môžeme u nás používať nemecké zásuvky 230 V typu SCHUKO?

20. PRIPÁJANIE ELEKTRICKÝCH SPOTREBIČOV A STROJOV NA SIET'

Elektrické prístroje, spotrebiče a stroje vrátane svietidiel musia byť umiestnené, upevnené a pripojené takým spôsobom, aby nebola narušená ich správna funkcia, znížená ich spoľahlivosť a bezpečnosť ich obsluhy. Na pripájanie elektrických prístrojov a spotrebičov platí STN 33 2180: 1979.

20.1 Elektrické prístroje

Elektrickými prístrojmi, ktoré sa používajú v priemyselných a domových elektrických inštaláciách na pripájanie, ovládanie a istenie, sú spínače a ovládače, zásuvky, vidlice, prívodky a nástrčky, poistky a ističe, oznamovacie prístroje a zariadenia a pod.

20.1.1 Spínače, prepínače a ovládače

Spínače – slúžia na zapínanie, vypínanie a prepínanie elektrických obvodov a spotrebičov. Môžu byť jednopólové, dvoj pólové, trojpólové, štvorpólové. **Prepínače** môžu byť vyhotovené s radením.

Podľa spôsobu montáže sa spínače rozdeľujú na:

- nástenné,
- polozapustené,
- zapustené,
- panelové.

Podľa spôsobu ovládania sa rozdeľujú spínače na:

- otočné,
- ťahové,
- kolískové,
- pákové,
- tlačidlóvé, stláčacie (ťahom zapni – stlačením vypni),
- spínače na pohyblivé príводы.

Podľa stupňa krytia a vyhotovenia sa spínače rozdeľujú na:

- obyčajné,
- do vlhka,
- do mokra,
- vonkajšie použitie.

Voľbu spínača ovplyvňuje napätie a očakávaný prúd. Pri elektrických inštaláciách sú povolené spínače menovitého prúdu najmenej 6 A. Na spotrebičoch, elektromechanickom ručnom náradí a v nich, v pohyblivom privode a na ňom, ako aj pri zásuvkách na náradie a pri objímkach môžu byť použité spínače na menší menovitý prúd.

Umiestnenie a poloha spínačov musí byť taká, aby pri vypínaní nevzniklo nebezpečenstvo poruchy. Inštalčné spínače majú byť umiestnené **0,9 až 1,2 m nad podlahou**. Ak sú pri dverách, majú byť na strane, kde sa dvere otvárajú. Pákové spínače musia byť inštalované tak, aby sa **nemohli sami zapnúť ani vypnúť**. Spínače musia byť upevnené na podložku napr. skrutkami tak, aby sa pri prevádzke neuvoľnili a aby sa dali bez poškodenia vymeniť.

Spínače (šnúrové) môžu voľne visieť len vtedy, ak sú ich časti vedúce elektrický prúd v pevnom izolačnom puzdre a ak nie sú na menovitý prúd väčší ako 6 A. Spínače a poistky musia byť radené tak, aby po vypnutí spínača boli poistky bez napätia (okrem prípadov, keď je napätie k poistkám privedené z oboch strán).

20.1.2 Zásuvky a vidlice

Zásuvky a vidlice – používajú sa na pripájania prenosných elektrických spotrebičov k sieti. Môžu byť dvojpólové, trojpólové, štvorpólové a päťpólové.

Podľa spôsobu montáže sa zásuvky rozdeľujú na:

- nástenné, polozapustené, zapustené a panelové.

Podľa stupňa krytia a vyhotovenia sa zásuvky rozdeľujú:

- obyčajné, do vlhka, do mokra a na vonkajšie použitie.

Podľa tvaru kontaktov sa rozdeľujú zásuvky:

- na vidlice s valcovými kolíkmi a s plochými kolíkmi.

Rozloženie a výška umiestnenia zásuviek nad podlahou sa volí tak, aby sa z nich dali spotrebiče čo najvhodnejšie napájať, aby pohyblivé prívody čo najmenej prekážali a aby zásuvky neboli pri obvyklom použití vystavené poškodeniu, ak nie sú pred ním príslušne chránené (inštalčné zóny časť 18).

V obytných miestnostiach majú byť zásuvky aspoň 200 mm nad podlahou okrem zásuviek, ktoré sú súčasťou pevného stavebnicového rozvodu (elektroinštalčné lišty, žľaby). Nástenné zásuvky nemajú byť montované nižšie ako 900 mm nad podlahou. V podlahe smie byť zásuvka umiestnená len vtedy, ak je odolná voči mechanickému poškodeniu a mokrému čisteniu podláh.

V rozvode NN musia byť použité zásuvky s ochranným kontaktom, ktorý musí byť pripojený na ochranný vodič. Zásuvka 230 V sa v sieti TN – S pripája tak, aby ochranný kolík bol hore, naň sa pripojí ochranný vodič (PE) a neutrálny vodič (N) sa pripája na pravú dutinku pri pohľade spredu. Na ľavú dutinku sa pripája fázový vodič (L) istený istiacim prístrojom. V sieti TN – C v pevnom rozvode sa zásuvka 230 V pripája tak, že kombinovaný vodič (PEN) sa najskôr pripojí na ochranný kolík, ktorý je hore, a z neho sa prepojí pravá dutinka. Nikdy nie naopak, lebo pri prerušení vodiča medzi pravou dutinkou a ochranným kolíkom by zásuvka síce fungovala, ale v prípade poruchy by nás nechránila! Na ľavú dutinku sa pripája fázový vodič (L). To isté platí pri oboch sieťach aj pri dvojítých zásuvkách.

V zariadeniach s rôznymi napätiami a nebezpečenstvom, kde by pri zámene sietí vznikli škody na elektrickom zariadení alebo úraz, musia sa používať **nezámenné zásuvky**. V tomto prípade musí mať každá sieť rovnaký typ zásuviek v celom zariadení.

Pri rozpojitelných zásuvkových spojoch sa pri rozpojení stave nesmie objaviť napätie na kolíkoch vidlice (možnosť zásahu elektrickým prúdom!), ale len na dutinkách zásuviek, ktoré nie sú prístupné nebezpečnému dotyku.

Vidlice, ktorými sú ukončené pohyblivé prívody, sú vyhotovené ako nerozoberateľné (sú neoddeliteľnou súčasťou prívodu – FLEXO šnúry) alebo ako rozoberateľné. Šnúry s neoddeliteľnou vidlicou na pohyblivé prívody k spotrebičom triedy ochrany II, ktoré sú dvojžilové, **nesmú byť** dodatočne nahradzované montovanými rozoberateľnými vidlicami!

V prípade poškodenia vidlice na dvojžilovej šnúre s neoddeliteľnou vidlicou je **nutné vymeniť celý pohyblivý prívod** a nie nahradzovať neoddeliteľnú poškodenú vidlicu rozoberateľnou vidlicou! **Pohyblivé predĺžovacie prívody musia byť vždy trojžilové!**

Šnúry predĺžovacích prívodov musia byť v mieste pripojenia spoľahlivo odľahčené od ťahu, zabezpečené proti posunutiu, vytrhnutiu a krúteniu žíl. Konce jadier žíl treba upraviť tak, aby sa jednotlivé drôtičky neoddeľovali (**vložením do dutiniek a ich stlačením**). Pri pripájaní k svorkám treba dbať na to, aby polomer ohnutia žily nebol menší ako jej priemer. Ochranná žila musí byť dlhšia ako ostatné. V prípade vytrhnutia šnúry zo svoriek musí byť prerušená ako posledná až po prerušení pracovných žíl.

20.1.3 Nástrčky a prívodky

Prívodky – nachádzajú sa na elektrických prístrojoch a spotrebičoch a sú zvyčajne ich súčasťou. Slúžia na pripojenie na sieť pomocou oddeliteľného pohyblivého prívodu, ktorý má na jednej strane vidlicu, na druhej nástrčku.

Nástrčka – je obdobou zásuvky pri pohyblivom predlžovacom prívode. Obyčajne nástrčka, ako aj vidlica býva vyhotovená nerozoberateľne.

20.1.4 Poistky a ističe

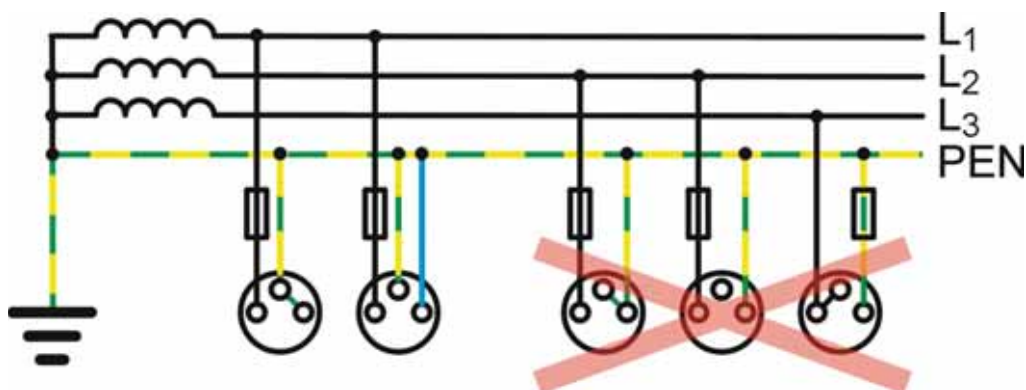
Poistky a ističe – slúžia na ochranu vedenia elektrickej inštalácie predovšetkým pred preťažením a pred skratom. Ich funkcia spočíva v rýchlom a bezpečnom odpojení príslušnej časti zariadenia, aby sa toto nestalo predmetom úrazu elektrickým prúdom, poruchy alebo zdrojom požiaru.

(Činnosť poistiek a ističov ako ochranných prístrojov je opísaná v časti 14.)

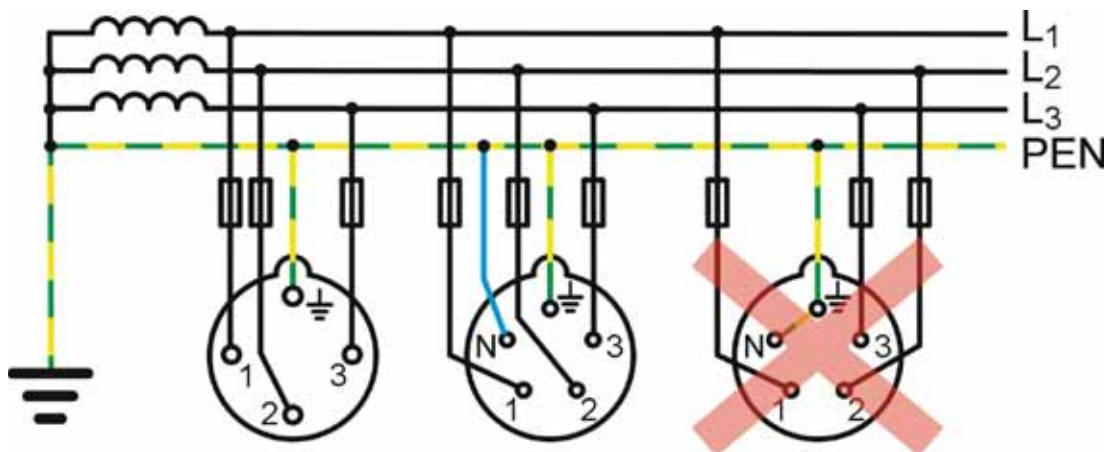
20.1.5 Oznamovacie prístroje a zariadenia

Oznamovacími prístrojmi a zariadeniami používanými v domových rozvodoch sú elektrické zvončky, domáce dorozumievacie zariadenia, elektrické zámky, zásuvky STA, telefónu a pod. Všetky oznamovacie zariadenia a obvody majú byť spoľahlivo elektricky a priestorovo oddelené od silových zariadení a obvodov. Napájacie prístroje, ktoré slúžia na napájanie slaboprúdových oznamovacích prístrojov zo silového zariadenia, nesmú mať vodivé spojenie medzi silovou časťou a miestom na pripojenie oznamovacieho prístroja.

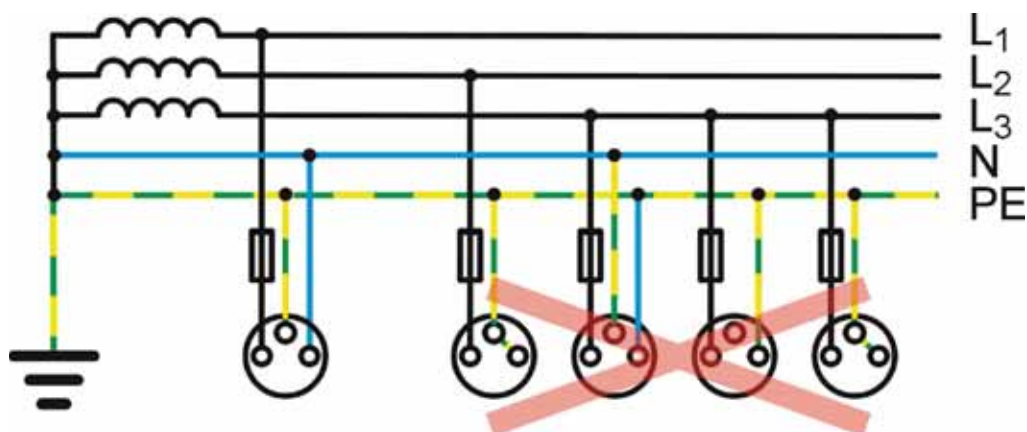
Na obrázkoch 20.1.5.1 až 20.1.5.4 sú uvedené zapojenia zásuviek 230 V a 400 V v sieťach TN – C a TN – S.



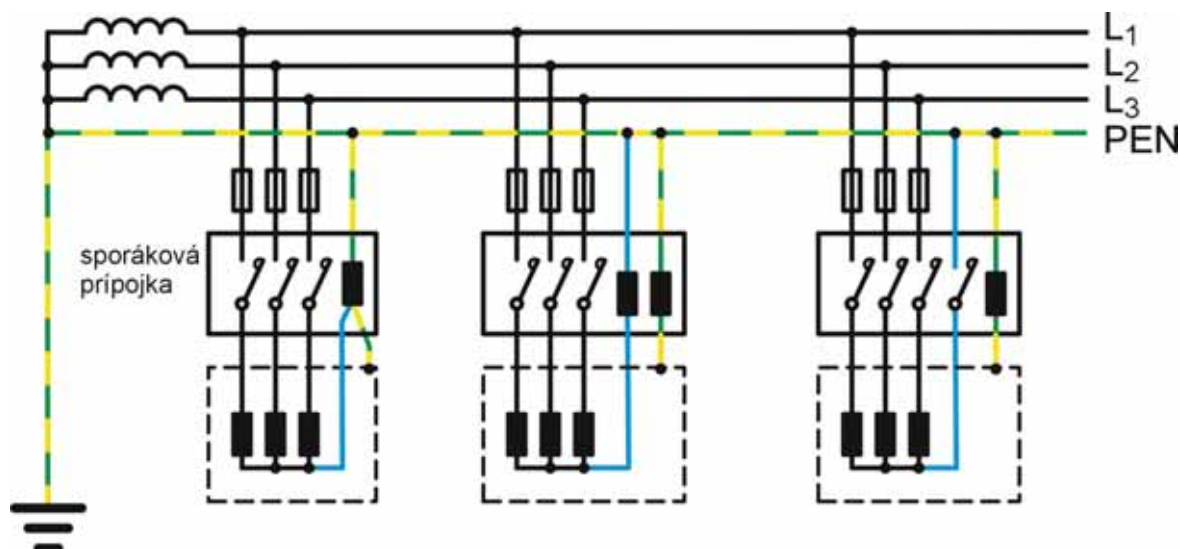
Obr. 20.1.5.1 Príklad zapojenia zásuviek NN v sieti TN – C



Obr. 20.1.5.2 Príklad zapojenia v sieti TN – C



Obr. 20.1.5.3 Príklad zapojenia zásuviek NN v sieti TN – S



Obr. 20.1.5.4 Príklad zapojenia v sieti TN – S

20.1.6 Elektrické svietidlá

Elektrické svietidlá – podľa výšky napätia sa rozdeľujú na elektrické svietidlá na malé napätie (do 50 V), elektrické svietidlá na nízke napätie (250 V) a elektrické svietidlá nad 250 V.

Elektrické svietidlá sa z hľadiska ochrany pred úrazom elektrickým prúdom triedia na:

- svietidlá triedy ochrany 0 (len s pracovnou izoláciou),
- svietidlá triedy ochrany I s ochranným spojením (ochranná svorka a ochranný kontakt),
- svietidlá triedy ochrany II s dvojitou alebo zosilnenou izoláciou,
- svietidlá triedy ochrany III určené na bezpečné malé napätie (SELV).

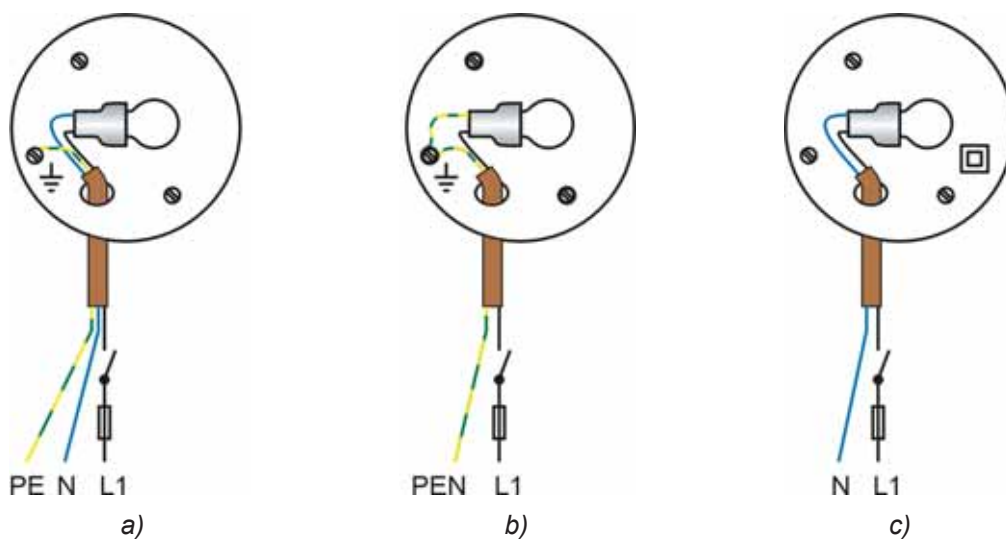
Pri montáži svietidiel rozhodujú kritériá predovšetkým na ich vhodné umiestnenie, spoľahlivé upevnenie a ich správne pripojenie. Okrem svetelných technických hľadísk treba dbať na to, aby svietidlá svojím umiestnením **neohrozovali** a aby **neboli samy ohrozené osobami pohybujúcimi sa v ich blízkosti**. Nebezpečenstvu požiaru sa pri montáži svietidiel zabráni bezpečnou vzdialenosťou od ľahko zápalných látok a ich upevnením na horľavý podklad cez tepelne izolačnú podložku alebo priamo, ak sú označené symbolom F v trojuholníku postavenom na hrote.

Pripájanie svietidiel na sieť – závisí od druhu siete TN – C, TN – S a od vyhotovenia triedy ochrany. Pri všetkých žiarovkových svietidlách platí pri pripájaní objímok zásada, že neutrálny vodič (N) sa pripojí na svorku závitov objímky a vypínaný fázový vodič (L) na dolný dotyk objímky. Robí sa to z dôvodu zamedzenia úrazu osoby vymieňajúcej žiarovku pri náhodnom dotyku päťce žiarovky.

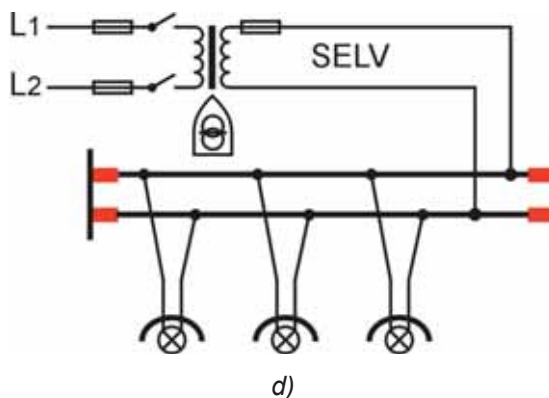
Pri svietidlách **triedy I** sa musí pripojiť zeleno-žltý ochranný vodič na ochrannú svorku. Pri svietidlách na malé napätie treba venovať pozornosť dimenzovaniu vodičov vzhľadom na menovitý prúd tečúci svietidlom. Bezpečnostný ochranný transformátor na napájanie svietidiel na malé napätie (SELV) musí byť umiestnený tak, aby bol **ľahko dostupný** a aby sa pri prevádzke **neprehrieval**.

Istenie bezpečnostného ochranného transformátora proti nadprúdu musí byť v jeho primárnej časti, v sekundárnej časti musí byť istený proti preťaženiu.

Príklady zapojenia svietidiel sú uvedené na obrázku 20.1.6.1. Podľa STN 33 2000-4-41: 2019 **musia svietidlá v domácnosti** byť predradené prúdovým chráničom s menovitým rozdielovým vypínacím prúdom **30 mA**.



Obr. 20.1.6.1 a) Zapojenia svietidla triedy ochrany I v sieti TN – S
 b) Zapojenia svietidla triedy ochrany I v sieti TN – C
 c) Zapojenia svietidla triedy ochrany II v sieti TN – S



Obr. 20.1.6.1 d) Zapojenia svietidla na malé napätie

20.2 Elektrické spotrebiče

Elektrické spotrebiče, ktoré sa používajú v prevádzke, rozdelíme na:

- **spotrebiče držané v ruke** – prenosné spotrebiče, ktoré sú určené počas normálneho používania na držanie v ruke; prevažne je to ručné elektrické náradie (vŕtačka, hoblík, skrutkovač, spájkovačka, žehlička, fén atď.),
- **prenosné** – spotrebiče do 18 kg, s ktorými sa pri práci manipuluje, počas ich činnosti sa však nedržia v ruke (elektrický varič, konvektor, vysávač, ventilátor, rýchlovarná kanvica a pod.),
- **neprenosné** – spotrebiče nachádzajúce sa na určitom mieste, s ktorými sa počas činnosti nepohybuje (chladnička, práčka, kopírovacie zariadenie atď.),
- **pripevnené** – spotrebiče, ktoré sú určené na používanie, pripevnené k pevnej podložke na určitom mieste (umývačka, klimatizačná jednotka atď.).

Aby elektrické spotrebiče pracovali bezpečne a spoľahlivo, aby nepriaznivo nepôsobili na svoje okolie, aby boli ľahko ovládateľné a aby ich údržba a revízie boli ľahké, **musia byť pri ich pripojení splnené určité uvedené požiadavky** (uvádzame ich v nasledujúcom texte).

20.2.1 Výkon spotrebiča

Výkon spotrebiča je dôležitý z hľadiska dimenzovania vlastného prívodu k elektrickému spotrebiču, ktorý môže byť oddeliteľný alebo neoddeliteľný. Nesmie sa však zabudnúť ani na elektrickú inštaláciu pevného rozvodu, pretože podľa výkonu elektrického spotrebiča sa rozhodne, či možno z jedného zásuvkového obvodu (menovitý prúd maximálne 16 A) napájať niekoľko elektrických spotrebičov naraz alebo treba na elektrický spotrebič vyviesť samostatný obvod, pokiaľ je to viac ako 16 A, potom nie zásuvkový, ale pevný.

20.2.2 Ochrana pred zásahom elektrickým prúdom

Ochrana pred nebezpečným priamym dotykom živých častí zabezpečil pri elektrickom spotrebiči výrobca **izoláciou alebo krytím**. Nepriama ochrana pred dotykom neživých častí je obvyčajne zabezpečená samotným vyhotovením elektrického spotrebiča. **Väčšina elektrických spotrebičov** je vyhotovená ako elektrické zariadenie triedy ochrany II (dvojitá izolácia), na štítku majú značku dvojitej izolácie (dva štvorčeky v sebe). Pripojenie takýchto spotrebičov na sieť nevyžaduje nejaké zvláštne opatrenia. **Jednofázové spotrebiče triedy II** sa pripájajú na sieť dvoma vodičmi – fázovým (L) čiernej alebo hnedej farby a neutrálnym (N) svetlomodrej farby. **Trojfázové spotrebiče triedy II** sa pripájajú na sieť štyrmi vodičmi – fázovými (L1, L2, L3) čiernej a hnedej farby a neutrálnym vodičom (N) svetlomodrej farby.

Ochranný vodič (PE) zeleno-žltej farby nesmie byť pripojený k elektrickému spotrebiču triedy ochrany II!

Menšia časť elektrických spotrebičov výkonu (elektrotepelné spotrebiče) je vyhotovená v triede ochrany I, a preto vyžaduje, aby obvod, z ktorého budú napájané, vyhovoval z hľadiska ochrany samočinným odpojením napájania.

Jednofázové spotrebiče triedy ochrany I sa pripájajú na sieť tromi vodičmi – fázovým (L) čiernej, hnedej alebo sivej farby, neutrálnym (N) svetlomodrej farby a ochranným (PE) zeleno-žltej farby. **Trojfázové spotrebiče triedy ochrany II** sa pripájajú na sieť piatimi vodičmi – fázovými (L1, L2, L3) čiernej, hnedej alebo sivej farby, neutrálnym (N) svetlomodrej farby a ochranným (PE) vodičom zeleno-žltej farby. Ochranný vodič prívodu k elektrickému spotrebiču slúži výhradne na zaistenie ochrany pred zásahom elektrickým prúdom samočinným odpojením napájania.

Funkciu pracovného vodiča (neutrálneho vodiča N a ochranného vodiča PE) v prívide k elektrickému spotrebiču nemožno v žiadnom prípade zlučovať do jedného vodiča!

Usporiadanie kontaktov zásuvky a vidlice musí zabezpečiť pri ich spájaní najskôr pripojenie ochranného vodiča a až potom pracovných vodičov a pri rozpájaní najskôr pracovných vodičov a až nakoniec ochranného vodiča.

V prípade zapojenia elektrického spotrebiča cez prúdový chránič idú cez prúdový chránič len pracovné vodiče, fázový (L) a neutrálny (N). Ochranný vodič k spotrebiču triedy ochrany I (PE) zeleno-žltej farby cez prúdový chránič nesmie prechádzať.

V prípade trojfázových symetrických spotrebičov (napr. indukčné asynchrónne elektromotory) prechádzajú cez prúdový chránič len fázové vodiče (L1, L2 a L3). Neutrálny vodič (N) sa nepripája.

20.2.3 Ďalšie požiadavky pri pripájaní elektrických spotrebičov

Z ďalších požiadaviek, ktoré treba brať do úvahy pri pripájaní elektrických spotrebičov, treba spomenúť:

1. Vzájomné ovplyvňovanie pripojených spotrebičov

Pripojené spotrebiče sa pri svojej prevádzke nemajú navzájom nepriaznivo ovplyvňovať. Ide napr. o pokles napätia na svetelných spotrebičoch pri zapnutí spotrebiča s vyššími rozbehovými prúdmi. Dovolený pokles (úbytok) napätia podľa STN 33 2130: 1983 je pri svetelných obvodoch 2 %, pri elektrotepelných obvodoch 3 % a pri zásuvkových obvodoch 5 %.

2. Opatrenia proti rušeniu elektronických spotrebičov sieťovou frekvenciou

Ide o opatrenia proti rôznym šumom, ktoré sa môžu zo siete dostať do spotrebiča a spôsobovať tak rušenie niektorých jeho funkcií. Prechodom zo siete TN – C na sieť TN – S sa vo veľkej miere tento problém nevyskytuje, pretože vodiče N a PE sú separované (oddelené) oproti sieti TN – C, kde vodič PEN mal zároveň funkciu pracovného aj ochranného vodiča, čo spôsobovalo rušenie.

3. Opatrenia proti prepätiu zo strany napájania

Prepätia môžu vznikať v sieti pri spínaní domácich spotrebičov (vysávače, mixéry a pod.). I keď tieto prepätia nie sú energeticky intenzívne, sú dostatočným dôvodom napr. na to, aby počítač nebol napájaný z rovnakého zásuvkového vývodu, ako sú domáce spotrebiče, ale mal samostatný obvod. Z pohľadu atmosférického prepätia treba vykonať ochranu komplexne z vodičmi prepätia (pozri časť 13).

4. Pripojenie spotrebičov z hľadiska protipožiarneho opatrenia

Elektrické spotrebiče a spôsob ich pripájania musí vyhovovať okrem uvedených požiadaviek aj z hľadiska protipožiarneho opatrenia, uvedených v normách STN 33 2000-5-51: 2010 a STN 33 2000-4-482: 2001. Ide o dodržanie bezpečných vzdialeností spotrebičov od horľavých materiálov, spôsoby priamej montáže napr. svietidiel na horľavé podklady, otvory na odvod vzduchu z tepelných spotrebičov, odolnosť horľavých materiálov voči ohňu a pod.

5. Predpísané spôsoby pripojenia rôznych spotrebičov

Rôzne normy predpisujú pripojenie spotrebičov v jednotlivých prostrediach. Uvádzame niektoré z nich.

Podľa STN 33 2000-4-41: 2019 musí byť automatická práčka v priestore kúpeľne umiestnená mimo zóny 2 (v priestore mimo zón) a musí byť napájaná z obvodu chráneného prúdovým chráničom s menovitým vypínacím rozdielovým prúdom 30 mA.

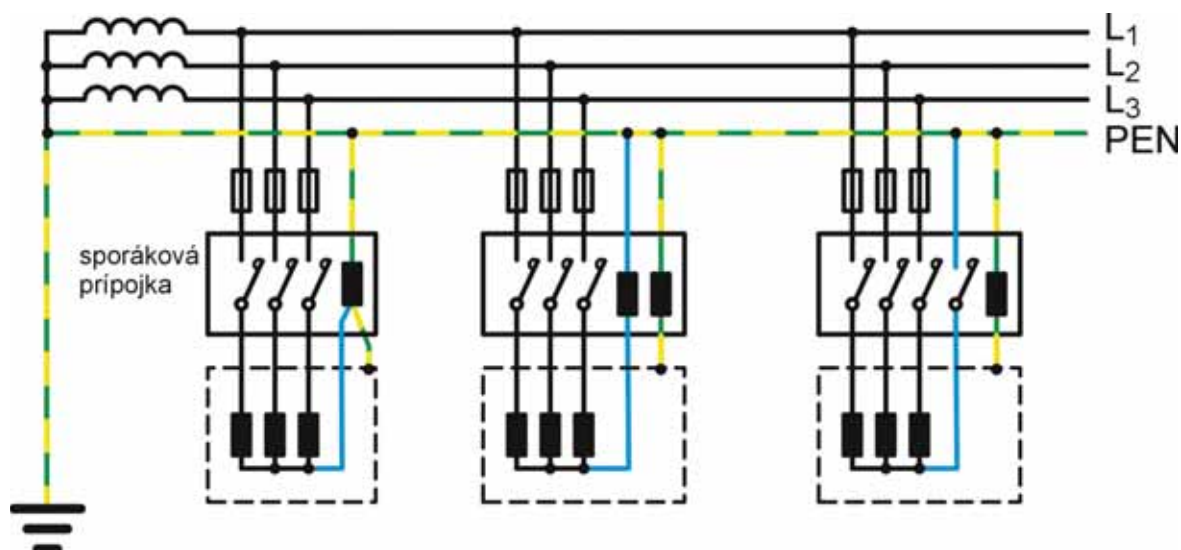
Podľa STN 33 2000-4-41: 2019 sa všetky zásuvky s menovitým prúdom $I_N = 32 \text{ A}$ umiestnené vonku, z ktorých sa budú napájať prenosné elektrické spotrebiče umiestnené vonku, musia chrániť prúdovým chráničom s menovitým rozdielovým vypínacím prúdom 30 mA.

Podľa STN 33 2000-4-482: 2001 sa musia rozvody iné ako rozvody z káblov s minerálnou izoláciou a kryté prípojnícové rozvody chrániť proti poruche v sieťach TN a TT prúdovými chráničmi s menovitým rozdielovým vypínacím prúdom do 300 mA.

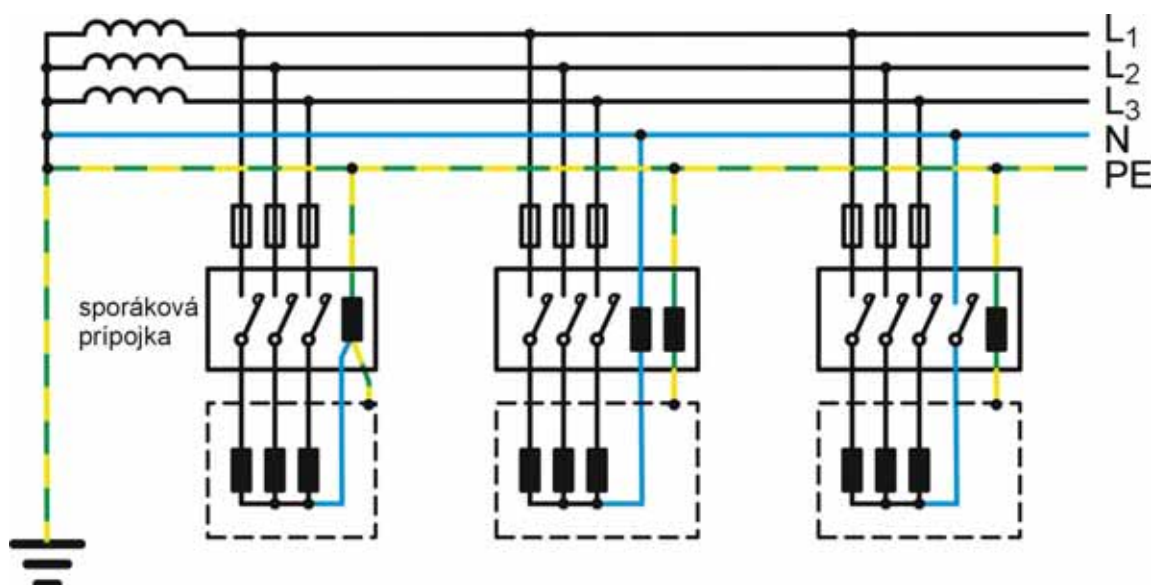
V prípade, ak poruchy súvisiace so znížením izolačného odporu môžu spôsobiť požiar (napr. povrchové ohrievanie s vyhrievacími prvkami vo vrchnej vrstve), musí byť použitý prúdový chránič s menovitým rozdielovým vypínacím prúdom 30 mA.

Poznámka: Niektoré elektrické spotrebiče, ktoré nemusia alebo nesmú mať vlastný spínač (ponorné variče, žehličky, ondulačné kliešte a pod.), zapínajú sa priamym zasunutím vidlice do siete. Vypínajú sa vysunutím vidlice zo zásuvky, čím sa dosiahne úplné odpojenie elektrického spotrebiča od siete.

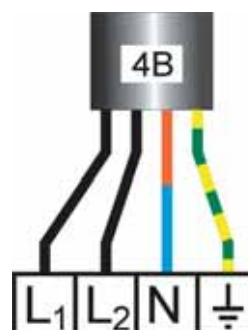
Príklady zapojenia elektrických spotrebičov sú uvedené na obrázkoch 20.2.3.1 a 20.2.3.3.



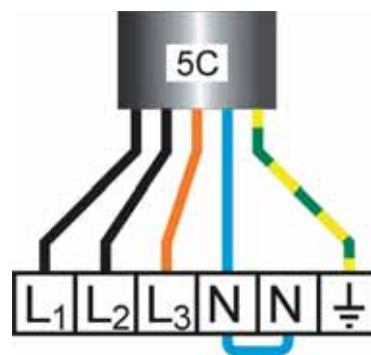
Obr. 20.2.3.1 Príklad zapojenia spotrebiča v sieti TN – C



Obr. 20.2.3.2 Príklad zapojenia spotrebiča v sieti TN – C



Obr. 20.2.3.3 a) Zapojenie svorkovnice sklokeramickej varnej dosky na dve fázy s využitím štvoržilového prívodu 4. B. Jeden krajný vodič (hneď) sa preznačí na obidvoch koncoch na svetlomodý. V rozvádzači sa tiež pripojí na zbernicu N.



Obr. 20.2.3.3 b) Zapojenie svorkovnice elektrického sporáka s využitím päťžilového prívodu, podľa nového značenia 5G (po starom 5. C)

20.3 Pracovné stroje

Podľa nariadenia vlády SR č. 159/2001 Z. z. sa definícia pracovného stroja v prevádzke zmenila na **pracovný prostriedok**. Nový pracovný stroj sa podľa nariadenia vlády SR č. 391/2006 Z. z. ako určený výrobok nazýva **strojové zariadenie** (stroj, skupina strojov).

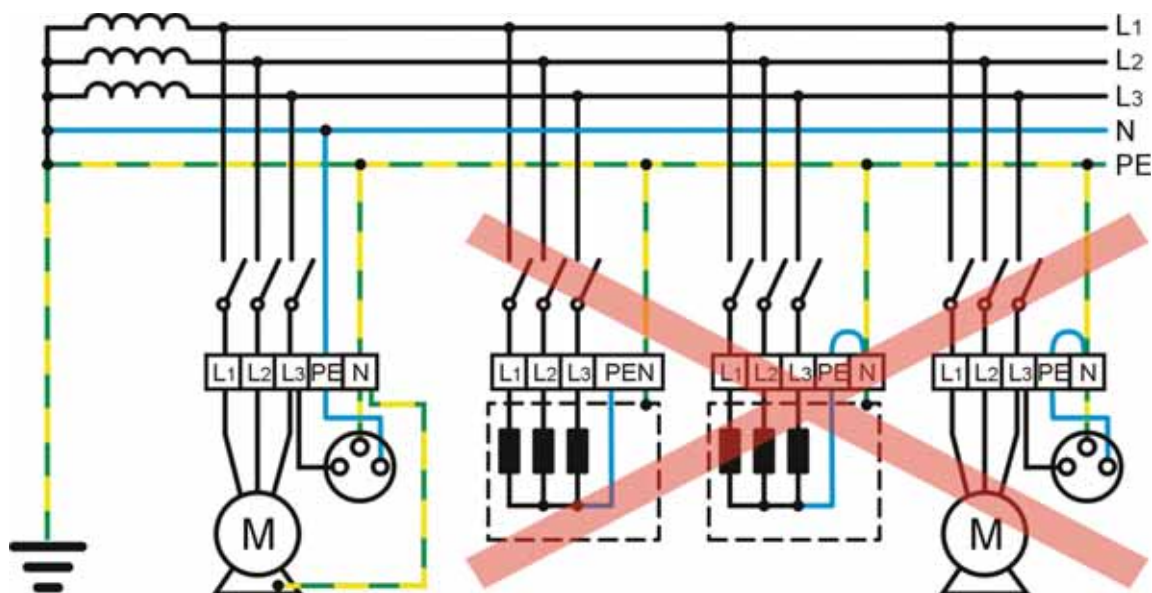
Pracovný prostriedok – stroj, zariadenie, prístroj alebo nástroj, ktorý sa používa pri práci.

Stroj – je zostavený zo súčastí alebo častí, z ktorých aspoň jedna je pohyblivá, z príslušných pohonných jednotiek, ovládacích a silových obvodov a ostatných častí navzájom spojených na presne stanovené použitie, najmä na spracovanie, úpravu, dopravu alebo balenie materiálu. Pre elektrické zariadenia strojov platí STN EN 60204-1: 2007.

Pripojenie pracovného prostriedku (stroja) na sieť je možné:

- **kombináciou vidlica/zásuvka**
 - priamo kombináciou vidlica/zásuvka na stroj s menovitým prúdom neprekračujúcim 16 A a celkovým príkonom neprevyšujúcim 3 kW,
 - v prípade, ak je kombinácia vidlica/zásuvka s menovitým prúdom väčším ako 16 A alebo ide o kombinácie, ktoré zostávajú spojené počas normálnej prevádzky, musia sa vybaviť poistkou, ktorá zabráňuje náhodnému rozpojeniu,
 - ak je kombinácia vidlica/zásuvka s menovitým prúdom 63 A alebo väčším, musí sa vybaviť blokovaním so spriahnutým spínačom tak, aby pripojenie a odpojenie bolo možné len vtedy, ak je spínač v polohe VYPNUTÉ. Kombinácie vidlica/zásuvka musia byť vyhotovené tak, aby sa ochranný obvod pripojil skôr ako akýkoľvek pracovný vodič a aby sa ochranný obvod neodpojil, skôr než sa neodpoja všetky pracovné vodiče vidlice. V prípade použitia výsuvných vidlíc, ktorých vytiahnutie má za následok obnaženie vodičov (napr. kolíkov), vybíjací čas nesmie prekročiť 1 s. Inak sa takéto vodiče musia chrániť pred dotykom živých častí aspoň **IP X2** alebo **IP XXB**. Ak nemožno dosiahnuť ani vybíjací čas do 1 s, ani uvedenú ochranu krytom (napr. v prípade prípojnícových rozvodov alebo sústavy zberacích krúžkov), musia sa použiť ďalšie odpájacie zariadenia alebo vhodné výstražné zariadenie.
- **priamym pripojením napájacích vodičov stroja na svorky odpájacieho zariadenia napájania**
 Ak sa pri napájaní stroja použije neutrálny vodič, musí sa preň vyhraďovať oddelená izolovaná svorka, označená N. Vo vnútri elektrického zariadenia stroja nesmie byť žiadne spojenie medzi neutrálnym vodičom a ochranným obvodom pospájania a nesmú sa použiť ani kombinované svorky PEN. Pri napájaní elektrického zariadenia stroja zo siete TN – C sa môže v bode pripojenia napájania na stroj zhotoviť spojenie medzi svorkou neutrálneho vodiča a svorkou PE.

Príklady pripojenia pracovných prostriedkov (strojov) sú na obrázku 20.3.1.



Obr. 20.3.1 Príklad správneho a chybného zapojenia pracovných prostriedkov v sieti TN – S

20.4 Prerušenie vodiča PEN a jeho dôsledky

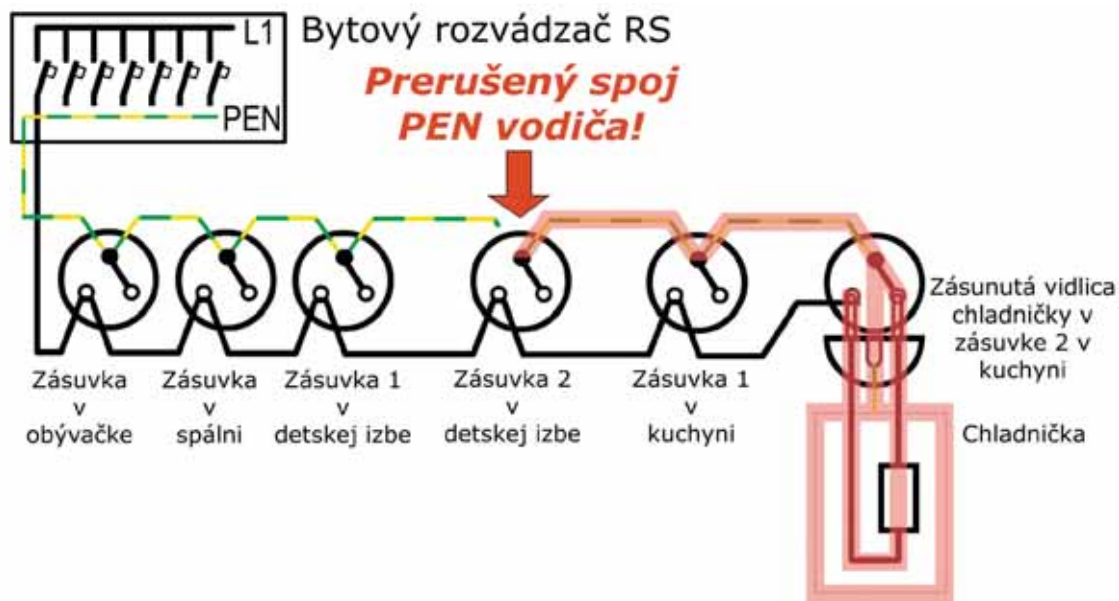
Pomerne častá býva porucha, hlavne v panelových bytoch, že nastane prerušenie vodiča PEN v niektorej zásuvke 230 V. Môže to mať až fatálne dôsledky pre obyvateľov bytu. V nasledujúcom príklade si ukážeme typický príklad takéhoto stavu.

Príklad:

V trojizbovom byte prestala fungovať chladnička v kuchyni. Priloženou tlejivkovou skúšačkou na kostre chladničky na kolíku zásuvky 230 V v kuchyni bolo zistené fázové napätie. V bytovom rozvádzači RS bolo všetko v poriadku. V zásuvkovom obvode istenom ističom boli zásuvky 230 V v obývačke, spálni, v detskej izbe, ktoré fungovali správne. Druhá zásuvka 230 V v detskej izbe bola za skriňou. Po odtiahnutí skrine bolo vidieť, že je celá obhorená, hoci v nej nebol pripojený cez vidlicu 230 V žiadny spotrebič. V dôsledku zlého spoja vodiča PEN na kolíku tejto zásuvky došlo k otepleniu a k prerušeniu vodiča PEN. Cez fázový vodič pretekal fázový prúd ďalej až k pripojenej chladničke, z ktorej sa vrátil naspäť po vodiči PEN až k prerušenému miestu (pozri obrázok 20.4.1).

Na ochranných kolíkoch týchto zásuviek, ale aj na kostre chladničky bolo plné napätie voči zemi 230 V! Prakticky to značí, že keby sa niekto súčasne dotkol rukami radiátora a kostry chladničky, utrpel by zásah elektrickým prúdom, ktorý by mohol byť aj smrteľný!

Z tohoto príkladu je vidieť, ako treba riadne prit'ahovať vodiče elektrickej inštalácie a vykonávať merania impedancie ochrannej slučky, a to aj v bytoch a rodinných domoch.



Obr. 20.4.1 Príklad prerušenia vodiča PEN

Otázky a úlohy:

1. Aké sú podmienky zapájania spínačov v svetelných rozvodoch elektrickej inštalácie v bytoch?
2. Aké farby vodičov sú zapojené do striedavého prepínača (č. 6) svetelného obvodu?
3. V akej výške majú byť umiestnené inštalčné spínače nad podlahou?
4. Na aký príkon spotrebičov sa v bytoch zriaďujú samostatne istené obvody?
5. Aký je najmenší prierez ochranného medeného vodiča na pripojenie pracovného stroja? Od čoho je prierez závislý?
6. Nakreslite príklady správneho a nesprávneho zapojenia zásuviek v sieti TN – C.
7. Nakreslite príklady správneho a nesprávneho zapojenia zásuviek v sieti TN – S.
8. Nakreslite zapojenie elektrického sporáka 400 V v sieti TN – C.
9. Nakreslite zapojenie elektrického sporáka v sieti TN – S.
10. Nakreslite príklady zapojenia zásuviek a spotrebičov s prúdovým chráničom.
11. Aké nebezpečenstvo hrozí v elektrickej inštalácii pri prerušení vodiča PEN?

21. OCHRANA PRED NEBEZPEČNÝMI ÚČINKAMI STATICKEJ ELEKTRINY

Otázke statickej elektriny je potrebné venovať náležitú pozornosť. Elektrostatický náboj, ktorý sa vytvorí fyzikálnochemickými procesmi na rôznych izolačných materiáloch alebo je prenesený elektrostatickou indukciou z nahromadeného miesta na iné, môže spôsobiť pri priblížení alebo kontakte s iným telesom výboj do neho, prípadne do zeme. **Statická elektrina môže spôsobiť veľké škody a byť zdrojom vážnych havárií.** V oblasti citlivých elektronických komunikačných a číslicových polovodičových prvkov (MOS a CMOS), ktoré môžu byť poškodené prierazom vysokonapäťovým výbojom i pri nepatrnom prúde, je ochrana pred účinkami elektrostatických nábojov mimoriadne významná.

Nežiaduce účinky statickej elektriny možno rozdeliť na:

1. účinky na ľudský organizmus,
2. vznik zápalných iskier v prostredí s nebezpečenstvom požiaru alebo výbuchu,
3. deštruktívne účinky elektrických výbojov,
4. poruchy a havárie vo výrobných procesoch.

Na ochranu pred nebezpečnými účinkami statickej elektriny platia osobitné bezpečnostné predpisy obsiahnuté v normách STN 33 2030: 1984, STN 33 2031: 1987, STN 33 2032: 1986 a STN 33 2033: 1990, STN EN 61340-4-1: 2004, STN EN 61340-2-1: 2003.

V nenabitom stave sa nachádzajú v látkach elementárne náboje (kladné a záporné) vo vzájomnej rovnováhe. Pri vodivom kontakte dvoch látok dochádza k vzájomnému prestupu týchto elementárnych nábojov a na rozhraní oboch látok sa vytvorí elektrická dvojvrstva. Prítom sa na povrchu jednej z látok nahromadia kladné a na povrchu druhej záporné elektrické náboje. Po oddelení oboch látok od seba zostáva tento stav čiastočne zachovaný a na povrchu oboch látok sa objaví rovnaké množstvo vytvoreného elektrického náboja opačnej polarít.

Elektrostatické náboje vznikajú pri:

- vzájomnom trení telies,
- rolovaní (skrúcaní) alebo odvaľovaní materiálov,
- oddeľovaní materiálov,
- vysypávaní a presypávaní materiálov,
- mechanickom namáhaní, mletí, drvení,
- pneumatickej doprave sypkých materiálov,
- prúdení kvapalín a plynov,
- vytekaní kvapalín a rozprašovaní a pod.

Teleso sa môže elektricky nabiť aj dotykom s iným elektricky nabitým telesom, elektrostatickou indukciou alebo viazaním iónov, ktoré sa nachádzajú v okolí telesa.

21.1 Elektrizovateľnosť tuhých látok

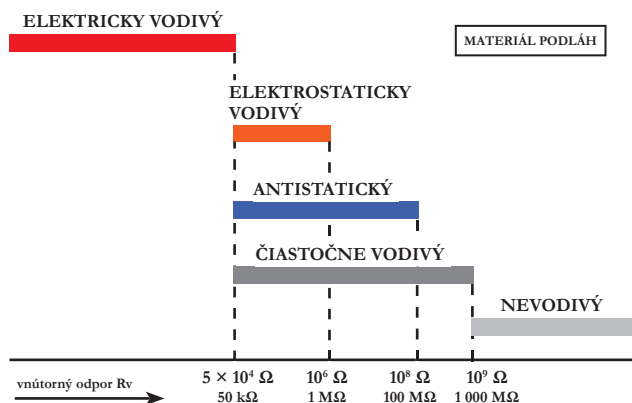
Z hľadiska elektrizovateľnosti sa rozdeľujú tuhé látky podľa hodnoty **povrchového odporu R_o** na:

- **antistatické**, ak $R_o < 10^9 \Omega$,
- **obmedzene elektrizovateľné**, ak $10^9 \Omega < R_o < 10^{11} \Omega$,
- **elektrizovateľné**, ak $R_o \geq 10^{11} \Omega$.

V praxi je potrebné často preukázať, aké vlastnosti spĺňa položená podlaha, čo sa dá zistiť **meraním zvodového odporu** medzi elektródou priloženou na povrch podlahy a definovanou zemou. Z hľadiska posudzovania vhodnosti materiálov sa používa parameter **vnútorný odpor** (podlahovín).

Podľa normy STN 34 1382: 1988 podľa nameraných hodnôt vnútorného odporu sa podlahoviny a dlažby zaraďujú medzi (pozri obrázok 21.1.1):

- elektricky vodivé,
- elektrostaticky vodivé,
- antistatické,
- čiastočne vodivé a
- nevodivé.



Obr. 21.1.1 Rozdelenie materiálov podláh

21.2 Elektrizovateľnosť kvapalín

Veľký vplyv na intenzitu procesu nabíjania kvapalín má ich stupeň znečistenia. Zvlášť nebezpečné sú napríklad rozptýlené čiastočky vody v kvapaline.

Elektrizovateľnosť kvapalín sa posudzuje podľa rezistivity ρ na:

- neelektrizovateľné kvapaliny s rezistivitou $\rho = 10^8 \Omega\text{m}$,
- čiastočne (krátkodobo) elektrizovateľné s rezistivitou $10^8 < \rho < 10^{10} \Omega\text{m}$,
- elektrizovateľné s rezistivitou $\rho > 10^{10} \Omega\text{m}$.

21.3 Elektrostatické nabíjanie prachu, hmly a aerosólov

Častice tuhých materiálov a zmesi prachov so vzduchom sa elektricky nabíjajú vzájomným trením alebo dotykom so stenami potrubia, zásobníka a pod.

Nebezpečenstvo vzniku elektrických výbojov vzniká pri:

- nahromadení náboja na nevodivých elektrostaticky neuzemnených predmetoch,
- vzniku náboja na neuzemnených vodivých objektoch,
- rozdieloch potenciálov medzi nabitou časťou (prachu, aerosólu, hmly) a uzemneným objektom.

21.4 Elektrostatický náboj na ľuďoch

Človek predstavuje z hľadiska elektrostatiky vodič s určitou kapacitou (50 až 250 pF) voči zemi. Pokiaľ je človek od zeme odizolovaný izolačnou obuvou, môže na ňom vzniknúť voči zemi rozdiel potenciálov aj niekoľko desiatok kV. Veľkosť elektrostatického potenciálu vznikajúceho pri rôznych činnostiach alebo na rôznych predmetoch a materiáloch je v **značnej miere závislá od relatívnej vlhkosti vzduchu**, pozri tabuľku 21.4.1.

Tab. 21.4.1 Elektrostatické napätie vznikajúce pri rôznych úkonoch človeka v závislosti od relatívnej vlhkosti vzduchu

| Zdroj (činnosť človeka) | Relatívna vlhkosť vzduchu Ψ (%) | |
|--|--------------------------------------|----------|
| | 10 až 20 | 65 až 80 |
| beh po koberci | 35 000 V | 1 500 V |
| manipulácia s papiermi v plastovom obale | 6 000 V | 100 V |
| pohyb po čalúnenej stoličke | 7 000 V | 600 V |

Ľudské telo sa môže elektrostaticky nabiť pri:

- dotyku nabitého objektu,
- elektrostatickou indukciou z nabitého objektu,
- pohybom syntetického materiálu odevu po tele (pri vyzliekaní),
- stykom izolačnej obuvi pri chôdzi po podlahovej krytine,
- prácou s ľahko elektrizovateľnými látkami.

Elektrický náboj pri prechode ľudským telom vyvoláva dráždenie nervového centra. **Medza citlivosti** sa u človeka vníma pri pôsobení jednosmerného prúdu 2 mA s dobou vnemu 1 s. Podľa výskumov bolo zistené, že pre človeka je nebezpečná už energia $W = 50 \text{ J}$ ($W = \frac{1}{2} CU$).

Pri silnom fyziologickom podráždení býva pre človeka nebezpečná aj jeho mimovoľná reakcia, pri ktorej môže dôjsť k ohrozeniu jeho bezpečnosti, napríklad pádom z výšky. Pri priblížení sa elektrostaticky nabitého človeka k uzemnenej časti objektu dochádza k iskrovému výboju, čo môže byť nebezpečné pre citlivú elektroniku, ale vzniknutý výboj môže iniciovať aj výbuch alebo požiar v nebezpečnom priestore.

21.5 Statická elektrina v elektronike

Elektrostatický výboj (**ESD**) mimoriadne nepriaznivo pôsobí na elektronické súčiastky (integrované obvody). Niekedy už niekoľko desiatok voltov stačí na poškodenie ich citlivých PN prechodov. Preto hlavne v montážnych prevádzkach elektroniky sa musí veľká pozornosť venovať **systémom ochrany pred statickou elektrinou** (antistatická podlaha, antistatické podložky pod nohy a ruky, antistatická obuv, oblečenie a pracovné rukavice z neelektrizovateľných látok, pripojenie ruky na odvod náboja a pod.).

Na obrázkoch 21.5.1 a 21.5.2 je vidieť niektoré z ochranných opatrení pred statickou elektrinou. Napríklad pri vyzliekaní svetra zhotoveného z umelých hmôt môže byť elektrostatický náboj aj niekoľko tisíc voltov. Stačí sa pritom dotknúť napríklad potrubia ústredného kúrenia a tento náboj sa vybije, čo je spojené s neprijemným pocitom človeka.



Obr. 21.5.1 Antistatická podložka



Obr. 21.5.2 Antistatický náramok

21.6 Ochranné opatrenia pred nežiaducimi účinkami elektrických nábojov

Sú závislé od pravdepodobnosti výskytu elektrických nábojov a od pravdepodobnosti výskytu nebezpečného prostredia.

Vzniknuté elektrické náboje možno odvádzať:

- elektrostatickým uzemnením všetkých elektricky a elektrostaticky vodivých objektov,
- znížením elektrizovateľnosti použitých látok (antistatické úpravy),
- zvýšením relatívnej vlhkosti vzduchu na 60 až 70 % (nad 80% relatívnej vlhkosti vzduchu už statická elektrina nevzniká),
- použitím neutralizátorov (privedením nábojov opačnej polarity na povrch materiálu),
- znížením výdatnosti zdroja tvorby nábojov zmenou technologických parametrov (znížením prítlačných tlakov, zmenšením výtokových rýchlostí) a pod.

Otázky a úlohy:

1. Prečo je ochrana pred účinkami statickej elektriny taká dôležitá?
2. Aké sú nežiaduce účinky statickej elektriny?
3. Kde vznikajú elektrostatické náboje?
4. Môže nastať elektrostatický výboj napr. pri vyzliekaní svetra zhotoveného z umelých hmôt? Opíšte kedy.
5. Podľa čoho sa zaraďujú podlahoviny medzi elektricky vodivé, elektrostaticky vodivé, antistatické, čiastočne vodivé a nevodivé?
6. Aké opatrenia používame v montážnych prevádzkach pri montáži elektronických zariadení?
7. Aké označenie má elektrostatická obuv?
8. Ako možno odvádzať vzniknuté elektrostatické náboje?

22. ELEKTRICKÉ ZARIADENIA V HORĽAVÝCH LÁTKACH A NA NICH

Návrh, voľba druhu a vyhotovenie, spôsob uloženia elektrických silových zariadení do horľavých látok a na ne je z hľadiska bezpečnosti osôb a zariadení veľmi dôležitá oblasť. Triedenie látok z hľadiska horľavosti uvádza STN 73 0823: 1983. Neznalosť predpisov môže byť príčinou vzniku požiaru od elektrickej inštalácie. Na toto riziko je nutné brať ohľad hlavne pri navrhovaní a pri realizácii montáže na horľavé podklady a do horľavých hmôt.

Po zapálení horľavej látky sa plameň môže šíriť len vtedy, ak sú okolité vrstvy zohriate na potrebnú zápalnú teplotu príslušnej horľavej látky. Rýchlosť šírenia plameňa sa vtedy riadi rýchlosťou pokračovania fyzikálneho javu, t. j. procesu odovzdávania tepla ďalej. **Ak dôjde k nekontrolovanému horeniu, hovoríme o požiari.** Ovplyvnením ktoréhokoľvek činiteľa horenia možno horenie uľahčiť alebo znemožniť (resp. minimalizovať). Podľa nových požiadaviek na elektrické káble tieto nesmú po svojom povrchu šíriť plameň – nazývajú sa **samozhášavé káble alebo vodiče**. Táto vlastnosť je rozhodujúca z hľadiska protipožiarnej bezpečnosti pri všetkých kábloch. Požiarnotechnické vlastnosti hmôt, resp. stupeň horľavosti stavebných hmôt, rieši STN 73 0823: 1983 a vyhláška MV SR č. 94/2004 Z. z., ktorou sa ustanovujú technické požiadavky na protipožiaru bezpečnosť pri výstavbe a pri užívaní stavieb.

Požiare spôsobené elektrickým podnetom vyplývajú z prevádzkových porúch, ktoré často súvisia s nedostatočnou alebo neodbornou údržbou. Ide o prechodové odpory v spojoch, nedostatočné krytie vzhľadom na vonkajšie vplyvy, preťaženie, nevhodné istenie, znížené hodnoty izolácie, skraty a pod.

Problematike ochrany elektrických inštalácií pred požiarom sa venuje norma STN 33 2000-4-482: 2001 **Ochrana proti požiaru pri osobitných rizikách alebo nebezpečenstve**. Táto norma predpisuje použitie prúdového chrániča s menovitým rozdielovým vypínacím prúdom $I_{\Delta n} \leq 300 \text{ mA}$, ktorý okrem ochrany pred zásahom elektrickým prúdom zabezpečuje aj ochranu elektrickej inštalácie pred požiarom (pred izolačnými poruchami).

Norma STN 33 2312: 1985 (Elektrické zariadenia v horľavých látkach a na nich) zaviedla stupne horľavosti stavebných látok na základe predpísanej skúšky podľa STN 73 0862: 1980, vykonanej oprávnenou skúšobňou.

Rozdelenie stavebných látok podľa stupňa horľavosti:

1. Stupeň horľavosti A – **nehorľavé**

Ide o látky, ktoré vôbec nehoria a z požiarneho hľadiska sú absolútne bezpečné. Patrí sem kameň, betón, tehly, obkladačky, tvárnice, malty, omietky (vápnové, sadrové), sklo, azbestovo-cementové dosky, dupromit A, B, podlahoviny Dexamin a pod. Elektrické zariadenia je možné klást' na tieto látky i do nich bez akýchkoľvek obmedzení.

2. Stupeň horľavosti B – **veľmi ťažko horľavé**

Ide o látky vyhotovené z anorganických nehorľavých látok, kde sa používajú organické plnivé a spojivá, ktoré môžu byť aj horľavé, ale ich horľavosť je úplne potlačená spojením s nehorľavou látkou. Patria sem dosky z anorganických látok plnené a spájané organickými látkami (Akumin, Izomin), dosky z anorganických látok s povrchovou úpravou (sadrokartónové dosky, heraklit, lignos, velox), polyvinylchlorid (duroplast H), dosky zo sklenených vlákien (itaver), sklená posukovaná rohož a pod. Tieto látky spĺňajú vlastnosti stavebných látok skupiny A.

3. Stupeň horľavosti C1 – **ťažko horľavé**

Ide o látky vyhotovené z organických horľavých látok bez kombinácie alebo s kombináciou s inými horľavými látkami (lepidlá, spojivá a pod.) s ťažkou horľavosťou. Patria sem drevo (buk, dub), dosky plnené organickými spojivami (Hobrex), pilinotrieskové dosky (Werzalit), ľahčený polystyrén (Bromkal 73-6CD), tvrdý papier (umakart), fóliové podlahoviny (Sloviplast VP-1P), liate podlahoviny z polyesteru a laminátu (Fortit). Elektrické zariadenia (inštalácie, rozvody a pod.) možno klást' na tieto látky i do nich bez osobitných opatrení. Požiarna

bezpečnosť takýchto elektrických predmetov (prístroje, elektroinštalčný materiál a pod.) sa overuje skúškou proti šíreniu plameňa.

4. Stupeň horľavosti C2 – **stredne horľavé**

Ide o látky vyhotovené z organických horľavých látok bez kombinácie alebo s kombináciou s inými horľavými látkami stanovených vlastností so strednou horľavosťou. Patria sem ihličnaté drevo (jedľa, borovica, smrek), plošne lisované drevotrieskové a pilinové dosky (Piloplat, Duplex, Solodur), korkové parkety, podlahoviny z plastu a gumy (Izolit, Industrial), podlahové textílie (Raltex). Elektrické zariadenia (inštalácie, rozvody a pod.) možno klásť na tieto látky i do nich za podmienok stanovených v norme STN 33 2312 čl. 2.12 tabuľka 1. Požiarne bezpečnosť takýchto elektrických predmetov (prístroje, elektroinštalčný materiál a pod.) sa overuje skúškou proti šíreniu plameňa.

5. Stupeň horľavosti C3 – **ľahko horľavé**

Ide o látky vyhotovené z organických horľavých látok bez kombinácie alebo s kombináciou s inými horľavými látkami stanovených vlastností s ľahkou horľavosťou. Patria sem drevotrieskové a drevovláknité dosky (pilolamit, akulit, bubolit, hobra, sololit), mäččený polyuretán (molitan), podlahové textílie (kovral, Rekos), podlahoviny (riga, jekor), asfaltové a dechtové lepenky (typ S, IPA a pod.). Elektrické zariadenia (inštalácie, rozvody a pod.) možno klásť na tieto látky i do nich za podmienok stanovených v norme STN 33 2312 čl. 2.12 v tabuľke 1.

Norma STN 33 2312: 2013 bola vydaná z dôvodu zmeny v hodnotení horľavých podkladov vychádzajúcich z reakcie látok na oheň v zmysle normy STN EN 13501-1: 2010 **Klasifikácia podľa výsledkov skúšok reakcie na oheň**. Treba si uvedomiť, že v tejto oblasti došlo k výrazným rozdielom v európskej norme v koncepcii zameranej na klasifikáciu látok podľa výsledku skúšok reakcie na oheň oproti pôvodne používanej koncepcii zameranej na požiarne bezpečnosť stavieb podľa stupňa horľavosti stavebných látok.

Základný rozdiel medzi stupňom horľavosti a triedou reakcie na oheň spočíva v tom, že stupeň horľavosti hodnotí samostatne jednotlivé látky, zatiaľ čo trieda reakcie na oheň spočíva v tom, že stupeň horľavosti hodnotí celý stavebný výrobok v konečnom vyhotovení (napr. priečky, zateplenie, sendvičové panely a pod.).

Porovnanie triedenia výrobkov podľa horľavosti a reakcie na oheň je uvedené v tabuľke 22.1.

Tab. 22.1 Porovnanie triedenia výrobkov podľa horľavosti a reakcie na oheň

| Stupeň horľavosti podľa STN 73 0862, STN 73 0861 | | Klasifikácia podľa STN EN 13501-1 | Rozdelenie výrobkov |
|--|---------------------|-----------------------------------|---------------------|
| A | nehorľavé | A1, A2 | nehorľavé |
| B | veľmi ťažko horľavé | ostatné A2, B | horľavé |
| C1 | ťažko horľavé | C | |
| C2 | stredne horľavé | D, E | |
| C3 | ľahko horľavé | F | |

Z hľadiska požiarnej bezpečnosti objektov norma STN 73 0802: 2011 rieši nevýrobné objekty a STN 73 0803: 1991 rieši výrobné objekty. **Z uvedených noriem vyplýva, že:**

- časti elektrickej inštalácie musia byť v prevádzke i pri požiari objektu (zachovanie prevádzkyschopnosti),
- elektrické vedenia a ich trasy nesmú umožňovať šírenie požiaru (požiarne úseky).

Podľa normy STN 33 2000-5-51: 2010 pre vonkajšie vplyvy BD2, BD3 a BD4 v priestoroch, kde je v prípade úniku väčšia hustota osôb ako normálna, nesmie inštalované elektrické zariadenie a vedenie **zvyšovať nebezpečenstvo znížením viditeľnosti**, zadymením, zamorením toxickými plynmi a pod. Elektrické zariadenie musí byť **z materiálu spomaľujúceho šírenie plameňa** a vytvárajúceho minimálne množstvo dymu a toxických plynov. V nadväznosti na

požiadavky na zamedzenie šírenia vzniknutého požiaru je potrebné podľa STN 33 2000-5-52: 2010 vytvárať protipožiarne priehradky pri prestupe inštalácií **požiarnymi deliacimi konštrukciami**.

Norma STN 33 2000-4-42: 2012 **Ochrana pred účinkami tepla** má značný význam pri vzájomnom vzťahu elektrickej a požiarnej bezpečnosti technického zariadenia. V požiadavkách uvedených v norme je zahrnutá ochrana pred tepelnými účinkami a plameňmi v prípade nebezpečenstva šíriaceho sa z elektrickej inštalácie do ďalších priestorov oddelených priehradkami (samostatné požiarne úseky).

Norma platí pre elektrické inštalácie s ohľadom na opatrenia na ochranu osôb, úžitkových zvierat a majetku pred:

- tepelnými účinkami, horením alebo degradáciou materiálov a rizikom popálenia spôsobeným elektrickým zariadením,
- plameňmi v prípade nebezpečenstva požiaru šíriaceho sa od elektrickej inštalácie do ostatných požiarnych úsekov oddelených priehradkami, ktoré sú v blízkosti,
- narušením bezpečnej funkcie elektrického zariadenia vrátane bezpečnostných inštalácií.

V norme STN 33 2000-4-42: 2012 je okrem iných požiadaviek uvedená nová požiadavka na bezpečnú inštaláciu svietidiel a svetelných zdrojov.

Pokiaľ výrobca neuvádza inú vzdialenosť, je potrebné dodržať minimálnu vzdialenosť svietidla od horľavej látky podľa príkonu svietidla:

| | |
|-------------------------------------|---|
| $\leq 100 \text{ W}$ | – 0,5 m, |
| $> 100 \text{ W do } 300 \text{ W}$ | – 0,8 m, |
| $> 300 \text{ W do } 500 \text{ W}$ | – 1,0 m, |
| $> 500 \text{ W}$ | – je nutné dodržať väčšie vzdialenosti svietidiel vzhľadom na ich inštaláciu. |

Komplikácia nastala v zmene označovania na horľavý podklad a do horľavého podkladu (čl. 422.3.1 a čl. 422.4.2). Do vydania normy STN 33 2000-4-42: 2012 platilo označenie výrobkov na inštaláciu priamo na horľavý podklad značkou



Vydaním novej normy už svietidlá vhodné na priamu montáž na horľavý podklad nemajú zvláštne označenie a označujú sa len svietidlá, ktoré na priamu montáž na normálne horľavé povrchy nie sú vhodné, a to symbolmi:



a/alebo



Žiarovkové svietidlá musia byť konštrukčne vybavené ochranným krytom svetelného zdroja v súlade s inštrukciami výrobcu, aby sa zabránilo pri poškodení žiarovky požiaru horľavých hmôt, kvapalín, prachov, resp. iniciovaniu výbušnej zmesi v danom prostredí.

Prevádzky so zvýšeným požiarnym nebezpečenstvom – musia byť z hľadiska požiarnej prevencie zabezpečené protipožiarными hliadkami v zmysle legislatívy o požiarnej ochrane a lehoty pravidelných revízií sa musia vykonávať v dvojročných intervaloch. Teplota povrchu svietidiel za normálnej prevádzky je obmedzená na hodnotu **90 °C** a pri poruche na **115 °C** v priestoroch, v ktorých môže byť nebezpečenstvo požiaru v dôsledku prachu alebo vlákien usadených na povrchu elektrického svietidla.

Elektrická inštalácia v priestoroch s nebezpečenstvom požiaru – musí byť vyhotovená v sieti TN – S, istená nielen proti skratu, ale aj preťaženiu (istič s charakteristikou typu B, ktorý istí všetky pracovné vodiče).

Maximálna teplota povrchu – neživých častí elektrických prvkov, prístrojov a káblov uložených na horľavých podkladoch môže byť **max. 120 °C** pri stavebných materiáloch B, C1 a C2. Táto teplota nesmie byť prekročená ani pri poruche, ani pri skrate. Pri ľahkozápalných stavebných materiáloch C3, kde môže byť zápalná teplota nižšia (od

80 do 120 °C), je požiadavka vylúčiť možnosť priameho dotyku elektrického kábla alebo prístroja s povrchom ľahkozápalnej látky a musí byť dodržaná predpísaná vzduchová medzera alebo tepelnoizolačná podložka. Tam, kde sa zhromažďuje väčšie množstvo ľudí (obchodné domy, divadlá, kiná, školy, nemocnice a pod.), musia sa používať na elektroinštaláciu bezhalogénové káble, aby nedošlo k poškodeniu zdravia osôb od vzniknutých toxických plynov pri požiari v objekte v súlade s vyhláškou MV SR č. 94/2004 Z. z.

V prašných priestoroch (stolárske dielne), kde sa usadzujú horľavé prachy a častice, je potrebné pravidelné odstraňovanie horľavého prachu z povrchu elektrických predmetov, svietidiel, strojov, káblov a pod.

Usadená vrstva horľavého prachu vo výške 1 mm je už schopná šíriť požiar.

Pri horľavých kvapalinách musí byť definovaný bod vzplanutia horľavej kvapaliny, teplota vznietenia, aby bolo možné pri určovaní vonkajších vplyvov stanoviť správne prostredie. Ak budú mať prítomné kvapaliny (triedy nebezpečnosti I a II) bod vzplanutia pod 54 °C, bude predmetný priestor definovaný ako priestor s nebezpečenstvom výbuchu horľavých plynov a pár. Horľavé kvapaliny (triedy nebezpečnosti III a IV) s bodom vzplanutia nad 55 °C vytvárajú len priestor s nebezpečenstvom požiaru.



Otázky a úlohy:

1. Ako sa rozdeľujú materiály podľa stupňa horľavosti?
2. Aké sú požiadavky na vyhotovenie elektrickej inštalácie na horľavom podklade?
3. Vysvetlite spôsob označenia elektrických predmetov určených na priamu montáž do horľavých látok.
4. Aký je spôsob montáže elektroinštaláčného spínača na horľavý podklad?
5. Aké musí byť označenie na svietidle, ktoré nie je vhodné na inštaláciu priamo na horľavý podklad?

23. ELEKTRICKÉ INŠTALÁCIE V PRIESTOROCH S VAŇOU ALEBO SPRCHOU A V UMÝVACÍCH PRIESTOROCH

Ochrana pred zásahom elektrickým prúdom v priestoroch kúpeľne, umývárne a sprchy musí byť vzhľadom na možné riziko úrazu elektrickým prúdom vyhotovená zvlášť dôsledne.

Touto problematikou sa zaoberá STN 33 2000-7-701: 2007. **Norma definuje pojmy uvedených priestorov takto:**

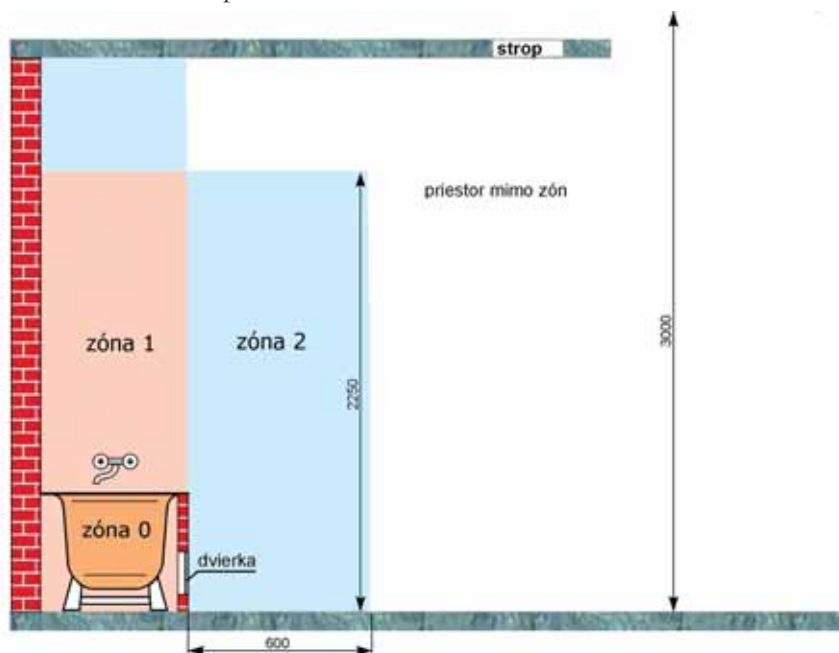
- **kúpeľňa** – samostatná miestnosť s vetraním (prirodzené, nútené), ktorá je určená na umývanie, kúpanie, sprchovanie; okrem vane a sprchovacej misy je v nej inštalovaná ručná alebo pevná sprcha nad vaňou alebo sprchovou misou,
- **sprcha** (sprchová kabína, sprchový kút) – samostatná miestnosť alebo oddelený priestor vo väčšej miestnosti, ktorý je určený len na sprchovanie,
- **umývárňu** – samostatná miestnosť určená len na hromadné umývanie a sprchovanie osôb alebo na umývanie vecí,
- **umývací priestor** – je určený na umývanie, vybavený umývadlom, umývacím drezom; je to priestor nad umývadlom (drezom) a pod ním, ktorého šírka a hĺbka je daná rozmerom umývadla (drezu).

23.1 Zóny v kúpeľni

Pri týchto druhoch priestorov je rozhodujúce v prvom rade **určenie jednotlivých zón** a podľa nich dodržanie stanovených požiadaviek na elektrické zariadenia v nich umiestnené. Rozdelenie priestoru kúpeľne je v súčasnosti do troch zón – zóna 0, zóna 1 a zóna 2. Ostatný priestor sa klasifikuje ako priestor mimo zón. Rozmery zón sa merajú vzhľadom na steny, pevné priečky, stropy, dvere a výklenky, ktoré vymedzujú rozsah zóny, pozri obrázky 23.1.1 až 23.1.4.

Zóna 0 – podobne ako doteraz, je to vnútorný priestor kúpacej alebo sprchovej vane. Pri sprchách bez vane sa priestor zóny 0 vymedzuje rovinou s výškou 10 cm nad podlahou s rovnakou plochou, akú má zóna 1.

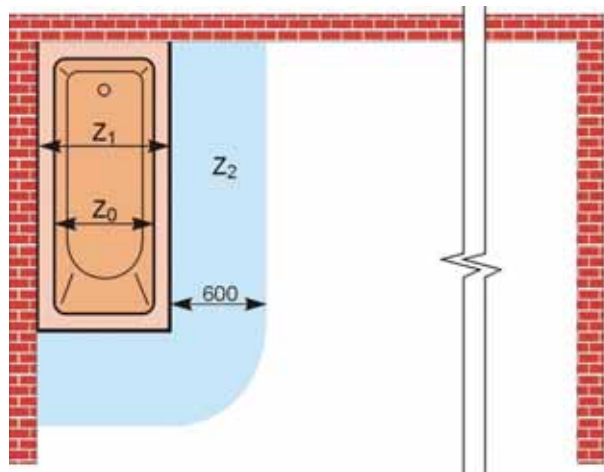
Zóna 1 – jej výška od podlahy je do 225 cm. Zahŕňa aj priestor pod kúpacou vaňou vyvýšenou alebo aj rôzne tvarovanou. Pri sprche bez vane (obrázok 23.1.4) zóna 1 ohraničuje zvislú plochu, ktorá je vzdialená 120 cm od pevne namontovanej hlavice na stene alebo stropu.



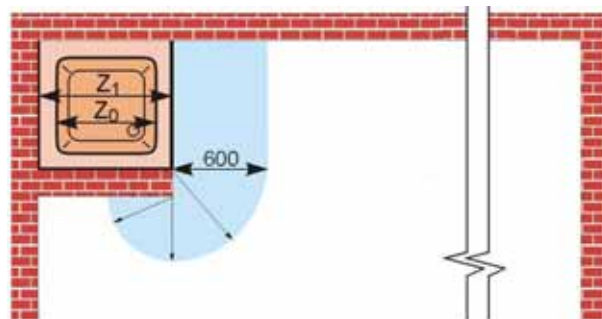
Obr. 23.1.1 Zóny v kúpeľni (bočný pohľad)

Zóna 2 – obklopuje zo strán zónu 1 v šírke 60 cm a výške 225 cm nad podlahou. Zónu 2 však neobsahuje sprcha bez vane, ktorej priestor je určený zónou 1 vo vzdialenosti 120 cm. Ak výška stropu presahuje 225 cm nad podlahou, je zónou 2 aj priestor nad zónou 1, a to až k stropu.

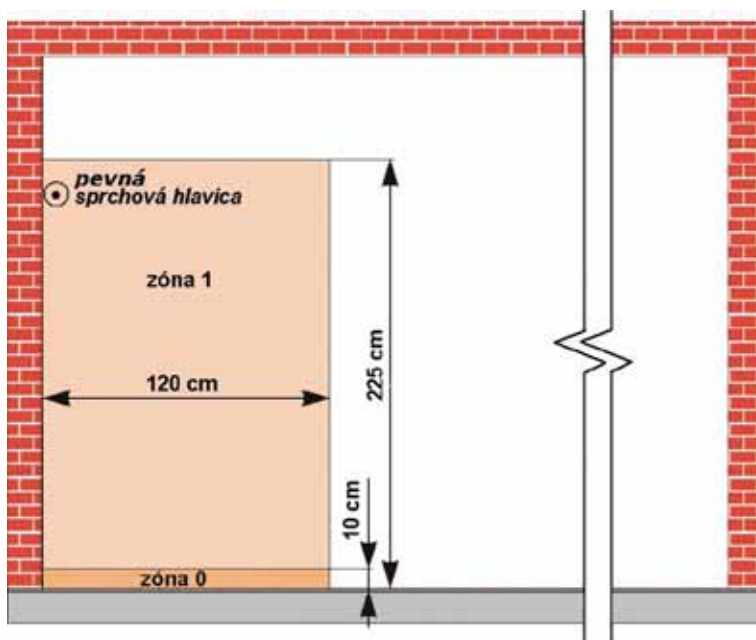
Priestor mimo zón – priestor za hranicou zóny 2, pozri obrázky 23.1.1 až 23.1.3.



Obr. 23.1.2 Zóny v kúpeľni (pohľad zhora)

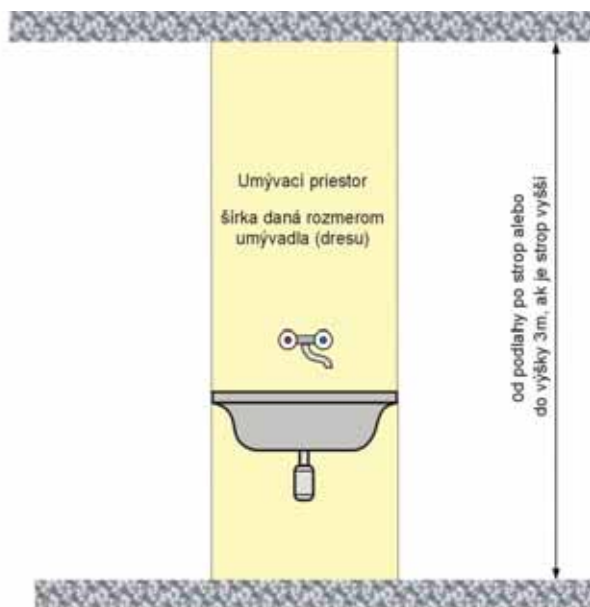


Obr. 23.1.3 Zóny v kúpeľni v priestore so sprchovou vaňou s pevnou priečkou



Obr. 23.1.4 Zóny v priestoroch so sprchou bez sprchovej vane

Umývací priestor – v norme STN 33 2000-7-701: 2007 je umývací priestor vymedzený ako priestor ohraničený zvislou plochou (plochami) prechádzajúcou obrysami umývadla, umývacieho drezu a zahŕňa priestor pod aj nad umývadlom, umývacím drezom a podlahou a stropom (pozri obrázok 23.1.5). Umývací priestor nemusí byť len súčasťou kúpeľne, ale môže ísť aj o priestor napríklad v kuchyni.



Obr. 23.1.5 Ohraničenie umývacieho priestoru

23.1.1 Zaistenie bezpečnosti – ochrana pred zásahom elektrickým prúdom

V požiadavkách na ochranu priestorov s vaňou alebo sprchou pred zásahom elektrickým prúdom je zakázané použitie ochrán zábranou, polohou a nevodivým okolím.

Ochrana elektrickým oddelením smie byť použitá len pri obvodoch napájajúcich **jeden spotrebič** alebo **jednu samostatnú zásuvku**.

Pri ochrane malým napätím SELV a PELV sa opäť dopĺňa, že ochrana živých častí každého elektrického zariadenia pred priamym dotykom musí mať krytie IP X2 (resp. IP XXB) alebo izoláciu schopnú odolat' skúšobnému napätiu AC 500 V počas 1 minúty.

Pridáva sa, že pri doplnkovej ochrane prúdovými chráničmi RCD musí jeden alebo niekoľko prúdových chráničov s menovitým rozdielovým vypínacím prúdom neprevyšujúcim **30 mA** chrániť všetky elektrické obvody nachádzajúce sa v miestnostiach s vaňou alebo sprchou.

Použitie doplnkovej ochrany prúdovým chráničom pri obvodoch napájajúcich **výlučne pevne inštalované spotrebiče na ohrev vody sa nevyžaduje**.

Používať prúdové chrániče sa tiež nevyžaduje pri obvodoch, pri ktorých je **použitá ochrana elektrickým oddelením** (ak každý obvod napája iba jeden spotrebič), a pri obvodoch s ochranou malým napätím SELV alebo PELV.

Norma STN 33 2000-7-701: 2007 zmenila požiadavky na **doplnkové ochranné pospájanie**. Predpisuje povinnosť vytvoriť **miestne doplnkové pospájanie**, ktoré musí spojiť s ochranným vodičom všetky prístupné nechránené cudzie vodivé časti a všetky neživé vodivé časti upevnených zariadení v miestnosti obsahujúcej kúpaciu a/alebo sprchovaciu vaňu. Toto miestne doplnkové pospájanie môže byť buď priamo v miestnosti s vaňou alebo sprchou, alebo aj mimo nej, prednostne v blízkosti bodu vstupu cudzích vodivých častí do takejto miestnosti. Prierez vodičov na takéto miestne ochranné pospájanie musí byť min. **4,0 mm²** a musí byť **zeleno-žltej** farby. Pokiaľ je možné preklenutie rukou neživých vodivých častí nachádzajúcich sa v miestnosti s vaňou alebo sprchou, potom kovové vaňové a umývadlové batérie na teplú a studenú vodu, i pokiaľ sú pripojené na plastové potrubie, treba pripojiť na doplnkové ochranné pospájanie, najlepšie prostredníctvom svorky ZS4, ako je vidieť na obrázku 23.1.1.1, alebo špeciálnou svorkou priamo na kovové potrubie – pozri obrázok 23.1.1.2.



Obr. 23.1.1.1 Pripojenie vaňovej batérie na doplnkové ochranné pospájanie zeleno-žltým vodičom prostredníctvom svorky ZS4, navlečenej na vonkajší závit vodovodnej batérie, a pritiahnuté maticou na vonkajšiu spojku potrubia pred vykachličkovaním



Obr. 23.1.1.2 Svorka priamo na potrubie na pripojenie doplnkového ochranného pospájania

Príklady možných cudzích vodivých častí sú:

- kovové potrubia (rozvodu vody, plynu a systémov odpadu vody),
- kovové časti ústredného vykurovania, vzduchotechniky a klimatizácie,
- ostatné prístupné vodivé stavebné prvky budovy, ktoré by mohli tvoriť potenciál.

V prípade, ak sa v budove hlavné pospájanie nenachádza, nasledujúce cudzie vodivé časti, ktoré vstupujú do miestnosti s vaňou alebo sprchou, musia byť súčasťou doplnkového pospájania:

- časti rozvodov pitnej vody a systémov odpadu vody,
- časti systémov ústredného vykurovania, vzduchotechniky, klimatizácie,
- časti plynových systémov.

23.1.2 Požiadavky na elektrické zariadenia (IP kód)

Inštalované elektrické zariadenia musia mať aspoň tieto stupne ochrany:

V zóne 0:

IP X7 alebo značka , ak na zariadení nie je označenie IP kódu.


V zóne 1:

IP X4 alebo značka , ak na zariadení nie je označenie IP kódu.

V zóne 2:

IP X4 alebo značka , ak na zariadení nie je označenie IP kódu.

Táto požiadavka neplatí pri napájacích jednotkách holiacich strojčekov inštalovaných v zóne 2, pri ktorých je priame ostriekanie sprchou nepravdepodobné.

IP X5 alebo značka , ak na zariadení nie je označenie IP kódu, ak sú elektrické zariadenia vystavené prúdom vody, napr. pri čistení v komunálnych umývárňach, kde sú umiestnené vane a sprchy. Komunálnymi umývárňami sa rozumie umývárne používané vo firmách, športových kluboch, v školách a pod.

Ochrana elektrických rozvodov v závislosti od vonkajších vplyvov – elektrické rozvody napájajúce elektrické zariadenia v zónach 0, 1 alebo 2 musia byť zapustené do steny aspoň 5 cm pod povrchom alebo umiestnené na povrchu do príslušných úložných zariadení, a to v zvislej alebo vodorovnej polohe.

23.2 Inštalácia elektrických zariadení a spotrebičov v jednotlivých zónach

V zóne 0:

| | |
|----------------------------|--|
| Zakázané inštalovať | spínače, ovládače, riadiace zariadenia a ich súvisiace príslušenstvo |
| Dovolené inštalovať | elektrické spotrebiče iba vtedy, ak zariadenie súčasne: <ul style="list-style-type: none"> • je vhodné na použitie v tejto zóne podľa inštrukcií výrobcu • je pevne a trvalo pripojené • je chránené pred úrazom elektrickým prúdom ochranou malým napätím SELV neprevyšujúcim AC 12 V alebo DC 30 V • je elektrickým zariadením, ktoré má aspoň stupeň ochrany krytom IP X7 |

V zóne 1:

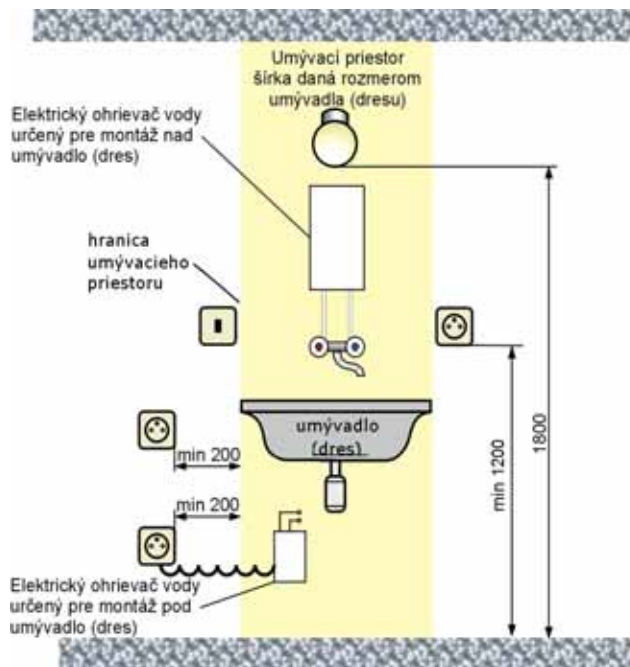
| | |
|----------------------------|--|
| Zakázané inštalovať | spínače 230 V, zásuvky 230 V |
| Dovolené inštalovať | <ul style="list-style-type: none"> • elektroinštalácie skatule a ich príslušenstvo slúžiace na napájanie spotrebičov dovolených v zóne 0 a 1 • príslušenstvo, ktoré zahŕňa zásuvky obvodov chránených SELV alebo PELV neprevyšujúcich AC 25 V alebo DC 60 V. Zdroj napájania musí byť inštalovaný mimo zóny 0 a 1. • elektrické zariadenie, ktoré má aspoň stupeň ochrany krytom IP X4 Poznámka: V českej norme ČSN 33 2000-7-701 ed. 2 obmedzili v zóne 1 napájacie napätie obvodov chránených SELV alebo PELV na polovicu, teda 12 V AC a 30 V DC. • len pevne a trvalo pripojené spotrebiče a zariadenia, ktoré sú pre túto zónu určené výrobcom, ako sú vŕvivé vane, sprchové čerpadlá, ventilačné zariadenia, sušiče uterákov, spotrebiče na ohrev vody, svietidlá a pod., chránené SELV alebo PELV neprevyšujúce AC 25 V alebo DC 60 V |

V zóne 2:

| | |
|----------------------------|--|
| Zakázané inštalovať | spínače 230 V, zásuvky 230 V |
| Dovolené inštalovať | <ul style="list-style-type: none"> • len elektroinštalácie spínače a zásuvky chránené ochranou malým napätím SELV alebo PELV. Zdroj napájania musí byť inštalovaný mimo zóny 0 a 1. • príslušenstvo vrátane zásuviek na signalizačné a komunikačné zariadenia za predpokladu, že je chránené ochranou SELV alebo PELV • jednotky napájajúce len holiace strojčeky • elektrické zariadenie, ktoré má aspoň stupeň ochrany krytom IP X4 • ostatné príslušenstvo, ako sú svietidlá, ventilátory, výhrevné zariadenia a jednotky na vŕvivé vane vyhovujúce príslušným normám, za predpokladu, že ich napájacie obvody sú chránené doplnkovou ochranou zabezpečenou prúdovým chráničom RCD s menovitým rozdielovým vypínacím prúdom neprevyšujúcim 30 mA |

STN 33 2000-7-701: 2007 bola ďalej doplnená o požiadavky na vyhotovenie **elektrických podlahových vykurovacích systémov**, podľa ktorých môžu byť tieto inštalované pod zónami 1 alebo 2 za predpokladu, že vykurovacie káble budú vyhotovené s kovovým plášťom, kovovým krytom alebo z jemne kovovej mriežky. Jemne kovová mriežka,

V umývacom priestore sa má svetidlo umiestniť tak, aby jeho spodný okraj bol aspoň **1,8 m nad podlahou**. Svetelný zdroj svetidla musí byť zakrytý ochranným sklom. Všetky vonkajšie časti svetidla, ktoré sú nižšie ako 2,5 m nad podlahou, musia byť **z trvanlivého izolantu**. Ak je svetidlo umiestnené nižšie ako 1,8 m nad podlahou, musí sa chrániť pred mechanickým poškodením (napr. ochranným košom, nárazuvzdorným krytom a pod.) a musí mať stupeň ochrany aspoň IP X1. Spodný okraj svetidla nesmie byť v žiadnom prípade nižšie ako 0,4 m nad horným okrajom umývadla alebo drezu. Ďalšie spotrebiče sa môžu inštalovať v umývacom priestore za predpokladu, že ich výrobca s tým súhlasí. V školských učebniach sa zásuvky pri umývadlách nesmú umiestňovať bližšie ako 1,5 m od umývacieho priestoru.



Obr. 23.2.1.1 Príklady inštalácie elektrických zariadení v umývacom priestore

23.2.2 Elektrická inštalácia v priestoroch s vaňou alebo sprchou mimo vymedzených zón

V STN 33 2000-7-701: 2007 v priestoroch s vaňou alebo sprchou sú vymedzené tri zóny – 0, 1 a 2. Ostatný priestor sa rozšíril na celý priestor miestnosti obsahujúcej vaňu alebo sprchu. Aj keď v norme nie sú uvedené požiadavky na elektrické zariadenie nachádzajúce sa mimo vymedzených zón, treba vedieť všeobecné požiadavky na elektrickú inštaláciu a pripojenie spotrebičov v týchto priestoroch vzhľadom na bezpečnosť osôb.

Zo všeobecných požiadaviek na priestory mimo vymedzených zón vyplýva:

- Všetky elektrické obvody nachádzajúce sa v miestnosti s kúpacou vaňou alebo sprchou, teda aj v priestoroch mimo vymedzených zón, musia byť chránené doplnkovou ochranou prúdovým chráničom RCD s menovitým rozdielovým vypínacím prúdom **neprevyšujúcim 30 mA**.
- Zásuvky a spínače sa môžu umiestňovať v priestoroch mimo vymedzených zón za predpokladu rešpektovania podmienok platiacich pre umývací priestor, ak sa tento nachádza v priestore mimo vymedzených zón. Na obrázku 23.2.2.1 je zásuvka 230 V umiestnená mimo umývacieho priestoru, na obrázku 23.2.2.2 sú vypínače v umývacom priestore.



Obr. 23.2.2.1 Umiestnenie zásuvky 230 V mimo umývacieho priestoru



Obr. 23.2.2.2 Nesprávne umiestnenie vypínačov v umývacom priestore

Otázky a úlohy:

1. Nakreslite a definujte jednotlivé zóny v kúpeľni.
2. Akým spôsobom je zabezpečená ochrana pred zásahom elektrickým prúdom v jednotlivých zónach v kúpeľni?
3. Aké spotrebiče sa môžu inštalovať v jednotlivých zónach v kúpeľni?
4. Aké sú požiadavky na doplnkové pospájanie v zónach 0, 1 a 2?
5. Aké sú požiadavky na umiestňovanie vypínačov a zásuviek v umývacom priestore?
6. Vysvetlite opodstatnenosť doplnkovej ochrany pred zásahom elektrickým prúdom prúdovým chráničom s menovitým rozdielovým vypínacím prúdom nepresahujúcim 30 mA.
7. V čom spočíva ochrana pred zásahom elektrickým prúdom malým napätím SELV a ako je v priestoroch kúpeľne realizovaná?
8. Ako zapojíme v kúpeľni elektrický bojler umiestnený v zóne 1?
9. Aké sú požiadavky na minimálne krytie elektrických zariadení v jednotlivých zónach v kúpeľni?
10. V akej vzdialenosti od umývacieho priestoru sa môžu inštalovať zásuvky v školských učebniach?
11. Rozhodnite, či je zásuvka 230 V na obrázku 23.1.10 umiestnená správne.

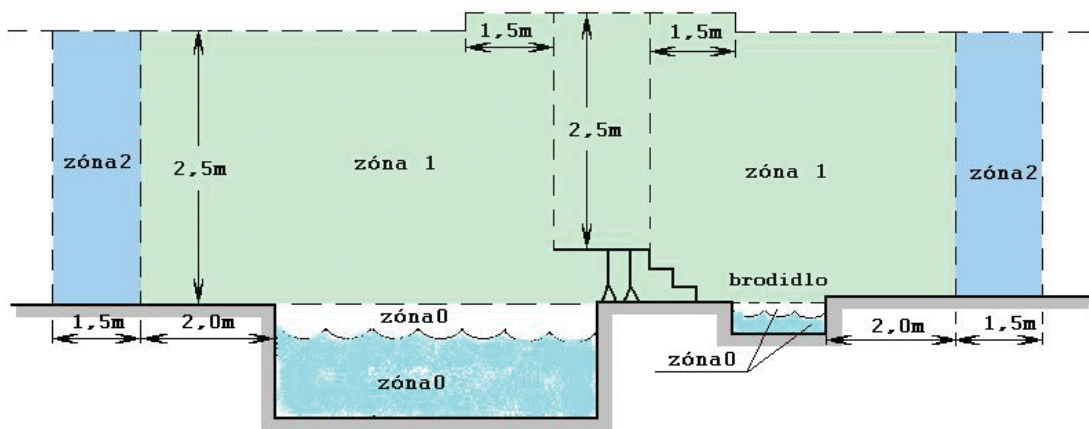
24. ELEKTRICKÉ INŠTALÁCIE V PRIESTOROCH BAZÉNOV

Touto problematikou sa zaoberá STN 33 2000-7-702: 2011. Norma definuje pojmy uvedených priestorov takto:

- **fontána** (*fountain*) – stavba, ktorá je typicky určená na dekoratívne účely, pri ktorej voda vytekajúca zo zdroja naplňa určitý druh nádrže,
- **vodná nádrž fontány** (*basin of fountain*) – časť fontány, ktorá zbiera vytekajúcu vodu,
- **plavecký bazén** (*swimming pool*) – bazén s vodou navrhnutý na činnosti ako napr. plávanie, potápanie atď.,
- **oddychový bazén** (*paddling pool*) – bazén s malou hĺbkou vody slúžiaci napr. na hranie alebo iné oddychové aktivity.

24.1 Klasifikácia zón v priestoroch plaveckých a oddychových bazénov

Pri priestoroch bazénov je rozhodujúce v prvom rade stanoviť jednotlivé zóny a podľa nich určiť, aké sú požiadavky na elektrické zariadenia v jednotlivých zónach. Na obrázku 24.1.1 sú uvedené rozmery zón pre plavecké a oddychové bazény.



Obr. 24.1.1 Rozmery zón pre plavecké a oddychové bazény

Zóna 0 – zahŕňa vnútro bazénov vrátane všetkých výklenkov v ich stenách alebo podlahách, taktiež vnútro brodiska na očistu nôh.

Zóna 1 – priestor vymedzený hranicami zóny 0 a zvislou rovinou vo vzdialenosti 2 m od okraja bazéna.

Zóna 2 – priestor vymedzený zvislou vonkajšou rovinou zóny 1 a rovnobežnou rovinou 1,5 m od nej, ďalej podlahou alebo povrchom, o ktorom sa predpokladá, že sa na ňom budú zdržiavať osoby, a vodorovnou rovinou 2,5 m nad podlahou alebo povrchom, o ktorom sa predpokladá, že sa na ňom budú zdržiavať osoby.

24.1.1 Inštalácia elektrických zariadení v jednotlivých zónach

Nakoľko ide o vodu, v ktorej sa môže nachádzať množstvo ľudí, platia osobitné požiadavky ochrany pred zásahom elektrickým prúdom pre každú zónu. Možnosti inštalovania elektrických zariadení v jednotlivých zónach sú uvedené v nasledujúcich tabuľkách.

Zóna 0:

| | |
|----------------------------|--|
| Zakázané inštalovať | ochranné opatrenia prekážky a umiestnenie mimo dosahu, nevodivé okolie, neuzemnené miestne pospájanie, elektrické oddelenie na napájanie viac ako jedného spotrebiča. V zóne 0 sa nesmú inštalovať nijaké spínacie a riadiace zariadenia vrátane zásuviek. |
| Dovolené inštalovať | len ochranu SELV pri menovitom napätí neprevyšujúcom striedavú hodnotu (AC) 12 V alebo jednosmernú hodnotu (DC) 30 V , pričom zdroj napájania sa inštaluje mimo zón 0 a 1. V zóne 0 sa môžu inštalovať len pevne inštalované spotrebiče osobitne navrhnuté na prevádzku v plaveckých bazénoch. Ďalej možno použiť samočinné odpojenie napájania, pričom sa použije prúdový chránič s menovitým rozdielovým vypínacím prúdom neprevyšujúcim 30 mA alebo sa použije elektrické oddelenie. Oddeľovací zdroj napája len jedno zariadenie a je inštalovaný mimo zóny 0 a 1. Krytie pri vonkajšom (vnútornom) prostredí s využitím prúdu vody počas čistiach prác je IP X5/IP X8. |

Zóna 1:

| | |
|----------------------------|---|
| Zakázané inštalovať | ochranné opatrenia prekážky a umiestnenie mimo dosahu, nevodivé okolie, neuzemnené miestne pospájanie, elektrické oddelenie na napájanie viac ako jedného spotrebiča |
| Dovolené inštalovať | len ochranu SELV pri menovitom napätí neprevyšujúcom striedavú hodnotu (AC) 12 V alebo jednosmernú hodnotu (DC) 30 V , pričom zdroj napájania sa inštaluje mimo zón 0 a 1. V zóne 1 sa môžu spínacie a riadiace zariadenia a zásuvky inštalovať iba vtedy, ak sa napájajú zo SELV. V zóne 1 sa môžu inštalovať len pevne inštalované spotrebiče osobitne navrhnuté na prevádzku v plaveckých bazénoch. Ďalej možno použiť samočinné odpojenie napájania, pričom sa použije prúdový chránič s menovitým rozdielovým vypínacím prúdom neprevyšujúcim 30 mA alebo sa použije elektrické oddelenie. Oddeľovací zdroj napája len jedno zariadenie a je inštalovaný mimo zóny 0 a 1. Krytie pri vonkajšom (vnútornom) prostredí s využitím prúdu vody počas čistiach prác je IP X5/IP X8. Krytie pri vonkajšom (vnútornom) prostredí s využitím prúdu vody počas čistiach prác je IP X5. |

Zóna 2:

| | |
|----------------------------|--|
| Zakázané inštalovať | ochranné opatrenia prekážky a umiestnenie mimo dosahu, nevodivé okolie, neuzemnené miestne pospájanie, elektrické oddelenie na napájanie viac ako jedného spotrebiča. V zóne 2 nie sú spínacie a riadiace zariadenia a zásuvky dovolené, ak nie sú SELV alebo chránené samočinným odpojením napájania s doplnkovou ochranou prúdovým chráničom s DIr do 30 mA alebo sú chránené elektrickým oddelením so samostatným napájaním z oddeľovacieho zdroja. |
| Dovolené inštalovať | len ochranu SELV pri menovitom napätí neprevyšujúcom striedavú hodnotu (AC) 12 V alebo jednosmernú hodnotu (DC) 30 V , pričom zdroj napájania sa inštaluje v zóne 2. Ďalej možno použiť samočinné odpojenie napájania, pričom sa použije prúdový chránič s menovitým rozdielovým vypínacím prúdom neprevyšujúcim 30 mA alebo sa použije elektrické oddelenie. Oddeľovací zdroj napája len jedno zariadenie a je inštalovaný v zóne 2. Fontány nemajú zónu 2 . Krytie pri vonkajšom (vnútornom) prostredí s využitím prúdu vody počas čistiach prác je IP X5. |

V zónach 0, 1 a 2 sa musia všetky cudzie vodivé časti pospájať ochrannými vodičmi doplnkového ochranného pospájania. Elektrické rozvody môžu byť povrchové, zapustené do stien, stropov alebo do podláh do hĺbky neprevyšujúcej 5 cm.

Otázky a úlohy:

1. Definujte zóny v priestore plaveckého bazénu.
2. Aké elektrické spotrebiče možno inštalovať v plaveckom bazéne v zóne 0?
3. Aké podmienky musia spĺňať elektrické spotrebiče, ktoré budeme inštalovať v zónach 0 a 1 v plaveckom bazéne?
4. Aké sú požiadavky na elektrické zariadenia inštalované v plaveckom bazéne v zóne 2?
5. Aké sú požiadavky na inštaláciu svietidiel v malej plavárni v zóne 0 a 1?
6. Aké elektrické zariadenie býva obvykle inštalované v priestore sauny v zóne 1?
7. Minimálne akej teploty musia v priestoroch sauny odolávať elektrické zariadenia?
8. Čo sa nesmie v priestore sauny inštalovať?

25. ELEKTRICKÉ ZARIADENIA NA STAVENISKÁCH A BÚRANISKÁCH

Za staveniská a búraniská sa považujú podľa STN 33 2000-7-704: 2007 časti budov, na ktorých sa vykonávajú stavebné alebo búracie práce. Ide o stavebné práce na nových budovách, opravy, úpravy, prístavby alebo búranie existujúcich budov alebo ich častí. Ďalej verejné inžinierske práce a zemné práce. Tieto priestory počas trvania príslušných prác **vyžadujú zabezpečenie dodávky elektrickej energie prostredníctvom staveniskových rozvádzačov.**

Staveniskové rozvádzače – obsahujú hlavné riadiace zariadenia, ochranné prístroje (poistky, ističe, prúdové chrániče) a meranie spotreby elektriny. Miesto na stavenisku, kde je staveniskový rozvádzač umiestnený, pokladá sa za rozhranie medzi napájacou sieťou a inštaláciou staveniska.

Rozvádzač na stavenisku môže byť **pevne umiestnený** (obrázok 25.1) alebo môže byť **prenosný**, ľudovo nazývaný „**antoníček**“ (obrázok 25.2). Ak je na stavenisku viac rozvádzačov, jeden z nich je hlavný (obvykle obsahuje hlavné meranie spotreby elektrickej energie) a ostatné sú podružné. Aj v podružných rozvádzačoch môže byť podružné meranie spotreby elektrickej energie. Prívod k hlavnému napájaciemu staveniskovému rozvádzaču a ku každému podružnému rozvádzaču sa musí vybaviť **prístrojmi na spínanie a bezpečné odpojenie**. Prístroje na bezpečné odpojenie prívodného vedenia sa **musia dať zaistiť vo vypnutej polohe**, napríklad visiacou zámkou alebo umiestnením vnútri uzamykateľného krytu.



Obr. 25.1 Pevne umiestnený hlavný rozvádzač na stavenisku



Obr. 25.2 Prenosný podružný staveniskový rozvádzač na stavenisku

Každý obvod napájajúci elektrické spotrebiče sa musí viesť z podružného rozvádzača obsahujúceho:

- nadprúdové istiace prístroje (poistky, ističe),
- prístroje zaisťujúce ochranu pred nepriamym dotykom (prúdové chrániče),
- zásuvky, ak sa vyžadujú.

Ochrana pred zásahom elektrickým prúdom – zaistenie bezpečnosti:

| | |
|---------------------------|---|
| Zakázané opatrenia | ochranné opatrenia zabezpečované pomocou prekážok a umiestnením mimo dosahu |
| Dovolené opatrenia | <p>Obvody napájajúce zásuvky s menovitým prúdom do 32 A vrátane a iné obvody napájajúce ručné elektrické zariadenia s menovitým prúdom do 32 A vrátane sa musia chrániť:</p> <ul style="list-style-type: none"> • prúdovými chráničmi s menovitým rozdielovým vypínacím prúdom neprevyšujúcim 30 mA alebo • ochranným opatrením – napájanie zo zdroja SELV, alebo • ochranným opatrením – elektrické oddelenie, pri ktorom sa každá zásuvka (do 16 A) a ručné elektrické zariadenie napája zo samostatného oddeľovacieho transformátora alebo zo samostatných vinutí oddeľovacieho transformátora. |

Pri obvodoch napájajúcich zásuvky s menovitým prúdom vyšším ako 63 A sa musia ako odpájacie prístroje použiť prúdové chrániče s menovitým rozdielovým vypínacím prúdom neprevyšujúcim **100 mA**.

Všetky rozvádzače na rozvod elektrickej energie na staveniskách musia spĺňať požiadavky normy STN EN 61439-4. Prostriedky na núdzové vypínanie sa musia inštalovať na prívodoch k všetkým elektrickým spotrebičom, pri ktorých z dôvodu odstránenia ohrozenia môže byť potrebné odpojenie **všetkých pracovných vodičov** (krajných a neutrálneho).

Aby sa zabránilo poškodeniu elektrických káblov na stavenisku, káble sa nemajú klást' krížom cez cesty alebo chodníky. Tam kde je to nevyhnutné, musí sa zaistiť ich osobitná ochrana pred mechanickým poškodením a stykom so stavebnými strojmi alebo vozidlami.

Otázky a úlohy:

1. Čo musia obsahovať staveniskové rozvádzače?
2. Čo musia zabezpečovať prístroje na bezpečné odpojenie prívodného vedenia?
3. Aký ochranný prístroj je dôležitý v rozvádzači na zaistenie ochranných opatrení pred zásahom elektrickým prúdom?
4. Akou konkrétnou ochranou pred zásahom elektrickým prúdom budeme chrániť zásuvku v staveniskovom rozvádzači 400 V/16 A a 400 V/32 A?
5. Akou konkrétnou ochranou pred zásahom elektrickým prúdom budeme chrániť zásuvku v staveniskovom rozvádzači 400 V/63 A?
6. Ako zabezpečujeme elektrické káble na stavenisku pred mechanickým poškodením?

26. ELEKTRICKÉ ZARIADENIA V PRIESTOROCH S NEBEZPEČENSTVOM VÝBUCHU

Aj keď osoba s odbornou elektrotechnickou spôsobilosťou **elektrotechnik** podľa § 21 vyhl. MPSVR SR č. 508/2009 Z. z. obvykle nezískava rozsah vedomostí aj na elektrické zariadenia v priestoroch s nebezpečenstvom výbuchu, je vhodné, aby mala aspoň základné znalosti o elektrickej inštalácii, na ktorú môžu pasívne vplyvať vonkajšie vplyvy prostredia.

Na elektrickú inštaláciu v priestoroch s výbušnou plynnou atmosférou sú kladené vysoké nároky a požiadavky z pohľadu bezpečnosti a spoľahlivosti. Elektrické zariadenie musí byť vyhotovené tak, aby nemohlo byť príčinou vzniku výbuchu, a to nielen pri normálnom prevádzkovom stave, ale aj pri poruchových stavoch. **Na vznik výbuchu je potrebný súčasný výskyt výbušnej atmosféry a zdroja iniciácie, ktorý môže byť cudzí alebo samovznietivý.**

Ochranné opatrenia majú za cieľ **znížiť na prijateľnú úroveň nebezpečenstvo** tak, aby sa elektrické zariadenie nemohlo stať zdrojom iniciácie. Pri elektrických zariadeniach a inštaláciách pevne inštalovaných, dočasných, prenosných a mobilných všetkých druhov napätí v priestoroch s nebezpečenstvom výbuchu platí STN EN 60079-14: 2016.

Významnou zmenou, ktorá ovplyvnila celú oblasť zariadení s nebezpečenstvom výbuchu v poslednom období, bolo vydanie nariadenia vlády SR č. 149/2016 Z. z., ktorým sa ustanovujú podrobnosti o technických požiadavkách a postupoch posudzovania zhody zariadení a ochranných systémov určených na použitie v prostredí s nebezpečenstvom výbuchu.

Najvýznamnejšie dosahy tohto nariadenia vlády a zákona NR SR č. 56/2018 Z. z. sú:

- každý typ zariadenia (aj pri výrobe či dovoze, a to aj jedného kusa) musí byť pred uvedením do prevádzky alebo na trh posúdený z bezpečnostnotechnických hľadísk podľa uvedeného NV SR č. 149/2016 Z. z.,
 - s každým nevýbušným zariadením musí byť dodané vyhlásenie o zhode, ktorým výrobca alebo dovozca deklaruje, že zariadenie je bezpečné,
 - výrobok musí byť označený znakom nevýbušného vyhotovenia EEx (Ex).
- Symbolom Ex sa vyjadruje vhodnosť zariadenia do prostredia s nebezpečenstvom výbuchu,
- výrobok musí byť označený značkou nevýbušnosti Ex v šesťuholníku,
 - výrobok musí byť označený značkou **CE**.



Rozdelenie zariadení s ochrannými systémami určenými na použitie v priestoroch s nebezpečenstvom výbuchu podľa skupín:

| | |
|-------------------|---|
| Skupina I | Vzťahuje sa na zariadenia určené na použitie v podzemných baniach , ktoré sú vystavené ohrozeniu banským plynom alebo horľavým prachom . Skupina I sa delí na kategórie: <ul style="list-style-type: none"> - M1 – veľmi vysoká úroveň ochrany (metán), - M2 – vysoká úroveň ochrany (metán). |
| Skupina II | Vzťahuje sa na povrchové zariadenia v miestach, ktoré sú vystavené ohrozeniu výbušným prostredím. Skupina II sa delí na kategórie: <ul style="list-style-type: none"> - kategória 1 – plyny, pary, prachy s pôsobením nepretržite, zaradené do zóny 0 alebo 20, - kategória 2 – plyny, pary, prachy s pôsobením občasne, zaradené do zóny 1 alebo 21, - kategória 3 – plyny, pary, prachy s pôsobením zriedka, zaradené do zóny 2 alebo 22. |

Druh výbušnej atmosféry, do ktorej je zariadenie určené, je pre horľavé plyny, pary, aerosóly **G**, pre výbušné atmosféry tvorené horľavým prachom **D**, pre banské prostredie **M**.

Elektrické zariadenie skupiny II v nevýbušnom vyhotovení sa ďalej delí **podľa výbušných skupín, teplotných tried a ochrany proti vznieteniu**.

Vyhláška MPSVR SR č. 508/2009 Z. z. definuje „*elektrickú inštaláciu v priestore s nebezpečenstvom výbuchu (vonkajší vplyv BE3) vrátane ochrany pred účinkami atmosférickej a statickej elektriny*“ ako technické zariadenie elektrické **skupiny A**, to znamená zariadenie s vysokou mierou ohrozenia.

Používa sa aj označenie **VTZ EZ A/e**, čo znamená VTZ EZ skupiny A písm. e) prílohy 1 vyhlášky.

Z hľadiska požiadaviek na odbornú spôsobilosť sa používa rozdelenie technických zariadení elektrických do tried objektov:

| | |
|-------------------------|---|
| objekt triedy A | objekt bez nebezpečenstva výbuchu |
| objekt triedy B | objekt s nebezpečenstvom výbuchu |
| objekt triedy B1 | objekt s nebezpečenstvom výbuchu len v rozsahu technického zariadenia elektrického v regulačnej stanici plynu |

Vonkajší vplyv BE3 znamená prostredie s:

- nebezpečenstvom výbuchu horľavých **prachov** – **BE3N1**,
- nebezpečenstvom výbuchu horľavých **plynov a pár horľavých kvapalín** – **BE3N2**,
- nebezpečenstvom výbuchu **výbušnín** – **BE3N3**.

26.1 Teplotné triedy

Zápalná teplota horľavých plynov alebo látok je najnižšia teplota zahriateho povrchu, ktorá už môže vyvolať zapálenie výbušných plynov alebo výbušných látok, tabuľka 26.1.1. Horľavé plyny alebo látky delíme podľa ich schopnosti vznietenia do teplotných tried **T1** až **T6**.

Treba dbať na to, že najvyššia teplota povrchu elektrického zariadenia musí byť vždy nižšia, ako je zápalná teplota okolitej výbušnej plynnej atmosféry.

Tab. 26.1.1 Teplotné triedy, povrchové teploty a teploty vznietenia horľavých látok

| Teplotná trieda | Najvyššia povrchová teplota v °C | Teplota vznietenia horľavých látok v °C |
|-----------------|----------------------------------|---|
| T1 | 450 | nad 450 |
| T2 | 300 | nad 300 do 450 |
| T3 | 200 | nad 200 do 300 |
| T4 | 135 | nad 135 do 200 |
| T5 | 100 | nad 100 do 135 |
| T6 | 85 | nad 85 do 100 |

V tabuľke 26.1.2 sú uvedené príklady teploty vznietenia, teplotné triedy a skupiny výbušnosti pre vybrané plyny používané v praxi.

Tab. 26.1.2 Teploty vznietenia, teplotné triedy a skupiny výbušnosti horľavých plynov a látok

| Plyn (látka) | Teplota vznietenia V °C | Teplotná trieda | Skupina výbušnosti |
|---------------|-------------------------|-----------------|--------------------|
| benzín | 200 až 300 | T3 | II. A |
| nafta | 233 | T3 | - |
| acetylén | 305 | T2 | II. C |
| propán | 470 | T1 | II. A |
| vodík | 560 | T1 | II. C |
| čpavok | 630 | T1 | II. A |
| acetón | 535 | T1 | II. A |
| lieh (etylén) | 425 | T2 | II. B |

Aby bolo možné elektrické zariadenie naprojektovať, zrealizovať a uviesť do prevádzky, musí mu predchádzať protokolárne určenie vonkajších vplyvov podľa STN 33 2000-5-51: 2010, pre zmesi horľavých plynov a pár horľavých kvapalín STN EN 60079-10-1: 2016, pre zmesi horľavých prachov norma STN EN 60079-10-2: 2015.

Pokiaľ je to prakticky možné, odporúča sa elektrické zariadenie umiestniť do priestorov **bez nebezpečenstva výbuchu** a ak to nie je možné, umiestňovať ho v priestore **s najmenším nebezpečenstvom výbuchu**. Elektrické zariadenia musia byť inštalované podľa technickej dokumentácie, ktorá musí byť osvedčená technickou inšpekciou ako elektrické zariadenie s vysokou mierou ohrozenia skupiny **A/e** podľa vyhl. MPSVR SR č. 508/2009 Z. z. Pozornosť sa musí venovať vymeniteľným častiam, ako sú svietidlá, ktoré musia byť správneho typu a výkonu. Po ukončení montáže sa musí vykonať prvá odborná prehliadka a odborná skúška elektrického zariadenia a pred uvedením do prevádzky **úradná skúška**.

ATEX – skratka označujúca európsku smernicu, ktorá rieši problematiku „prostredia s nebezpečenstvom výbuchu“. Skratka má pôvod vo francúzskom názve predpisu „Appareils destinés à être utilisés en **AT**mosphères **EX**plosibles“ (prístroje na použitie vo výbušných atmosférach).

26.2 Delenie elektrických zariadení v objektoch s nebezpečenstvom výbuchu

1. Priestory s nebezpečenstvom výbuchu zmesi horľavých plynov a pár horľavých kvapalín so vzduchom

Pri výrobe, spracovávaní, doprave a skladovaní horľavých látok, ako sú plyny (zemný plyn, vodík, propán, bután, cyklopentán a pod.) a kvapaliny (benzín, acetón, lieh, toluén a pod.), vznikajú pary, ktoré v spojení s kyslíkom vo vzdušnej atmosfére môžu vytvoriť výbušnú (zmes) plynnú atmosféru (obrázok 26.2.1). Ak takto vytvorenú zmes **iniciujeme cudzím zdrojom** (napríklad iskrou vo vypínači) alebo **vplyvom teploty dôjde k samovoľnej iniciácii výbušnej plynnej atmosféry, môže dôjsť k výbuchu**.

Požiadavky na konštrukciu na použitie elektrických zariadení do priestorov s nebezpečenstvom výbuchu horľavých plynov a pár sú uvedené v STN EN 60079-14: 2016.

Na uľahčenie výberu povoleného elektrického zariadenia a návrhu vhodnej elektrickej inštalácie sú priestory s nebezpečenstvom výbuchu rozdelené podľa STN EN 60079-10-1: 2016 a STN EN 60079-10-2: 2015 do zón 0, 1 a 2.



Obr. 26.2.1 Vznik priestoru s nebezpečenstvom výbuchu horľavých plynov a pár

- Zóna 0 (predtým SNV 3)** – priestor, v ktorom je výbušná plynná atmosféra prítomná stále alebo po dlhé časové obdobie. Príkladom zóny 0 môžu byť vnútorné priestory nádrží, nádob, kontajnerov a pod.
- Zóna 1 (predtým SNV 2)** – priestor, v ktorom môže vzniknúť výbušná plynná atmosféra za normálnej prevádzky. Príkladom zóny 1 môže byť priestor obklopujúci armatúry, keramické alebo sklenené rúrky, priestory okolo ventilov a pod.
- Zóna 2 (predtým SNV 1)** – priestor, v ktorom nie je pravdepodobný vznik výbušnej plynnej atmosféry za normálnej prevádzky, a pokiaľ výbušná atmosféra vznikne, je pravdepodobné, že k tomu bude dochádzať len zriedka a výbušná plynná atmosféra bude prítomná len v krátkom časovom období. Príkladom zóny 2 môže byť regulačná stanica plynu a priestory okolo prírubových spojení s plochým tesnením a pod.

Poznámka: Ochranný priestor (OP) bol zrušený. Definícia OP a zóny 2 sú takmer zhodné.

Pokiaľ možno v oblastiach ohrozených výbuchom počítať s nebezpečnou plynnou atmosférou, môžu byť použité v elektrickej inštalácii len prvky s ochranou proti výbuchu v tzv. Ex vyhotovení. **Ide o použitie niektorej z nasledovných druhov ochrán:**

- pevný záver „d“ (spínacie zariadenia, transformátory, svietidlá, motory),
- zaistené vyhotovenie „e“ (rozdávzačové, svorkové skrine, motory, svietidlá),
- záver s vnútorným pretlakom „p“ (spínacie a riadiace pulty, celé miestnosti),
- iskrová bezpečnosť „i“ (meracia a regulačná technika, snímače, akčné členy),
- olejový záver „o“ (spínače, transformátory, vyhrievacie telesá),
- pieskový záver „q“ (transformátory, elektronické zariadenia),
- zaliatie zalievacou hmotou „m“ (spínacie jednotky na malé výkony, senzory),
- ochrana typu „n“ (rozdávzačové, svorkové skrine, svetlá, majáky, motory),
- špeciálny záver „s“ (svietidlá, detektory plynov).

2. Priestory s nebezpečenstvom výbuchu zmesi horľavých prachov so vzduchom

V prevádzkach so značnou prašnosťou (v mlynch, peciach, silách, v zariadeniach na mletie plastov a pod.) môže dôjsť k výbuchu prachu, pokiaľ tento prach v priestore dosiahne určitú koncentráciu. **Ak teplota usadeného prachu na povrchu elektrického zariadenia** (napr. elektromotora) **dosiahne teploty vznietenia rozvrieňého prachu, dôjde k vznieteniu oblaku prachu vo vnútri zariadenia** (v peci, v sile, v potrubí a pod.) a môže dôjsť k jeho výbuchu.

Požiadavky na konštrukciu na použitie elektrických zariadení do priestorov s nebezpečenstvom výbuchu zmesi prachov sú uvedené v norme STN EN 60079-10-2: 2015.

Rozdelenie oblastí ohrozených výbuchom horľavých prachov do kategórií:

Elektrické zariadenie kategórie 1 je určené na použitie v zóne 20.

Zóna 20 – tvorí priestor, v ktorom je výbušná atmosféra rozvíreného prachu so vzduchom prítomná trvalo, po dlhú dobu alebo často. Ide o vnútorné priestory zásobníkov, nádob, potrubí a pod. Krytie zariadenia musí byť aspoň IP X6. Označenie zariadenia je II 1 D.

Elektrické zariadenie kategórie 2 je určené na použitie v zóne 21.

Zóna 21 – tvorí priestor, v ktorom môže vzniknúť výbušná atmosféra rozvíreného prachu so vzduchom príležitostne v normálnej prevádzke. Ide o okolie miest, kde sa nasýpa a vysýpa prašný materiál, a miesta, kde sa ukládajú vrstvy prachu, ktoré môžu v normálnej prevádzke spôsobiť vznik výbušnej koncentrácie horľavého prachu so vzduchom. Krytie zariadenia musí byť aspoň IP X6. Označenie zariadenia (kategória) je II 2 D.

Elektrické zariadenie kategórie 3 je určené na použitie v zóne 22.

Zóna 22 – tvorí priestor, v ktorom je za normálnej prevádzky nepravdepodobný vznik výbušnej atmosféry rozvíreného prachu so vzduchom, a pokiaľ takýto stav vznikne, pôjde len o krátke časové obdobie. Ide o priestory v okolí zariadení a ochranných systémov, z ktorých môže v dôsledku netesnosti uniknúť prašná látka a vytvárať vrstvy usadzovaním prachu. Krytie zariadenia musí byť aspoň IP X5. Označenie zariadenia je II 3 D.

Zariadenie do priestorov s nebezpečenstvom výbuchu prachu sa musí vyberať na základe:

- vypracovaných protokolov o určení vonkajších vplyvov, výkresov s vyznačeným typom a rozsahom zón,
- vlastností prítomného prachu, elektrickej rezistivity, teploty vznietenia vrstvy prachu stanovenej na hrúbku vrstvy 5 mm,
- maximálnej povrchovej teploty zariadenia meranej bez vrstvy prachu,
- maximálne dovolenej povrchovej teploty zariadenia v priestore s hrúbkami vrstiev prachu vyššími než 5 mm.

Maximálna dovoľená povrchová teplota pri zariadeniach pracujúcich v akejkoľvek zóne musí byť určená **odčítaním bezpečnostného koeficientu od minimálnych teplôt vznietenia daného prachu**, zistených skúšobnými metódami na rozvírený prach a vrstvu prachu s hrúbkou 5 mm. Maximálna povrchová teplota **nesmie prekročiť 2/3 teploty v °C vznietenia daného prachu rozvíreného vo vzduchu**. Pri použití v priestoroch, kde sa veľa práši, a pri zariadeniach, na ktorých sa môžu usadzovať väčšie vrstvy prachu, musí byť **vykonané špeciálne hodnotenie bezpečnosti pomocou prepočtu teploty vznietenia horľavého prachu alebo meraním**. Ak je zariadenie zasypané hrubou vrstvou piesku, musia byť vykonané špeciálne opatrenia a skúšky. Inštalácia zariadenia v priestoroch s nebezpečenstvom výbuchu horľavých prachov musí umožňovať ľahký prístup do týchto zariadení na kontrolu, údržbu a čistenie.

3. Priestory s nebezpečenstvom požiaru alebo výbuchu výbušnín

Priestory s nebezpečenstvom požiaru alebo výbuchu výbušnín sú podľa STN 33 2340: 1980 zaradené do troch skupín – V1, V2 a V3.

- **V1** – prostredie, v ktorom výbušnina nepráši, neodparuje sa (nesublimuje) a kde môže dôjsť k priamej iniciácii výbušniny elektrickým prúdom **len výnimočne**, za úplne výnimočných situácií alebo okolností (sklady výbušnín v expedičnom balení),
- **V2** – prostredie, v ktorom výbušnina práši, odparuje sa (sublimuje len výnimočne) a styk výbušniny s elektrickým zariadením môže byť **výnimočný**,
- **V3** – prostredie, v ktorom výbušnina práši, odparuje sa, prípadne sublimuje kedykoľvek a styk výbušniny s elektrickým zariadením môže byť **trvalý**.

Objekt s nebezpečenstvom požiaru alebo výbuchu výbušnín nesmie byť križovaný s akýmkoľvek elektrickým vedením a musí byť pripojený k rozvodnej sieti vždy káblom uloženým v zemi.

Každá prevádzka s nebezpečenstvom požiaru alebo výbuchu výbušnín musí byť vybavená **výkonovým vypínaním** (aj diaľkovým) elektrickej inštalácie umiestneným **mimo nebezpečenstva** od výbušnín v prehľadných a dobre prístupných miestach. Polohy vypínačov osvetlenia (zapnuté/vypnuté) **musia byť vždy trvalo označené**. Povrchová teplota elektrických zariadení nesmie prekročiť v prostredí s výbušninami teplotu **o 50 °C nižšiu**, ako je teplota vzduchu alebo rozkladu výbušniny, **najviac však 160 °C**.

26.3 Označovanie priestorov s nebezpečenstvom výbuchu

Podľa nariadenia vlády SR č. 493/2002 Z. z. je povinný zamestnávateľ na základe výsledkov posudzovania rizika výbuchu klasifikovať priestory s výbušným prostredím na priestory s nebezpečenstvom výbuchu a priestory bez nebezpečenstva výbuchu.

Priestory s nebezpečenstvom výbuchu sú klasifikované do zón podľa frekvencie výskytu výbušnej atmosféry a jej trvania. Uvedené nariadenie vlády v súlade so smernicou č. 1999/92 ES zaviedlo povinnosť označovať priestory s nebezpečenstvom výbuchu výstražnou značkou trojuholníkového tvaru s čiernym okrajom a čiernym znakom EX na žltom pozadí s nápisom „**Priestor s nebezpečenstvom výbuchu**“. K značke môžu byť doplnené ďalšie vysvetľujúce údaje, napríklad zóna 0, zóna 1, zóna 2, zóna 20, zóna 21 a pod.



Obr. 26.3.1 Demonštrácia výbuchu hnedouhoľného prachu

Obr. 26.3.2 Svietidlá vyhotovené do výbušného prostredia



Otázky a úlohy:

1. Čo je úlohou ochranných opatrení na zabránenie výbuchu?
2. Ako musí byť označený nevýbušný výrobok?
3. Definujte zápalnú teplotu horľavých plynov alebo látok.
4. Ako rozdeľujeme elektrické zariadenia v objektoch s nebezpečenstvom výbuchu?
5. Opíšte, kedy nastane výbušná zmes v priestore.
6. Aké sú podmienky na vytvorenie výbušnej zmesi?
7. Uveďte príklady elektrických zariadení v zónach 0, 1 a 2.
8. Akou bezpečnostnou značkou označujeme priestory s nebezpečenstvom výbuchu?

27. PRÚDOVÉ CHRÁNIČE A ICH POUŽITIE V PRAXI

Prúdový chránič predstavuje pri ochrane človeka pred úrazom elektrickým prúdom a pri ochrane majetku pred nežiaducimi účinkami elektrického prúdu významnú bezpečnostnú úlohu. Pre tieto jeho vlastnosti už viaceré normy stanovili jeho povinné používanie v praxi.

Sú tri základné dôvody, prečo používať prúdové chrániče v praktickom živote:

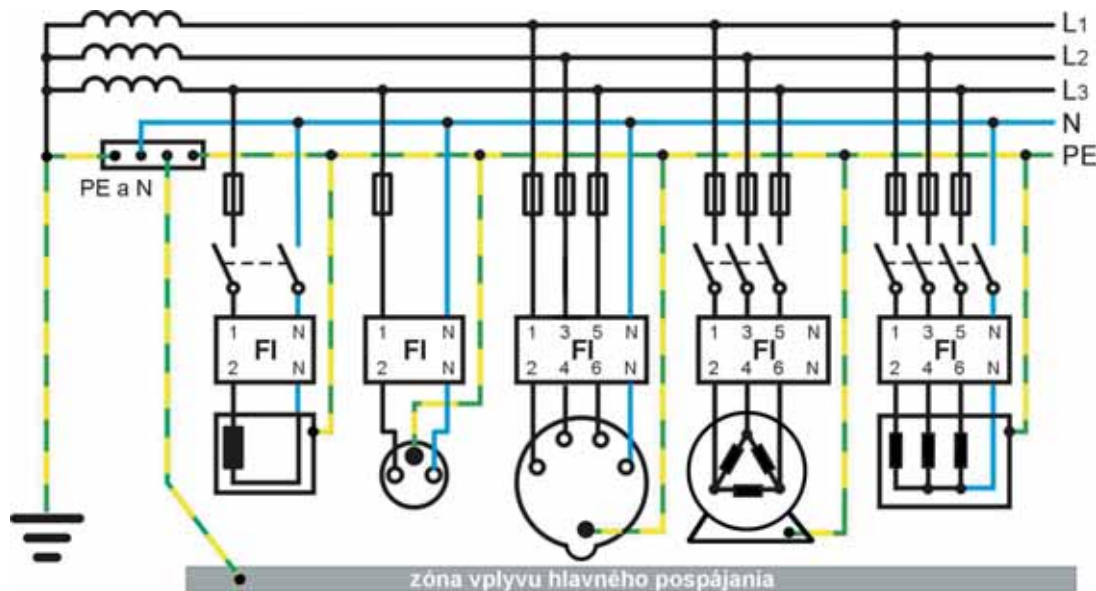
1. Prúdový chránič je jediný ochranný prístroj, ktorý dokáže ochrániť zdravie človeka pred **priamym dotykom** so živou časťou (rukou, nohou a pod.).
2. Prúdový chránič dokáže ochrániť zdravie človeka aj pri **nepriamom dotyku s neživou vodivou časťou**, na ktorú preniklo nebezpečné napätie dôsledkom poruchy (kostra elektromotora, sekačka na trávnu, žehlička, práčka, ponorné čerpadlo a pod.).
3. Prúdový chránič dokáže ochrániť objekt budovy z horľavého materiálu **pred vznikom požiaru** v dôsledku zníženej izolačnej schopnosti elektrického vedenia v elektrickej inštalácii.

Pri ochrane pred zásahom elektrickým prúdom sa používa prúdový chránič:

- ako doplnková ochrana pred nebezpečným dotykom **živých častí** v prípade zlyhania ostatných ochranných opatrení (odcudzenie alebo rozbitie krytu živej časti, poškodenie izolácie vodiča a pod. a v prípade neopatrnosti obsluhy),
- ako základná ochrana pred nebezpečným dotykom **neživých častí** pri ochrane samočinným odpojením napájania. Táto ochrana pracuje na princípe odpojenia chybnéj časti elektrického zariadenia od zdroja napájania, pričom k odpojeniu musí dôjsť v stanovenom čase. Na odpojenie je možné okrem prúdového chrániča použiť aj nadprúdové istiace prvky, ktorými sú poisťka a istič.

Prúdový chránič vyžaduje, aby cezeň prechádzali všetky pracovné vodiče (krajný L, neutrálny N). **Ochranný vodič (PE) cez prúdový chránič nesmie prechádzať!** Prúdový chránič nie je možné použiť v sieti TN – C! Sieť TN – C je možné previesť na sieť TN – C – S tak, že pred chráničom rozdelíme vodič PEN na PE a N.

Na obrázku 27.1 sú uvedené príklady zapojenia prúdových chráničov v sieti TN – S.



Obr. 27.1 Príklady zapojenia prúdových chráničov v sieti TN – S

Čo však v prípade, keď je elektrická inštalácia vyhotovená v sieti TN – C, a to káblom umiestneným pod omietkou? Ako v takých prípadoch naplniť požiadavku novej normy – nutnosť použiť v danom obvode elektrickej inštalácie prúdový chránič? Výrobcovia mysleli aj na takéto prípady a v prechodnom období sa na trhu objavili bezpečnostné zásuvky so **vstavaným prúdovým chráničom do omietky či na omietku a tiež adaptéry obsahujúce prúdový chránič**, pozri obrázky 27.2 až 27.4.



Obr. 27.2 Prúdový chránič ako súčasť zásuvky 230 V IP44 pod omietkou



Obr. 27.3 Prúdový chránič ako súčasť zásuvky 230 V na omietku



Obr. 27.3 Prúdový chránič ako adaptér do zásuvky 230 V



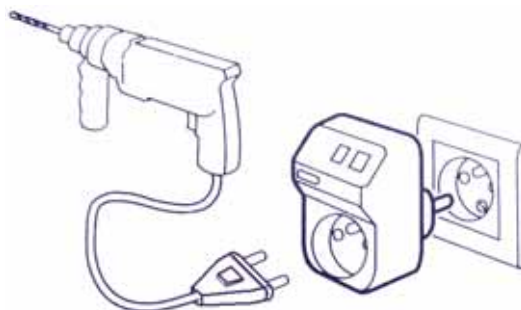
Obr. 27.4 Vidlica 230 V so vstavaným prúdovým chráničom

Veľa úrazov, z toho aj smrteľných, vzniká pri práci s elektrickými spotrebičmi v domácnostiach, v dielňach a v záhradách (žehličky, vrtačky, brúsky, kosačky na trávnu, elektrické nožnice na živý plot a pod.). Ak pohyblivý prívod k takýmto spotrebičom obsahuje vidlicu so vstavaným prúdovým chráničom (pozri obrázok 27.4), **človek je dokonale chránený pred úrazom elektrickým prúdom**. Možno tiež použiť **adaptér prúdového chrániča na ochranu spotrebičov a ručného elektrického náradia**, pozri obrázok 27.5.

Prehľad STN, kde všade sa v súčasnosti požaduje používanie prúdových chráničov:

| | |
|--------------------------------|--|
| STN 33 2000-4-41: 2019 | <ul style="list-style-type: none"> • čl. 412.5 – použitie prúdového chrániča s menovitým rozdielovým vypínacím prúdom 30 mA ako doplnkovej ochrany živých častí pri ochrane pred zásahom elektrickým prúdom v normálnej prevádzke • čl. 413.1.3 – použitie prúdového chrániča ako základnej ochrany neživých častí pri ochrane pred zásahom elektrickým prúdom pri poruche |
| STN 33 2000-4-482: 2001 | <ul style="list-style-type: none"> • čl. 482.1.7 – povinné použitie prúdového chrániča alebo rozdielového ochranného relé na ochranu objektov proti požiaru s menovitým rozdielovým vypínacím prúdom 300 mA, v špecifických prípadoch s nebezpečenstvom požiaru s menovitým rozdielovým vypínacím prúdom 30 mA |

| | |
|--------------------------------|---|
| STN 33 2000-7-701: 2007 | <ul style="list-style-type: none"> • čl. 701.512.3, čl. 701.55 – použitie prúdového chrániča v priestoroch s vaňou alebo sprchou a v umývacích priestoroch na ochranu zásuviek a elektrických spotrebičov s menovitým rozdielovým vypínacím prúdom 30 mA |
| STN 33 2000-7-702: 2011 | <ul style="list-style-type: none"> • čl. 702.41, čl. 702.53 – použitie prúdového chrániča na plavárňach a kúpaliskách s menovitým rozdielovým vypínacím prúdom 30 mA |
| STN 33 2000-7-704: 2007 | <ul style="list-style-type: none"> • čl. 704.4.41 – použitie prúdového chrániča pri inštalácii stavenísk a priestorov búranísk s menovitým rozdielovým vypínacím prúdom 30 mA |
| STN 33 2000-7-705: 2007 | <ul style="list-style-type: none"> • čl. 705.412.5 – povinné použitie prúdového chrániča alebo rozdielového ochranného relé v poľnohospodárskych a záhradkárskech prevádzkarniach v obvodoch so zásuvkami na ochranu pred úrazom osôb a zvierat s menovitým rozdielovým vypínacím prúdom 30 mA a čl. 705.422 povinne na ochranu proti požiaru s menovitým rozdielovým vypínacím prúdom nepresahujúcim 500 mA |
| STN 33 2000-7-706: 2007 | <ul style="list-style-type: none"> • čl. 706.471.2 písm. c) – použitie prúdového chrániča v obmedzených vodičových priestoroch s menovitým rozdielovým vypínacím prúdom nepresahujúcim 30 mA |
| STN 33 2000-7-708: 2010 | <ul style="list-style-type: none"> • čl. 3.3.2.6 – povinné použitie prúdového chrániča v elektrických inštaláciách v kempoch na obytné prívesy a v obytných prívesoch s menovitým rozdielovým vypínacím prúdom nepresahujúcim 30 mA. Jeden prúdový chránič nesmie chrániť viac ako tri zásuvky. |
| STN 33 2000-7-710: 2013 | <ul style="list-style-type: none"> • povinné použitie prúdového chrániča v rozvodoch v miestnostiach na lekárske účely na zásuvkové obvody s menovitým rozdielovým vypínacím prúdom 30 mA |
| STN 33 2000-7-711: 2004 | <ul style="list-style-type: none"> • čl. 711.48 – použitie prúdového chrániča v elektrických inštaláciách v priestoroch výstav, prehliadok a stánkov s menovitým rozdielovým vypínacím prúdom 30 mA |
| STN EN 61439-4: 2013 | <ul style="list-style-type: none"> • čl. 9.5 – povinné použitie prúdového chrániča v staveniskových rozvádzačoch na zásuvkové obvody s menovitým rozdielovým vypínacím prúdom nepresahujúcim 30 mA a nechrániacim viac ako 6 zásuviek |



Obr. 27.5 Pripojenie spotrebiča do siete cez adaptér prúdového chrániča

27.1 Ochrana proti oblúku AFDD

V poslednom čase sa na trhu objavil nový ochranný prístroj – **ochrana proti oblúku AFDD** (*arc fault detection device*). Je určený na **zistovanie výskytu oblúka v elektrickej inštalácii**. Ide o elektromechanický spínací prístroj s elektronickými obvodmi, ktoré monitorujú charakter odoberaného prúdu. Iskrenie má špecifický priebeh prúdu, na ktorý tento prístroj reaguje a odpojí elektrickú inštaláciu s poruchou. Tento kompaktný prístroj zabezpečuje komplexnú ochranu koncového obvodu pred všetkými druhmi porúch, čím dochádza k minimalizácii rizika vzniku požiaru od elektrickej inštalácie a zároveň k plnej ochrane osôb pred zásahom elektrickým prúdom. Použitie prístrojov AFDD v elektrickej inštalácii predpisuje norma STN 332000-4-42: 2017, ktorá **odporúča ich použitie najmä v prípadoch:**

- v miestach s rizikom požiaru vzhľadom na charakter spracovávaných alebo skladovaných materiálov (drevoobrábacie dielne, sklady a pod.),
- v miestach s horľavými konštrukčnými materiálmi (drevostavby),
- v miestach s ohrozením nenahraditeľného majetku (múzeá, historické objekty, kultúrne pamiatky a pod.),
- v ubytovacích priestoroch (ubytovne, hotely a pod.),
- v nemocniciach, v sociálnych zariadeniach a pod.,
- v školách, materských školách a pod.



Obr. 27.1.1 Oblúčková ochrana

Oblúčková ochrana AFDD má v sebe integrovaný denný automatický test funkcionality AFDD jednotky. Pozostáva z:

- **vlastnej oblúčkovej ochrany AFDD a ističa (MCB)**, pozri obrázok 27.1.2:
 - vypínacia charakteristika ističa môže byť B alebo C,
 - počet pólov 1 + N,
 - menovité prúdy 10 A, 13 A, 16 A, 20 A;
- **vlastnej oblúčkovej ochrany AFDD, ističa (MCB) a prúdového chrániča (RCD) typu A**, pozri obrázok 27.1.3:
 - vypínacia charakteristika ističa môže byť B alebo C,
 - počet pólov 1 + N,
 - menovité prúdy 10 A, 13 A, 16 A, 20 A,
 - menovitý vypínací rozdielový prúd prúdového chrániča 30 mA.



Obr. 27.1.2 Oblúčková ochrana AFDD s dvomi funkciami



Obr. 27.1.3 Oblúčková ochrana AFDD s tromi funkciami

Jednotka AFDD funguje na princípe, že iskrenie pri sériovej poruche sa prejavuje špecifickým priebehom prúdu, na ktorý AFDD reaguje a odpojí inštaláciu s poruchou, skôr než by došlo k požiaru.

Vyhodnocovanie priebehu prúdov a napätí vykonáva elektronický obvod jednotky AFDD porovnávaním so známymi priebehmi, na ktoré má alebo nesmie reagovať. Oblúkovú ochranu AFDD možno inštalovať **len v sieťach TN – S**. Na prístroji sa nachádza testovacie tlačidlo prúdového chrániča, ktorým sa má vykonať testovanie 2-krát ročne.

Na obrázku 27.1.4 je časť drevodому po požari, ktorý neobsahoval oblúkovú ochranu AFDD.



Obr. 27.1.4 Časť drevodому po požari

Otázky a úlohy:

1. Opíšte prednosti prúdového chrániča pri ochrane pred úrazom elektrickým prúdom.
2. Opíšte princíp ochrany prúdovým chráničom pri priamom dotyku živej časti osobou.
3. Ako pripájame dvojpólový a ako štvorpólový chránič na sieť s chráneným spotrebičom?
4. Nakreslite zásuvku 230 V pripojenú cez prúdový chránič.
5. Nakreslite trojfázový indukčný asynchrónny elektromotor pripojený cez prúdový chránič.
6. Opíšte, ako by ste v súčasnosti chránili osobu, ktorá pracuje v záhrade s elektrickou kosačkou, keď zásuvka vo vonkajšom prostredí nie je chránená prúdovým chráničom?
7. Vymenujte aspoň 5 prípadov, kde sa musia používať prúdové chrániče.
8. Na čo slúži ochranný prístroj AFDD?
9. Kde všade by sa mala používať oblúková ochrana AFDD?
10. Z koľkých častí pozostáva oblúková ochrana AFDD?
11. Ako často treba testovať tlačidlom prúdového chrániča jednotku AFDD?

28. ODBORNÉ PREHLIADKY A ODBORNÉ SKÚŠKY ELEKTRICKÉHO ZARIADENIA

V zmysle § 9 ods. 1 písm. a) zákona č. 124/2006 Z. z. je **zamestnávateľ povinný sústavne kontrolovať a vyžadovať** dodržiavanie právnych predpisov a ostatných predpisov na zaistenie bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci, zásad bezpečnej práce, ochrany zdravia pri práci a bezpečného správania na pracovisku a bezpečných pracovných postupov, **najmä kontrolovať stav bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci vrátane stavu bezpečnosti technických zariadení**; na ten účel v intervaloch určených osobitnými predpismi zabezpečovať kontrolu, meranie a hodnotenie faktorov pracovného prostredia, **odborné prehliadky a odborné skúšky (revízie) vyhradených technických zariadení**. Zároveň je zamestnávateľ **povinný** odstraňovať nedostatky zistené kontrolnou činnosťou.

Je dôležité pripomenúť nadväzujúci predpis NV SR č. 392/2006 Z. z. o minimálnych **bezpečnostných a zdravotných požiadavkách pri používaní pracovných prostriedkov**, ktorý je účinný od 1. 7. 2006. Uvedené NV SR prebralo smernicu EÚ č. 89/655/EHS o minimálnych požiadavkách na bezpečnosť a ochranu zdravia pri používaní pracovných zariadení pracovníkmi pri práci (pozri prílohu č. 3 NV SR č. 392/2006 Z. z.).

V § 5 ods. 1 tohto nariadenia je riešená situácia pri **uvádzaní do prevádzky** – „Ak bezpečnosť pracovného prostriedku závisí od podmienok jeho inštalácie, zamestnávateľ je povinný zabezpečiť vykonanie kontroly pracovného prostriedku **po jeho inštalovaní a pred jeho prvým použitím a kontroly po jeho inštalovaní na inom mieste**, aby zabezpečil správnu inštaláciu pracovného prostriedku a jeho správne fungovanie. Kontrolu vykonávajú oprávnené osoby podľa právnych predpisov a ostatných predpisov na zaistenie bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci.“

V § 5 ods. 2 tohto nariadenia je riešená situácia, **ak sa pracovný prostriedok používa v podmienkach, ktoré zhoršujú jeho stav a vytvárajú možnosť vzniku nebezpečenstva**.

V tomto prípade je zamestnávateľ v záujme zaistenia bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci a na včasné odhalenie a nápravu zhoršeného stavu povinný zabezpečiť vykonanie:

- pravidelnej kontroly alebo skúšky pracovného prostriedku oprávnenou osobou,**
- osobitnej kontroly pracovného prostriedku oprávnenou osobou vždy**, ak sa vyskytnú výnimočné okolnosti, ktoré môžu ohroziť bezpečnú prevádzku pracovného prostriedku, najmä úprava, porucha, havária, pôsobenie prírodného javu alebo dlhšia prestávka v jeho používaní.

Kontrolu vykonávajú oprávnené osoby podľa právnych predpisov a ostatných predpisov na zaistenie bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci. Podľa vyhlášky o vyhradených technických zariadeniach sa stav bezpečnosti technického zariadenia kontroluje prehliadkami a skúškami.

Oprávnenou osobou je pri:

- typovej skúške, úradnej skúške a opakovanej úradnej skúške **oprávnená právnická osoba,**
- skúške u výrobcu technického zariadenia **výrobcom určená osoba** alebo **revízny technik,**
- odbornej prehliadke a odbornej skúške **revízny technik,**
- iných prehliadkach a skúškach **osoba na opravu** podľa § 18 ods. 1 a **osoba určená prevádzkovateľom** podľa bezpečnostnotechnických požiadaviek.

Nariadenie vlády sa odvoláva na § 39 Zákonníka práce, ktorým sú definované právne predpisy a ostatné predpisy na zaistenie bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci. V zmysle tejto požiadavky a splnomocnenia vlády (§ 30 zákona č. 124/2006 Z. z. o BOZP) je vyhláška č. 508/2009 Z. z. takýmto predpisom a definuje aj oprávnenú osobu, čiže revízneho technika vyhradených technických zariadení elektrických (§ 24), aj lehoty pravidelných kontrol alebo skúšok vyhradených technických zariadení.

Napr. v zmysle § 13 vyhlášky č. 508/2009 Z. z. **odbornou prehliadkou a odbornou skúškou preveruje odbor-**

ne spôsobilá osoba bezpečnosť vyhradeného technického zariadenia po ukončení výroby, montáže, rekonštrukcie a opravy a počas jeho prevádzky s výnimkou prípadov, v ktorých je predpísaná prvá úradná skúška alebo opakovaná úradná skúška v zmysle § 12 vyhlášky č. 508/2009 Z. z.

Pri pracovnom prostriedku, pri ktorom vykonávanie kontrol a skúšok neustanovujú právne predpisy a ostatné predpisy na zaistenie bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci, určuje rozsah a periodicitu kontroly zamestnávateľ.

Účelom odbornej prehliadky a odbornej skúšky elektrického zariadenia (OPaOS EZ) je preverenie jeho technického stavu z hľadiska bezpečnosti a požadovanej bezpečnosti, čo inak znamená overenie zhody s predpismi a normami s cieľom, aby elektrické zariadenie nespôsobilo úraz človeku alebo škodu na majetku. OPaOS elektrického zariadenia (predtým revízia elektrického zariadenia) zahŕňa v sebe úkony, pri ktorých sa prehliadkou, skúšaním a meraním zisťuje stav elektrického zariadenia z hľadiska jeho bezpečnosti.

Vykonávanie OPaOS môže uskutočniť len odborný pracovník s odbornou spôsobilosťou **revízny technik VTZE** (§ 24 vyhlášky č. 508/2009 Z. z.), ktorý o tomto vyhotoví písomný zápis (správu o odbornej prehliadke a odbornej skúške). Písomnou správou o OPaOS revízny technik VTZE deklaruje bezpečný stav elektrického zariadenia a jeho schopnosť bezpečnej prevádzky.

Druhy OPaOS sú:

Prvá (východisková) odborná prehliadka a odborná skúška elektrického zariadenia – musí byť vykonaná po montáži alebo po ukončení celkovej rekonštrukcie elektrického zariadenia. Po jej uskutočnení revízny technik VTZE vypracuje písomný doklad – **správu o prvej odbornej prehliadke a odbornej skúške elektrického zariadenia**, ktorá sa musí v organizácii archivovať počas celej životnosti elektrického zariadenia.

Pravidelná (periodická) odborná prehliadka a odborná skúška – musí sa periodicky vykonávať na prevádzkovanom elektrickom zariadení v predpísaných lehotách počas celej životnosti elektrického zariadenia. Po jej uskutočnení revízny technik VTZE vypracuje písomný doklad – **správu o periodickej odbornej prehliadke a odbornej skúške elektrického zariadenia**.

Zamestnávateľ je povinný uchovávať záznamy o výsledku kontroly po dobu ustanovenú právnymi predpismi a ostatnými predpismi na zaistenie bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci tak, aby boli v prípade potreby kedykoľvek dostupné príslušným dozorným orgánom. Ak sa pracovný prostriedok používa mimo pracoviska zamestnávateľa alebo jeho priestoru, musí byť v mieste jeho používania vybavený príslušnými dokladmi o vykonaní poslednej kontroly.

Poznámka: V júli 2004 bola vydaná na Slovensku norma STN EN 59009 s triediacim znakom 33 1620, ktorá obsahuje európsku špecifikáciu EN 59009: 2000, schválenú organizáciou CENELEC 14. 1. 2000 na prehliadky a skúšanie elektrických inštalácií v obytných budovách. Táto norma (špecifikácia) poskytuje návod na prehliadky a skúšanie elektrických inštalácií v obytných budovách, ktorý sa môže použiť aj na obydlie obývané vlastníkom, ako je byt, dom, príbytok, chata a podobne.

28.1 Kontrola stavu bezpečnosti technického zariadenia

Podľa § 9 ods. 1) písmeno a) zákona č. 124/2006 Z. z. o BOZP je zamestnávateľ okrem iného povinný **sústavne kontrolovať stav bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci vrátane stavu bezpečnosti technických zariadení**. S týmto cieľom je povinný v intervaloch určených osobitnými predpismi zabezpečovať úradné skúšky, odborné prehliadky a odborné skúšky vyhradených technických zariadení. **Činnosti, ktorými sa preveruje bezpečnosť vyhradeného technického zariadenia elektrického, sú:**

Typová skúška – súbor úkonov, ktorými **oprávnená právnická osoba** (Technická inšpekcia, a. s., TÜV SÜD, Slovakia, s. r. o., EIC, s. r. o., a TSÚ, a. s.) overuje, či prvý kus vyrobený na základe osvedčenia dokumentácie typu zodpovedá schváleným podkladom a či spĺňa bezpečnostnotechnické požiadavky (ak sú predpísané skúšky, ich vyhodnotenie je, samozrejme, súčasťou typej skúšky). Vyhradené technické zariadenia elektrické skupiny A/a, A/b, A/d a rozvádzače, pri ktorých sa **predpokladá sériová výroba desať a viac kusov rovnakého vyhotovenia**, sa podrobia overeniu,

či zodpovedajú osvedčenej konštrukčnej dokumentácii typu (typovej skúške). Na vyhradenom technickom zariadení, na ktoré bolo vydané osvedčenie o typovej skúške, môže výrobca vykonať zmeny len po ich posúdení oprávnenou právnickou osobou.

Úradná skúška – úradnou skúškou sa overuje, či vyhradené technické zariadenie elektrické skupiny A, ktoré je po ukončení výroby, montáže, rekonštrukcie **pred uvedením do prevádzky, zodpovedá osvedčenej (posúdenej) konštrukčnej technickej dokumentácii**, ktorej bolo vydané osvedčenie o technickej dokumentácii, a či je spôsobilé na bezpečnú prevádzku. Overenie vykonáva **oprávnená právnická osoba** na základe žiadosti objednávateľa. Platí tu ohlasovacia povinnosť. Úradnej skúške predchádza **prvá odborná prehliadka a odborná skúška** vykonaná revíznym technikom na vykonávanie OPaOS. Ak vyhradené technické zariadenie elektrické skupiny A vyhovelo úradnej skúške, oprávnená právnická osoba vydá **osvedčenie o skúške**, výsledok potvrdí v sprievodnej dokumentácii a vyškúšané vyhradené technické zariadenie označí podľa § 13 symbolom *TI* a posledným dvojčíslím roku, v ktorom bola vykonaná úradná skúška.

Opakovaná úradná skúška na vyhradenom technickom zariadení elektrickom skupiny A sa vykonáva **pred opätovným uvedením** technického zariadenia do prevádzky:

- po odstavení dlhšom ako jeden rok,
- po demontáži a opätovnej montáži, ktorou môže byť ovplyvnený stav bezpečnosti,
- po rekonštrukcii a po oprave, ak bola potrebná zmena istenia,
- ak jeho používanie bolo zakázané inšpektorátom práce.

Opakované úradné skúšky – vykonávajú sa v lehote určenej opakovanou úradnou skúškou, najneskôr však po každých **desiatich rokoch prevádzky**. Ak vyhradené technické zariadenie skupiny A nebolo pred uvedením do prevádzky overené úradnou skúškou, vykoná technická inšpekcia opakovanú úradnú skúšku najneskôr do jedného roku po uvedení zariadenia do prevádzky. Opakovanú úradnú skúšku vykonáva OPO na základe žiadosti. Platí tu tiež nahlasovacia povinnosť prevádzkovateľa zariadenia.

Prvá odborná prehliadka a odborná skúška (revízia) elektrického zariadenia – prvou odbornou prehliadkou a odbornou skúškou preveruje odborne spôsobilá osoba (revíznym technik VTZE na vykonávanie odborných prehliadok a odborných skúšok podľa § 24) bezpečnosť vyhradeného technického elektrického zariadenia a bleskozvodov podľa STN 33 2000-6: 2018.

Na väčšinu elektrických predmetov sa vzťahuje nariadenie vlády SR č. 308/2004 Z. z., ktorým sa ustanovujú podrobnosti o technických požiadavkách a postupoch posudzovania zhody pri elektrických zariadeniach, ktoré sa používajú v určitom rozsahu napätia ($50 V_{AC}$ až $1\,000 V_{AC}$; $75 V_{DC}$ až $1\,500 V_{DC}$). Predpokladá sa, že všetky tieto elektrické predmety použité v elektrickej inštalácii boli pred uvedením na trh riadne vyskúšané, sú označené značkou **CE**, ktorá potvrdzuje ich zhodu s ustanoveniami nariadenia vlády č. 308/2004 Z. z., ako aj dodržanie postupov posudzovania zhody vyžadovaných týmto nariadením. Vyhlásenie o zhode nie je automaticky súčasťou sprievodnej dokumentácie.

Prvá OPaOS (revízia) elektrického zariadenia sa vykonáva:

- po ukončení realizácie elektrickej inštalácie,
- po vykonanej rekonštrukcii.

Periodická OPaOS (revízia) elektrického zariadenia sa vykonáva:

- v pravidelných termínoch stanovených v STN 33 1500: 1990,
- ak termín revízie prípadne na termín vykonania opakovanej úradnej skúšky v prípadoch VTZ E s vysokou mierou ohrozenia skupiny A, opakovaná úradná skúška ju nahrádza. V praxi ale pracovníci OPO vykonanie OPaOS vyžadujú.

O vykonaných odborných prehliadkach a odborných skúškach sa vyhotoví písomný záznam – **správa o odbornej prehliadke a odbornej skúške elektrického zariadenia**.

Revízie počas prevádzky:

- **Periodická odborná prehliadka a odborná skúška (revízia) elektrickej inštalácie**

Periodickou odbornou prehliadkou a odbornou skúškou preveruje odborne spôsobilá osoba (elektrotechnik špecialista na vykonávanie odborných prehliadok a odborných skúšok podľa § 24) bezpečnosť vyhradeného technického zariadenia elektrického počas jeho prevádzky v stanovených lehotách podľa prílohy č. 8 vyhlášky č. 508/2009 Z. z.

- **Revízia systému ochrany pred bleskom**

Objekty, ktoré sú chránené pred účinkami atmosférickej elektriny bleskozvodným zariadením, musia mať toto zariadenie funkčne preskúšané s dokladom, ktorým je správa o prvej OPaOS, a nasledovnými periodickými OPaOS (revízie) v určených lehotách podľa STN EN 62305-3: 2012. Staré objekty (vyhotovené podľa predchádzajúcich predpisov) sa posudzujú stále podľa normy STN 34 1390: 1970, ktorej platnosť skončila k 1. 2. 2009.

- **Revízia elektrických zariadení strojov**

Pracovné prostriedky (stroje) v prevádzke vyžadujú vykonávať periodické OPaOS. Lehoty vykonávania OPaOS sa určujú na základe stanoveného druhu vonkajších vplyvov (prostredia), kde sa pracovný stroj nachádza, alebo sa upravujú podľa druhu priestoru so zvýšeným rizikom ohrozenia osôb, podobne ako pri elektrických zariadeniach. Náplň OPaOS určuje norma STN EN 60204-1: 2007.

- **Revízia prenosného ručného elektrického náradia v prevádzke**

Prenosné ručné elektrické náradie tvorí elektrický spotrebič držaný pri práci v ruke, pripájaný na sieť pohyblivým prívodom s vidlicou. OPaOS predstavuje súbor úkonov, pri ktorých sa prehliadkou, meraním a skúšaním zisťuje stav náradia z hľadiska jeho bezpečnosti podľa normy STN 33 1600: 1996.

- **Revízia elektrických spotrebičov v prevádzke**

Ide o elektrické spotrebiče okrem ručného prenosného náradia a pracovných strojov, ako sú variče, vysávače, konvektory, chladničky, stolové lampy, elektrické meracie prístroje, pohyblivé prírody a šnúrové vedenia, ktorých revízie sa robia podľa STN 33 1610: 2002 (ČSN 33 1610: 2005).

- **Skúšky rozvádzačov NN**

Vykonávanie zabezpečuje ich výrobca, ktorý ku každému svojmu vyrobenému výrobku vypracuje protokol o kusovej skúške v zmysle technických noriem na výrobu rozvádzačov (STN EN 61439-1: 2012).

28.2 Odborné prehliadky a odborné skúšky elektrickej inštalácie v objektoch budov

Odborná prehliadka a odborná skúška má preukázať, že elektrická inštalácia budovy zodpovedá bezpečnostnotechnickým požiadavkám noriem a v jednotlivých prípadoch tiež ďalším platným predpisom pre dané zariadenie. OPaOS sa vykonáva podľa STN 33 1500: 1991 a podľa STN 33 2000-6: 2018.

Predmetom OPaOS je elektrická inštalácia vrátane elektrických predmetov, ktoré sú jej súčasťou. Pri OPaOS sa preveruje napríklad prípojková skriňa, elektromerový rozvádzač, hlavný rozvádzač, podružné rozvádzače, rozvodnice, rozvody, svetelné zásuvkové a technologické obvody s pripojenými svetelnými spotrebičmi.

Lehoty vykonávania pravidelných OPaOS sa stanovujú podľa dvoch hľadísk:

- podľa druhu vonkajších vplyvov určeného odbornou komisiou (STN 33 2000-5-51: 2010),
- podľa druhu objektu alebo zariadenia.

Z oboch hľadísk sa vyberie vždy **najkratšia** z príslušných lehôt vykonávania OPaOS.

Lehota na vykonanie pravidelnej revízie sa v súčasnosti určuje podľa tabuľky 28.2.1 (lehoty stanovené podľa jednotlivých tried **vonkajšieho vplyvu**) a tabuľky 28.2.2 (lehoty stanovené podľa **druhu objektu** alebo **zariadenia**).

Tab. 28.2.1 Lehoty pravidelných revízií elektrických inštalácií a zariadení na ochranu pred účinkami statickej elektriny podľa **vonkajších vplyvov** určených na základe STN 33 2000-5-51

| Kategória | Povaha | Lehoty pravidelných revízií podľa vonkajších vplyvov v rokoch | | | | | | | | |
|-----------|------------------------------------|---|-----------------------|-----------------|----|---|---|---|---|---|
| | | trieda | | | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| A | AA Teplota okolia | 3 | 3 | 3 | 5 | 5 | 3 | 3 | 3 | |
| | AB Teplota a vlhkosť | 3 | 3 | 3 | 5 | 5 | 3 | 3 | 3 | |
| | AC Nadmorská výška | 5 | 3 | | | | | | | |
| | AD Voda | 5 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| | AE Cudzie pevné telesá | 5 | 5 | 5 | 5 | 3 | 3 | | | |
| | AF Korózia | 5 | 4 | 3 | 1 | | | | | |
| | AG Nárazy, otrasy | 5 | 5 | 2 | | | | | | |
| | AH Vibrácie | 5 | 5 | 2 | | | | | | |
| | AJ Iné mechanické namáhania | pripravuje sa | | | | | | | | |
| | AK Rastlinstvo a plesne | 5 | 3 | | | | | | | |
| | AL Živočíchy | 5 | 3 | | | | | | | |
| | AM Elmag., elstat. a ioniz. účinky | 5 | 5 (pre všetky triedy) | | | | | | | |
| | AN Slnečné žiarenie | 5 | 5 | 4 | | | | | | |
| | AP Seizmicita | 5 | 5 | a) | a) | | | | | |
| | AQ Blesk | 5 ^{b)} | 5 ^{b)} | 5 ^{b)} | | | | | | |
| | AR Pohyb vzduchu | 5 | 5 | 5 | | | | | | |
| | AS Vietor | 5 | 5 | 4 | | | | | | |
| | AT Snehová pokrývka | 5 | 4 | 4 | | | | | | |
| | AU Námraza | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| B | BA Spôsobilosť osôb | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | | | | |
| | BB Odpor tela | 5 | 5 | 3 | | | | | | |
| | BC Dotyk so zemou | 5 | 5 | 3 | 1 | | | | | |
| | BD Únik | 5 | 4 | 2 | 2 | | | | | |
| | BE Spracúvané/skladované látky | 5 | 2 ^{c)} | 2 ^{d)} | 5 | | | | | |
| C | CA Stavebné materiály | 5 | 2 | | | | | | | |
| | CB Konštrukcia stavby | 5 | 2 | 2 | 2 | | | | | |

Legenda:

a) V SR sa triedy AP3 a AP4 nevyskytujú.

b) Týka sa elektrických inštalácií a zariadení na ochranu pred účinkami statickej elektriny.

Požiadavky na revízie na ochranu pred bleskom stanovuje STN EN 62305-3 (34 1390).

c) Platí pre triedy BE2 – N1 až BE2 – N3.

d) Platí pre triedy BE2 – N1 až BE2 – N3.

POZNÁMKA: Triedy so zvýrazneným tmavým pozadím sa považujú za triedy normálnych vonkajších vplyvov podľa STN 33 2000-5-51.

Tab. 28.2.2 Lehoty pravidelných revízií elektrických inštalácií a zariadení na ochranu pred účinkami statickej elektriny podľa **druhu objektov** a niektorých vybraných **zariadení**

| Druhy objektu a zariadenia | Lehota v rokoch |
|---|-----------------|
| Elektrické inštalácie: | |
| - murované obytné a kancelárske budovy | 5 a), b) |
| - školy, materské školy, jasle, hotely a iné ubytovacie zariadenia, rekreačné strediská a pod. | 3 |
| - objekty a priestory určené na zhromažďovanie viac ako 250 osôb (napríklad kultúrne a športové zariadenia, hypermarkety, obchodné domy, stanice hromadnej dopravy), výškové budovy | 2 |
| - objekty zhotovené z horľavých materiálov so stupňom horľavosti C1, C2, C3 ^{c)} | 2 |
| - pojazdné a prevozné prostriedky ^{d)} | 1 |
| - dočasné elektrické inštalácie ^{e)} | 0,5 |
| Zariadenia na ochranu pred účinkami statickej elektriny: | |
| - objekty a priestory s nebezpečenstvom výbuchu alebo požiaru | 2 |
| - ostatné objekty | 5 |
| Legenda: a) Nevzťahuje sa na bytové priestory a príslušenstvo bytu. b) Pozri aj STN ES 59009 (33 1620). c) Stupeň horľavosti podľa STN 73 0823. d) Za pojazdný a prevozný prostriedok sa považujú elektrické zariadenia podľa STN 33 2000-7-754, STN 34 1330 a niektoré ďalšie prostriedky, napr. pojazdné a prevozné miešачky, dopravníkové pásy a pod. e) Napríklad podľa STN 33 2000-7-704, STN 33 2000-7-711. | |

28.3 Revízia systému ochrany pred bleskom LPS a LPMS

Tak ako sa vykonávajú OPaOS elektrického zariadenia v objektoch budov, aj budovy, ktoré sú chránené pred bleskom zariadením na ochranu pred účinkami atmosférickej elektriny (bleskozvodným zariadením) LPS, musia mať toto za-



riadenie odborne prehliadnuté a preskúšané s vystaveným dokladom, ktorým je správa o prvej OPaOS, a musia mať nasledovné periodické OPaOS vykonávané v určených lehotách.

Lehoty pravidelných OPaOS sa určujú podľa hladiny ochrany objektu a zariadenia, na ktorom sa systém ochrany pred bleskom nachádza, v súlade s tabuľkou E.2, uvedenou v norme STN EN 62305-3: 2012 – pozri tabuľku 28.3.2.

Obr. 28.3.1 Meranie zemného prechodového odporu uzemňovača zvodu bleskozvodu pri revízii bleskozvodného zariadenia objektu budovy

Tab. 28.3.2 Termíny kontrol a revízií systému ochrany pred bleskom

| Hladina ochrany | Vizuálna kontrola [rok] | Úplná revízia [rok] | Kritické systémy úplnej revízie[rok] |
|-----------------|-------------------------|---------------------|--------------------------------------|
| I a II | 1 | 2 | 1 |
| III a IV | 2 | 4 | 1 |

Poznámka: Povolené odchýlky od ročných termínov revízií by mali byť vyhotovené na cyklus 14 až 15 mesiacov tam, kde je účelné vykonávať merania zemného odporu v rôznych obdobiach roku tak, aby sa získali údaje o sezónnych zmenách.

Systém ochrany pred bleskom pri prostrediach s nebezpečenstvom výbuchu by mal byť vizuálne kontrolovaný **každých 6 mesiacov**.

Pri ochrane pred bleskom LPS by mala byť vykonaná revízia, ak dôjde **k akémukoľvek preukázanému úderu blesku do systému LPS**.

Podobne by mala byť vykonaná revízia LPS a LPMS, ak dôjde k podstatným zmenám na objekte alebo pri rekonštrukcii objektu.

Pri pravidelných revíziách sa kontroluje:

- systém ochrany pred bleskom LPS (**systém vonkajších opatrení a vyrovnanie potenciálov inžinierskych sietí na vstupe do objektu a SPD typ 1**),
- systém ochrany pred bleskom LMPS (**systém vnútorných opatrení – vyrovnanie potenciálov, tienenie a zvodnice SPD typ 2 a 3**),
- ekvipotenciálne spájanie v budove (**uviedenie na rovnaký potenciál**).

28.4 Odborné prehliadky a odborné skúšky elektrických zariadení (pracovných) strojov

Stroj alebo strojové zariadenie, alebo pracovný prostriedok (predtým pracovný stroj) je definovaný podľa STN EN 60204-1: 2007 ako montážny celok zostavený z:

- častí strojov alebo súčiastok, z ktorých je aspoň jedna pohyblivá,
- príslušných pohonných jednotiek,
- ovládacích a hlavných (silnoprúdových) obvodov a pod.

Tieto sú vzájomne spojené na presne stanovené použitie, najmä na výrobu, spracovanie, dopravu alebo balenie materiálu. Lehoty vykonávania periodických OPaOS sa určujú na základe stanoveného druhu prostredia (vonkajších vplyvov), v ktorom sa daný stroj nachádza, alebo sa upravujú podľa druhu priestoru so zvýšeným rizikom ohrozenia osôb, podobne ako pri elektrických zariadeniach. Náplň OPaOS strojov všeobecne určuje STN EN 60204-1: 2007. Je však potrebné prihliadať na požadované skúšky predpísané v technickej dokumentácii výrobcu stroja. Podľa nových predpisov pri OPaOS je potrebné z pohľadu používania rozlíšiť, o aký stroj alebo strojové zariadenie ide.

Poznáme tri kategórie strojov a podľa nich vykonávame OPaOS:

1. OPaOS novovyrobených strojov

Bezpečnosť nového stroja je výrobcom posúdená podľa **nariadenia vlády SR č. 310/2004 Z. z.** Výrobca stroj označí značkou CE a vydá k nemu ES vyhlásenie o zhode. Po inštalovaní stroja na miesto jeho prevádzky treba skontrolovať správnosť montáže podľa odporúčenia výrobcu. Pretože bezpečnosť stroja závisí od podmienok jeho inštalácie, zamestnávateľ je povinný zabezpečiť vykonanie kontroly pracovného prostriedku po jeho inštalovaní a **pred jeho prvým použitím**, aby zabezpečil správnu inštaláciu pracovného prostriedku a jeho správne fungovanie. Kontrolu vykonávajú oprávnené osoby podľa právnych predpisov a ostatných predpisov na zaistenie bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci.

Nový stroj po inštalovaní na mieste jeho používania v súčasnosti už nevyžaduje vykonať prvú OPaOS, ak je však potrebná, treba postupovať v rozsahu podľa odporúčania výrobcu s rešpektovaním podmienok dopravy, skladovania, montáže a jeho pripojenia na rozvodnú sieť. Na nových strojoch sa teda obyčajne východisková revízia elektrického zariadenia už nevykonáva (výrobca stroja si takúto revíziu obyčajne vykoná sám po jeho vyhotovení). Východisková revízia sa potom týka len elektrického prívodu k stroju na mieste jeho používania. Nesmie sa zabúdať na vypracovanú technickú dokumentáciu prípojky NN k stroju.

Na nové pracovné stroje, ako na určené výrobky v zmysle zákona č. 264/1999 Z. z. o technických požiadavkách na výrobky a o posudzovaní zhody a nariadenia vlády SR č. 310/2004 Z. z., č. 308/2004 Z. z. a č. 194/2005 Z. z., je výrobca alebo dovozca povinný vydať **ES vyhlásenie o zhode**, že elektrické zariadenie sa považuje v zmysle platných predpisov a noriem za bezpečné, a na požiadanie je povinný ho predložiť.

2. OPaOS už prevádzkovaných strojov

Ide o stroje, ktoré sa už nachádzajú v prevádzke a v činnosti sú už niekoľko rokov. Tieto stroje boli vyrobené podľa dnes už neplatných noriem. Môžu sa ponechať v ďalšej prevádzke až do doby ich rekonštrukcie za podmienok dodržiavania prísnejšieho bezpečnostného režimu pri ich prevádzkovaní.

Bezpečnosť týchto strojov sa posudzuje podľa **nariadenia vlády SR č. 392/2006 Z. z.**, pretože sa stroj používa v podmienkach, ktoré zhoršujú jeho stav a vytvárajú možnosť vzniku nebezpečenstva. Zamestnávateľ je v záujme zaisťovania bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci a na včasné odhalenie a nápravu zhoršeného stavu povinný zabezpečiť vykonanie OPaOS elektrického zariadenia takýchto strojov. OPaOS elektrického zariadenia strojov sa obyčajne vykonávajú **v pravidelných lehotách**. Lehoty OPaOS sú odvodené od lehôt stanovených na elektrickú inštaláciu podľa druhu vonkajších vplyvov (prostredia) alebo podľa druhu priestoru so zvýšeným rizikom ohrozenia osôb.

3. OPaOS strojov po oprave a po rekonštrukcii

V úvode treba pripomenúť, čo je oprava a čo je rekonštrukcia. Oprava je výmena poškodeného prvku za nový alebo za renovovaný (výmena kus za kus). Rekonštrukciou stroja sa zmenia jeho technické vlastnosti. Pri posudzovaní bezpečnosti elektrického zariadenia takéhoto stroja sa postupuje podľa **nariadenia vlády SR č. 310/2004 Z. z.** Bezpečnostnotechnický stav upravených strojov sa preukazuje správou o prvej OPaOS elektrického zariadenia. V niektorých prípadoch treba pri strojoch preukázať aj bezpečnosť strojného zariadenia, čo sa vykonáva v spolupráci s montážnou firmou, napr. s Technickou inšpekciou, a. s.

28.5 Revízie a kontroly elektrického ručného náradia

Revízia a kontrola elektrického ručného náradia je činnosť, pri ktorej sa prehliadkou, meraním a skúšaním chodu zisťuje stav elektrického ručného náradia z hľadiska jeho bezpečnosti pred úrazom elektrickým prúdom.

Túto činnosť vymedzuje norma STN 33 1600: 1996. Revízie elektrického ručného náradia sa vykonávajú v predpísaných lehotách podľa tab. 28.5.1 a pri každej predpokladanej alebo zistenej poruche (napríklad pri podozrení z poškodenia prúdom, nárazom, tekutinou a pod.).

Predpísané lehoty revízií sú odvodené od triedy vyhotovenia elektrického ručného náradia (I, II, III) a od času pracovného využitia (skupiny A, B, C) jeho používania. Pri revízii elektrického ručného náradia sa vykoná podrobná prehliadka stavu náradia a jeho súčastí, požadované merania a skúška chodu náradia.

Revíziu elektrického ručného náradia podľa STN 33 1600: 1996 môže vykonávať **revízny technik VTZE (§ 24)**, **samostatný elektrotechnik (§ 22)**, **elektrotechnik na riadenie činnosti a riadenie prevádzky (§ 23)** a v organizáciách aj poverený **poučený pracovník (§ 20) s dohľadom znalého pracovníka**. Po vykonanej revízii revízny technik vyhotoví na každé elektrické ručné náradie písomný doklad – **protokol o revízii elektrického ručného náradia** – a vykoná jeho označenie napríklad štítkom, pozri obrázok 28.6.1. Kontroly elektrického ručného náradia počas celej jeho prevádzky môže vykonávať samostatný elektrotechnik (§ 22) alebo výnimočne aj poučený pracovník, ktorý s ručným elektrickým náradím pracuje, a to vždy pred jeho použitím.

Tab. 28.5.1 Lehoty pravidelných OPaOS elektrického ručného náradia

| Skupina | Náradie triedy ochrany | OPaOS najmenej raz za |
|---------|------------------------|-----------------------|
| A | I | 6 mesiacov |
| | II a III | 12 mesiacov |
| B | I | 3 mesiace |
| | II a III | 6 mesiacov |
| C | I | 2 mesiace |
| | II a III | 3 mesiace |

28.6 Revízie elektrických spotrebičov

Revízia elektrických spotrebičov je činnosť, pri ktorej sa prehliadkou, meraním a skúšaním zisťuje stav spotrebiča z hľadiska jeho bezpečnosti pred úrazom elektrickým prúdom.

Túto činnosť vymedzuje STN 33 1610: 2002. Revízie elektrických spotrebičov sa vykonávajú v predpísaných lehotách podľa tabuľky 28.5.1 a vždy po vykonanej oprave. Predpísané lehoty revízií sú odvodené od vyhotovenia elektrických spotrebičov a od spôsobu ich používania. Pri revízii elektrických spotrebičov sa vykonáva podrobná prehliadka elektrického spotrebiča, predpísané merania na elektrických spotrebičoch (meranie odporu ochranného vodiča, meranie izolačného odporu, meranie prúdu pretekajúceho ochranným vodičom, meranie dotykového prúdu, meranie náhradného unikajúceho prúdu) a skúška chodu elektrického spotrebiča.

Tab. 28.5.1 Lehoty pravidelných OPaOS elektrických spotrebičov

| Skupina elektrických spotrebičov | Spotrebiče držané v ruke | Prenosné spotrebiče | Neprenosné pripevnené spotrebiče |
|----------------------------------|---|-----------------------|----------------------------------|
| | OPaOS | OPaOS | OPaOS |
| A | Kontrolu vykonať vždy pred ich vydaním používateľovi. | | |
| B | 1-krát za 3 mesiace | 1-krát za 3 mesiace | 1-krát za 6 mesiacov |
| C | 1-krát za 6 mesiacov | 1-krát za 12 mesiacov | podľa STN 33 1500 |
| D | 1-krát za 12 mesiacov | 1-krát za 12 mesiacov | podľa STN 33 1500 |
| E | 1-krát za 12 mesiacov | 1-krát za 24 mesiacov | podľa STN 33 1500 |

* Tieto revízie môže vykonávať len revízny technik (§ 24).

Elektrické spotrebiče sa podľa spôsobu používania rozdeľujú do 5 skupín:

- skupina A** spotrebiče poskytované formou prenájmu ďalšiemu používateľovi,
- skupina B** spotrebiče používané vo vonkajšom priestore (stavby, poľnohospodárske práce),
- skupina C** spotrebiče používané pri priemyselnej a remeselnej činnosti,
- skupina D** spotrebiče používané vo verejne prístupných priestoroch (školy, hotely),
- skupina E** spotrebiče používané pri administratívnej činnosti.

Revíziu elektrických spotrebičov podľa STN 33 1610: 2002 môže, podobne ako pri ručnom prenosnom náradí, vykonávať **samostatný elektrotechnik (§ 22), elektrotechnik na riadenie činnosti a na riadenie prevádzky (§ 23), revízny technik VTZE (§ 24)** a v organizáciách aj poverený **poučený pracovník (§ 20) s dohľadom znalého pracovníka**. Po vykonanej revízii revízny technik vyhotoví na každý elektrický spotrebič písomný doklad – **protokol o revízii elektrického spotrebiča** – a označí spotrebič napríklad štítkom, pozri obrázok 28.6.1. Kontroly elektrických spotrebičov počas celej ich prevádzky môže vykonávať samostatný elektrotechnik (§ 22) alebo výnimočne aj poučený pracovník, ktorý používa elektrický spotrebič.



Obr. 28.6.1 Označenie ručného elektrického spotrebiča (náradia) po vykonanej revízii štítkom

Otázky a úlohy:

1. Prečo treba vykonávať OPaOS elektrických inštalácií v objektoch budov?
2. Aké sú druhy OPaOS elektrických zariadení?
3. Čo je predmetom OPaOS elektrického zariadenia v obytných budovách?
4. Podľa akých hľadísk sa určujú lehoty pravidelných OPaOS elektrického zariadenia v objektoch budov?
5. Aké opatrenia treba vykonať po zistenom zásahu blesku do predmetného objektu?
6. V akých lehotách sa vykonávajú OPaOS elektrického zariadenia pracovných strojov?
7. Akú OPaOS vykonávame pri nových strojoch?
8. Akú OPaOS vykonávame pri strojoch po ich rekonštrukcii?
9. Aký parameter vplýva na lehotu vykonávania OPaOS elektrického ručného náradia?
10. Kto môže vykonávať OPaOS elektrického ručného náradia a elektrických spotrebičov?
11. Definujte prenosný elektrický spotrebič.

29. ODPORÚČANÉ MERANIA

Teoretické znalosti je vhodné doplniť praktickými meraniami a činnosťami, s ktorými sa elektrotechnik pri svojej každodennej činnosti stretáva.

Témy odporúčaných praktických cvičení a meraní:

1. Čítanie výkresovej dokumentácie a schém zapojenia
2. Určenie poradia fáz
3. Meranie rovnomerného zaťaženia jednotlivých fáz
4. Meranie izolačných odporov
5. Meranie prechodových odporov
6. Meranie zemných prechodových odporov
7. Meranie zemného odporu – rezistivity pôdy
8. Meranie impedancie vypínacieho okruhu (slučky)
9. Meranie a skúšanie prúdového chrániča
10. Meranie a skúšanie napäťového chrániča
11. Meranie intenzity osvetlenia
12. Meranie a kontrola elektrických spotrebičov
13. Meranie a kontrola elektrického ručného náradia
14. Meranie a kontrola pohyblivých prívodov
15. Praktický postup pri vystavovaní príkazu B
16. Obsah a rozsah správy o vykonanej odbornej prehliadke a odbornej skúške

Pri meraniach sa používajú analógové alebo digitálne meracie prístroje určené na daný druh merania. Údaj deklarovaný prístrojom je výslednou meranou veličinou.

Pri meraniach sa spravidla používajú združené meracie prístroje, ktorými možno zmerať viac rôznych údajov.