

ODBORNÁ SPÔSOBILOSTЬ V ELEKTROTECHNIKE

2



§

§

Ján Meravý
Jiří Kroupa

**ODBORNÁ
SPÔSOBILOSTЬ
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

Recenzenční

Ing. Vladimír Sénaši

Štefan Šuplata

Ilustrácie ©

Ing. Anton Daniš, 2003

Grafická úprava ©

Milan Sabo

Zdroje fotografií ©

Ing. Ján Meravý

Návrh obálky ©

Lubomír Klobušický

Šéfredaktorka

PhDr. Sylvia Radvanská

Zodpovedná redaktorka

Mgr. Petra Hertl

Jazyková redaktorka

Mgr. Adela Kullová

Všetky práva vyhradené. Žiadna časť tohto diela nesmie byť reprodukovaná alebo prenášaná v akékoľvek 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 I. vydanie učebnice pre 4. ročník študijného odboru 2675 6 00 elektrotechnika, 3. ročník učebných odborov a 4. ročník študijných odborov stredných odborných učilišť skupiny 26 elektrotechnika.

Piate aktualizované vydanie, 2019 (tlačená verzia)

Prvý 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 krovového napäťa	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 krovovým a dotykovým napäťom	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 búrk	44
13. Ochrana proti prepätiám	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 dovolenú 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 napäťa	62
15.1 Prípojky zhotovené vzdušným vedením	63
15.2 Prípojky zhotovené kálovým vedením	67
16. Kladenie silových elektrických rozvodov	72
16.1 Stavba elektrických rozvodov	72
16.2 Rozvody holými vodičmi	72
16.3 Rozvody v elektroinštalačných rúrkach, lištach a v zemi	74
16.4 Vedenia z mostíkových vodičov alebo jednožilových vodičov	74
16.5 Kálové rozvody	74
17. Rozvádzace a rozvodné zariadenia nízkeho napäťa	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 napäťia 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 prívody a šnúrové vedenia	96
20. Pripájanie elektrických spotrebičov a strojov na siet'	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 ľud'och	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 oblíku 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 vplývajúcich 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. Sto percentne to platí pri elektrických zariadeniach, ktoré musia byť vyhotovené tak bezpečne, aby nespôsobovali 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 tvrdzo a nekompromisne trestá tých, ktorí ich, či už z neznalosti, alebo aj vedomé, porušia. Dôsledkom sú poruchy, úrazy, havárie, požiare, poškodenie zdravia, ale aj strata toho najcennejšieho – života ľadovka.

Klúčom 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. Uvádzajú 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. Nenahrádza právne predpisy ani slovenské technické normy, ale obsahuje štandard požiadaviek na základnú odbornú spôsobilosť pre elektrotechnikov.

Učebnica je určená pre žiakov elektrotechnických učilišť 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 vyhradených technických zariadení elektrických, ako aj pre elektromontérarov, elektroúdržbárov a ďalších záujemcov z elektrotechnickej praxe.

Ďakujeme Ing. Dušanovi Pernišovi z TI, a. s., a mnohým ďalším za podnetné prípomienky 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 spotrebíča, zariadenia alebo siete bolo udržiavané na potenciáli zeme.

Uzemnenie elektrického zariadenia musí byť vždy vyhotovené tak, aby boli splnené **požiadavky bezpečnosti i správej 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 inštalačných rozvodoch pripojených na siete 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 sietou 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 bytosť pred nebezpečným dotykovým a krokovým napäťom vyvolaným poruchou alebo poškodením elektrického zariadenia, alebo vyvolaným bleskom. V praxi sa realizuje ako priame spojenie vodivých častí elektrickej inštalácie alebo časťí 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 vzdialenosť tak, aby bol elektricky nezávislý od všetkých zostávajúcich uzemnených kovových častí.

• **uzemňovacie sústavy na funkčné účely**

Zriaďujú sa na zabezpečenie **spôlhľivosti a funkčnosti** prevádzky a na ustálenie napäťia sústavy proti zemi, na ochranu pred vniknutím napäťia a prepäťia zo siete nad 1 000 V do siete s napäťom do 1 000 V. Tiež na zabezpečenie správnej funkčnosti zariadení slúžiacich pred prepäťom, 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 spoľahlivú 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 doporuča 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 žiadny odpor,
2. **nepriame**, ak sa medzi uzemňovaciu časť prúdového obvodu a uzemňovač zaradia prídavné odpory (ohmické, induktívne alebo kapacitné),
3. **uzemnenie bleskozvodov**, ktoré slúži na zvedenie prúdu blesku do zeme.

11.3 Uzemňovače

Uzemňovač je vodivé telo 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 zhorený** (umelo vytvorený).

11.3.1 Sústava uzemňovača

Sústava uzemňovača sa skladá z:

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

Odpornosť uzemňovača má tri zložky:

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

Odpornosť 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).

Odpór 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 rúrky verejnej plynovodnej a vodovodnej siete) a bol vybudovaný na iný účel ako na uzemnenie.

Podmienky použitia náhodného uzemňovača:

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

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

Kovové rúrky 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 (resistivity) 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:

- **Pod povrchový uzemňovač** – tvorí ho drôt alebo pásek uložený horizontálne v ryhe v nezamírzajúcej hlbke **60 až 80 cm** pod rastlinným terénom. Ak je uzemňovač kladený do káblorých rýh, musí byť uložený na dno výkopu, a to najmenej **10 cm** pod kábel alebo vedľa kábla.
- **Híbkový (tyčový) uzemňovač** – tvorí ho vodivá tyč dlhá napr. **2 m**, zvisle zarazená do zeme aspoň do hlbky **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 nadpájateľné híbkové uzemňovače, ktoré podľa miestnych podmienok možno v súčasnosti inštalovať vibračným kladivom aj do niekoľkometrových 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 nezamírzajúcej hlbke najmenej **60 cm** vo vzdialosti najmenej 1 m od daného objektu. K nemu sú pripojené prívody z elektrickej inštalácie z objektu a zvody bleskozvodu. Základový a obvodový uzemňovač sa nesmie spojiť priamo, ale len cez iskisko (vzhľadom na koróziu).

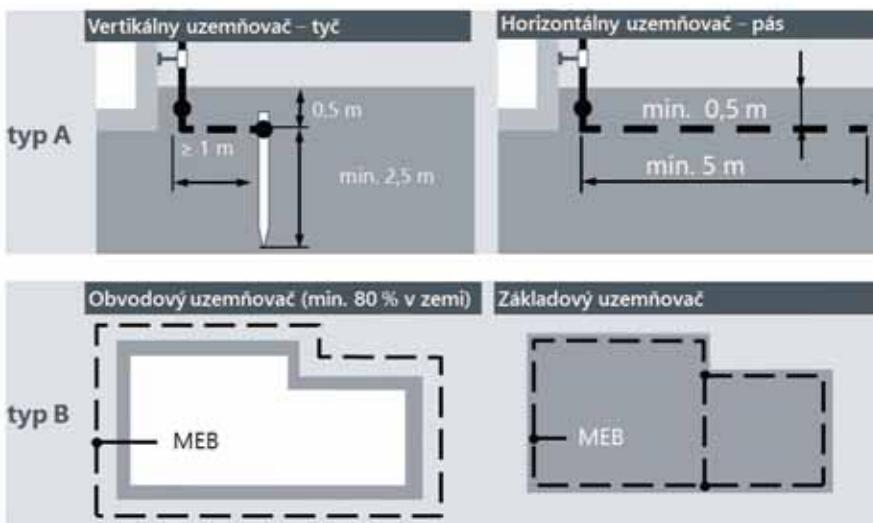
Tab. 11.3.3.1 Minimálne rozmery oceľových uzemňovačov z hľadiska zabezpečenia mechanickej pevnosti a koróznej odolnosti

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

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 vykonáť exotermickým zváraním, lisoványmi 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 med' a 50 mm² pre oceľ**.

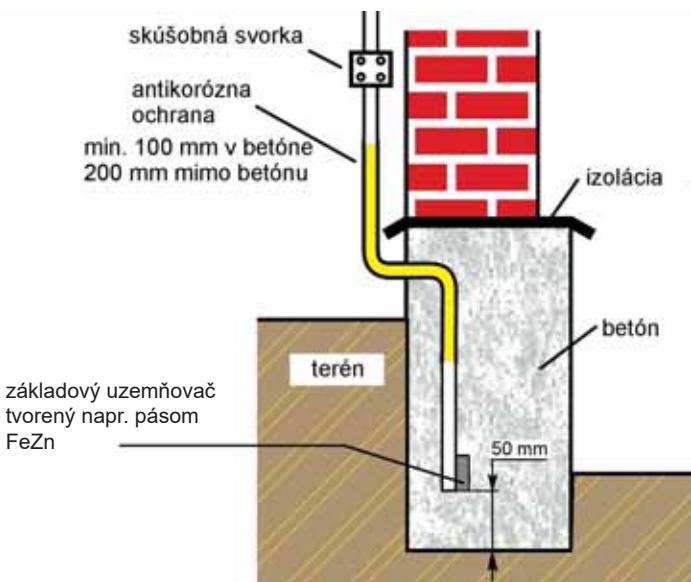


Výber materiálov a ich rozmerov na zriaďovanie uzemňovačov a uzemňovacích sústav musí zohľadňovať ich predpokladané prúdové a mechanické zatiaženie a musí **zohľadňovať vplyv korózie**. Hlavne pri uzemňovačoch, uzemňovacích sústavách alebo náhodných uzemňovačoch z ocele alebo pozinkovanej ocele uložených v zemi, ktoré sú vzájomne vodivo spojené s oceľou uloženou v betóne (napr. základowý 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**. Táto 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 sústavách v oblastiach s **jednosmernými bludnými prúdmi** sa odporúča zriadit' na obvode uzemňovacej siete v protíahlých stranach aspoň **štiri skúšobné vetvy dĺžky 5 až 10 m rozpojiteľné v skúšobných šachtách**. V týchto šachtách možno po rozpojení skúšobnej svorky merat' odpor, intenzitu a smer jednosmerných bludných prúdov a z výsledkov merania posúdiť stupeň ohrozenia, funkčný a korózny stav uzemnenia.

Pri **novozriadených alebo rekonštruovaných uzemňovacích sústavách 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 **híbkové**. 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 funkciovou pred úrazom elektrickým prúdom sa označí farebne ako ochranný vodič**.

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

11.3.5 Uzemňovač na vyrovnávanie potenciálu krovového napäťa

Uzemňovač na vyrovnávanie potenciálu (ekvipotenciálny prah) je uložený vo vhodnej hĺbke a vzdialosti od vodivých 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 vzdialosti **1 m** od vodivého predmetu alebo konštrukcie.

Na zníženie hodnoty krovových napäťa sa ukladajú do zeme ďalšie vzájomne prepojené vodiče postupne do väčších vzdialenosí a hĺbek.

11.4 Hlavná uzemňovacia svorka

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

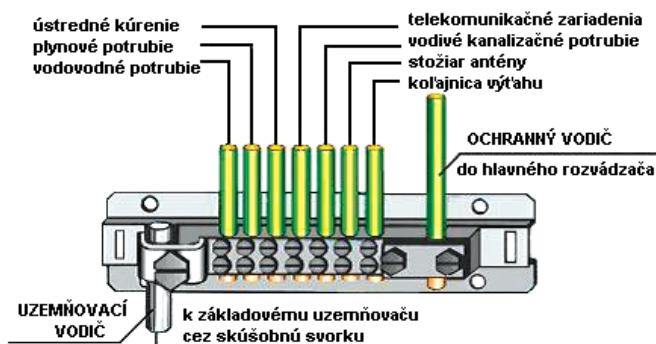
Na **hlavnú uzemňovaciu svorku** (HUP – pozri obrázok 11.4.1, HUS – obrázok 11.4.2) **musia byť pripojené**:

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



Obr. 11.4.1 Hlavná uzemňovacia prípojnica (HUP)

Odporuča 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 splňať podmienky na samočinné 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 elektroinštalačné rúrky (ak splňajú tieto tri požiadavky):

1. Ich elektrická spojitosť sa musí zaistit konštrukciou alebo vhodným spojením tak, aby bola zaistená ochrana proti mechanickému, chemickému alebo elektrochemickému poškodeniu.
2. Musia splňať 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 stat 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 elektroinštalačné rúrky, ak nie sú skonštruované na tieto účely,

- ohybné kovové časti,
- podperné vodiče, kálové rošty a kálové 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 pláste kálov:

 - v jednosmerných sietiach a tam, kde je nebezpečenstvo korózie zapríčinenej bludnými prúdmi,
 - v prostrediacich so zvýšenou koróznou agresivitou ohrozujúcou bežnú protikoróznu ochranu.

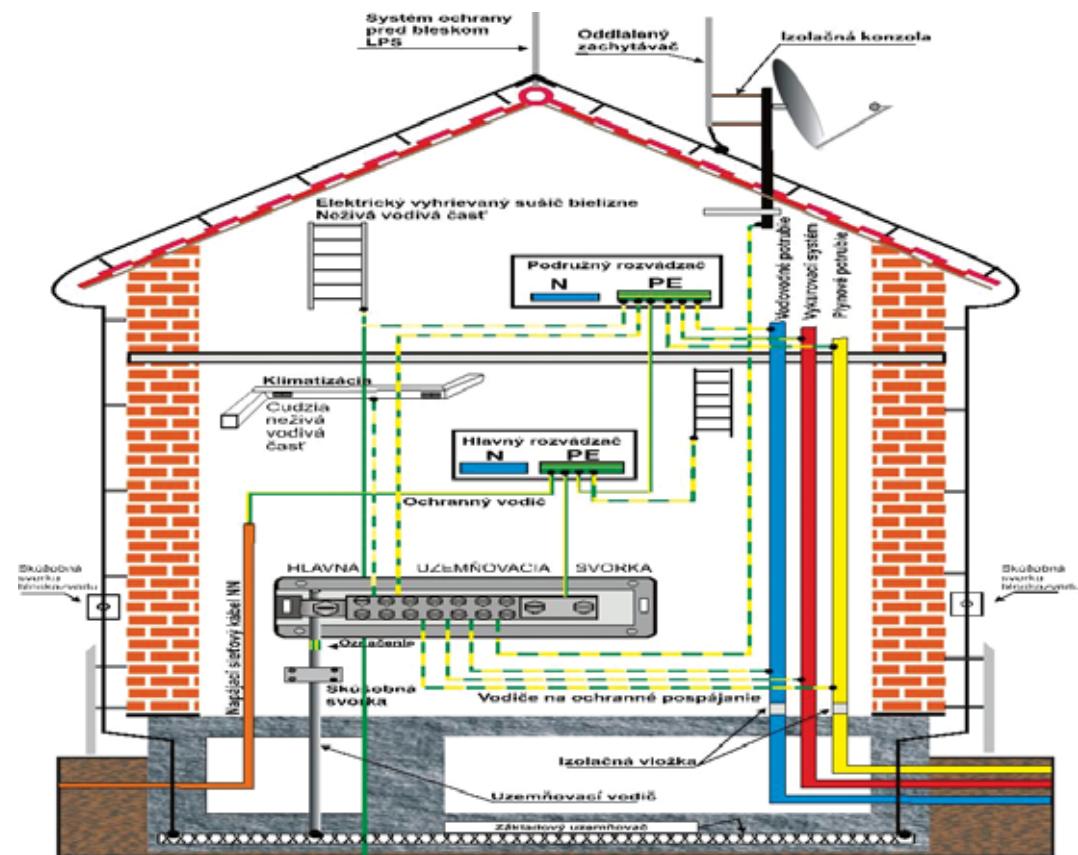
Vzhľadom na to, že kovové vodovodné potrubie sa v súčasnosti už **nesmie použiť ako ochranný vodič alebo ako vodič ochranného pospájania**, vodovodné potrubie už nie je uvedené ani medzi uzemňovačmi. Nová STN 33 2000-5-54: 2012 už nepožaduje premostenie vodomerov na vstupe do objektu budovy.

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 viest' spoločne s krajnými vodičmi,
- ochranný a náhodný ochranný vodič má mať čo najmenší počet spojov, ktoré majú mať dlhodobo spoľahlivý dotyk chránený proti korózii. Pri spájaní neživých častí zariadení s nosnou časťou pomocou skrutky a vejárovej podložky sa musí prihladiť 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 napäťom. 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 prostrediacich 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 prostrediacich, ak sú v dosahu ruky, musia sa vodivo spojiť po celej dĺžke. Na to sa musí urobiť vodivé prepojenie v prírubách a vhodne umiestniť svorku 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 viest' 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 izolované, aby sa zabránilo bludným prúdom.



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

Stanovenie prierezu ochranného vodiča výpočtom sa použíje 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 – velkost' 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 začiatočnej a konečnej teploty (hodnoty na výpočet uvádzajú 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 mm^2 pri vodičoch Cu,
- 10 mm^2 pri vodičoch Al,
- 50 mm^2 pri oceľových vodičoch (8 mm).

Prierez vodičov na ochranné pospájanie, ktoré sú pripojené na hlavnú uzemňovaciu svorku, by nemal byť väčší ako 25 mm^2 (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,
- hĺbkou uloženia uzemňovačov,
- spojenie uzemňovačov,
- vedenie uzemňovacích vodičov a umiestnenie kontrolných sácht.

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 prípojnici?
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 obydliah. 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 podrobne 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 nariem bol prevzatý aj do normalizačnej sústavy Slovenskej republiky. Súbor nariem 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 nariem začal platíť od 1. 11. 2006 aj v **Slovenskej republike**. Podľa týchto nariem 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 metodiky niektorých potrebných výpočtov.

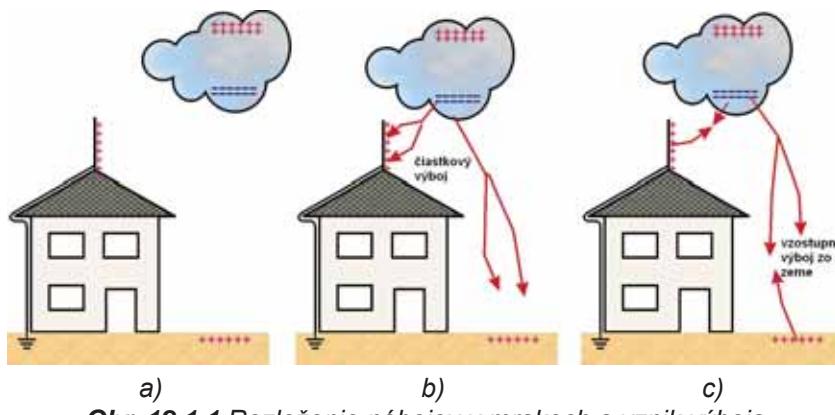
12.1 Vznik atmosférického výboja

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

Mechanizmus vzniku elektrických nábojov v mrakoch je dostatočne objasnený. K nabitiu 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 polarity, ktoré napomáhajú uzavoreniu 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 zemeguliou 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 (strmost' – 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 podsváva pod teplý a vytláča ho do horných vrstiev. Atmosférické výboje môžu vznikať následne medzi mrakom a mrakom alebo mrakom a zemským povrhom.

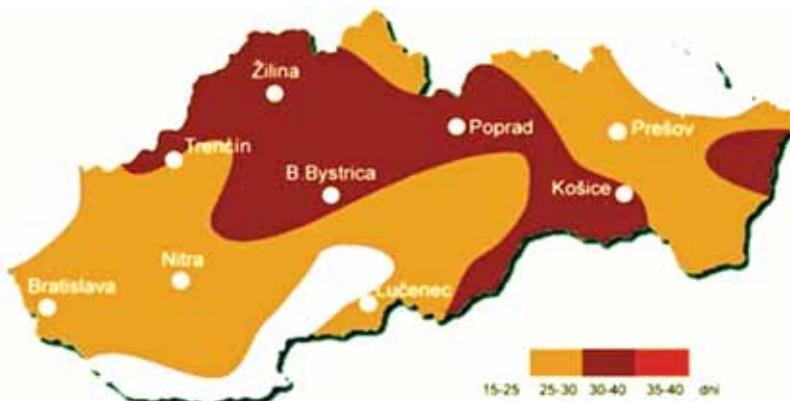
Známe sú štyri druhy zemných výbojov:

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 bráť 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 najvhodnejšiu 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.

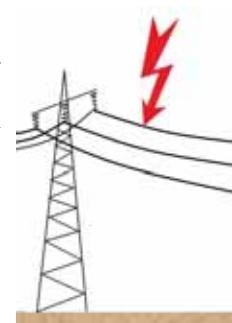


Dôsledky jednotlivých typov úderov sa dajú opísat' nasledovne:

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.

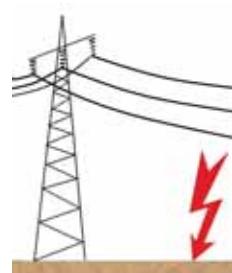
Priamy úder blesku do objektu vybaveného vonkajšou ochranou pred účinkami blesku – v tomto prípade sa škodlivé účinky znížia, nakoľko je zámerne vytvorená vodivá dráha na jeho zvedenie do **zeme tak, aby bleskový prúd netiekol po konštrukcii objektu a nepoškodil ju tepelne a mechanicky**. Aj pri **bleskozvodom** dobre chránenom objekte sa predpokladá, že až 50 % rušivých prúdov sa dostane do chráneného objektu po vedeniach NN, slabopruďových rozvodoch, rôznymi elektrickými väzbami a pod. Na zabránenie ohrozenia života živých bytostí a ochranenie 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 podrobnejú 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 prepätiá.



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 prepätiá.

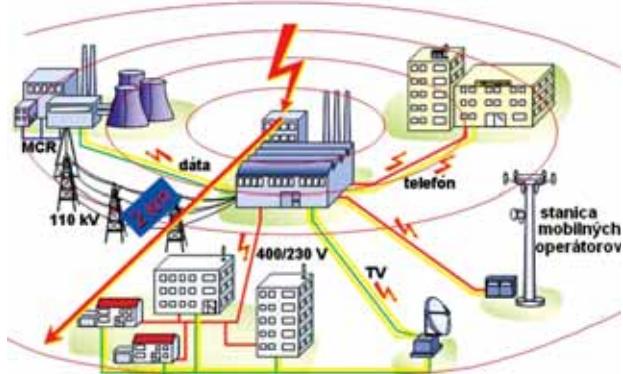
Blízky úder blesku – silné galvanické, indukčné a kapacitné väzby vznikajú práve v takomto prípade. Zdrojom galvanických väzieb, pri ktorých vznikajú nežiaduce rozdiely potenciálov, je uzemňovacia sústava, na ktorú sú pripojené káblové a ostatné vedenia. Indukčné a kapacitné väzby sú príčinou vzniku prepätií v samostatných navzájom oddeľených 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.

Vzdialý úder blesku – pri vzdialom údere blesku (približne 2 km) sa prepäťová vlna šíri po vzdušnom vedení približne rýchlosťou svetla a po káblom vedení polovičnou rýchlosťou. **Dôsledkom šírenia je poškodenie izolátorov, izolácie a elektrických zariadení v objektoch.**

Prepäťovú vlnu čiastočne tlmia transformátory, ale galvanické, indukčné a kapacitné väzby medzi ich vinutiami a vývodmi nemožno úplne utlmit². Dosah účinkov je pre súčasnú techniku nebezpečný až do vzdialosti 2 km. Poškodené bývajú najčastejšie siete informačných, komunikačných a riadiacich technológií.



Obr. 12.2.1 Vzdialý úder blesku

Výboj medzi mrakmi – v tomto prípade dochádza k vzniku indukovaných napäť rádovo kV. Tieto impulzy sa šíria po rôznych vedeniach a ich účinky sú v podstate rovnaké ako pri vzdialom 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 bráť do úvahy všetky zásahy blesku, ktoré môžu poškodiť objekt, nepriaznivo ovplyvnia objekt, a teda spôsobia 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**):

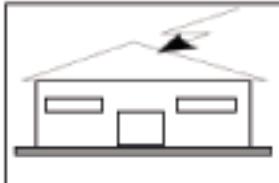
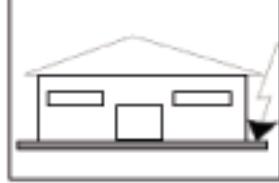
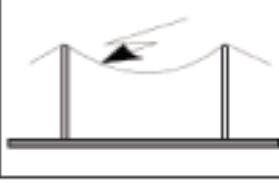
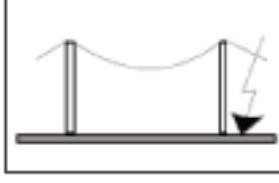
- **D1** – úraz živých bytostí (osôb alebo zvierat) spôsobený elektrickým šokom následkom dotykových alebo krovkých napäťí,
- **D2** – hmotná škoda (požiar, výbuch, mechanické alebo chemické účinky spôsobené fyzikálnymi účinkami od bleskového výboja),
- **D3** – poruchy elektrických alebo elektronických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

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 ekonomicke straty (strata dát, zničenie zariadení a pod.).

Škody na inžinierskych sietach – blesk, ktorý udrie do inžinierskej siete, môže spôsobiť jej samotné poškodenie (vedenie alebo potrubie používané na poskytovanie služby – zabezpečenie komunikácie), rovnako môže udriť 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 zákonomoch, vyhláškach a technických predpisoch. Pojem bezpečnosť by si ale mohol každý autor projektu vysvetliť subjektívne, a preto je v súbore nariem 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 zákonom 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, škodach spôsobených bleskovým prúdom, ekonomických dôvodoch a význame zriaďovania systému ochrany pred bleskom LPS, ochranných opatreniach a o základných kritériach 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 sietiach 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 vnútornnej 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 krovovým napäťom 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 prepäťím 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 siet (*electrical system*) – zahrňa prvky napájané napäťom NN.

Elektronický systém (*electronic system*) – zahrňa 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.

Vnútorný 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.

Ekvipotenciálne 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 prepäťí 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 vznikutej 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 **priadenie k stupni hodnôt**, v ktorej sa podľa pravdepodobnosti úderu blesku, podľa ekonomickeho 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 súčasti ochrany pred bleskom a prepäťím 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 valiaci 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 valiaci 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.



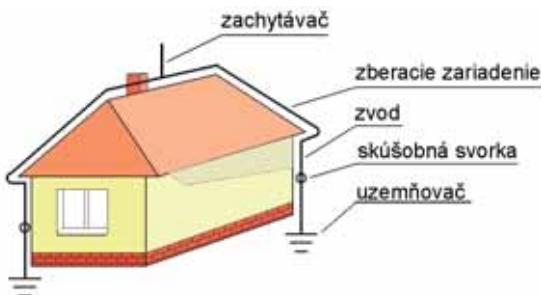
Obr. 12.3.1 Prehľad typov striech

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 rozptylí 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.

Kedže v princípe **ide o zabránenie preskoku bleskového prúdu na vnútorné kovové inštalácie**, môže byť takýto bleskozvod mechanicky uchytňený 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 podpery, držiaky vedení a vodiče s vysokonapäťou 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 vzdialenosťí (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. Zachytávacia sústava a zvody sú umiestnené tak, že dráha bleskového prúdu **môže byť v dotyku s chráneným objektom** – vonkajší LPS je pripojený k chránenému objektu. Uvedené časti bleskozvodu sa môžu nahradíť 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 chráneného objektu, a preto je potrebné prijať ďalšie ochranné opatrenia.

Návrh takéhoto bleskozvodu si vyžaduje dôslednú koordináciu jednotlivých profesíí na stavbe a dôsledné vodivé pospájanie všetkých vodivých konštrukcií v objekte. Tieto spoje musia byť schopné viest 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.

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

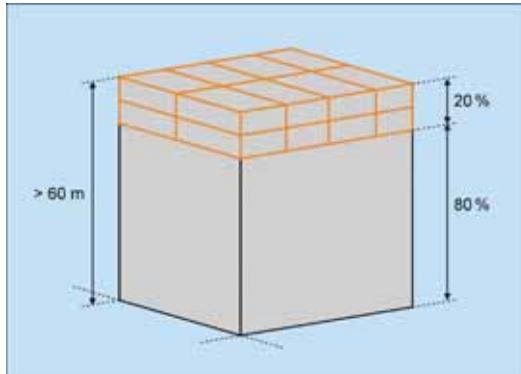
- zachytávacie tyče,
- zavesené laná a drôty tvoriace zachytávacie vodiče,
- mrežové sústavy.

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 uhlia** (strešné nadstavby, anténne systémy).

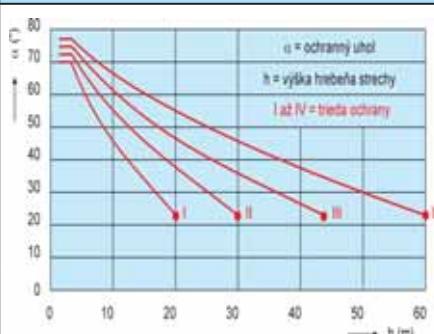
Z dôvodu zlepšenia ochrany pred účinkami blesku elektronických a elektrických zariadení umiestnených na bokoch objektov norma predpisuje na **stavby vyššie ako 60 m** umiestniť zachytávacie sústavy tak, aby okrem ochrany hornej časti bola zabezpečená ochrana horných 20 % výšky objektu a na ľom uchytených 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 ošetrené 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
	ocel pozinkovaná	4,0	0,5
	titán	4,0	0,5
	med'	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; rúrky 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, príčom zvýšenie teploty v mieste úderu blesku nespôsobí žiadne nebezpečenstvo.

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

Vyhodovenie 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:

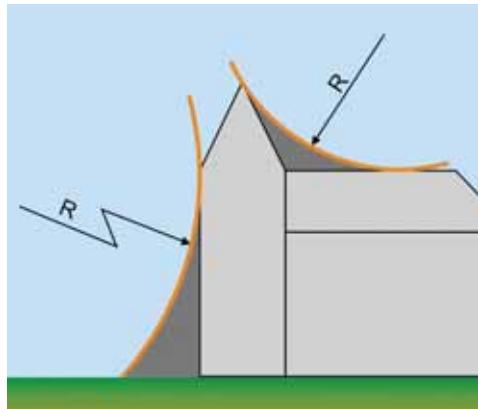
1. Metóda valivej bleskovej gule

Je vhodná na všetky typy objektov a odporučená 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.

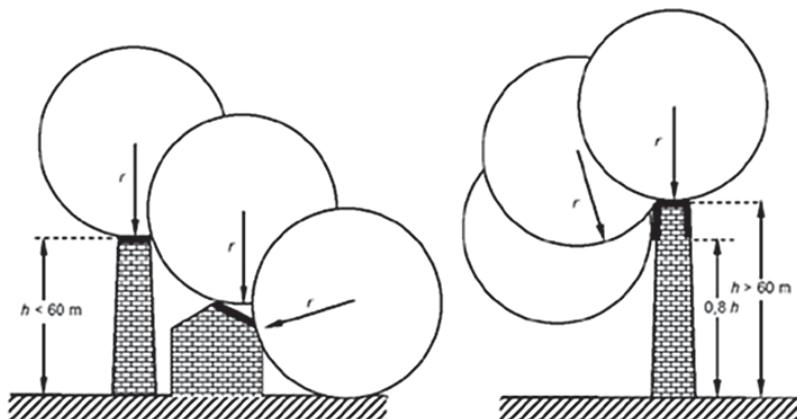
Tab. 12.3.2.5 Priradenie polomeru valiacej sa bleskovej gule podľa triedy LPS

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.



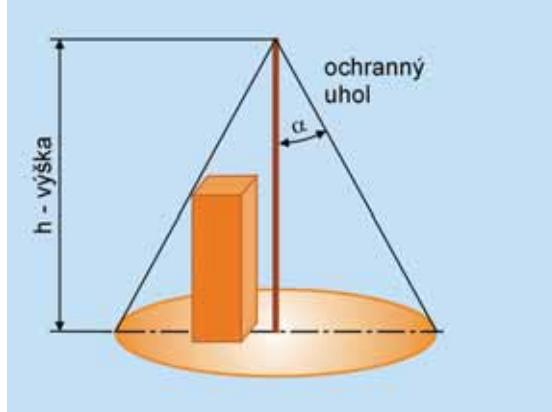
Obr. 12.3.2.6 Návrh zachytávacej sústavy objektu metódou valivej bleskovej gule



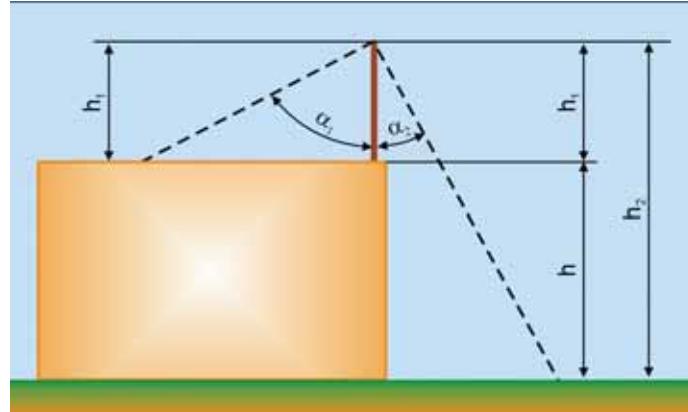
Obr. 12.3.2.7 Návrh zachytávacej sústavy objektov metódou valivej bleskovej gule

2. Metóda ochranného uhlá

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.



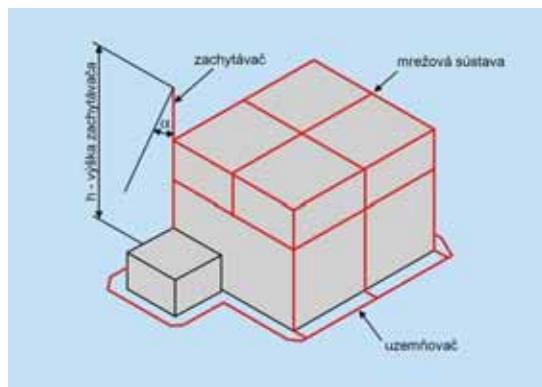
Obr. 12.3.2.8 Návrh zachytávacej sústavy objektu metódou ochranného uhlá



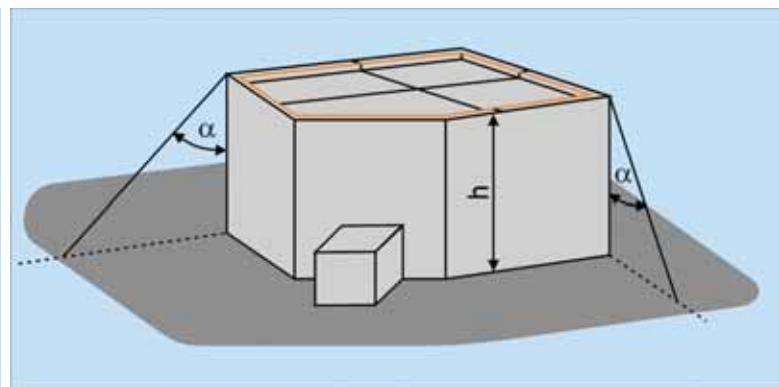
Obr. 12.3.2.9 Návrh zachytávacej sústavy objektu metódou ochranného uhlá

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 inštalačné 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.

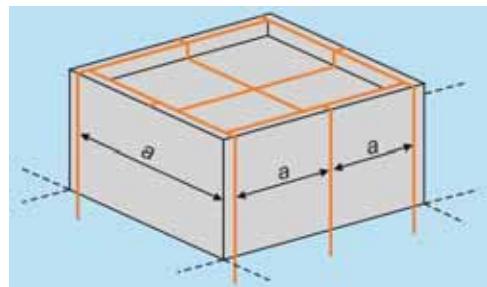
Vyhotovenie zvodov – zvody je potrebné na objektoch rozložiť a umiestniť tak, aby medzi miestom úderu blesku a zemou:

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

Umiestnenie a počet zvodov neoddialeného LPS – minimálny počet zvodov neoddialeného LPS sú dva zvody. Zvody sa rozmiestňujú po obvode budovy (tabuľka 12.3.3.1) v závislosti od triedy LPS, pokiaľ možno v rovnakých vzdialostiach (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 Vzdialenosť medzi zvodmi a obvodovými vodičmi podľa triedy LPS

Trieda LPS	Vzdialenosť (m)
I	10
II	10
III	15
IV	20

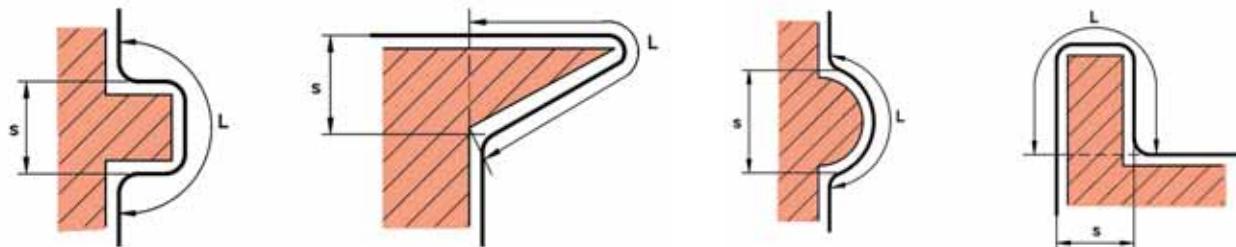


Obr. 12.3.3.2 Rozmiestnenie zvodov po obvode objektu

Rozmiestnenie a počet zvodov oddialeného LPS:

- ak je tyčový zachytávač umiestnený na nekovom oddialenom stožiari, je potrebný minimálne jeden zvod na každý stožiar. Kovové stožiare alebo stožiare vzájomne prepojené armovaním, pričom armovanie je využité a konštruované ako neizolovaný bleskozvod, nepotrebuju 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 vzdialenosť (s), aby nedošlo k preskuwu 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 vzdialosť d v metroch vyhovovať podmienke (pozri obrázok 12.3.3.4):

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

kde s predstavuje dostatočnú (bezpečnú) vzdialosť v metroch.

Dostatočná vzdialosť s musí byť:

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

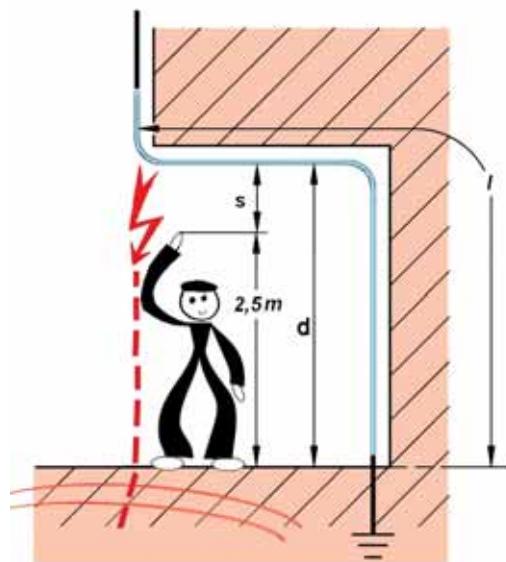
kde je:

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 previsutej 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 µs).

Pri inštalovaní zvodov je vždy nutné **dodržať predpísané vzdialenosť** 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 prostredí s možnosťou zvýšenej korózie** (odkvapy a pod.) a rovnako nemajú prechádzat **priestormi balkónov, lodžií 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 uvedomiť 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
med' holá a pocínovaná	tuhý pásik	50	2	hrúbka
	drôt	50	8	Na malé zatiaženie 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 vzdialenosťi zvodov, ak je to možné, mali by byť inštalované dodatočne aj **vnútorné zvody**, a to približne každých 40 m. V takomto prípade treba brat' 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 vzdialenosťi 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 zlatiny AlMgSi s PVC obalom**.

STN EN pre skryté zvody dovoľujú využívať aj **armovanie železobetónových nosníkov a podporných 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 vzdialenosť 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 zhrozené minimálne dva zvody.

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

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

Usporiadanie vodičov zvodov	Vzdialosť na uchytenie lán a pásiakov [mm]	Vzdialosť 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 vnútornnej 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 rozpojiteľná 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.

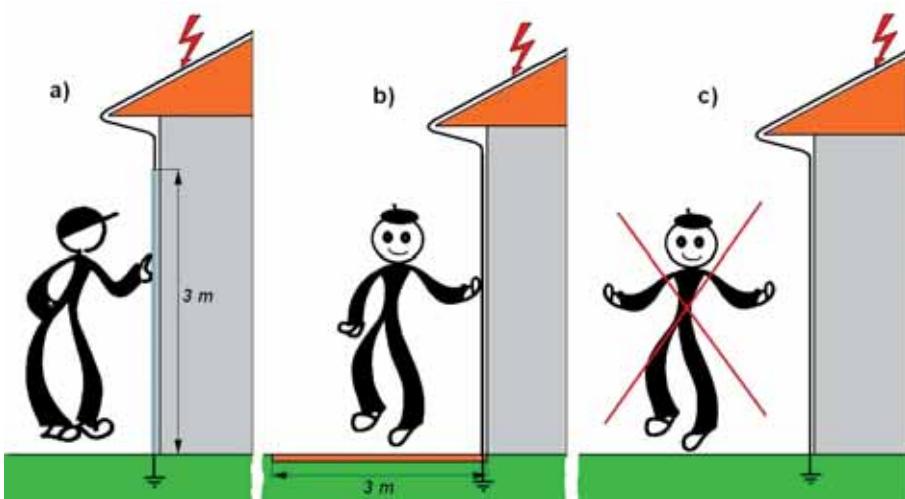
Pri železobetónových alebo oceľových konštrukciách, ktoré sú využité ako náhodné zvody, sa skúšobné svorky nevyžadujú.

12.3.5 Ochrana pred krokovým a dotykovým napätiom

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

Tieto opatrenia spočívajú v splnení aspoň jednej z uvedených podmienok:

- časti 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 nachádzat do vzdialosti 3 m od zvodu, musí byť 5 kΩ a väčší. Túto podmienku spĺňa napr. živčný 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 dotykovým alebo krokovým napäťom

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 rozptyliť do povrchových vrstiev zeme**. Aby bol prechod bleskového prúdu do zeme rovnomerný, uzemňovacia sústava musí splňať určitý tvar a príslušné rozmery. Odporúča sa vyhotoviť integrovanú sústavu na uzemnenie objektu tak, aby vynikala ochrana 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**.

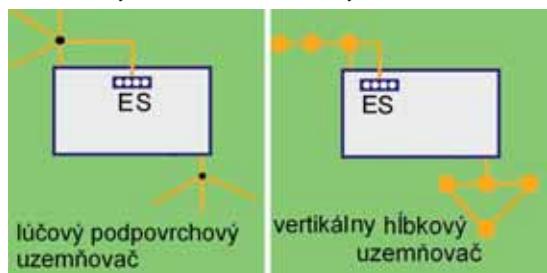
Norma STN 33 2000-4-41 udáva ako mieru kvality zemný odpor max **2 Ω** v prípade, že uzemňovacia sústava objektu je spojená s uzemnením z elektrorozvodnej sústavy.

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

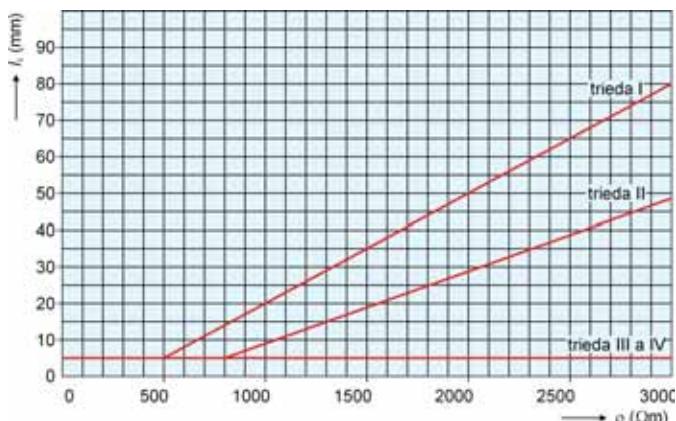
- **tyčové alebo rúrkové,**
- **pásikové alebo drôtové,**
- **základové strojené,**
- **základové náhodné (kovové výstuže v betóne),**
- **kovové vodivé výstuže iných betónových častí, ktoré sú uložené v zemi,**
- **kovové doskové (neodporúčajú sa).**

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.



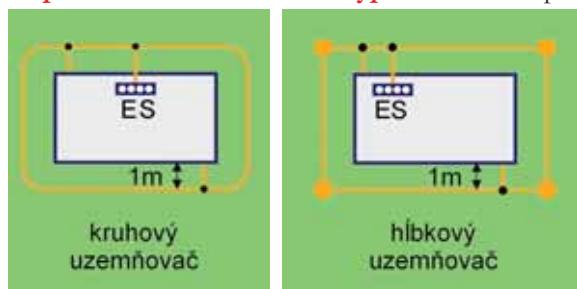
z grafu na obrázku 12.3.6.1 a pri zvislých uzemňovačoch je minimálna dĺžka **0,5 l₁** podľa triedy LPS.



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 uzavoreného krahu vedeného vo vzdialosti 1 m a hĺbke minimálne 0,6 m okolo vonkajšieho obvodu chráneného stavebného objektu. Obvodový uzemňovač môže byť doplnený zvislým hlbkovým 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, II, IV, musí sa tento doplniť. Je potrebné dodatočne inštalovať horizontálny alebo vertikálny uzemňovač, alebo strojený okružný uzemňovač, vytvorený vo vzdialosti 1 m od predmetného objektu v tvare uzavretého prstanca v hĺbke minimálne 0,6 m. Ak pri základovom uzemňovači je stredný polomer r_e plochy, ktorá je ním uzavretá, s menšou hodnotou než l_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 $r_e \geq l_1$, kde l_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 zriadíť základovú uzemňovaciú 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.

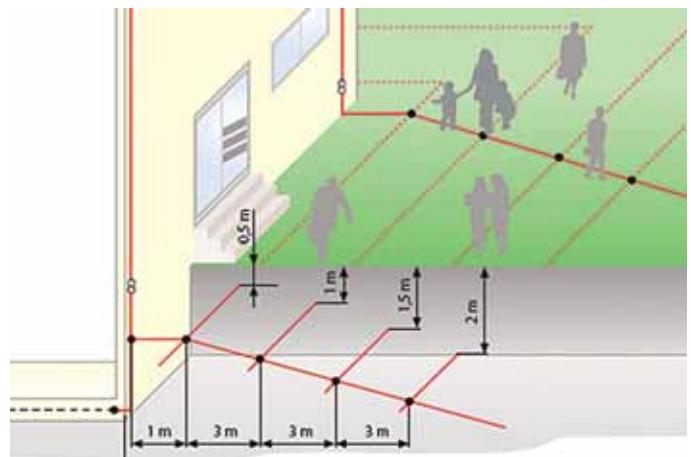
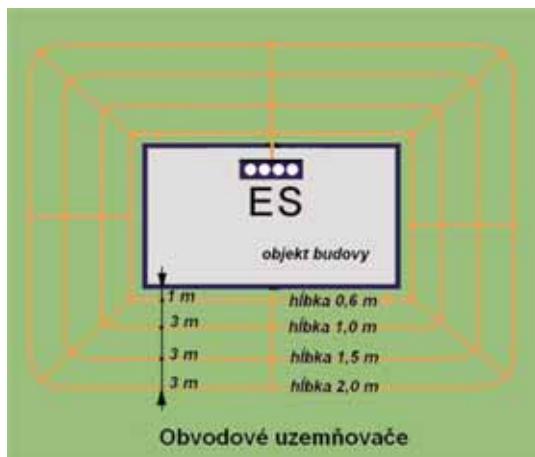
Minimálne prierezy použitých materiálov sú uvedené v tabuľke 12.3.6.2.

Tab. 12.3.6.2 Rozmery materiálov uzemňovačov

Materiál	Druh vodiča	Minimálny dovolený rozmer	
		tyč	vodič alebo doska
med'	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
ocel'	rúrka	Φ 20 mm	
		min. hrúbka steny 2 mm	
	doska		500 × 500 mm
			min. hrúbka 2 mm
	guľatina pozinkovaná	Φ 16 mm	Φ 10 mm
	rúrka pozinkovaná	Φ 25 mm	
		min. hrúbka steny 2 mm	
ocel'	pásik pozinkovaný		90 mm ²
			min. hrúbka 3 mm
	doska pozinkovaná		500 × 500 mm
			min. hrúbka 3 mm
	guľatina pomedená	Φ 14 mm	
	guľatina holá do betónu		Φ 10 mm
nehrdzavejúca ocel'	pásik holý alebo pozinkovaný do betónu		75 mm ²
			min. hrúbka 3 mm
	lano pozinkované do betónu		70 mm ²
			min. ϕ žily 1,7 mm
	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 zemine. 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 včasou 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 podrobne nezávislé merania v laboratóriach 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 Manchesteri

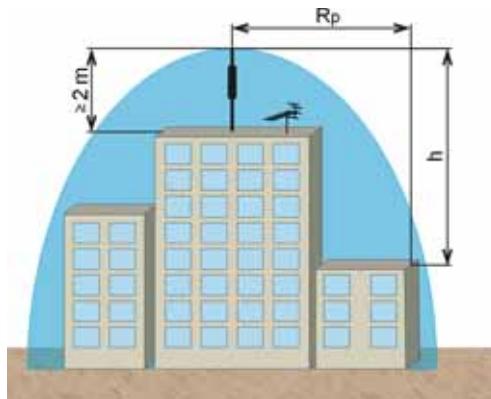


Obr. 12.4.2 Inštalácia aktívnych a klasických zachytávačov v Novom Mexiku, zriadená s cieľom dlhodobého porovnávania v prírodných podmienkach. Merania prebiehali 8 rokov. Prakticky bolo preukázané, že aktívny zachytávač nie je účinnejší ako klasický zachytávač.

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 bleskovzvodom 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



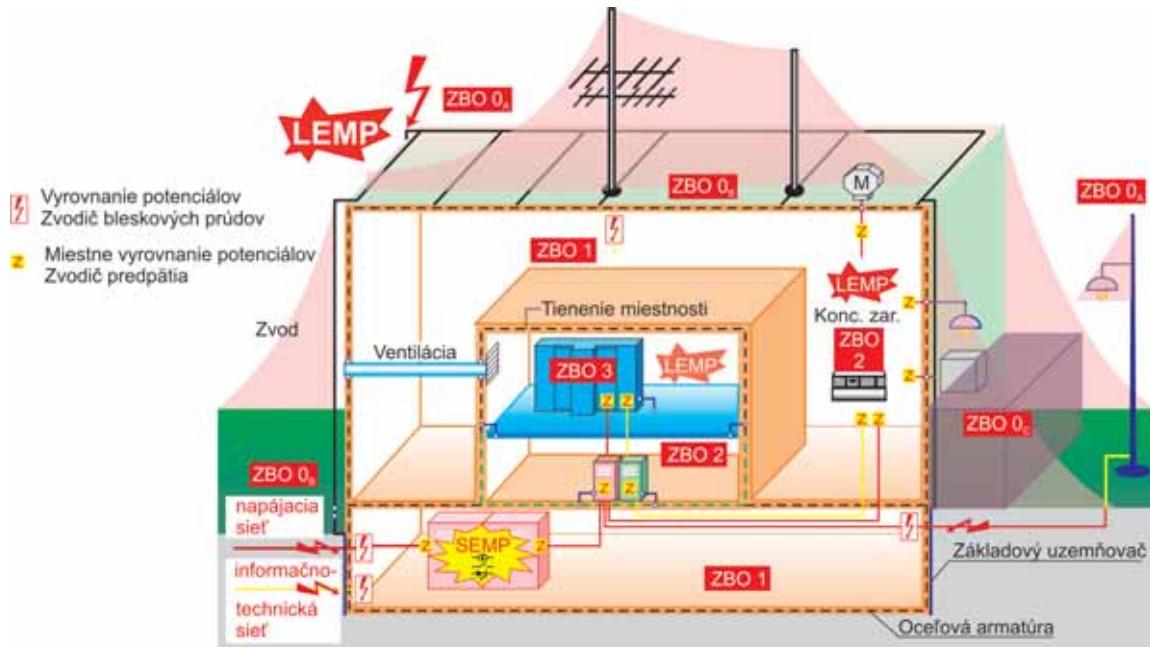
Obr. 12.4.4 Zásah blesku do ochranného priestoru definovaného inou metódou, ako je definovaná v medzinárodnej norme STN EN 62305-3

12.5 Vnútorný systém ochrany pred bleskom

Vnútorný 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 elektromagnetic 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. Vnútorné 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 muroch objektu, terasy a nižšej strechy, ale ohrozenie je spôsobené plným elektromagnetickým poľom. Vnútorné systémy sú namáhané **čiastkovými** 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 napäti.

Vnútorné 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 stien,

LPZ₃ – zóna predstavujúca priestor vo vnútri kovových skriň 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 prípojnica 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 spojmi,
- zariadeniami ochrany pred prepäťím (*surge protective device – SPD*) tam, kde nemožno vykonáť 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	med'	14
	hliník	22
	ocel'	50

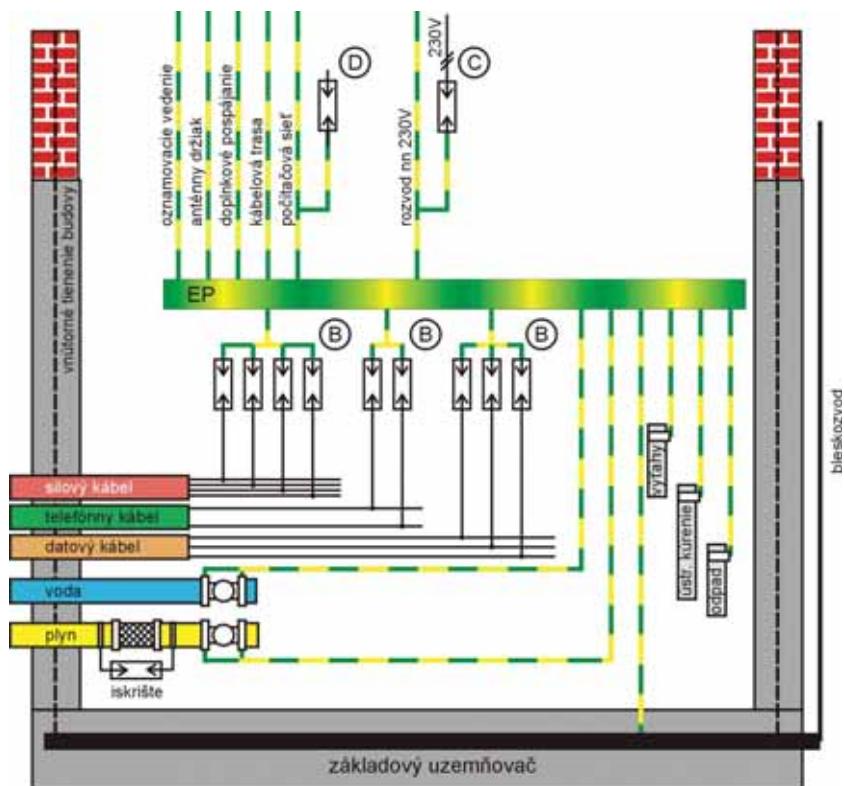
Tab. 12.5.3 Minimálne rozmery vodičov spájajúcich vnútorné kovové inštalácie k EP

Trieda LPS	Materiál	Prierez (mm ²)
I až IV	med'	5
	hliník	8
	ocel'	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 tieť čiastkový bleskový prúd.

**Obr. 12.5.4 Pospájanie na rovnaký potenciál v objekte budovy**

B - zvodiče prepájania triedy B pre silové a oznamovacie vedenia

C - zvodiče prepájania triedy C pre silový rozvod

D - zvodič prepájania triedy D pre ochranu výpočtovej techniky a oznamovacích zariadení

Dostatočná vzdialenosť s sa vypočíta:

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

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 dostačná 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 sprevádzza intenzívnu zmenu 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:

- betónárske výstuže,
- nosné i nenosné stavebné konštrukcie,
- opláštenie fasád,
- tienenie káblor.

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

- vodivého tienenia kálov schopného zviesť predpokladané čiastkové bleskové prúdy,
- uloženia kálov v dobre uzavretých kovových kálových trasách,
- uloženia kálov v kovových tieniacich rúrkach.

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

Prepäťové ochrany SPD – zariadenie ochrany pred prepäťom (*surge protection device – SPD*) zabezpečuje vnútornú ochranu objektov pred účinkami atmosférických výbojov. **Ide o zvodiče bleskových prúdov a prepäťi.** Ich účelom je **vyrovnanie potenciálov** v prípadoch, keď nemožno jednotlivé vodivé časti, na ktorých môže vzniknúť rozdiel potenciálov, prepojiť priamo galvanickou väzbou. Túto problematiku uvádzajú 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 prepäťia aj značné škody na elektrických a elektronických zariadeniach a zapríčiniť úrazy elektrickým prúdom.

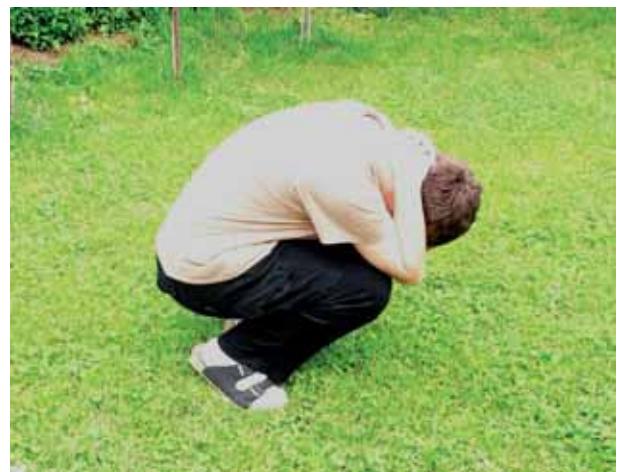
Priame zásahy blesku do človeka sú pomerne zriedkavé, ale spravidla končia tragicky. Na usmrtenie zvyčajne stačí, aby blesk udrel v blízkosti človeka. Okolo miesta zásahu blesku sa vytvára nebezpečné krokové napätie, ktoré ohrozenie život ľudí, ale aj zvierat. Preto je dobré poznávať zásady ochrany osôb 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 pobytu 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 blískaním sú predzvestou blížiacej sa búrky. Vzdialenosť búrky od miesta pobytu možno ľahko odhadnúť pomocou rýchlosťi šírenia sa zvuku, t. j. z časového intervalu medzi zábleskom a následným zahrmením. **Pri rozdieli 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 vyhľadáta 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 kočáke a pod.

V prípade väčšej skupiny nachádzajúcej sa v prírode je lepšie **sa rozptýliť v priestore oddelené 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 nelíhat' 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 lakte dat' 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, vyhliadkové 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 zotrývať 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 vyvolat' šok a spôsobiť následné utopenie.

2. Ako sa správať počas búrky v objekte budovy

Pokiaľ sú budovy vybavené ochranou pred bleskom a prepäťom 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.

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

Inštalované špeciálne prepäťové ochrany na siet'ové, 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 klietku**, ktorá poskytuje vnútornnej posádke **spoľahlivú ochranu pred priamym zásahom blesku**. Kabriolety bez kovovej strešnej kostry alebo rámu i pri uzavorenenej streche už bezpečné nie sú. Podobne nové automobily s plastovými časťami karosérie už nepredstavujú bezpečnú Faradayovu klietku. **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 zláknuť silného zvukového efektu. Na svetelných križovatkách, na železničných prejazdoch a iných signalizačných zariadeniach je namiesto 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, d'aleko od exponovaných miest prerušíť návštuvou 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 prerušíť, vozidlo odstaviť a vzdialit' sa od neho na dohľad alebo ho uzamknúť**.

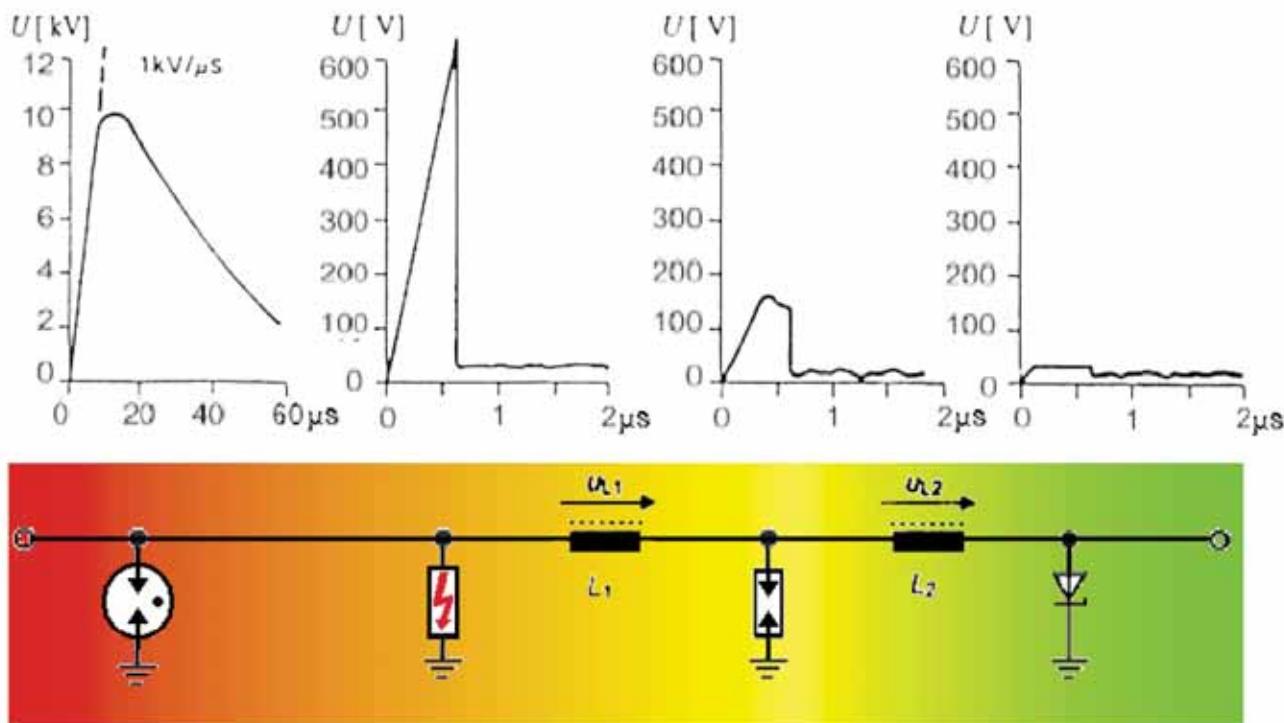
Otázky a úlohy:

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 vykonat v previsnutej časti objektu pre bezpečnosť osôb?
10. Ako sa robí ochrana pri zvode bleskozvodu pred krovovým a dotykovým napätiom?
11. Charakterizujte uzemňovače typu A a typu B.
12. Čo je to dostatočná vzdialenosť „s“ a ako sa vypočíta?
13. Aké zvodiče bleskového prúdu typu 1 sú vhodnejšie na zvedenie bleskového prúdu?
14. Ako chránime objekt pred prepäťím zo strany sietového 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

Vnútorný 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 kaskádovo (odstupňovanými), pozri obrázok 13.1.



Obr. 13.1 Kaskádovo (odstupňované) usporiadane prepäťové ochrany

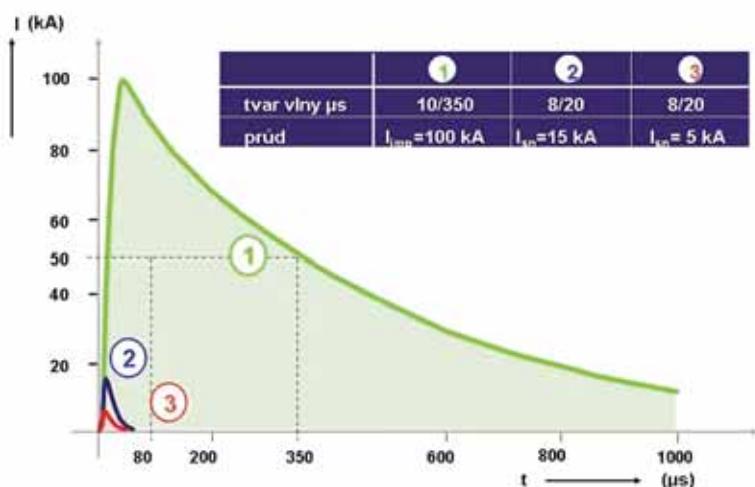
Zvodiče prepätiá sa označujú **SPD** (*surge protective device*) a rozdeľujú sa podľa čl. 3.16 STN EN 62305-4: 2013 do troch typov – **typ 1**, **typ 2** a **typ 3**.

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 simulovalým skúšobným bleskovým prúdom I_{imp} (10/350 μ s) zodpovedajúcim tvarom vlny reálnemu blesku. Po skúške musí výrobca uviesť, aký bleskový prúd je schopný zvodič zvestiť a aká je jeho ochranná úroveň. Ako ochranné prvky sa používajú otvorené alebo zapuzdrené iskriská. Táto ochrana sa inštaluje **do hlavného rozvádzaca**.

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

Zvodič prepäťia 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 prepäťím sa používa hybridný generátor (s vnútorným odporom $2\ \Omega$) generujúci impulzné napätie naprázdno v tvare **(1,2/50 µs)** a prúdový impulz nakrátko $8/20\ \mu s$. Ako ochranné prvky sa používajú v dátových ochranách ochranné diódy (Zenerova alebo supresorová), v zásuvkách a v zvodičoch prepäťia SPD T3 sa používa MOV (varistor). Inštalujú sa spravidla čo najblížie k chránenému technologickému zariadeniu (televízny prijímač, počítač a pod.). Ich menovitý zvodový prúd býva od 5 do 10 kA.

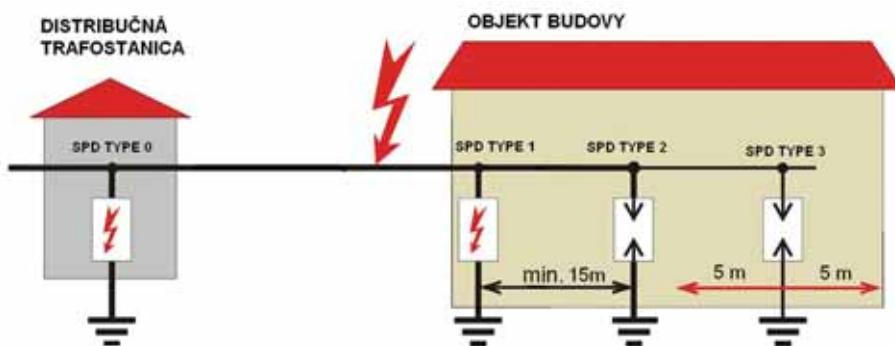
Dlhodobým meraním boli zistené a vytvorené matematické modely priebehov bleskového prúdu (pozri obr. 13.2), ktoré sa používajú na skúšanie prepäťových ochráničov – norma STN EN 62305-1: 2012. Tieto zodpovedajú tvarom vlny reálneho blesku. Prírodný bleskový výboj pri priamom údere má tvar rázovej prúdovej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



Obr. 13.2 Tvar skúšobnej prúdovej vlny

Schopnosť zvodiča SPD zvestiť 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 ochráničov zo strany sietového napájania**.

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

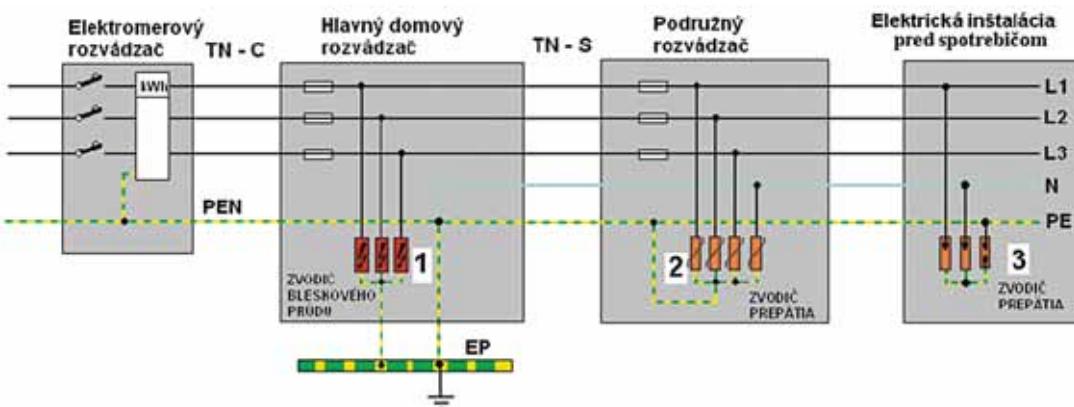


Obr. 13.3 Celkový prehľad prepäťových ochráničov SPD zo strany sietového napájania.
Väčšina výrobcov udáva vzdialenosť 10 m medzi SPD typu 1 a SPD typu 2.

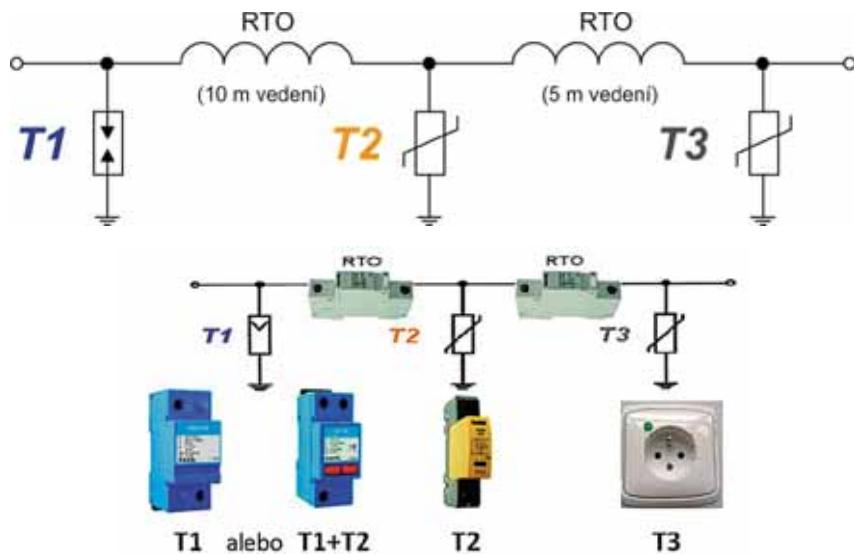


Obr. 13.4 Obmedzovač prepäťia typu 0 (na VN časti vedenia)

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 možnosť vedenia nahradíť rázovou oddeľovacou tlmívkou (RTO), ktorá musí byť dimenzovaná na menovitý prúd obvodu a musí byť použitá na všetkých pracovných vodičoch.

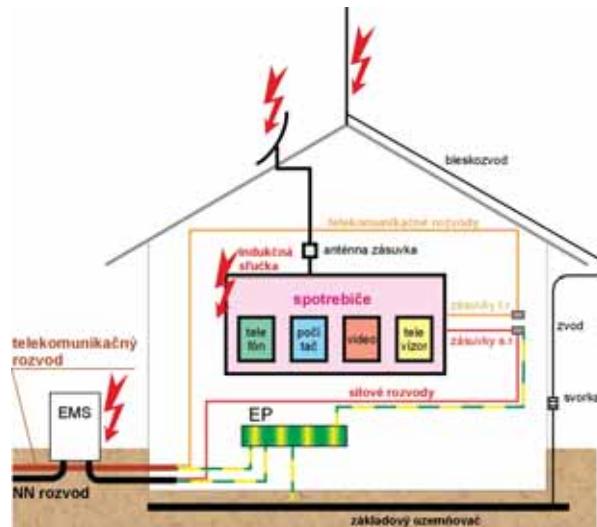
Medzi T2 a T3 (podľa určenia výrobcu) je 5 m vedenia alebo je možnosť vedenia nahradíť rázovou oddeľovacou tlmívkou (RTO), ktorá musí byť dimenzovaná na menovitý prúd obvodu a musí byť použitá na všetkých pracovných vodičoch (vrátane neutrálneho).

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 prepät'ová vlna (pozri obrázok 13.7):

- siet'ovým vedením NN,
- oznamovacím vedením,
- anténnym systémom.

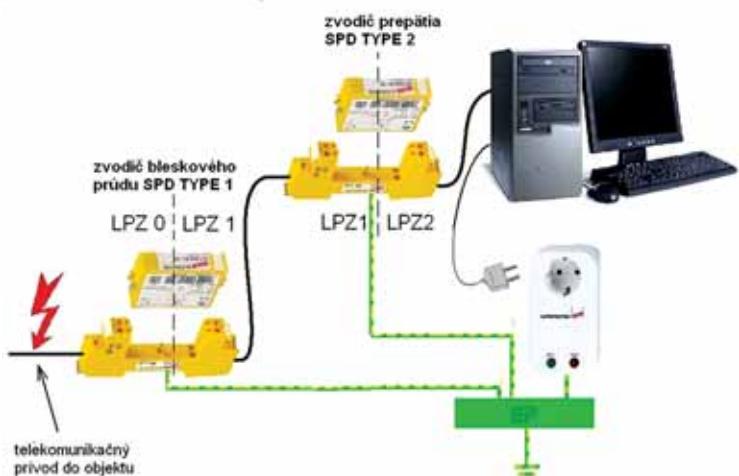


Obr. 13.7 Možnosti vniknutia prepäťovej vlny do objektu budovy

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. **Ochrannu informačných sietí tvoria zvodiče bleskového prúdu SPD TRIEDY 1 a zvodiče prepäťia 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.

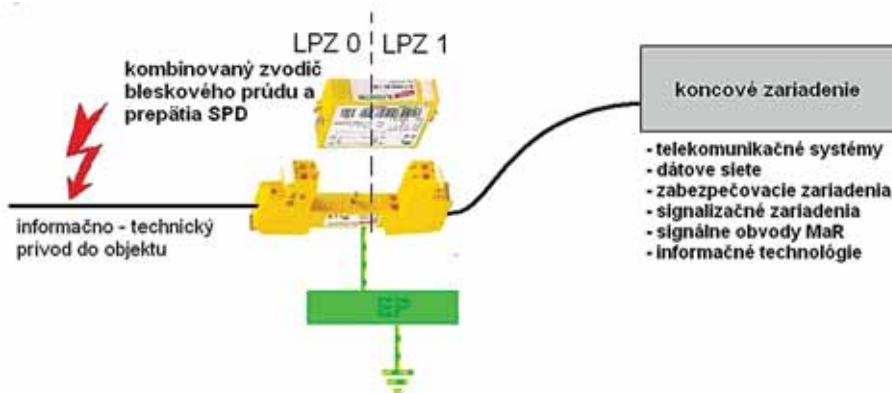


Obr. 13.1.1 Ochrana prepäťovými ochranami SPD telekomunikačného vedenia v objekte budovy

Ochrana dátových vedení sa uskutočňuje v súlade s topológiou (usporiadaním) siete. Základné požiadavky na ochranu oznamovacích zariadení pred účinkami blesku proti prepätiám 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 prepäťia, ktoré sú skonštruované tak, že je

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



Obr. 13.1.2 Ochrana informačno-tehnologických 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 prijem signálu z pozemných vysielačov a parabolické na prijem zo satelitných vysielačov**. 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 uznanou koncepciou ochrany pred bleskom a prepäťím, 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 iskisko** – iskisko 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.

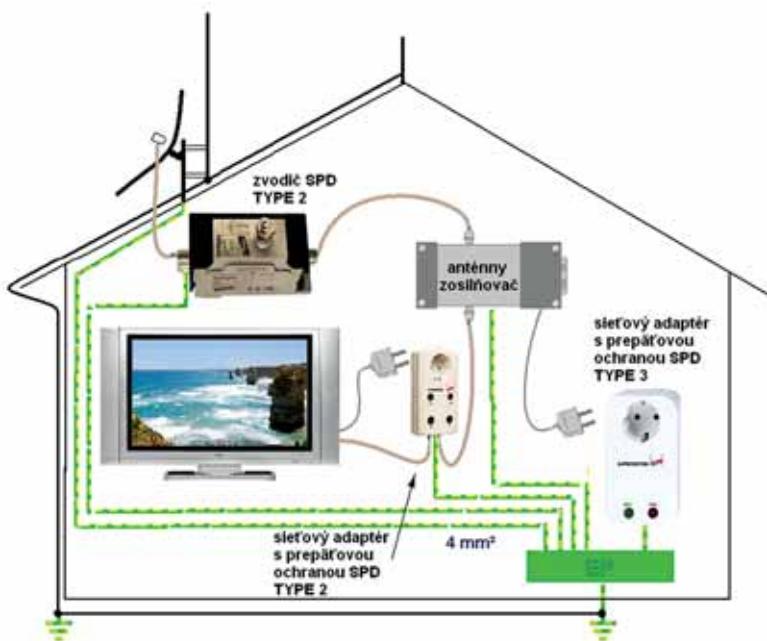
Spoľahlivý a účinný spôsob ochrany antén (terestrických i satelitných) spočíva v ich inštalovaní na streche objektu budovy v zóne LPZ_B v priestore chránenom pred priamym zásahom blesku, teda podľa súboru noriem STN EN 62305-4: 2013, pozri obrázok 13.2.1.

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 časťam 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 prepäťím sa realizuje zvodičom prepäťia SPD typu 2, umiestneným v blízkosti vstupu anténneho vedenia do objektu, a kombinovanou jednotkou sietový adaptér s prepäťovou ochra-



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



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 prepäťové vlny.
3. Opíšte jednotlivé druhy prepäťových ochrán SPD a uveďte, kde ich umiestňujeme.
4. Kde umiestňujeme prepäťovú ochranu SPD 3 a prečo?
5. Uveďte spôsoby ochrany elektrických zariadení pred prepäťom z napájacej siete.
6. Uveďte spôsoby ochrany dátových a telekomunikačných systémov pred prepäťom.
7. Uveďte spôsoby ochrany anténnych systémov elektronických zariadení proti prepätiu.
8. Kde uzemňujeme anténnu stožiar umiestnený na streche?

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

Aby bola ochrana proti prepätiám 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 prepäťových ochrán,
- správna koordinácia prepäťových ochrán.

14. OCHRANA PROTI NADPRÚDOM

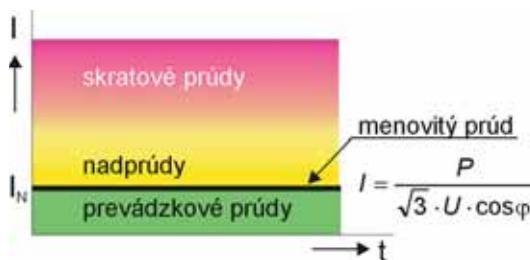
Nadprúdové ochrany majú za úlohu zabezpečiť ochranu elektrických inštalácií pred **preťažením a skratom**. Na tieto účely sa používajú poistky, ističe a ochranné ističe.

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 káblor.

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

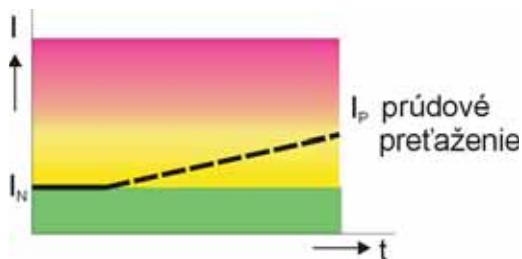
Nadprúd – zvýšený normálny prevádzkový prúd nad požadovanú hodnotu, majúci zvyčajne za následok vznik nebezpečných stavov, ktoré vyžadujú dostatočne rýchle samočinné odpojenie od zdroja napäťia po dosiahnutí daných kritických podmienok. Nadprúdy poznáme dvojakého druhu; nadprúd charakteru prúdového preťaženia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

Obr. 14.1 Prevádzkové prúdy, menovitý prúd a nadprúdy



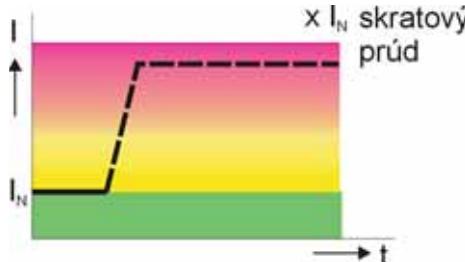
Prúdové preťaženie – dlhodobé miernejšie zvýšenie menovitého prúdu nad určenú dovolenú hodnotu, obrázok 14.2.

Obr. 14.2 Prúdové preťaženie



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 zaistíť, aby neboli prekročené najvyššie dovolené teplostoty jadier pracovných vodičov a kálov za dobu, než istiaci prvok vypne pret'aženie, resp. skrat. Na istenie v zariadeniach nízkeho napätia (NN) sa používajú istiaci prvky, ako sú poistky, ističe, ochranné ističe alebo istiaci 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 druhami istiacich prvkov (istič a poistka), musia sa porovnať ich vypínacie charakteristiky.

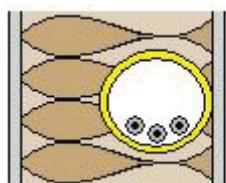
Istiaci prvky (ochranné prístroje) – zabezpečujú ochranu proti pret'aženiu alebo proti skratu, alebo súčasne proti pret'aženiu a skratu. Prvky chrániace proti skratu musia mať dostatočnú vypínaciu schopnosť, t. j., ich konštrukcia musí vydržať energiu uvoľnenú v danom obvode pri skrate. **Vysokú vypínaciu schopnosť majú poistky.** Iстичe majú nižšiu vypínaciu schopnosť. **Ak istič nemá pre dané miesto požadovanú vypínaciu schopnosť, je pred neho potrebné predradíť zodpovedajúce poistky.** Prioritou v istení je istenie vedenia a až následne istenie spotrebíča.

Istiaci prvky umožňujú:

- **odpojovať** pret'ažujúcu časť (poistky, ističe),
- **signalizovať** pret'aženie (nadprúdové relé),
- **obmedzovať** prúd (prúdové regulátory).

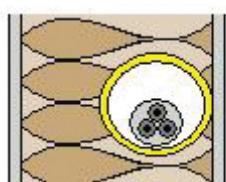
14.1 Spôsoby inštalácie vodičov a kálov s ohľadom na ich dovolenú prúdovú zat'ažiteľnosť

Norma STN 33 2000-5-52: 2012 definuje **referenčné spôsoby** uloženia vodičov a kálov do skupín A až G. Referenčné spôsoby sú také spôsoby inštalácie, pri ktorých bola **prúdová zat'ažiteľnosť 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.



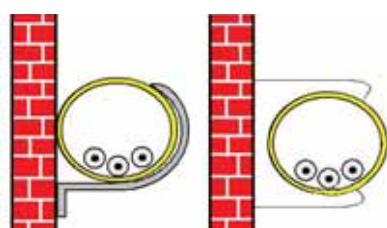
Referenčný spôsob uloženia elektrickej inštalácie A1

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



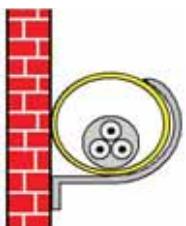
Referenčný spôsob uloženia elektrickej inštalácie A2

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



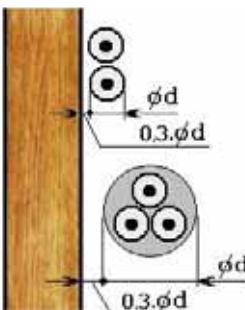
Referenčný spôsob uloženia elektrickej inštalácie B1

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



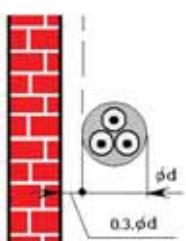
Referenčný spôsob uloženia elektrickej inštalácie C

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



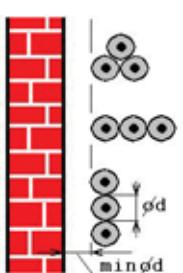
Referenčný spôsob uloženia elektrickej inštalácie D

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



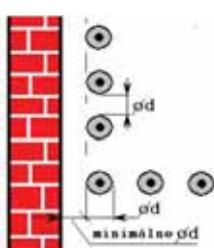
Referenčný spôsob uloženia elektrickej inštalácie E

Viacžilový kábel uložený na vzduchu vo vzdialosti 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 vzdialosť 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 vodič (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 Dovolené hodnoty prúdov na rôzne spôsoby uloženia

Menovité prierezy vodičov [mm ²]	Dovolené 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

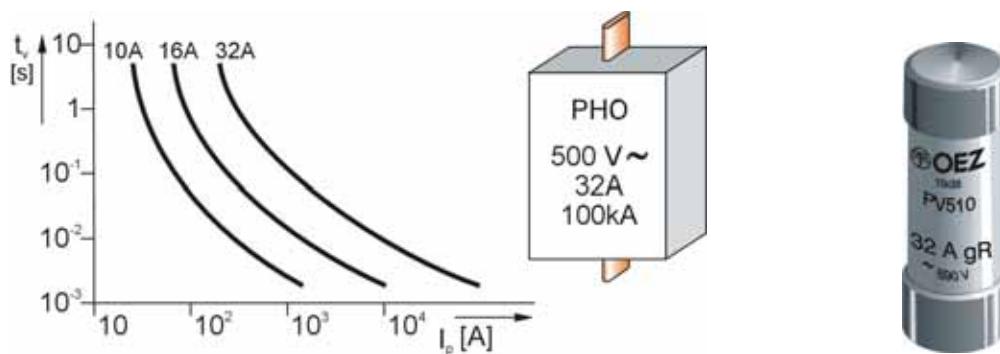
14.2 Istiace a ochranné prístroje

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 prepäťím (úder blesku) alebo prepäťami vznikajúcimi v dôsledku spínacích procesov. Patria sem rôzne typy zvodíčov prepäťia. Významnú skupinu predstavujú prístroje na ochranu pred nebezpečným dotykovým napäťom – 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 drôtiaka rozpojil prúdový okruh, v ktorom sú zaradené, a prerušíl obvod, v ktorom poruchový prúd prekračuje danú hodnotu po určitý čas. Okolie tavného drôtiaka 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 tavnnej poistky

Poistky sú charakterizované:

- typom,
- menovitým napäťom,
- 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 1 $\frac{1}{4}$, 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 jednopólový

Podľa vypínacej (ampér sekundovej) charakteristiky sa poistky rozdeľujú na:

- **pomalé** (označené symbolom slímáka) – 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 pret'aženiu.

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 nahradzuje hodnotou 35 A.

Závitové poistky (vložky) – vkladajú sa do **poistkovej hlavice**, ktorá sa zaskrutkuje do poistkového spodku, v ktorom sa nachádza dotykový 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 jednopólový (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**.

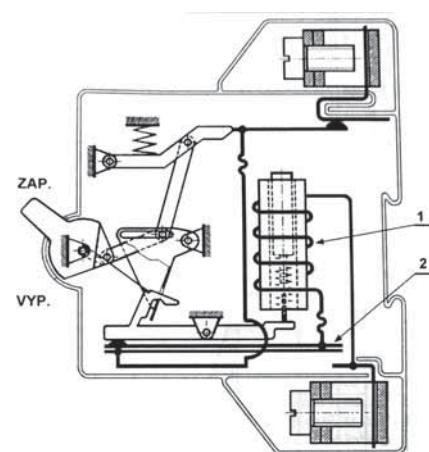
Vysokonapäťové poistkové vložky (do 35 kV) – používajú sa na istenie VN strany distribučného transformátora a ďalších VN zariadení.

2. Ističe

Istič je istiaci prvok **samočinne reagujúci na zvýšený prúd – nadprúd** (pret'aženie, 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 pret'aženiach.

Úlohou spúšti je **vyhodnotiť** veľkosť prúdu a pri dosiahnutí určitej hodnoty **dať povel** mechanizmu na vypnutie. Tepelná spúšť je tvorená dvojkovom (bimetalam) s rôznou tepelnou roztažnosťou. Prechodom nadprúdu pri pret'ažení sa kovy ohrevajú a výsledkom je priehyb dvojkova, ktorý sa využíva na vybavenie mechanizmu ističa. Elektromagnetickej skratové 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 opakovat 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 In až 5 In. 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 In až 10 In. Slúžia na istenie elektrických obvodov so zariadeniami, ktoré spôsobujú prúdové rázy (motory, žiarovkové skupiny a pod.).

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

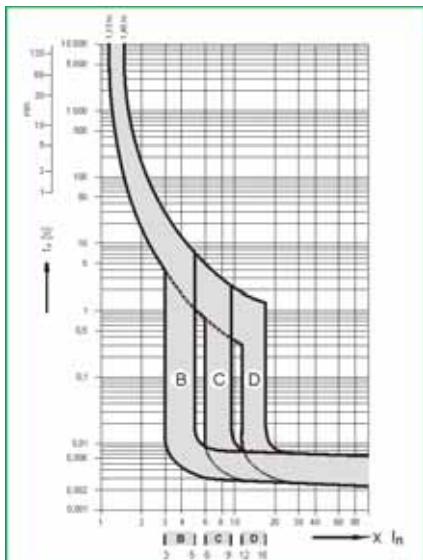
Majú nastavenie skratovej spúšte 10 In až 20 In. Slúžia na istenie elektrických obvodov so zariadeniami, ktoré spôsobujú vysoké prúdové rázy (transformátory, motory s tăžkým rozbehom).

Vyhodovenie 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:

- **jednopólové,**
- **viacpólové.**



Obr. 14.2.1.3 Modulový istič jednopólový

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

3. Istimie 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 pretáženie 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 pretáženiu.



Tepelné relé neistia zariadenia pred skratom, preto treba pred zariadenie predraditi 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 pretážený 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 spúše, skratovú a tepelnú, ktoré pôsobia na spínací mechanizmus oddelené. 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 samočinné odpojenie poruchovej časti tak, že nehrozí nebezpečenstvo úrazu elektrickým prúdom.

Používajú sa ochranné prístroje reagujúce na:

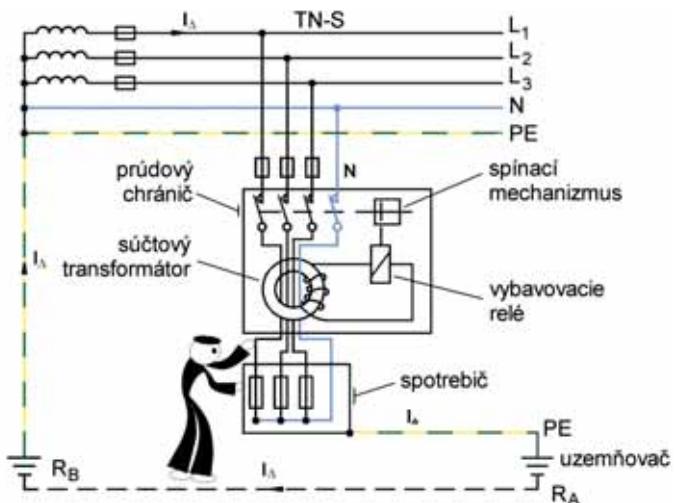
- **nadprúd** – ide o bežné nadprúdové istiacie prvky (poistky, ističe, nadprúdové relé),
- **poruchový prúd** – prúdové chrániče a prístroje na monitorovanie menovitého rozdielového vypínacieho prúdu,
- **napätie na neživých častiach** – napäťové chrániče,
- **zhoršenie izolačného stavu** – strážcovia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

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 **súčtový 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 súčtového transformátora indukuje napätie, ktoré rozdielovým vypínacím 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**. Pomočou testovacieho tlačidla na prúdovom chrániči treba **pravidelne** preskúšavať 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 inštalačnej siete**. Siet IT neobsahuje neutrálny vodič, len vodiče krajné, teda pri zvode (**znížení izolačného odporu pod $50\text{ k}\Omega$**) medzi krajným a ochranným vodičom (prvá porucha), prevádzka súčasťne 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. Vnútorný 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 $47\text{ k}\Omega$, pozri obrázok 14.2.2.1.



Obr. 14.2.2.1 Testovací prípravok na izolačnú sieť IT

3. Zvodiče prepäťia

Zvodiče prepäťia patria medzi ochranné prístroje, ktoré chránia citlivé elektronické zariadenia pred prepäťím, ktoré môže byť atmosférického alebo spínacieho charakteru. Nebezpečenstvo prepäťia 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.



Obr. 14.2.2.2 Zvodiče prepäťia

Zvodiče na zvod nižších hladín bleskových prúdov tvoria **varistory**. **Varistor** je **napäťovo závislý odpor**, ktorý pri určitom napäťovom impulze (približne nad 280 V) veľmi prudko zmení svoj odpor z niekoľko MΩ na niekoľko ohmov a **zvedie toto prepätie do zeme**. Zvodič prepäťia 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:

- Charakterizujte pojem nadprúd.
- Aké prvky sú vhodné na ochranu proti skratu a prečo?
- Aké sú spôsoby ukladania vodičov vzhľadom na ich dovolené prúdové zat'aženie?
- Ako ovplyvňuje spôsob uloženia vodičov a káblorich dovolené prúdové zat'aženie?
- Vymenujte dôvody pre a proti uloženiu vodičov v elektroinštalačnej ohybnej PVC rúrke v omietke oproti kálovému vodiču uloženému priamo v omietke.
- Nakreslite zásuvkový obvod tvorený vodičom (káblom) s prierezom 2,5 mm², 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 zat'aženia.
- Čo patrí medzi istiace prístroje?
- Čo patrí medzi ochranné prístroje?
- Vymenujte rozdiely medzi poistkou a ističom.
- Aké charakteristiky majú ističe a kde sa používajú?
- Aké sú zásady umiestňovania istiacich prvkov?
- Na čo slúži poistkový odpínač?
- Ako chránime pred nadprúdom elektromotory?
- Na čo slúžia motorové spúšťače?
- Opíšte, ako pracuje prúdový chránič.
- Pri kosení trávy došlo k usmrteniu pracovníka, ktorý ju kosil v gumových čižmách. Na predlžovačom 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?
- Na čo slúži strážca izolačného stavu a kde sa používa?
- Kde všade je potrebné inštalovať zvodiče prepäťia?

15. PRÍPOJKY ELEKTRICKEJ ENERGIE NÍZKEHO NAPÄTIA

Podľa § 39 zákona o energetike č. 251/2012 Z. z. je **elektrická prípojka** zariadenie nízkeho napäťia, 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 prípojníc. V ostatných prípadoch sa za odbočenie elektrického vedenia považuje jeho **odbočenie od vzdušného alebo kálového vedenia**.

Elektrická prípojka nízkeho napäťia sa končí pri **vonkajšom vedení hlavnou domovou poistkovou skriňou**, pri kálovom vedení hlavnou domovou kálovou 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 kálovým vedením uloženým v zemi,
- prípojky zhotovené kombináciou obidvoch spôsobov (časť prípojky vzdušným vedením a časť prípojky kálovým vedením v zemi).

2. veľkosti výšky napäťia 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 kálového) 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:

- 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,
- hlavná domová kálová skriňa** (SP, SPP, SPP + RE), ak je prípojka zhotovená zemným kálovým 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 zriadit' len jedna elektrická prípojka. V prípade, že je zhotovených v jednom objekte viacero prípojok, musia byť označené v každej prípojkovej skrini tohto objektu.

Medzi dodávateľom a odberateľom elektrickej energie platia právne vztahy upravené zákonom. Istenie v prípojkovej 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 prípojkovej 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 garázach, chatových, záhradkárskejch oblastiach a pod.) nahradená rozvádzáčom na verejne prístupnom mieste, v ktorom sú umiestnené elektromery viacerých objektov, pozri obrázok 15.2. Elektromerový rozvádzáč rodinného domu je na obrázku 15.3. Nachádza sa v ňom hlavný istič, elektromer a jednotka diaľkového ovládania HDO.



Obr. 15.2 Spoločný elektromerový rozvádzáč pre viacerých odberateľov



Obr. 15.3 Elektromerový rozvádzáč 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 káblach. Pri použití iných materiálov alebo inej konštrukcií vodičov (izolované vodiče, medené vodiče a pod.) musia byť zachované také isté elektrické a mechanické vlastnosti vodičov prípojky. Časť prípojky od poslednej podpery (strešná konštrukcia, konzoly do múra a pod.) do prípojkovej skrine má byť čo

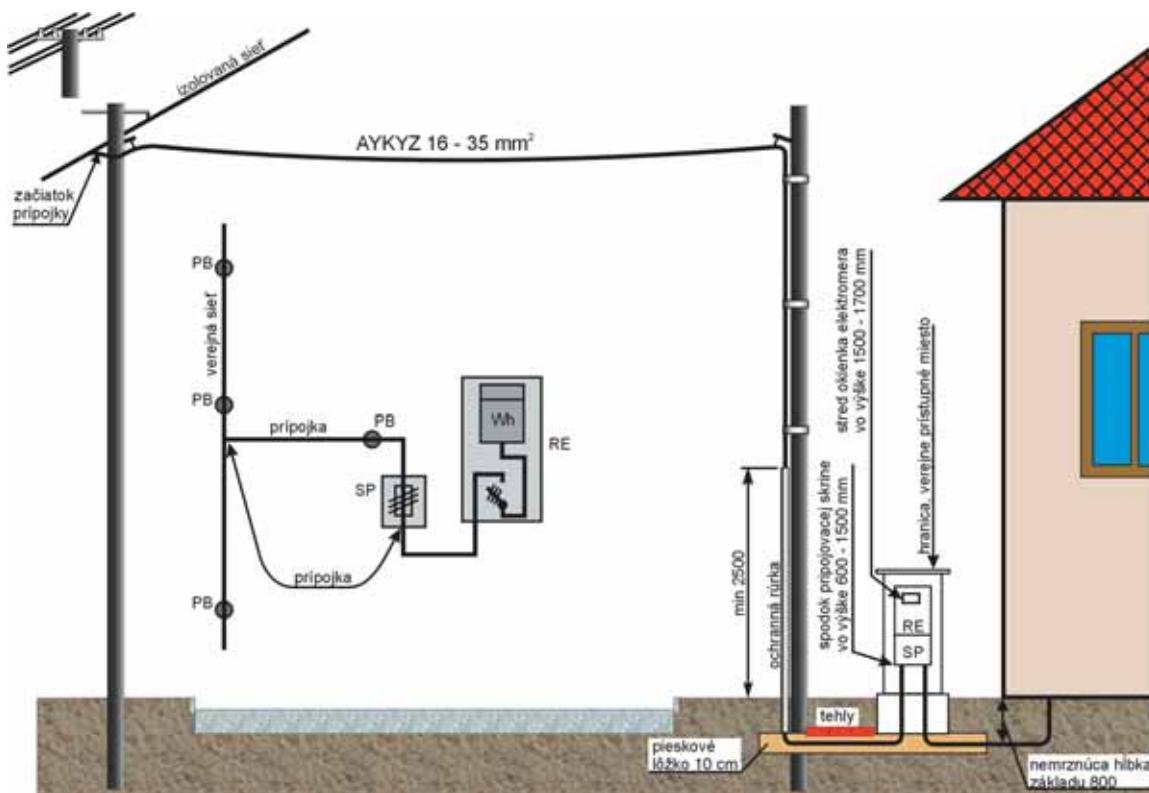
najkratšia. Prednose sa zhotovuje káblom. Kábel ani izolované vodiče nesmú byť prerušované ani nadstavované. Pri zriadení novej prípojky sa musí použiť na kladenie časti prípojky umiestnenej na budove vonkajšia časť obvodového muriva budovy. Ak je prípojka zhotovená závesným káblom alebo izolovanými 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 kálov alebo vodičov do múra sa musia urobit opatrenia proti zatekaniu vody.

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

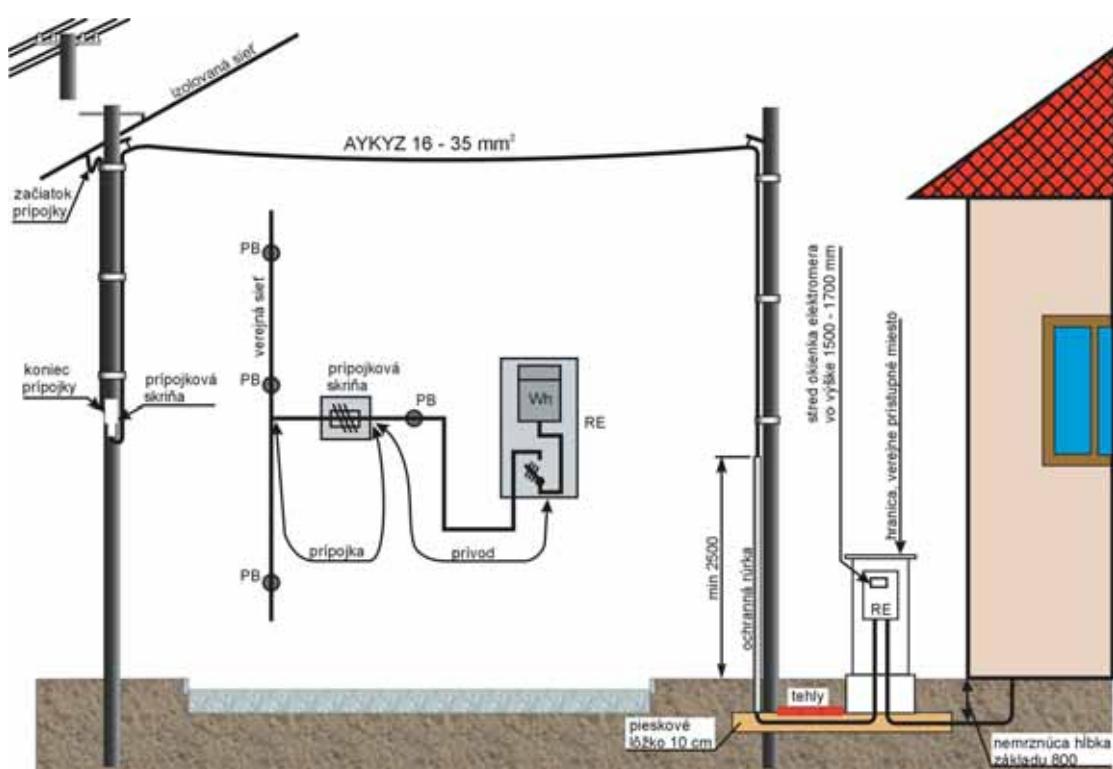
Na obrázkoch 15.1.1 až 15.1.6 sú znázornené možné prípojky zhotovené vzdušným vedením.

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

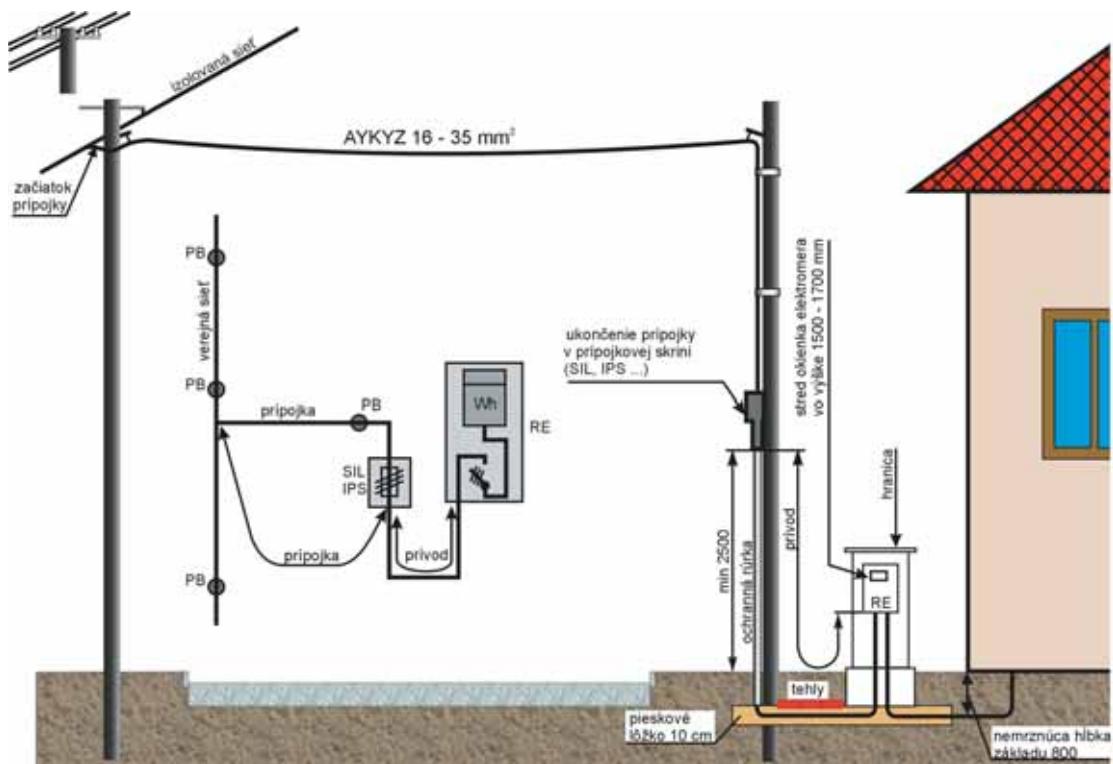
- **prípojky zhotovené vonkajším vedením** (holými vodičmi, zavesené káble na stĺpoch),
- **prípojky zhotovené káblovým vedením uloženým v zemi**,
- **prípojky zhotovené kombináciou obidvoch spôsobov** (časť prípojky vzdušným vedením a časť prípojky kálovým vedením).



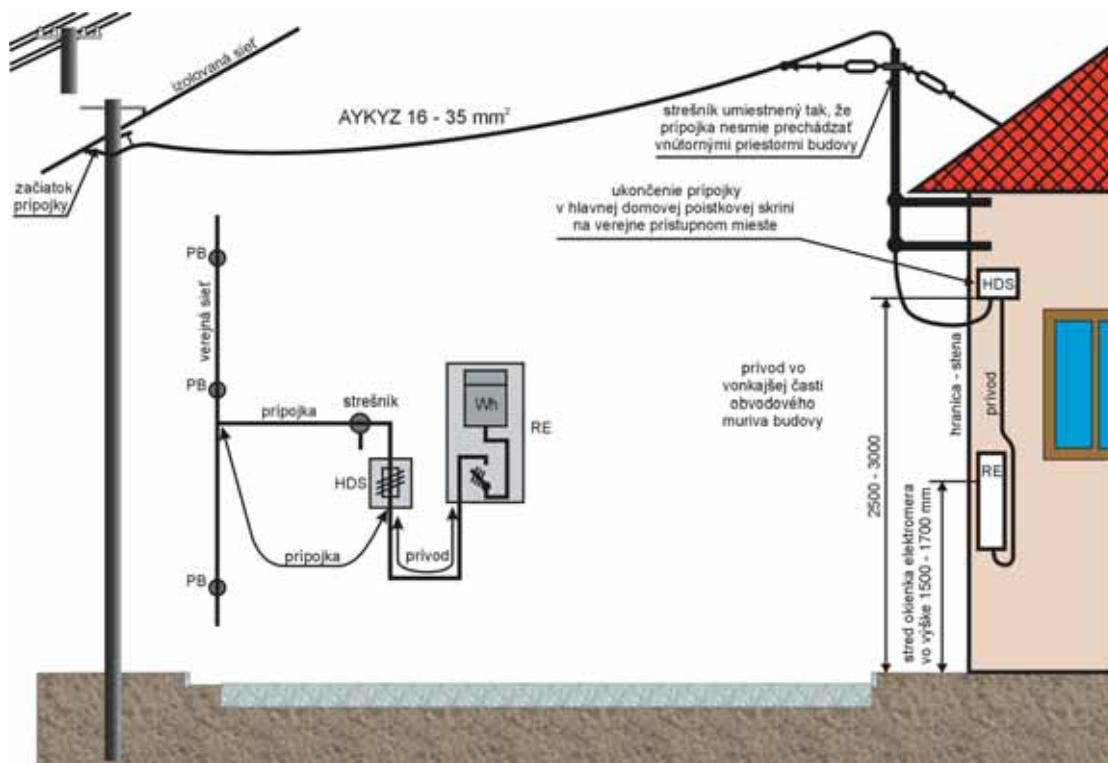
Obr. 15.1.1 Prípojka z vonkajšieho vedenia závesným káblom cez podperný bod ukončená v prípojkovej skrini



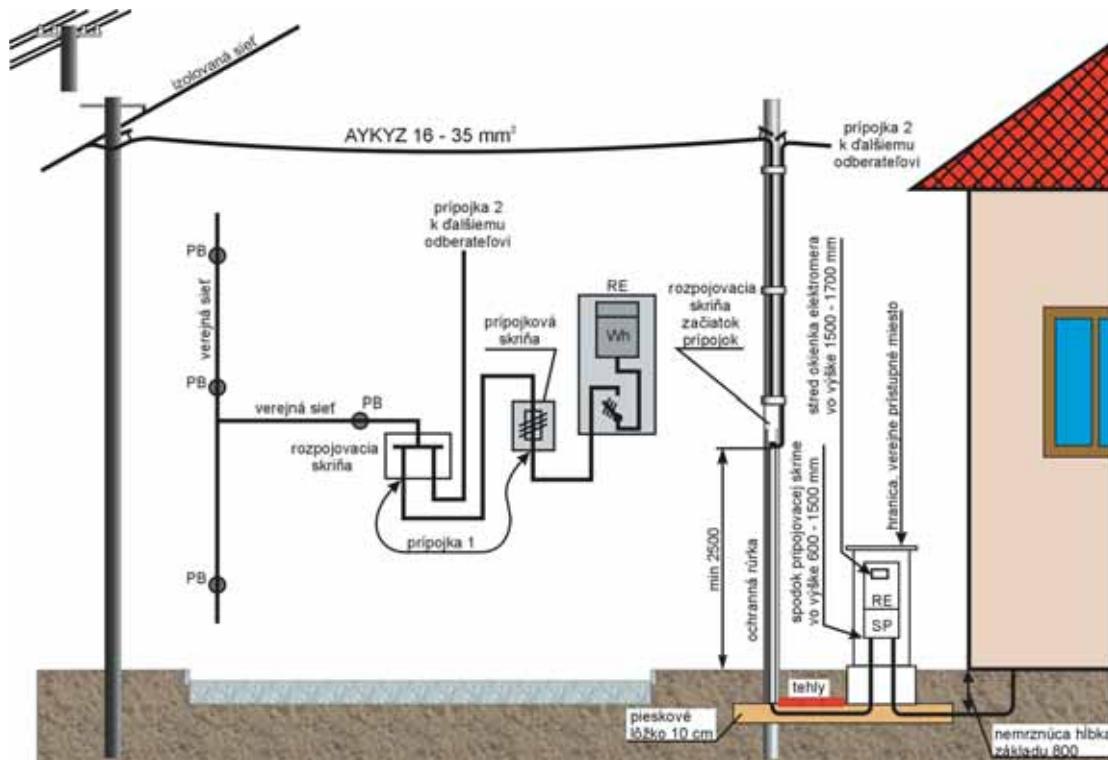
Obr. 15.1.2 Prípojka z vonkajšieho vedenia závesným káblom cez podporný bod ukončená v elektrickom rozvádzaci



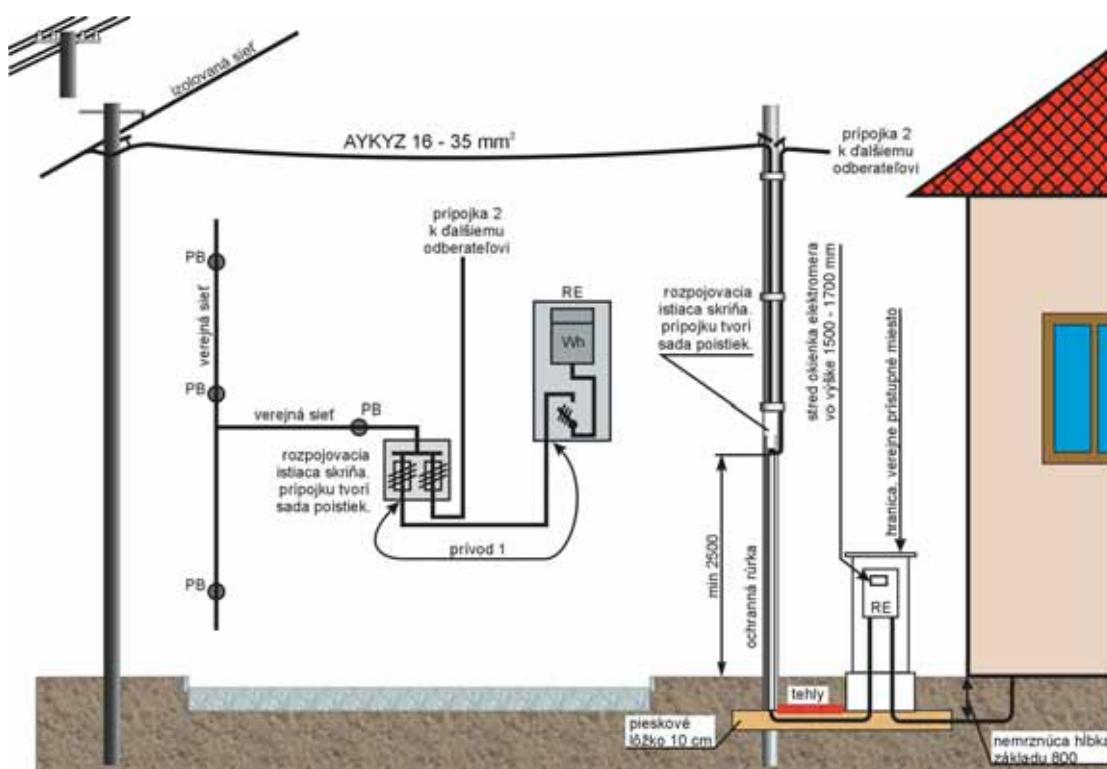
Obr. 15.1.3 Prípojka z vonkajšieho vedenia závesným káblom cez podporný bod ukončená v prípojkovej skriňi na podpernom bode



Obr. 15.1.4 Prípojka z vonkajšieho vedenia závesným káblom cez strešník ukončená v HDS



Obr. 15.1.5 Pripojenie viacerých odberateľov z jedného podporného bodu z vonkajšieho vedenia spoločným vedením závesným káblom cez podporný bod do rozpojovacej skrine



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

15.2 Prípojky zhotovené kálovým vedením

Prípojky zhotovené kálovým 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 skriní**.

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

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

Minimálne prierezy kálov elektrických prípojok sú **$4 \times 16 \text{ mm}^2 \text{ Al}$** pri odbočení v rozpojovacej alebo istiacej skriňi kálového vedenia zo samostatného istiaceho prvku.

Pri zhotovení kálovej prípojky odbočením spojkou tvaru T (len so súhlasm dodávateľa elektrickej energie) je minimálny prierez **$4 \times 25 \text{ mm}^2 \text{ Al}$** . 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 kálového 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 prikrívka, záplavy a pod.) ju možno umiestniť aj vyššie, až do 1,5 m. So súhlasm 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 prípojkovej skriňi viacero súprav poistiek alebo iných istiacich prvkov, musí byť na každej súprave trvanlivým spôsobom vyznačené, **na ktoré odberné zariadenie je súprava určená**.

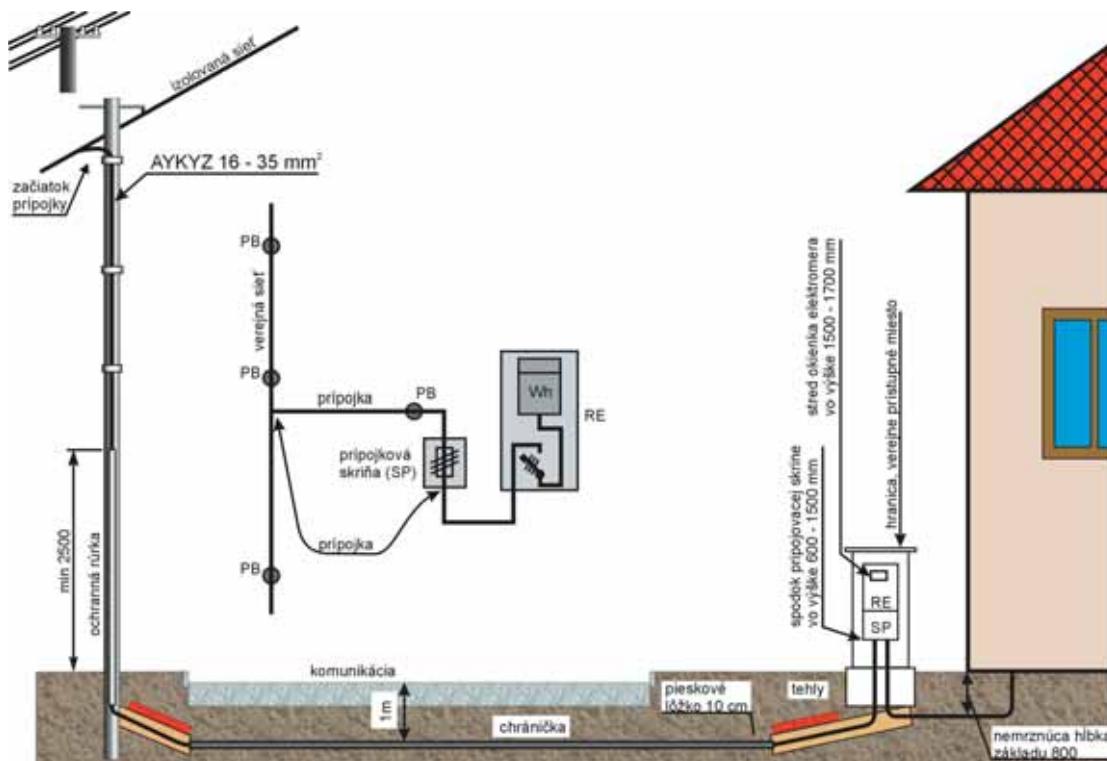
Ak kálová prípojka odbočuje zo vzdušného vedenia, umiestňuje sa prípojková skriňa na verejne prístupnom mieste. Možno ju umiestniť aj na podperu vzdušného vedenia vo výške **2,5 až 3 m**.

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

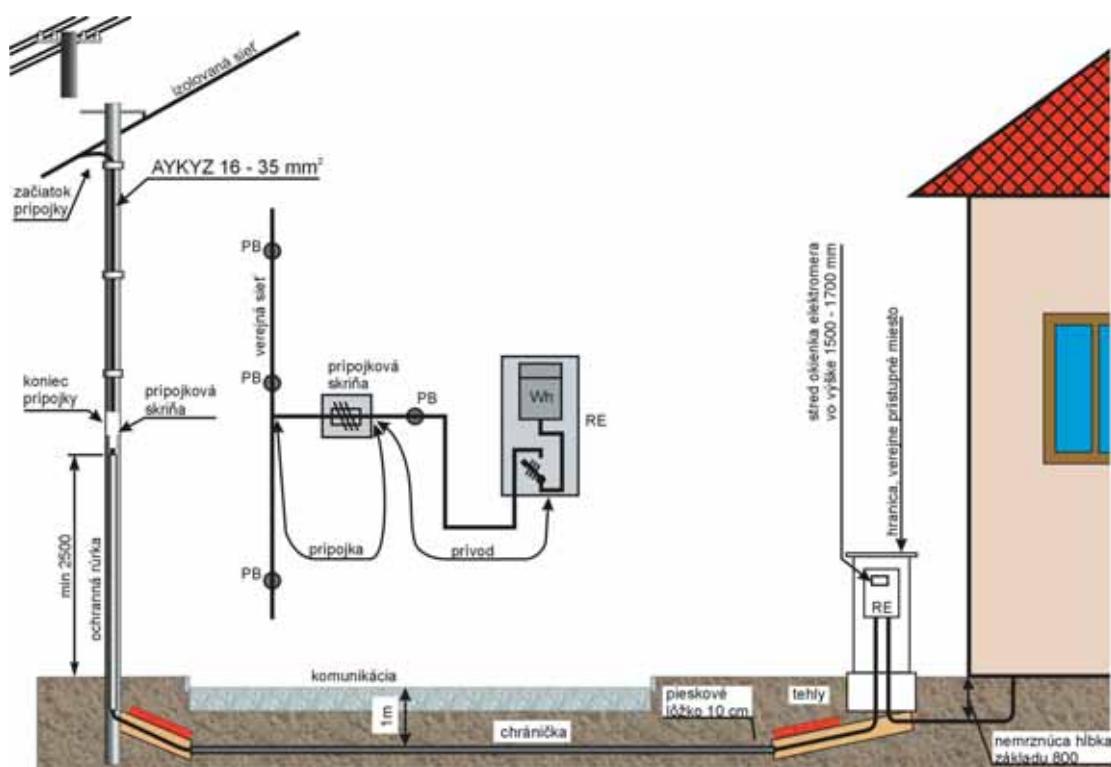
Na obrázkoch 15.2.1 až 15.2.6 sú znázornené možné prípojky zhotovené zemným kálovým vedením.

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.

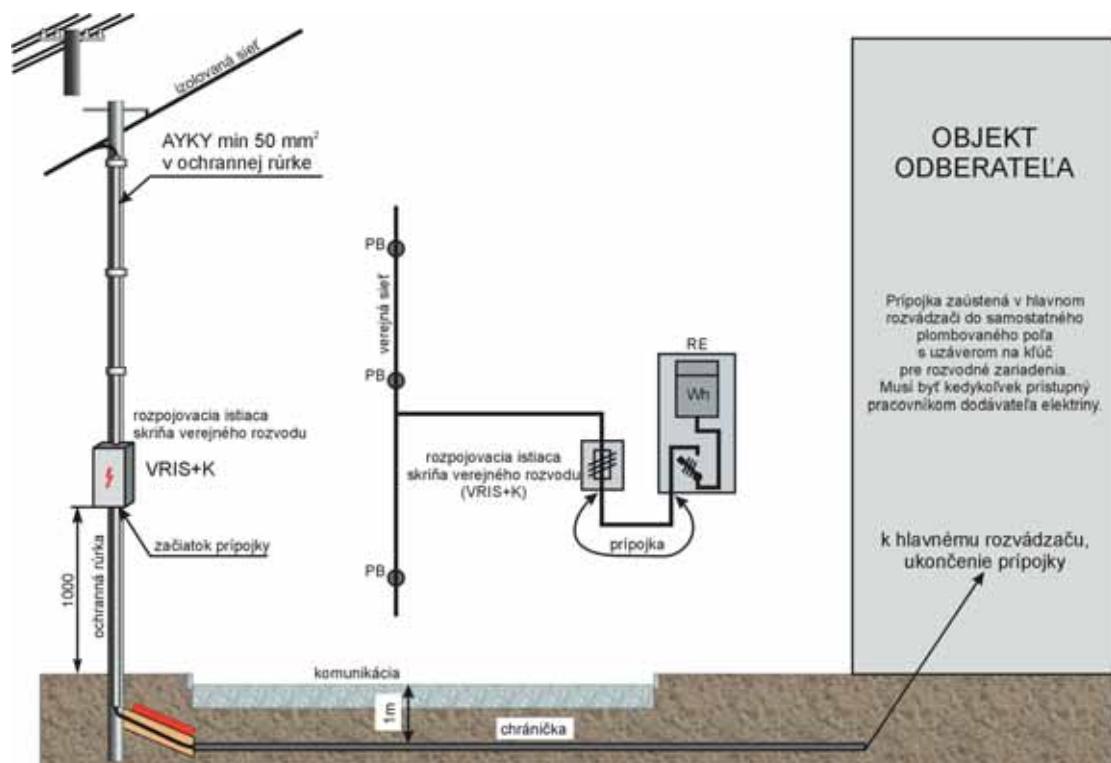
Vlastníkom elektrickej prípojky je ten, kto uhradil náklady na jej zriadenie. Vlastník elektrickej prípojky je povinný zabezpečiť prevádzku, údržbu, revízie a opravy tak, aby nespôsobila ohrozenie života a zdravia alebo poškodenie majetku osôb. Zasahovať do elektrickej prípojky môže jej vlastník len 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**.



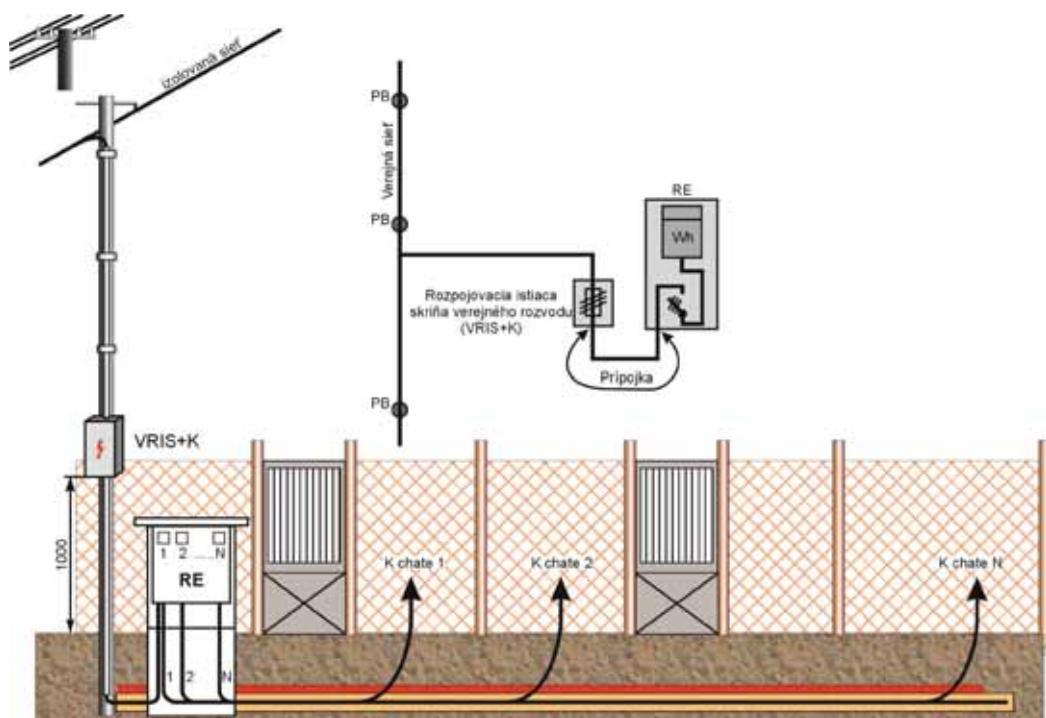
Obr. 15.2.1 Prípojka z vonkajšieho vedenia zemným káblom ukončeným v prípojkovej skrini



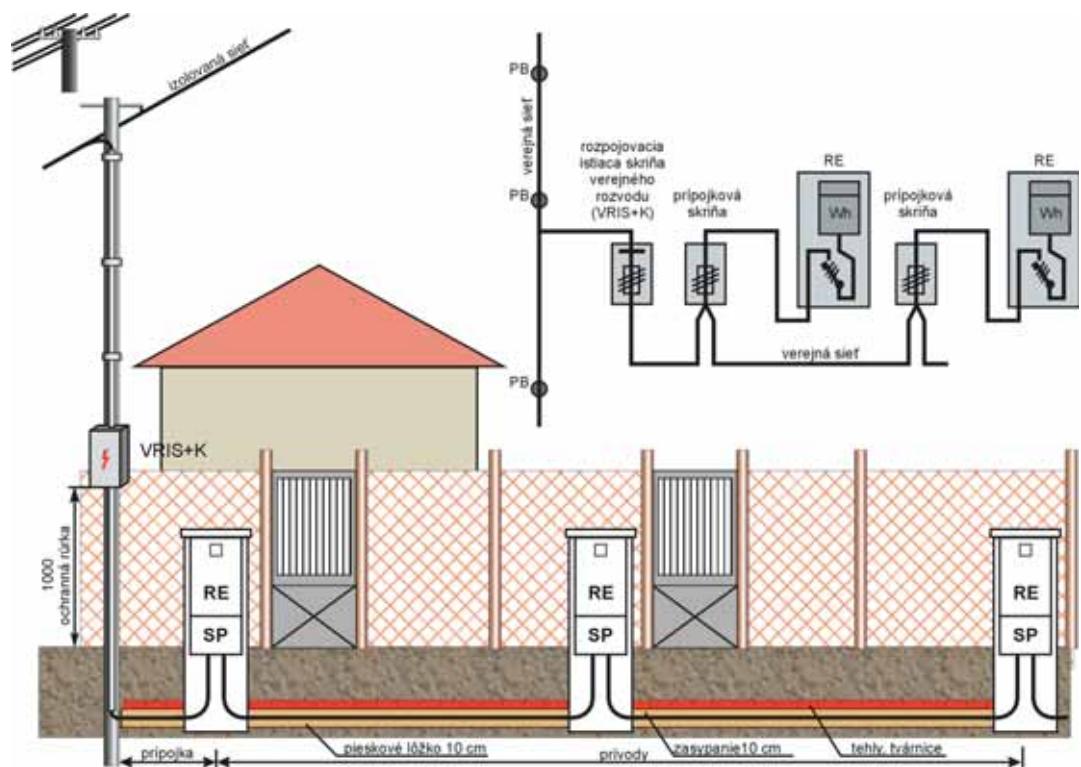
Obr. 15.2.2 Prípojka z vonkajšieho vedenia zemným káblom ukončeným v elektromerovom rozvádzaci, prierez 16 – 35 mm²



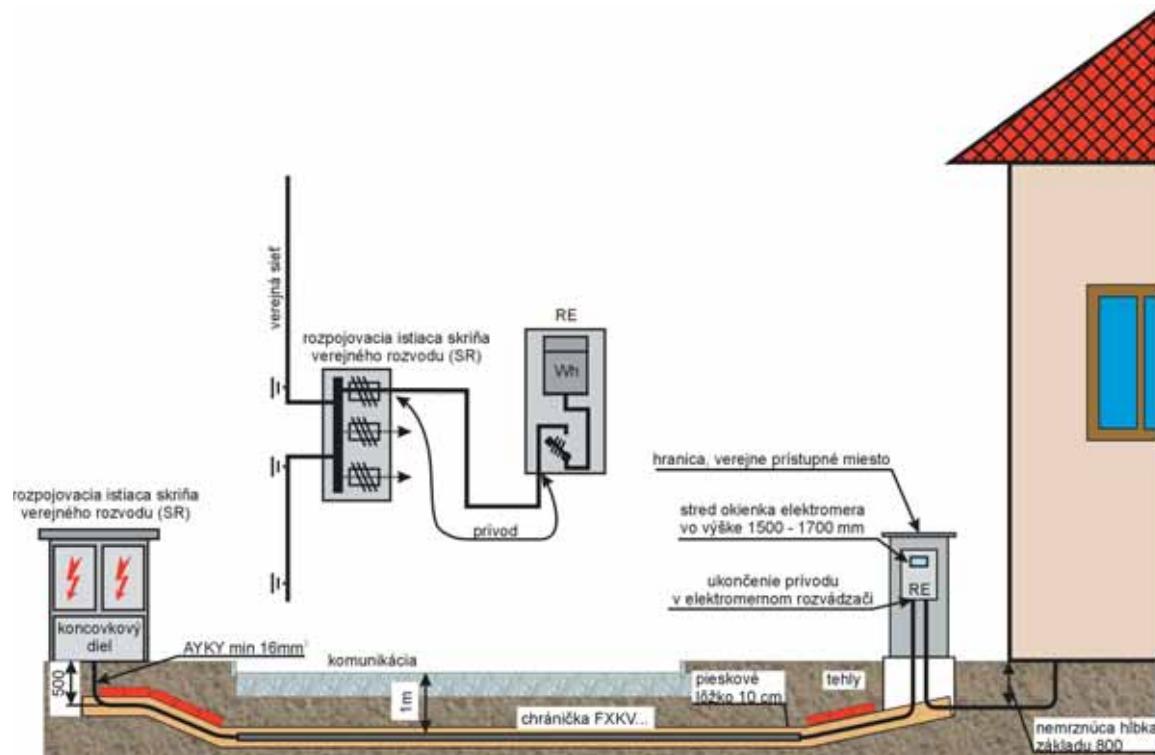
Obr. 15.2.3 Prípojka z vonkajšieho vedenia zemným káblom s prierezom nad 50 mm² cez rozpojovaciu istiacu skriňu verejného rozvodu, ukončenie individuálne



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



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



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

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 kálovým vedením.
5. Opíšte prípojku vyhotovenú zemným kálovým vedením.
6. Opíšte prípojku vyhotovenú kombinovaným vedením.
7. Opíšte prípojku NN zhotovenú pre viacerých odberateľov z jedného podperného bodu.
8. Aké sú požiadavky na umiestnenie prípojkových, rozpojovacích a istiacich skriň a elektromerových rozvádzacích?
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 zatiažiteľnosť, dovolená teplota). Rozvody sa dimenzujú podľa STN 33 2000-4-43: 2010 a STN 33 2000-5-52: 2012. Vzdialosti 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 vzdialosť medzi vedeniami **3 cm**. Pri súbehu **dlhšom ako 5 m** je vzdialosť medzi vedeniami **10 cm**. Pri križovaní silového a oznamovacieho vedenia je ich vzdialosť minimálne **1 cm**.

16.2 Rozvody holými vodičmi

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

Nesmú sa použiť v inštaláciach 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 od 2 m do 10 m	4 4	16 (6) * 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 rozpäťia podpier podľa tabuľky 16.2.2.

Tab. 16.2.2 Minimálne vzdialenosť medzi holými vodičmi

Rozpäťie 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 od 3 m do 5 m od 5 m do 8 m	2,5 4 6	16 (4) * 16 (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 vzdialenosť medzi vodičmi a vzdialenosť od stien a iných predmetov pri rozvodoch izolovanými vodičmi

Prostredie umiestnenia rozvodu	Vzdialenosť vodičov pri rozpäti 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 napäťom 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 prerušíť iba vodiče jedného prúdového obvodu,
- paralelne vedené vodiče rovnakého obvodu sa odporúča umiestniť v spoločnej rúrke,
- vodiče združených obvodov sa musia klásiť 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 rozvodoch v spoločných rúrkach:

- do spoločných rúrok sa môžu uložiť vodiče telekomunikačných, ovládaciých 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 rozvádzaca, v ktorom sa musia istiť,
- 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 klásiť na miestach chránených pred dažďom naplocho 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 klásiť iba po uložení na súvisom 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 káble – môžu sa použiť na rôzne sústavy napäťia 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 vzdialostiach (približne 20 m).

Ohyby káblor a ich polomery stanovuje výrobca alebo príslušná norma.

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

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

Spôsoby uloženia kálov NN:

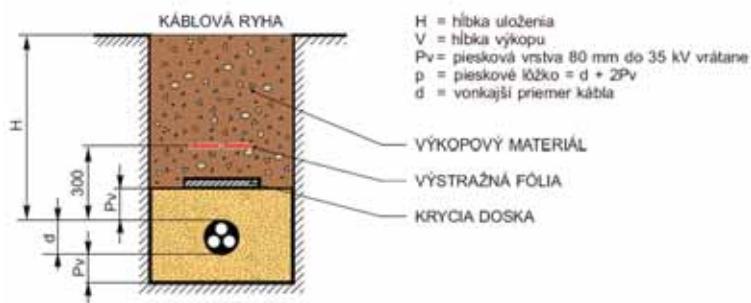
- **v budovách** – na podklad, rošty, steny, stropy, dosky, nosné laná a pod.,
- **v káblowych kanáloch** – platí STN 38 2156: 1987,
- **v tvárniciach a rúrach** – používajú sa betónové prefabrikáty s otvormi, v jednom otvore sa zvyčajne uloží jeden kábel,
- **v zemi** – hĺbky a vyhotovenie uloženia 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 káblowego vedenia, napr. chodníka, cesty, inej komunikácie, ďalej pôdnej plochy s prihlásením na spôsob jej obrábania. Pôdnymi plochami sa rozumejú polia, záhrady a pod. Rez výkopom je na obrázku 16.5.2.

Tab. 16.5.1 Hĺcka uloženia kálov NN

Napätie	Hĺcka 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 ryhou**

Pred začatím odvijania kábla z bubna je vhodné odmerať hodnotu izolačného odporu medzi jednotlivými žilami, čím sa zistí, či nie je kábel elektricky prerazený. Ak výrobca kábla neuvádzia 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 zohriat (napr. umiestnením bubna s káblom vo vykurovanom priestore).

Polomer ohybu kálov 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 odvija z bubna, ktorý musí byť z bezpečnostných dôvodov brzdený. Kábel sa pri odvijaní netiahá, ale nesie v určitých rozostupoch, aby neboli namáhané na tiah 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 umiestní krycia doska (tehla) a **20 – 30 cm** nad ňou **červená výstražná fólia**.

Pod železnicou, cestou, vstupnou komunikáciou, križovatkou s inými inžinierskymi sietami (STN 73 6005: 1985) sa ukladajú káble do **spevňujúcich rúrok, tzv. chráničiek, alebo do káblowych 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 položenia výstražnej

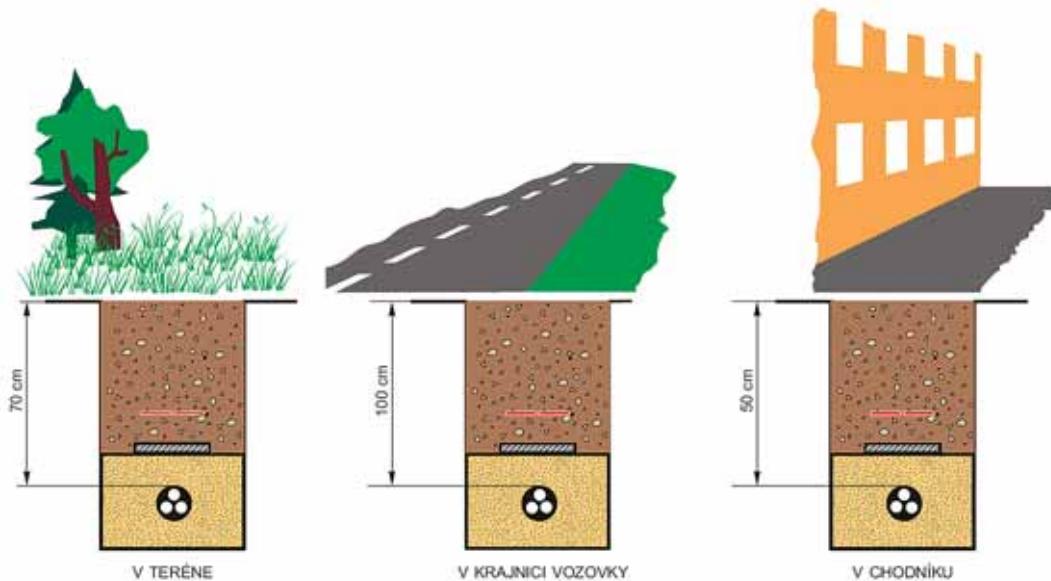


Obr. 16.5.3 Uloženie kábla NN v chráničke v skalnatej zemi

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 hlbka uloženia výstražnej fólie červenej farby (vyhradenej na silnoprúdové káble) **pod povrchom terénu** je **200 mm**, v prípade uloženia kábla NN **v chodníku** je hlbka fólie pod povrhom **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 vykonat' pri prestupe požiarnym úsekom požiarne **utesnenie materiálom s požiarou odolnosťou**, ktorá bráni šíreniu požiaru a splodín horenia cez prestop v požiarnej deliacej konštrukcii. Návrh a realizáciu požiadaviek protipožiarnej bezpečnosti kálov, kálových kanálov, kálových šácht, kálových mostov, kálových priestorov a inštalačných kanálov rieši norma STN 92 0204: 2012.

Technické požiadavky na utesnenie prestopov a stykov sú upravené zákonom o ochrane pred požiarmi 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.



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

Vzdialenosť káblov od stavebných objektov a iných súbežných vedení

Vzdialosť prvého (krajného) kábla od stavebného objektu má byť **aspom 600 mm**. V trasách vedených pozdĺž budov, ktoré majú podzemné podlažia pod úrovňou terénu (chodníka), môže byť vzdialosť prvého kábla do napäťia o 10 kV menšia, najmenej však 300 mm. Vzdialosti medzi posledným (krajným) káblom od čiary 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 elektroinstalačných rozvodov na omietke, pod omietkou a v omietke.
4. Charakterizujte druhy kálových rozvodov.
5. Vysvetlite, ako hlboko sa ukladajú káble NN v teréne, v chodníku a pod vozovkou.
6. Opište spôsob správneho ukladania kábla do výkopu.
7. Vysvetlite spôsoby ukladania káblov v kálových kanáloch.
8. Na čo slúži výstražná fólia?
9. Prečo je potrebné vykonáť požiarne utesnenie medzi dvomi požiarnymi úsekmi?
10. Prečo je potrebné dodržiavať dostatočné vzdialnosti medzi káblami v ich súbehu?

17. ROZVÁDZAČE A ROZVODNÉ ZARIADENIA NÍZKEHO NAPÄTIA

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

Pretože rozvádzace sa používajú v určitom rozsahu menovitých napäť od 50 V do 1 000 V striedavého prúdu a v rozsahu menovitých napäť 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. Rozvádzace dnes môžu vyrábať výrobcovia – elektrotechnici, ktorí musia k vyrobenému rozvádzaciemu predložiť všetky potrebné doklady (výrobný štítok, EÚ vyhlásenie o zhode, protokol o kusovej skúške, návod na prevádzku, umiestnenie a údržbu rozvádzacza, výkresovú dokumentáciu a pod.).

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

Rozvodné zariadenia – ucelený súbor rozvádzacov 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 rozvádzace,
- STN EN 61439-2: 2012 Výkonové priemyselné rozvádzace (PSC),
- STN EN 61439-3: 2012 Rozvodnice určené na obsluhu laikmi (DBO),
- STN EN 61439-4: 2013 Staveniskové rozvádzace (ACS),
- STN EN 61439-5 : 2016 Rozvádzace na rozvod energie vo verejných sietach (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 rozvádzace – všeobecné požiadavky.

K vyrobenému rozvádzaciemu 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 rozvádzacza (vydáva výrobca),
- označenie rozvádzacza značkou ,
- označenie rozvádzacza výrobným štítkom a typovým označením,



- označenie rozvádzacza výstražným štítkom



17.1 Druhy rozvodných zariadení

a) Výkonové priemyselné rozvádzace

Výkonový priemyselný rozvádzac PSC (*power schwitgear and controlgear assembly*) je **nízkonapäťový rozvádzac 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. Rozvádzace obsahujú istiace prvky, spínacie prvky, ovládacie a signalačné prvky, ako aj meracie prístroje. Ovládacie a signalač-



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



Obr. 17.1.2 Pultový rozvádzac

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

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 rozvádzac 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 vyrábjajú prevažne z plastov, pozri obrázok 17.1.3.

Obr. 17.1.3 Bytová nástenná rozvodnica

Medzi rozvádzace určené na obsluhu laikmi patrí aj **krytý rozvádzac**, 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 rozvádzac, 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 rozvádzacom (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 rozvádzac JOP

Ďalej medzi rozvádzace určené na obsluhu laikmi patrí aj **elektromerový rozvádzac**, 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 rozvádzac

c) Staveniskové rozvádzace ACS

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



Obr. 17.1.6 Staveniskový rozvádzac s prúdovými chráničmi s elektromerom

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

d) Rozvádzace na rozvod energie vo verejných siet'ach (PENDA)

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



Obr. 17.1.7 Rozvádzac PENDA

e) Kryté prípojnicové systémy

Krytý prípojnicový rozvod BTS (*busbar trunking system*) predstavuje krytom uzavretý rozvádzac určený **na aplikácie v priemysle, v obchode a na podobné použitie**. Je tvorený systémom vodičov obsahujúcich prípojnice, ktoré sú rozmiestnené a pridržiavané 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 prívody napríklad k strojom rozmiestneným v danom priestore.

Obr. 17.1.8 Kryty prípojnicový rozvod

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

- **nekrytý rozvádzac** (obrázok 17.1.9)



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

Obr. 17.1.9 Nekrytý vnútorný rozvádzac

- **panelový rozvádzac** (obrázok 17.1.10)



Rozvádzac 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 rozvádzace vyžadujú bezprašné prostredie. K takýmto rozvádzacom majú prístup na obsluhu a prácu len osoby s odbornou elektrotechnickou spôsobilosťou. Panel obsahuje spínacie prvky a meracie prístroje.

Obr. 17.1.10 Panelový rozvádzac

- **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. Viek môžu byť nepriehľadné alebo

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



Obr. 17.11 Stavebnicová zostava rozvodníc

Otázky a úlohy:

1. Aké poznáme rozvádzace?
2. Aké doklady je potrebné predložiť k vyrobenému rozvádzacu?
3. Aké údaje má obsahovať výrobný štítok rozvádzaca?
4. Kde sa používajú rozvodnice určené na obsluhu laikmi?
5. Kde a ako umiestňujeme elektromerové rozvádzace?
6. Aké sú požiadavky na staveniskové rozvádzace v súčasnosti?
7. Vymenujte druhy a umiestňovanie kálových rozvodných skriň.
8. Čo znamená na rozvádzaci 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 splňať požiadavky na:

- bezpečnosť osôb, zvierat a majetku,
- prevádzkovú spoľahlivosť,
- prehľadnosť elektrických rozvodov,
- hospodárne využitie typizovaných jednotiek a celkov (rozvádzace, ochranné prístroje a pod.),
- zamedzenie nepriaznivých vplyvov a rušivých napäť 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 prípojkovej skrine alebo z hlavného rozvádzca. Vedenie musí byť pripojené tak, aby zostało pod napäťom pri odpojení ostatných elektrických zariadení v prípojkovej skrini alebo v hlavnom rozvádzaci. Toto zariadenie musí mať zaistenú dodávku elektrickej energie najmenej z dvoch miest.

Rozvádzace 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 rozvádzcačom musí byť **trvale voľný priestor s dĺžkou aspoň 80 cm s rovnou plochou** na bezpečné vykonávanie obsluhy a prác. Rozvádzace sa nesmú osadzovať na ramene schodiska. Vo verejne prístupných miestach musia mať rozvádzace 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 mm^2 vrátane realizovať vodičmi s jadrami z medi v sieti TN – C min. 10 mm^2 ,
- v administratívnych objektoch budov pri osadzovaní nového typu svietidiel bez ohľadu na to, či ide o svietidlá zapustené alebo povrchové, vychádzat 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 zvážiť aj možnosti nového spôsobu prevádzky objektu budovy s ohľadom na predpokladané priestory (napríklad na prenájmanie jednotlivým subjektom a pod.) s možnosťou samostatného merania odberu každého subjektu,
- v každej budove sa musí zriadíť 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 rozvádzaci v rozvodnici zo siete TN – C na siet TN – C – S,
- svetelné obvody v rodinných domoch a v bytoch predraditi prúdovým chráničom s menovitým rozdielovým vypínacím prúdom $IDn = 30 \text{ mA}$.

Rozdelenie bytov podľa stupňa elektrizácie:

Stupeň A – elektrická energia sa využíva na osvetľovanie a pripájanie domáčich elektrických spotrebičov pohyblivým alebo pevne pripojeným prívodom do zásuviek. Príkon 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
------------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

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

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

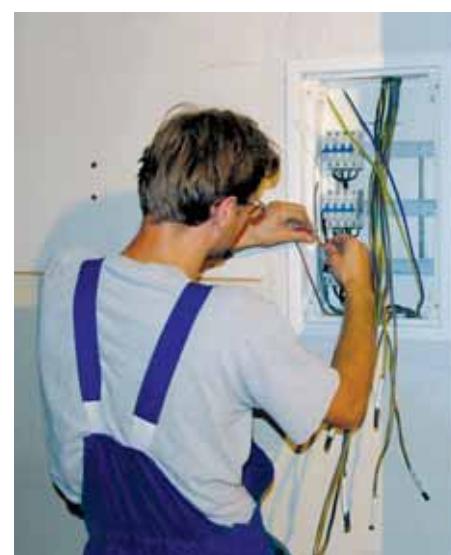
Prúd zatáženia sa vypočíta zo vzorca:

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

kde: P – súčasný príkon

U_z – združené napätie (400 V)

cos j – účinník zariadení (pri ohmickom zatážení = 1, pri prevahе motorického zatáženia je jeho hodnota približne 0,8)



Obr. 18.2 Montáž elektrickej inštalácie v rozvádzacej

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

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

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

Obvod	Minimálny počet obvodov v bytoch kategórie				
	I do 50 m ²	II až IV do 75 m ²	V až VIII do 100 m ²	do 125 m ²	nad 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 napäťia a pod. nie je potrebné vykonat.

Najmenší dovolený prierez vodičov vzhľadom na mechanickú bezpečnosť je pre Cu vodiče 1,5 mm². Obvody musia vyhovovať požiadavke na úbytok napäťia 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 zálpuby		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
	zásvukový	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 zatiaľ čo menovitá hodnota je len na **2,5 A** s ohľadom na induktívnu zátáž a z toho vyplývajúce nebezpečenstvo poškodenia spínača (zapecenie kontaktov). Svetelné zdroje (žiarovky, žiarivky výbojky) sa zvlášť neistia proti nadprúdu, **istí sa len ich prívodné 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 kľúčky dverí). Podľa STN 33 2000-4-41: 2019 musí byť pred každým svetelným obvodom v dome (byte) predradený prúdový chránič s IDn = 30 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**.

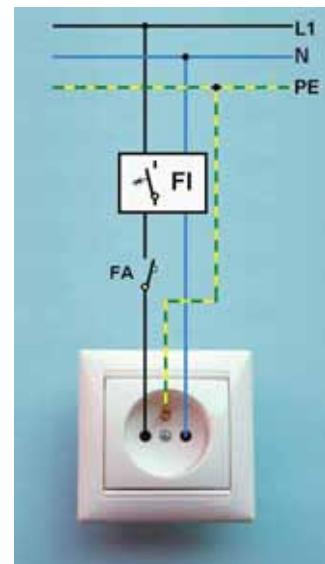
18.2 Zásuvková inštalácia

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 dvojitými svorkami sa odporúča pripájať **slučkováním**. 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 vypínačom 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 vypínačom rozdielovým prúdom **30 mA** a zásuvky pripojené na obvod s istením **63 A a viac** doplnkovou ochranou tvorenou prúdovým chráničom s menovitým vypínačom rozdielovým prúdom **100 mA**.

Vedenie zásuvkových obvodov sa **istí poistikou 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 pretážením i skratom.

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

18.2.1 Úbytok napäcia v bytových domoch

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

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

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

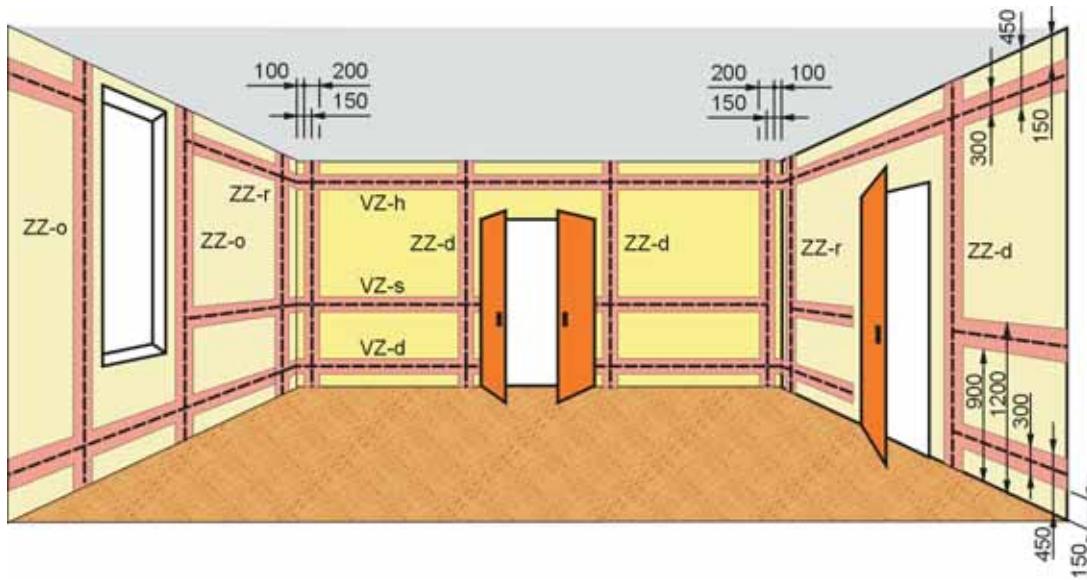
Pokiaľ pri dimenzovaní vedení vzhľadom na ostatné požiadavky určujúce vedenie v niektorom úseku rozvodu vznikli väčšie úbytky napäcia, ako je uvedené v bodoch a) a b), možno to pripustiť, nesmú sa však vo vedení od prípojkovej skrine až k spotrebiču prekročiť tieto úbytky napäcia:

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

Hodnoty úbytkov napäcia v percentoch sa počítajú z menovitého napäcia rozvodnej sústavy.

18.2.2 Zóny ukladania vedení v bytoch

Na ukladanie elektrického vedenia v muroch sú určené nasledujúce inštalačné zóny (obrázok 18.2.2.1):



Obr. 18.2.2.1 Inštalačné 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 dverná** (ZZ-d) je 100 až 300 mm vedľa dverového otvoru hrubej stavby:
 - pri jednokrídlových dverách na strane zámky,
 - pri dvojkrídlových dverach 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 stáženie 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 preťažením možno motory chrániť **tepelnými nadprúdovými relé** alebo **motorovými ističmi s nastaviteľným spínačom**, ktorého hodnota musí byť nastavená na hodnotu menovitého prúdu motora In. Kým motory s ochranou pred preťažením tepelným nadprúdovým relé musia mať navyše ochranu pred skratom predradenými poistkami, motorové ističe zaistujú nadprúdovú ochranu motora pred preťažením aj pred skratom. Motory vstavané do spotrebičov sa istia podľa odporúčania výrobcu.

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

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

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

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



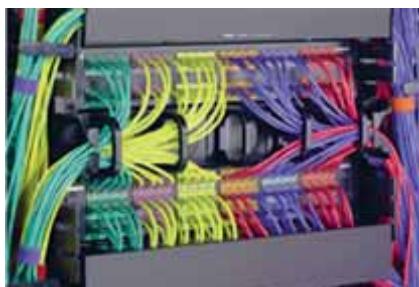
Obr. 18.3.1 Technologické inštalácie vo výrobnom procese

18.4 Štruktúrované elektrické inštalácie

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

Medzi hlavné kábelové rozvody patria **telefónne rozvody**, **televízne** a **rádiové rozvody** a v dnešnej dobe nesmieme zabúdať aj na **dátové a siet'ové rozvody** (štruktúrovaná kabeláž). Štruktúrovaná kabeláž sa používa v **oznamovacích rozvodoch budov**, ako sú telefónne rozvody, dorozumievanie 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.

Prednostou 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 (netienene páry),
- FTP tienene páry s plášt'ovou fóliou,
- S-FTP tienene s plášt'ovou fóliou a opletením,
- S-STP po pároch tieneny fóliou s plášt'ovou fóliou a opletením.

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

Príklad štruktúrovanej kabeláže počítačovej siete:

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

- klasickou 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 umiestnejnej 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 vláken je rýchlosť prenosu dát ešte vyššia.

Štruktúrovanú kabeláž je výhodné využiť aj na prepojenie **telefónnych prístrojov s telefónou 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, podhlády).

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 zbernicu.

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 rozvádzace a inštalačné materiály,
 - meniť konfiguráciu podľa požiadaviek používateľa a priestorov v budove.

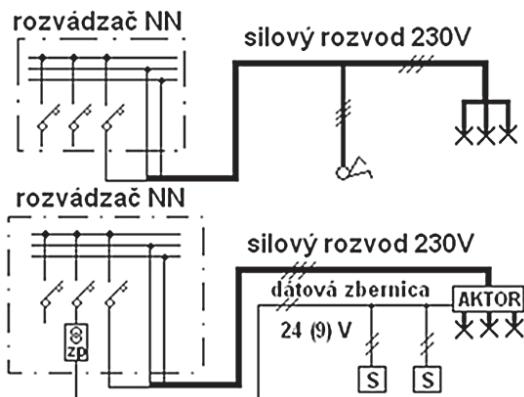
Časti zbernicových systémov – zbernicové systémy vychádzajú z filozofie zberníc počítačovej komunikácie.

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 inštalačnom 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), pribede sa silový prívod napríklad káblom 230 V a súčasne dátová zberница, ktorú tvorí dvojlinka. Tento systém je napájaný malým napäťím 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 viest' do vypínačov. Nie sú potrebné ani **rozbočovacie inštalačné škatule nad vypínačmi**, ktoré často nepôsobia v priestore esteticky. Nevzniká rušivé iskrenie vo vypínačoch a umiestnenie spínacích prvkov vo vlnkých priestoroch je vzhľadom na ovládacie napäťie **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 intelligentnej inštalácie moderného rodinného domu.

Zbernicový inštalačný systém pozostáva zo štyroch súčasti:

a) zberonica (BUS)

Ide o systém elektroinštalácií, ktoré využívajú zbernicu ako prostriedok na digitálnu komunikáciu medzi prístrojmi s cieľom automatizácie a regulácie. Zberonica je sprostredkovateľom dát medzi jednotlivými prístrojmi systému. Tvorí ju vodič, na ktorý sú pripojené jednotlivé riadiace a riadené prvky. Zberonica 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 napätiom 24 V (9 V) DC SELV. Snímače sa môžu na zbernicové vedenie pripojiť buď priamo, alebo cez prevodníky. Senzor pozostáva zo zbernicového prevodníka (väzbový člen) a zo samostatného prístroja (vypínač, tlačidlo, snímač a pod.). Každému senzoru je na zbernici priradená určitá funkcia pomocou naprogramovania.

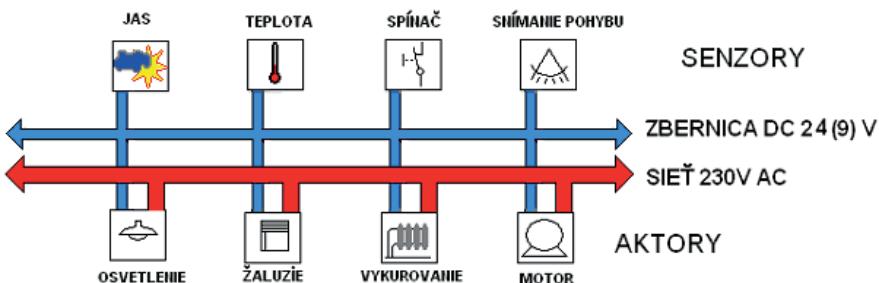
c) aktory (akčné členy)

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, stýkače, svietidlá, motory, vykurovacie telesá, ventilátory, klimatizačné jednotky a pod. Akčné členy sa môžu umiestniť buď priamo do rozvádzaca (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 rozvádzaca. Patria sem napájače, montážne lišty, zbernice, väzbové členy, rozhrania a pod.

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



Obr. 18.5.5 Princíp zbernicového inštalačného systému v budove

Zbernicový inštalačný 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 inštalačný 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 elektroinštalačných rozvodoch**, stačí len zadefinovať napríklad to, ktorým vypínačom budeme ovládať osvetlenie, ktorým žalúzie a pod., d'alej 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 svietidiel 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 príkonom.
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 rozvádzacích v budovách?
10. Ktoré časti v elektromerových rozvádzacích 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 inštaláčné zóny v bytoch.
20. Aké sú podmienky umiestňovania elektrickej inštalácie do jednotlivých zón?
21. Čo sú to štruktúrované elektrické inštalácie?
22. Čo je prednostou štruktúrovanej kabeláže?
23. V čom je podstata zbernicového systému elektrickej inštalácie?
24. Koľko vodičov a aké vodiče vedú k svietidlu 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 obidvoch koncoch **pripojený k ochrannému kontaktu vidlice**, zásuvky alebo k ochrannej svorke elektrického zariadenia. Ochranný vodič musí byť o niečo dlhší, ako sú pracovné vodiče (odlahačenie od tahu).

Šnúry pohyblivých prívodov a šnúrových vedení sú v mieste pripojenia:

- odlahčené od tahu,
- zabezpečené proti posunutiu a vytrhnutiu,
- zabezpečené proti skracovaniu žil.

Vodiče šnúr musia byť k pripojovacím svorkám pripojené tak, aby boli spoje odlahačené 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 krycia 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.

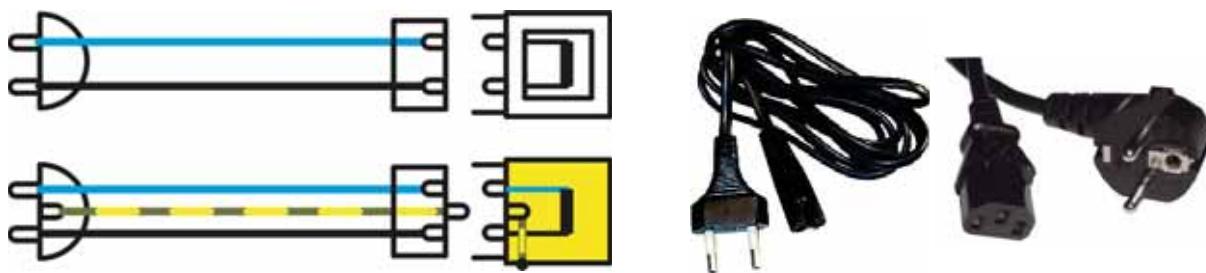
Pohyblivé prívody rozdeľujeme na:

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



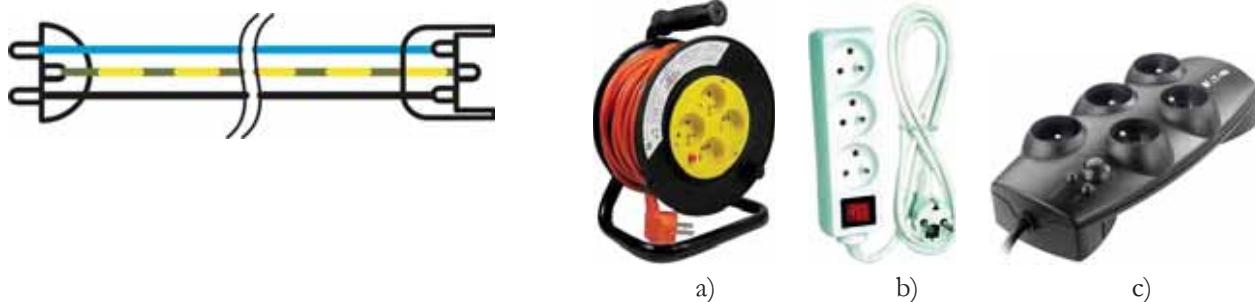
Obr. 19.1 Pohyblivý prívod pevne pripojený, ukončený vidlicou

- **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 prívod s vidlicou a zásuvkou (zásuvkami)

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

Tab. 19.4 Dimenzovanie pohyblivých prívodov

Vodič	Prierez (mm ²)	Prúdová zat'ažiteľnosť (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 prívodu 5 m pri priereze vodičov 1 mm² Cu a menovitom prúde 10 A.

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

Pohyblivé prívody na elektrické predmety **tryedy ochrany II a III** sa urobia ako neoddeliteľne spojené s vidlicou a na druhom konci pevne pripojené k svorkám elektrického predmetu. Tieto prívody **nemajú ochranný vodič**. Na jednu vidlicu môže byť pripojený len jeden pohyblivý prívod.

Odporučané dĺžky pohyblivých prívodov:

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

Odporučané dĺžky šnúrových vedení:

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

Pohyblivé prívody 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 (škatuľová 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 výnimom nutné zriadiť dlhší pohyblivý prívod ako 50 m, musí sa pripájaný spotrebič zaistit tak, aby nedošlo k úrazu elektrickým prúdom – zmerat jeho impedanciu, predraditi 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 žil 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 vrtačke a prečo?
6. Môžeme u nás používať nemecké zásuvky 230 V typu SCHUKO?

20. PRIPÁJANIE ELEKTRICKÝCH SPOTREBIČOV A STROJOV NA SIEŤ

Elektrické prístroje, spotrebiče a stroje vrátane svietidiel musia byť umiestnené, upevnené a pripojené takým spôsobom, aby nebola narušená ich správna funkcia, znižená 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, dvojpólové, 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,
- t'ahové,
- kolískové,
- pákové,
- tlačidlové, stláčacie (t'ahom zapni – stlačením vypni),
- spínače na pohyblivé prívody.

Podľa stupňa krytie a vyhotovenia sa spínače rozdeľujú na:

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

Voľbu spínača ovplyvňuje napätie a očakávaný prúd. Pri elektrických inštaláciach sú povolené spínače menovitého prúdu najmenej 6 A. Na spotrebičoch, elektromechanickom ručnom náradí a v nich, v pohyblivom prívode 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. Inštalačné 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 samy 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 vol'ne 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 napäťia (okrem prípadov, keď je napätie k poistkám privedené z obidvoch 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 (inštalačné zóny časť 18).

V obytných miestnostiach majú byť zásuvky aspoň 200 mm nad podlahou okrem zásuviek, ktoré sú súčasťou pevného stavebnicového rozvodu (elektroinstalačné 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 sice fungovala, ale v prípade poruchy by nás nechránila! Na ľavú dutinku sa pripája fázový vodič (L). To isté platí pri oboch sietach aj pri dvojitých zásuvkách.

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

Pri rozpojiteľných zásuvkových spojoch sa pri rozpojenom stave nesmie objavovať 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 nerazerateľné (sú neoddeliteľou súčasťou prívodu – FLEXO šnúry) alebo ako razerateľné. Šnúry s neoddeliteľou vidlicou na pohyblivé prívody k spotrebičom triedy ochrany II, ktoré sú dvojžilové, **nesmú byť** dodatočne nahradzované montovanými razerateľnými vidlicami!

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

Šnúry predlžovacích prívodov musia byť v mieste pripojenia spoľahlivo odľahčené od tahu, zabezpečené proti posunutiu, vytrhnutiu a krúteniu žil. Konec jadier žil treba upraviť tak, aby sa jednotlivé drôtiky neoddeľovali (**vložením do dutinek a ich stlačením**). Pri pripájaní k svorkám treba dbať na to, aby polomer ohnutia žily neboli 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 žil.

20.1.3 Nástrčky a prívodky

Prívodky – nachádzajú sa na elektrických prístrojoch a spotrebičoch a sú zvyčajne ich súčasťou. Slúžia na pripojenie na siet' 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

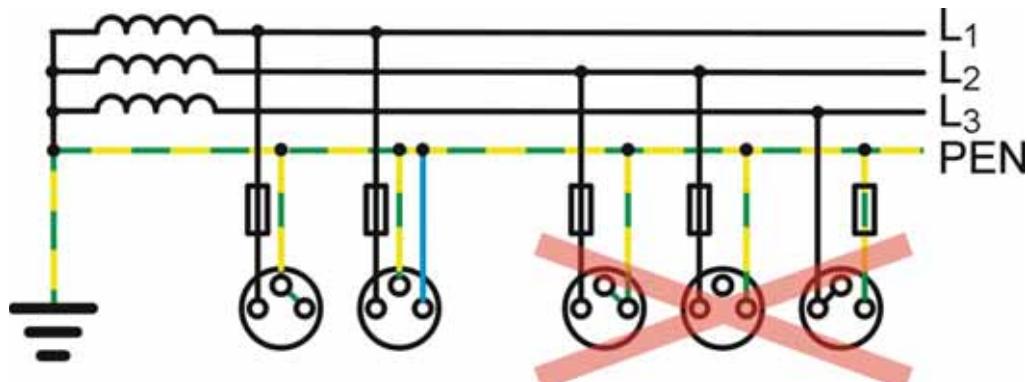
Poistky a ističe – slúžia na ochranu vedenia elektrickej inštalácie predovšetkým pred preťažením a pred skratom. Ich funkcia spočíva v rýchлом a bezpečnom odpojení príslušnej časti zariadenia, aby sa toto nestalo predmetom úrazu elektrickým prúdom, poruchy alebo zdrojom požiaru.

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

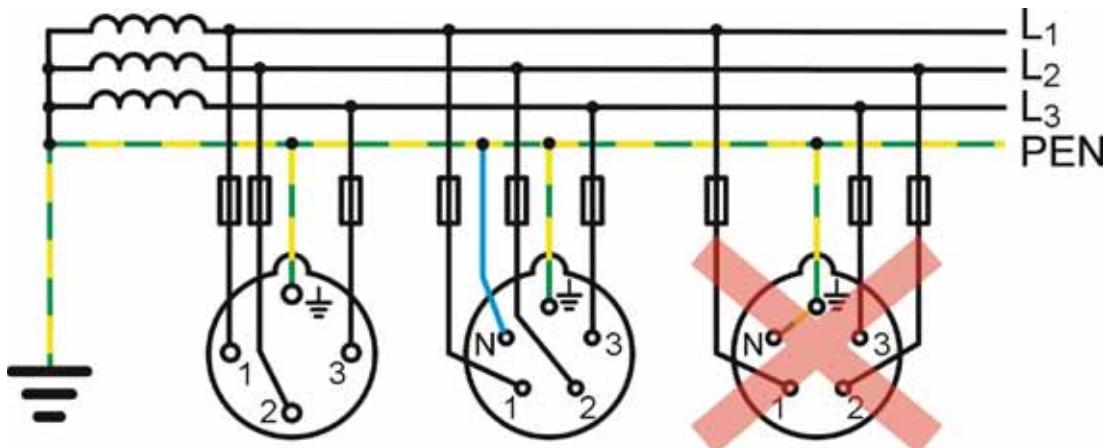
20.1.5 Oznamovacie prístroje a zariadenia

Oznamovacími prístrojmi a zariadeniami používanými v domových rozvodoch sú elektrické zvončeky, domáce dorozumievanie 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 slabopružových oznamovacích prístrojov zo silového zariadenia, nesmú mať vodivé spojenie medzi silovou časťou a miestom na pripojenie oznamovacieho prístroja.

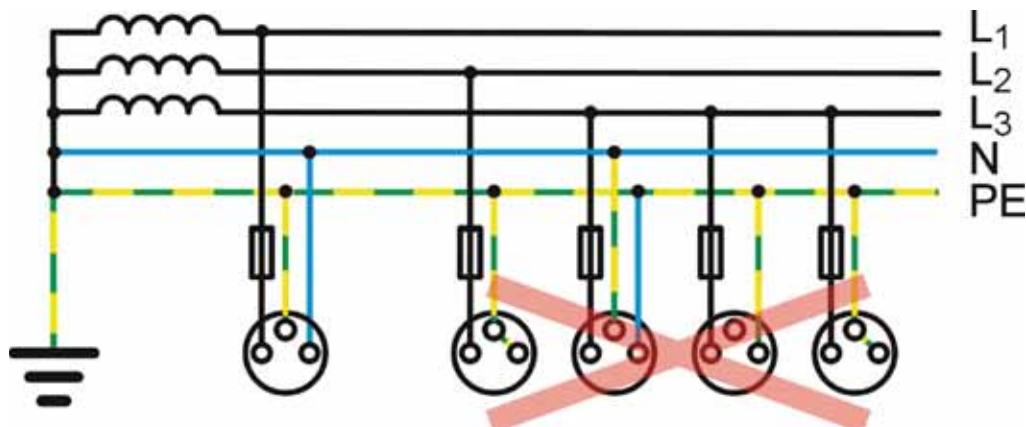
Na obrázkoch 20.1.5.1 až 20.1.5.4 sú uvedené zapojenia zásuviek 230 V a 400 V v sietiach TN – C a TN – S.



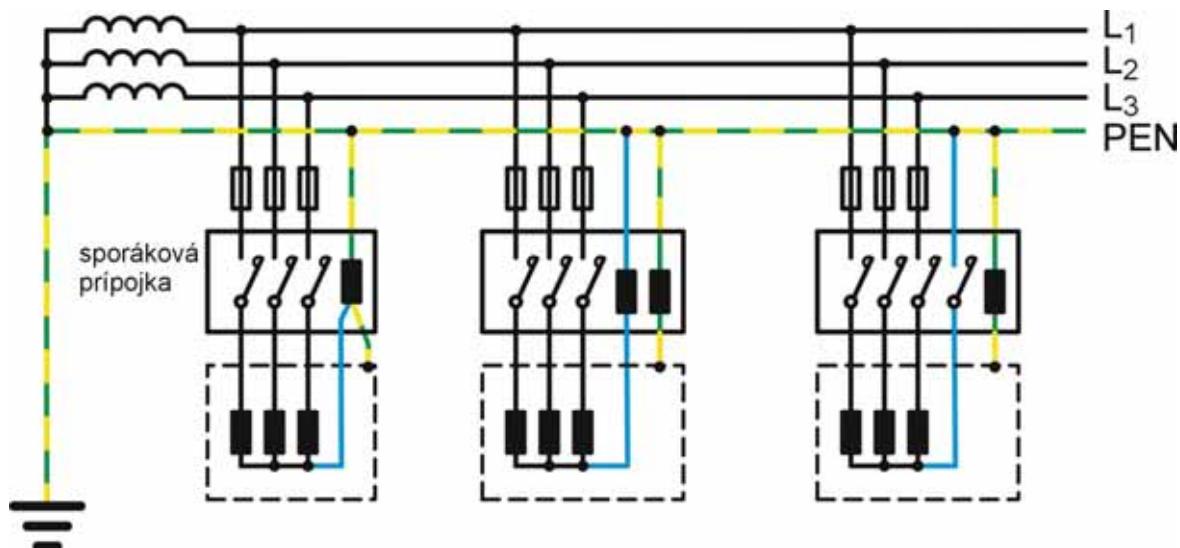
Obr. 20.1.5.1 Príklad zapojenia zásuviek NN v sieti TN – C



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 napäťia 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).

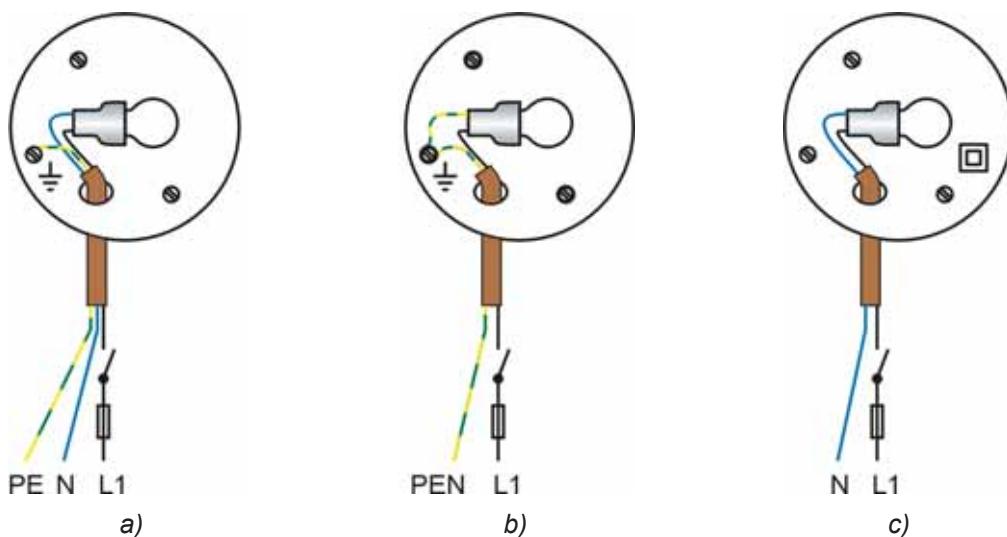
Pri montáži svietidel rozhodujú kritériá predovšetkým na ich vhodné umiestnenie, spoľahlivé upevnenie a ich správne pripojenie. Okrem svietelných technických hľadísk treba dbať na to, aby svietidlá svojím umiestnením **neohrozenovali** a aby **neboli samy ohrozené osobami pohybujúcimi sa v ich blízkosti**. Nebezpečenstvu požiaru sa pri montáži svietidel 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 siet – 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 závitu objímky a vypínaný fázový vodič (L) na dolný dotyk objímky. Robí sa to z dôvodu zamedzenia úrazu osoby vymieňajúcej žiarovku pri náhodnom dotyku päťice žiarovky.

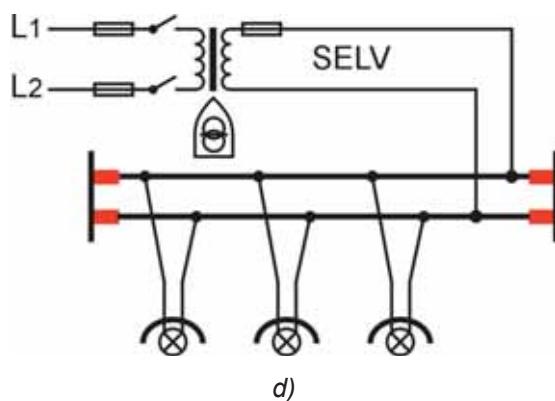
Pri svietidlách **tryedy I** sa musí pripojiť zeleno-žltý ochranný vodič na ochrannú svorku. Pri svietidlách na malé napätie treba venovať pozornosť dimenzovaniu vodičov vzhľadom na menovitý prúd tečúci svietidlom. Bezpečnostný ochranný transformátor na napájanie svietidiel na malé napätie (SELV) musí byť umiestnený tak, aby bol **Pahko 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 bť 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 napäťie

20.2 Elektrické spotrebiče

Elektrické spotrebiče, ktoré sa používajú v prevádzke, rozdeľujeme 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.),
- **privezené** – spotrebiče, ktoré sú určené na používanie, privezené 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 teste).

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 vyviest' samostatný obvod, pokial' je to viac ako 16 A, potom nie zásuvkový, ale pevný.

20.2.2 Ochrana pred zásahom elektrickým prúdom

Ochrannu pred nebezpečným priamym dotykom živých častí zabezpečil pri elektrickom spotrebiči výrobca **izoláciou alebo krytím**. Nepriama ochrana pred dotykom neživých častí je obyčajne 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 siet' nevyžaduje nejaké zvláštne opatrenia. **Jednofázové spotrebiče triedy II** sa pripájajú na siet' dvoma vodičmi – fázovým (L) čiernej alebo hnedej farby a neutrálnym (N) svetlomodrej farby. **Trojfázové spotrebiče triedy II** sa pripájajú na siet' 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 siet' troma 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 siet' 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 prívode k elektrickému spotrebiču nemožno v žiadnom prípade zlúčovať 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 asynchronné 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 napäťia na svetelných spotrebičoch pri zapnutí spotrebiča s vyššími rozbehovými prúdmi. Dovolený pokles (úbytok) napäťia podľa STN 33 2130: 1983 je pri svetelných obvodoch 2 %, pri elektrotepelnych obvodoch 3 % a pri zásuvkových obvodoch 5 %.

2. Opatrenia proti rušeniu elektronických spotrebičov siet'ovou 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 siet' TN – S sa vo veľkej miere tento problém nevyskytuje, pretože vodič 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

Prepäťia môžu vznikať v sieti pri spínaní domáčich spotrebičov (vysávače, mixéry a pod.). I keď tieto prepäťia 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 prepäťia treba vykonat ochranu komplexne zvodičmi prepäťia (pozri časť 13).

4. Pripojenie spotrebičov z hľadiska protipožiarnych opatrení

Elektrické spotrebiče a spôsob ich pripájania musí vyhovovať okrem uvedených požiadaviek aj z hľadiska protipožiarnych opatrení, uvedených v normách STN 33 2000-5-51: 2010 a STN 33 2000-4-482: 2001. Ide o dodržanie bezpečných vzdialenosí 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 prostrediah. 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 zónu) a musí byť napájaná z obvodu chráneného prúdovým chráničom s menovitým vypínacím rozdielovým prúdom 30 mA.

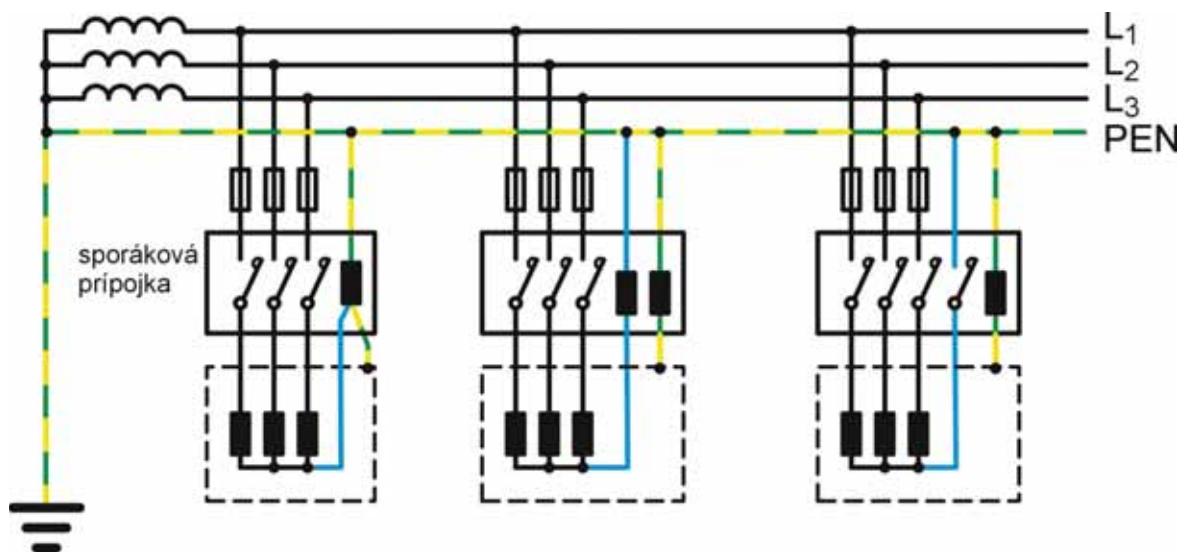
Podľa STN 33 2000-4-41: 2019 sa všetky zásuvky s menovitým prúdom $I_N = 32$ A umiestnené vonku, z ktorých sa budú napájať prenosné elektrické spotrebiče umiestnené vonku, musia chrániť prúdovým chráničom s menovitým rozdielovým vypínacím prúdom 30 mA.

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

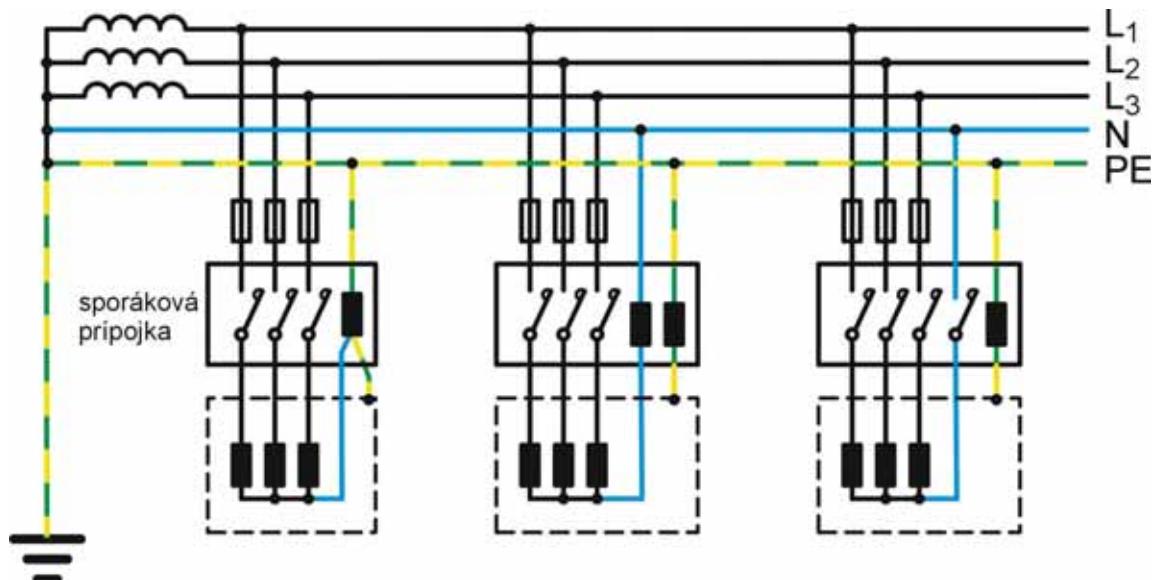
V prípade, ak poruchy súvisiac so znížením izolačného odporu môžu spôsobiť požiar (napr. povrchové ohrevanie s vyhrievacími prvkami vo vrchnej vrstve), musí byť použitý prúdový chránič s menovitým rozdielovým vypínacím prúdom 30 mA.

Poznámka: Niektoré elektrické spotrebiče, ktoré nemusia alebo nesmú mať vlastný spínač (ponorné variče, žebličky, onulačné 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.

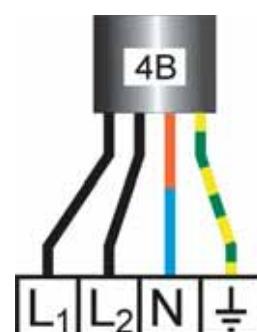


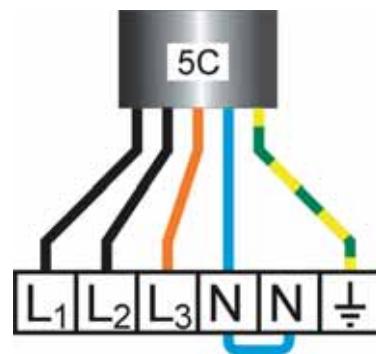
Obr. 20.2.3.1 Príklad zapojenia spotrebiča v sieti TN – C



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 (hnedý) sa preznačí na obidvoch koncoch na svetlomodrý. V rozvádzaci sa tiež pripojuje 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 súčasti alebo častí, z ktorých aspoň jedna je pohyblivá, z príslušných pohonnéj jednotiek, ovládaciach a silových obvodov a ostatných časťí navzájom spojených na presne stanovené použitie, najmä na spracovanie, úpravu, dopravu alebo balenie materiálu. Pre elektrické zariadenia strojov platí STN EN 60204-1: 2007.

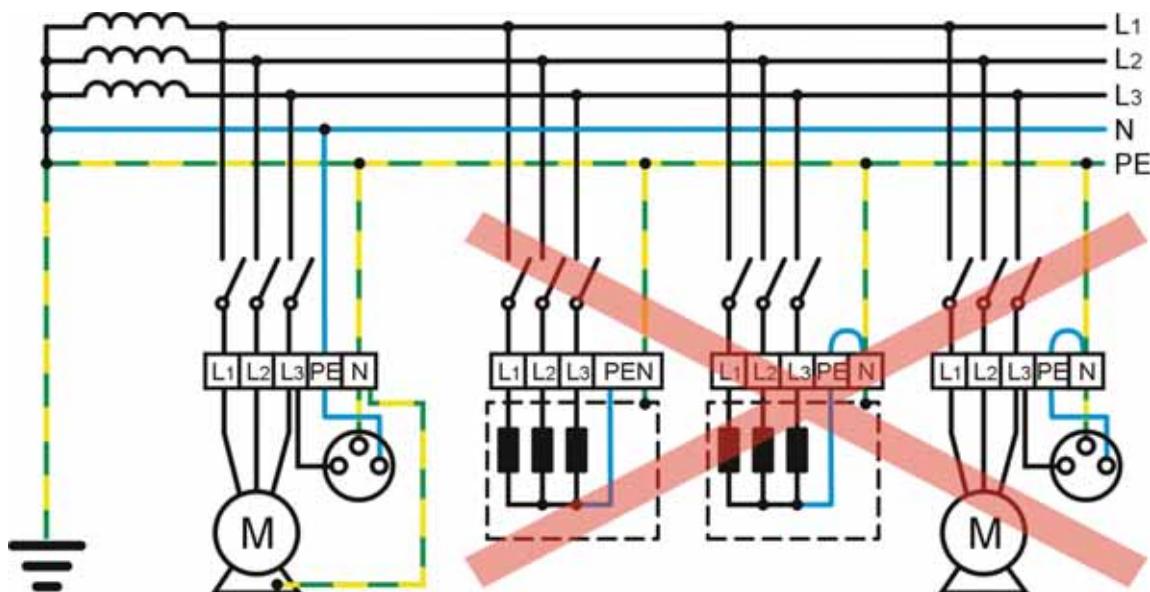
Priprávanie pracovného prostriedku (stroja) na siet' je možné:

- **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 zabráni 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 VYP-NUTÉ. 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 vsetky 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 časťí aspoň **IP X2** alebo **IP XXB**. Ak nemožno dosiahnuť ani vybíjací čas do 1 s, ani uvedenú ochranu krytom (napr. v prípade prípojnicových rozvodov alebo sústavy zberačích krúžkov), musia sa použiť ďalšie odpájacie zariadenia alebo vhodné výstražné zariadenie.

- **priamym pripojením napájiacich vodičov stroja na svorky odpájacieho zariadenia napájania**

Ak sa pri napájaní stroja použije neutrálny vodič, musí sa preň vyhradniť 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

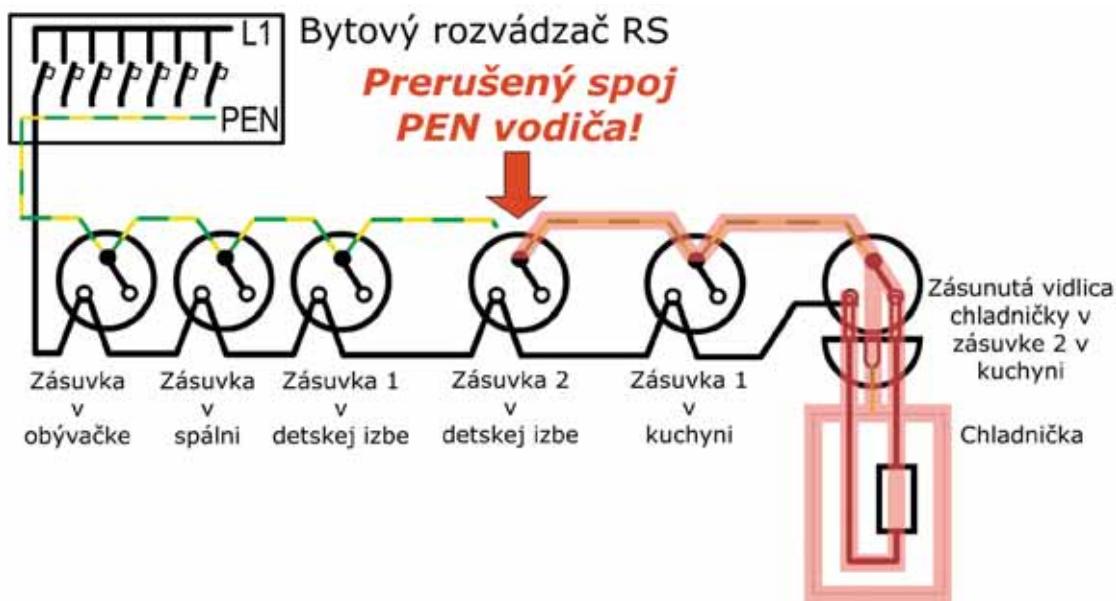
Pomerne častá býva porucha, hlavne v panelových bytoch, že nastane prerušenie vodiča PEN v niektornej zásuvke 230 V. Môže to mať až fatálne dôsledky pre obyvateľov bytu. V nasledujúcom príklade si ukážeme typický príklad takéhoto stavu.

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 rozvádzaci 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 neboli pripojené cez vidlicu 230 V žiadny spotrebič. V dôsledku zlého spoja vodiča PEN na kolíku tejto zásuvky došlo k oteplieniu 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 tohto príkladu je vidieť, ako treba riadne prit'ahovať vodiče elektrickej inštalačie 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 inštalačné 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 indukciami 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 váznych 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. destrukčné 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. Pritom 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 polarity.

Elektrostatické náboje vznikajú pri:

- vzájomnom trení telies,
- rolovaní (skrúcaní) alebo odvalovaní materiálov,
- oddel'ovaní materiálov,
- vysypávaní a presypávaní materiálov,
- mechanickom namáhaní, mletí, drvení,
- pneumatickej doprave sypkých materiálov,
- prúdení kvapalín a plynov,
- vytiekaj kvapalín a rozprášovaní a pod.

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

21.1 Elektrizovateľnosť tuhých látok

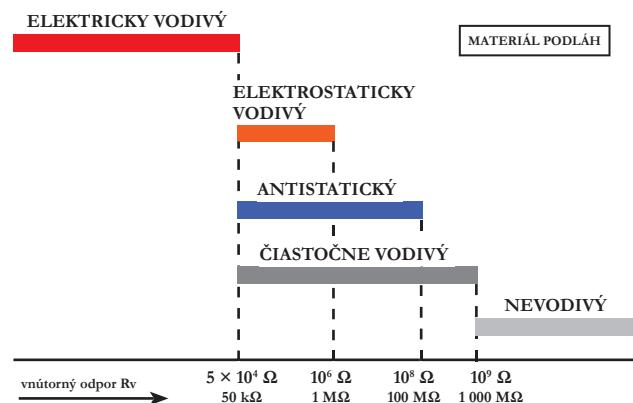
Z hľadiska elektrizovateľnosti sa rozdeľujú tuhé látky podľa hodnoty **povrchového odporu Ro** na:

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

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 podlás

21.2 Elektrizovateľnosť kvapalín

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

Elektrizovateľnosť kvapalín sa posudzuje podľa rezistivity ρ na:

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

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,
- rozdielneho potenciálu medzi nabitou časťou (prachu, aerosólu, hmly) a uzemneným objektom.

21.4 Elektrostatický náboj na ľuďoch

Clovek predstavuje z hľadiska elektrostatiky vodič s určitou kapacitou (50 až 250 pF) voči zemi. Pokial 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 napäťe 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

Ludské telo sa môže elektrostaticky nabit' pri:

- dôtyku nabitého objektu,
- elektrostatickou indukcii 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 $W = 50 \text{ J}$ ($W = \frac{1}{2} \text{ CU}$).

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 iškovému výboju, čo môže byť nebezpečné pre citlivú elektroniku, ale vzniknutý výboj môže inicovať aj výbuch alebo požiar v nebezpečnom priestore.

21.5 Statická elektrina v elektronike

Elektrostatický výboj (**ESD**) mimoriadne nepriaznivo pôsobí na elektronické súčiastky (integrované obvody). 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 voltom. Stačí sa pritom dotknúť napríklad potrubia ústredného kúrenia a tento náboj sa vybije, čo je spojené s nepríjemným 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 odvádzat:

- 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 rýchlosťí) 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 odvádzat 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 oblast⁷. 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 bráť 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 ktoréhoči kôlvek činiteľa horenia možno horenie uľahčiť alebo znemožniť (resp. minimalizovať). Podľa nových požiadaviek na elektrické káble tieto nesmú po svojom povrchu šíriť plameň – nazývajú sa **samožášavé káble alebo vodiče**. Táto vlastnosť je rozhodujúca z hľadiska protipožiarnej bezpečnosti pri všetkých káblach. Požiarnotechnické vlastnosti hmôt, resp. stupeň horľavosti stavebných hmôt, rieši STN 73 0823: 1983 a vyhláska 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, pretáženie, 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 skúsky 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 Dexamín a pod. Elektrické zariadenia je možné klásiť na tieto látky i do nich bez akýchkoľvek obmedzení.

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

Ide o látky vyhotovené z anorganických nehorľavých látok, kde sa používajú organické plnivá a spojivá, ktoré môžu byť aj horľavé, ale ich horľavosť je úplne potlačená spojením s nehorľavou látkou. Patrí 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 splňajú vlastnosti stavebných látok skupiny A.

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

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

bezpečnosť takýchto elektrických predmetov (prístroje, elektroinštalačný 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 (Ploplat, Duplex, Solodur), korkové parkety, podlahoviny z plastu a gumeny (Izolit, Industrial), podlahové textílie (Raltex). Elektrické zariadenia (inštalácie, rozvody a pod.) možno klásiť na tieto látky i do nich za podmienok stanovených v norme STN 33 2312 čl. 2.12 tabuľka 1. Požiarna bezpečnosť takýchto elektrických predmetov (prístroje, elektroinštalačný 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), mäkčený 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 klásiť 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 ľahko horľavé	ostatné A2, B	
C1	ľahko horľavé	C	
C2	stredne horľavé	D, E	horľavé
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 toxickejmi plynnimi a pod. Elektrické zariadenie musí byť **z materiálu spomaľujúceho šírenie plameňa** a vytvárajúceho minimálne množstvo dymu a toxickejich 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 W do 300 W | – 0,8 m, |
| > 300 W do 500 W | – 1,0 m, |
| > 500 W | – je nutné dodržať väčšie vzdialosti 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 protipožiarnymi 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 pret'aženiu (istič s charakteristikou typu B, ktorý istí všetky pracovné vodiče).

Maximálna teplota povrchu – neživých častí elektrických prvkov, prístrojov a kálov 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 povrhom 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 toxicických 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 odstraňovať horľavého prachu z povrchu elektrických predmetov, svietidiel, strojov, kálov 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 (tryedy nebezpečnosti I a II) bod vzplanutia pod 54 °C, bude predmetný priestor definovaný ako priestor s nebezpečenstvom výbuchu horľavých plynov a párov. Horľavé kvapaliny (tryedy 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 elektroinštalačného 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 SPRCHO尤 A V UMÝVACÍCH PRIESTOROCH

Ochrana pred zásahom elektrickým prúdom v priestoroch kúpeľne, umyvárne a sprchy musí byť vzhľadom na možné riziko úrazu elektrickým prúdom vyhotovená zvlášť dôsledne.

Tento problematikou sa zaobera STN 33 2000-7-701: 2007. Norma definuje pojmy uvedených priestorov takto:

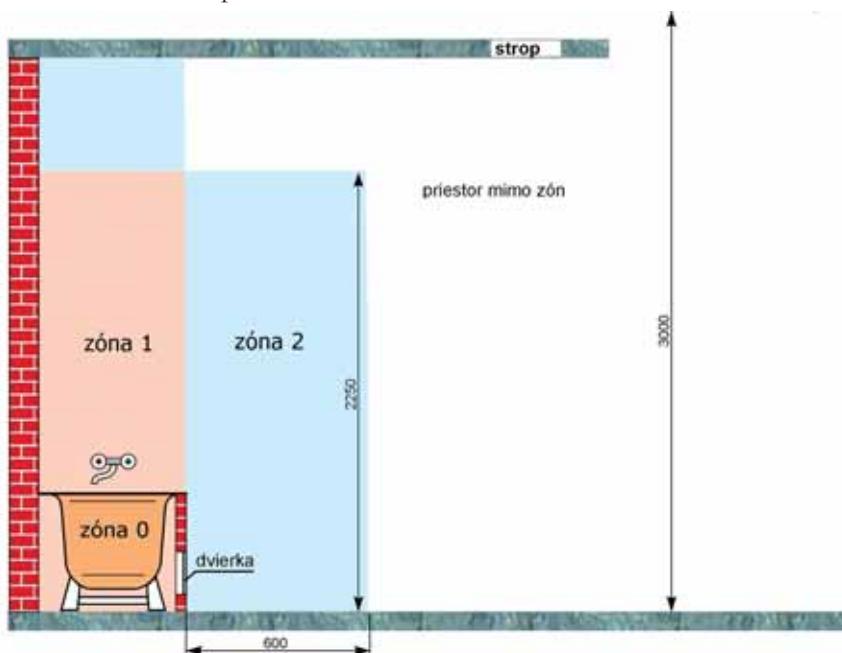
- **kúpeľňa** – samostatná miestnosť s vetráním (prirodzené, nútene), ktorá je určená na umývanie, kúpanie, sprchovanie; okrem vane a sprchovacej misy je v nej inštalovaná ručná alebo pevná sprcha nad vaňou alebo sprchovou misou,
- **sprcha** (sprchová kabína, sprchový kút) – samostatná miestnosť alebo oddelený priestor vo väčšej miestnosti, ktorý je určený len na sprchovanie,
- **umýváreň** – 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, dvere a výklenky, ktoré vymedzujú rozsah zón, pozri obrázky 23.1.1 až 23.1.4.

Zóna 0 – podobne ako doteraz, je to vnútorný priestor kúpacnej 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.

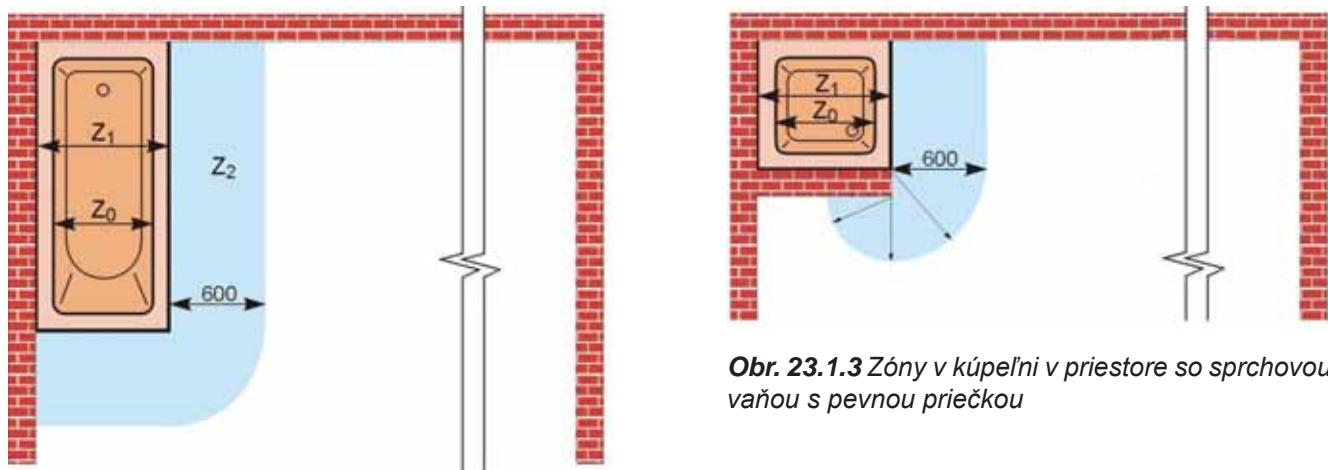
Zóna 1 – jej výška od podlahy je do 225 cm. Zahŕňa aj priestor pod kúpacou vaňou vyvýšenou alebo aj rôzne tvarovanou. Pri sprche bez vane (obrázok 23.1.4) zóna 1 ohraničuje zvislú plochu, ktorá je vzdialenosť 120 cm od pevné namontovanej hlavice na stene alebo strope.



Obr. 23.1.1 Zóny v kúpeľni (bočný pohľad)

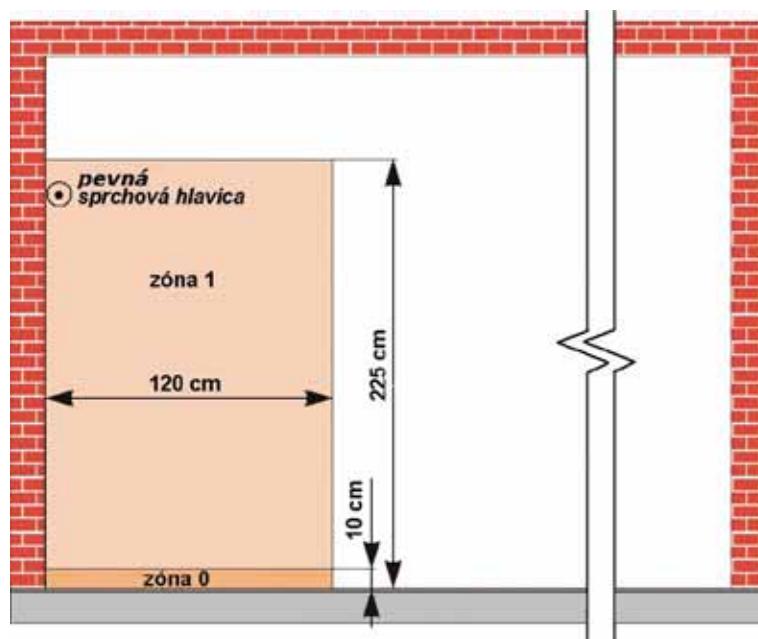
Zóna 2 – obklopuje zo strán zónu 1 v šírke 60 cm a výške 225 cm nad podlahou. Zónu 2 však neobsahuje sprcha bez vane, ktorej priestor je určený zónou 1 vo vzdialosti 120 cm. Ak výška stropu presahuje 225 cm nad podlahou, je zónou 2 aj priestor nad zónou 1, a to až k stropu.

Priestor mimo zón – priestor za hranicou zóny 2, pozri obrázky 23.1.1 až 23.1.3.



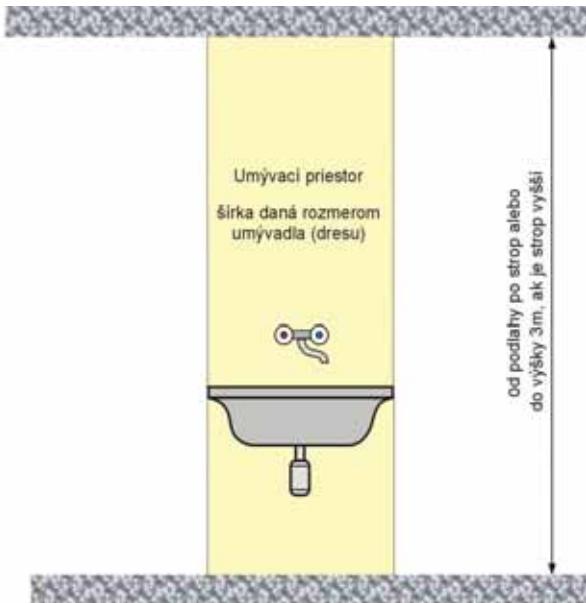
Obr. 23.1.2 Zóny v kúpeľni (pohľad zhora)

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 obrysmi umývadla, umývacieho dreza 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 napäťom 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 odolať 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 napäťom SELV alebo PELV.

Norma STN 33 2000-7-701: 2007 zmenila požiadavky na **doplňkové ochranné pospájanie**. Predpisuje povinnosť vytvoriť **miestne doplnkové pospájanie**, ktoré musí spojiť s ochranným vodičom všetky prístupné nechránené cudzí 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 umyvárňach, kde sú umiestnené vane a sprchy. Komunálnymi umyvárňami sa rozumejú umyvárne 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 povrhom 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 napäťom 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"> ● elektroinštalačné škatule 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 vírivé 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:

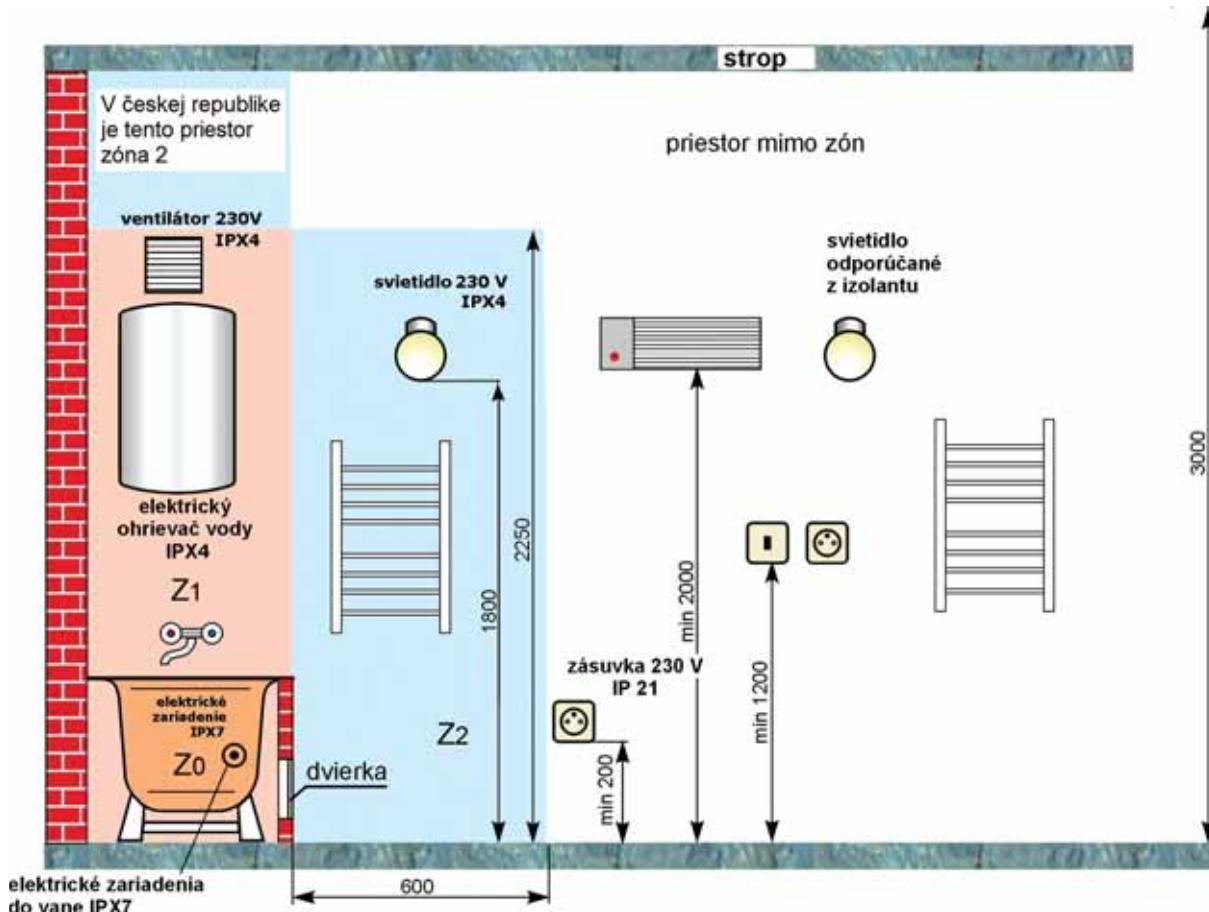
Zakázané inštalovať	spínače 230 V, zásuvky 230 V
Dovolené inštalovať	<ul style="list-style-type: none"> ● len elektroinštalačné spínače a zásuvky chránené ochranou malým napäťom SELV alebo PELV. Zdroj napájania musí byť inštalovaný mimo zóny 0 a 1. ● príslušenstvo vrátane zásuviek na signalizačné a komunikačné 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 vírivé 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 plášt'om, kovovým krytom alebo z jemne kovovej mriežky. Jemne kovová mriežka,

kovový plášť alebo kovový kryt sa musia pripojiť na ochranný vodič napájacieho obvodu. Neplatí to v prípade ochrany SELV.

Pri elektrických podlahových vykurovacích systémoch nesmie byť použitá pred zásahom elektrickým prúdom ochrana elektrickým oddelením.

Na obrázku 23.1.8 sú uvedené príklady inštalácií elektrických zariadení v jednotlivých zónach.



Obr. 23.1.8 Príklady elektrických zariadení inštalovaných v jednotlivých zónach

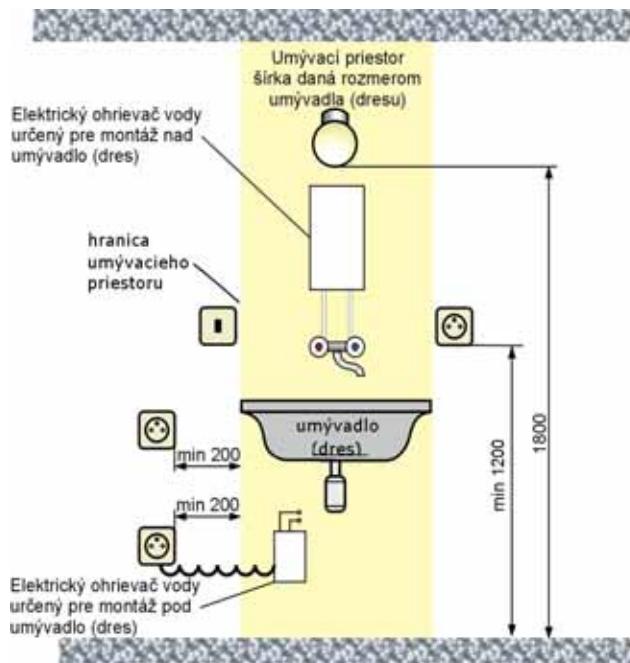
23.2.1 Elektrická inštalácia v umývacom priestore

Krytie elektrických prístrojov a svietidiel a vyhotovenie elektrickej inštalácie musí zodpovedať vonkajším vplyvom a zónam miesta, v ktorom je umývací priestor inštalovaný, pozri obrázok 23.2.1.1.

V umývacom priestore:

Zakázané inštalovať	spínače 230 V, zásuvky 230 V
Dovolené inštalovať	Zásuvky a spínače 230 V sa môžu umiestniť len mimo umývacieho priestoru. Ak sú vo výške aspoň 1,2 m nad podlahou, môžu sa umiestniť tesne pri hranici umývacieho priestoru. Ak sú umiestnené nižšie, musia byť vzdialé svojim najbližším okrajom aspoň 0,2 m od hranice umývacieho priestoru.

V umývacom priestore sa má svietidlo umiestniť tak, aby jeho spodný okraj bol aspoň **1,8 m nad podlahou**. Svetelný zdroj svietidla musí byť zakrytý ochranným sklom. Všetky vonkajšie časti svietidla, ktoré sú nižšie ako 2,5 m nad podlahou, musia byť **z trvanlivého izolantu**. Ak je svietidlo 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 svietidla 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 vzhladom 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 vypínačom neprevyšujúcim **30 mA**.
- Zásuvky a spínače sa môžu umiestňovať v priestoroch mimo vymedzených zón za predpokladu rešpektovania podmienok platiacich pre umývacie priestory, 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 vypínačom prúdom nepresahujúcim 30 mA.
7. V čom spočíva ochrana pred zásahom elektrickým prúdom malým napäťím 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 vzdialnosti od umývacieho priestoru sa môžu inštalovať zásuvky v školských učebniach?
11. Rozhodnite, či je zásuvka 230 V na obrázku 23.1.10 umiestnená správne.

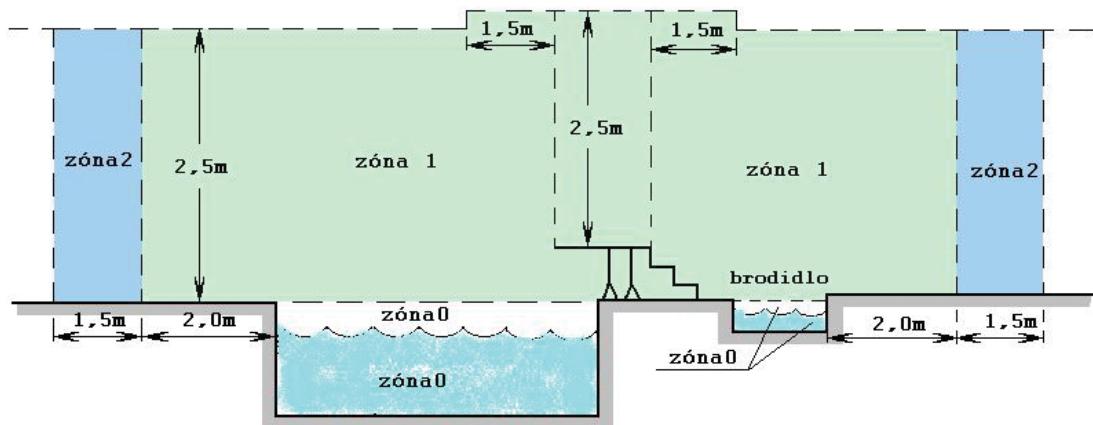
24. ELEKTRICKÉ INŠTALÁCIE V PRIESTOROCH BAZÉNOV

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 vytiekajúca zo zdroja napĺňa určitý druh nádrže,
- **vodná nádrž fontány** (*basin of fountain*) – časť fontány, ktorá zbiera vytiekajúcu 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 vzdialosti 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 napäti neprevyšujúcim 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 vypínačom prúdom neprevyšujúcim 30 mA alebo sa použije elektrické oddelenie. Oddelovač zdroj napája len jedno zariadenie a je inštalovaný mimo zóny 0 a 1. Krytie pri vonkajšom (vnútornom) prostredí s využitím prúdu vody počas čistiacich 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 napäti neprevyšujúcim 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 vypínačom prúdom neprevyšujúcim 30 mA alebo sa použije elektrické oddelenie. Oddelovač zdroj napája len jedno zariadenie a je inštalovaný mimo zóny 0 a 1. Krytie pri vonkajšom (vnútornom) prostredí s využitím prúdu vody počas čistiacich prác je IP X5/IP X8. Krytie pri vonkajšom (vnútornom) prostredí s využitím prúdu vody počas čistiacich 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 oddelovacieho zdroja.
Dovolené inštalovať	len ochranu SELV pri menovitom napäti neprevyšujúcim 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 vypínačom prúdom neprevyšujúcim 30 mA alebo sa použije elektrické oddelenie. Oddelovač 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 čistiacich 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 splňať 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 teplote 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 rozvádzacov**.

Staveniskové rozvádzacé – obsahujú hlavné riadiace zariadenia, ochranné prístroje (poistky, ističe, prúdové chrániče) a meranie spotreby elektriny. Miesto na stavenisku, kde je staveniskový rozvádzac umiestnený, pokladá sa za rozhranie medzi napájacou sietou a inštaláciou staveniska.

Rozvádzac na stavenisku môže byť **pevne umiestnený** (obrázok 25.1) alebo môže byť **prenosný**, ľudovo nazývaný „**antoníček**“ (obrázok 25.2). Ak je na stavenisku viac rozvádzacov, jeden z nich je hlavný (obvykle obsahuje hlavné meranie spotreby elektrickej energie) a ostatné sú podružné. Aj v podružných rozvádzacoch môže byť podružné meranie spotreby elektrickej energie. Prívod k hlavnému napájacemu staveniskovému rozvádzacu a ku každému podružnému rozvádzacu sa musí vybaviť **prístrojmi na spínanie a bezpečné odpojenie**. Prístroje na bezpečné odpojenie prívodného vedenia sa **musia dať zaistíť vo vypnutej polohe**, napríklad visiacou zámkom alebo umiestnením vnútri uzamykateľného krytu.



Obr. 25.1 Pevne umiestnený hlavný rozvádzac na stavenisku



Obr. 25.2 Prenosný podružný staveniskový rozvádzac na stavenisku

Každý obvod napájajúci elektrické spotrebiče sa musí viest z podružného rozvádzaca obsahujúceho:

- nadprúdové istiace prístroje (poistky, ističe),
- prístroje zaistujúce 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 vypínačom 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 oddelovacieho transformátora alebo zo samostatných vinutí oddelovacieho transformátora.

Pri obvodoch napájajúcich zásuvky s menovitým prúdom vyšším ako 63 A sa musia ako odpájacie prístroje použiť prúdové chrániče s menovitým rozdielovým vypínačom prúdom neprevyšujúcim **100 mA**.

Všetky rozvádzace na rozvod elektrickej energie na staveniskách musia splňať 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 kálov na stavenisku, káble sa nemajú klásiť 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 rozvádzace?
2. Čo musia zabezpečovať prístroje na bezpečné odpojenie prívodného vedenia?
3. Aký ochranný prístroj je dôležitý v rozvádzaci na zaistenie ochranných opatrení pred zásahom elektrickým prúdom?
4. Akou konkrétnou ochranou pred zásahom elektrickým prúdom budeme chrániť zásuvku v staveniskovom rozvádzaci 400 V/16 A a 400 V/32 A?
5. Akou konkrétnou ochranou pred zásahom elektrickým prúdom budeme chrániť zásuvku v staveniskovom rozvádzaci 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 vplývať vonkajšie vplyvy prostredia.

Na elektrickú inštaláciu v priestoroch s výbušnou plynou atmosférou sú kladené vysoké nároky a požiadavky z pochladu 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 samovzniativedy.**

Ochranné opatrenia majú za cieľ **znížiť na priateľnú úroveň nebezpečenstvo** tak, aby sa elektrické zariadenie nemohlo stať zdrojom iniciácie. Pri elektrických zariadeniach a inštaláciách pevne inštalovaných, dočasných, prenosných a mobilných všetkých druhov napäťi 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 šest'uholníku,
 - výrobok musí byť označený značkou 



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 pára 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 vyvolat' zapálenie výbušných plynov alebo výbušných látok, tabuľka 26.1.1. Horľavé plyny alebo látky delíme podľa ich schopnosti vznenietenia 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 vznenietenia horľavých látok

Teplotná trieda	Najvyššia povrchová teplota v °C	Teplota vznenietenia 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 vznenietenia, teplotné triedy a skupiny výbušnosti pre vybrané plyny používané v praxi.

Tab. 26.1.2 Teploty vznielenia, teplotné triedy a skupiny výbušnosti horľavých plynov a látok

Plyn (látka)	Teplota vznielenia 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 párov 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 časťiam, 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 ATMosphères EXPlosibles“ (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 párov 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 iniciuje cudzím zdrojom (napríklad iskrou vo vypínači) alebo vplyvom teplotej dôjde k samovoľnej iniciácii výbušnej plyennej atmosféry, môže dôjsť k výbuchu.

Požiadavky na konštrukciu na použitie elektrických zariadení do priestorov s nebezpečenstvom výbuchu horľavých plynov a párov 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 môžu 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 môžu 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 niektornej z nasledovných druhov ochrán:**

- pevný záver „**d**“ (spínacie zariadenia, transformátory, svietidlá, motory),
- zaistené vyhotovenie „**e**“ (rozvádzacové, 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**“ (rozvádzacové, 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 mlynoch, 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 vznielenia rozváreného prachu**, dôjde k **vznieleniu 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 vznikať výbušná atmosféra rozvíreného prachu so vzduchom priležitostne v normálnej prevádzke. Ide o okolie miest, kde sa nasýpa a vysýpa prašný materiál, a miesta, kde sa ukladajú 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 unikat' 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 vznenietenia 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 dovolená povrchová teplota pri zariadeniach pracujúcich v akejkoľvek zóne musí byť určená **odčítaním bezpečnostného koeficientu od minimálnych teplôt vznenietenia 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 vznenietenia 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 vznenietenia horľavého prachu alebo meraním**. Ak je zariadenie zasypané hrubou vrstvou piesku, musí byť vykonané špeciálne opatrenia a skúšky. Inštalačia 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 iniciácií výbušnosti 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 výbušnosti s elektrickým zariadením môže byť **výnimočný**,
- **V3** – prostredie, v ktorom výbušnina práši, odparuje sa, prípadne sublimuje kedykoľvek a styk výbušnosti s elektrickým zariadením môže byť **trvalý**.

Objekt s nebezpečenstvom požiaru alebo výbuchu výbušnín nesmie byť križovaný s akýmkolvek 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 nebezpečenstvo** od výbušnína 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 hnedouhohného 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:

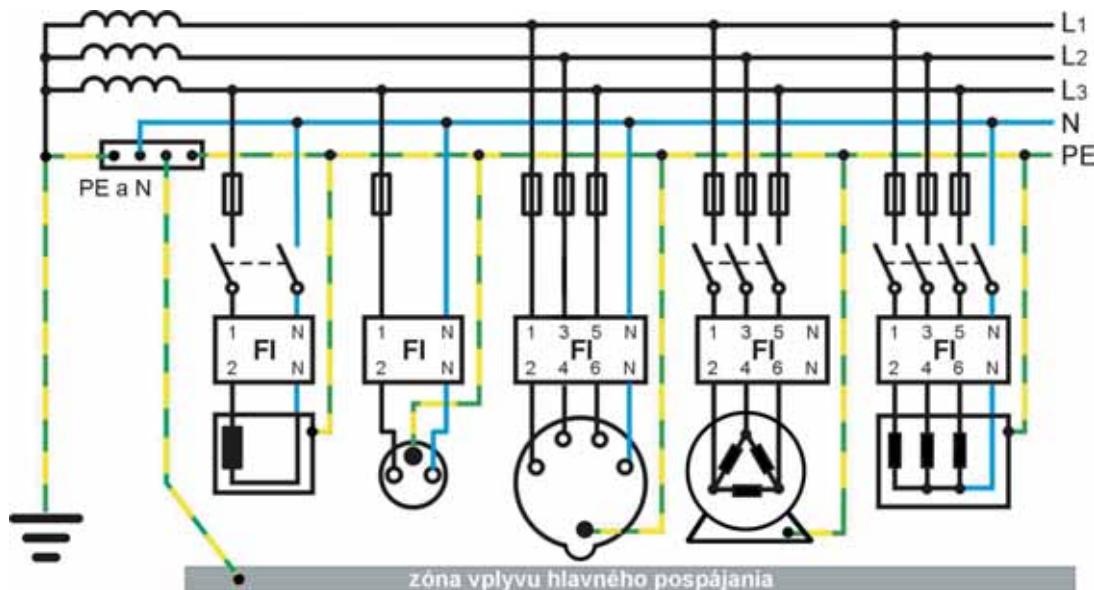
1. Prúdový chránič je jediný ochranný prístroj, ktorý dokáže ochrániť zdravie človeka pred **priamym dotykom** so živou časťou (rukou, nohou a pod.).
2. Prúdový chránič dokáže ochrániť zdravie človeka aj pri **nepriamom dotyku s neživou vodivou časťou**, na ktorú preniklo nebezpečné napätie dôsledkom poruchy (kostra elektromotora, sekačka na trávu, 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 chybnej časti elektrického zariadenia od zdroja napájania, pričom k odpojeniu musí dôjsť v stanovenom čase. Na odpojenie je možné okrem prúdového chrániča použiť aj nadprúdové istiacie prvky, ktorými sú poistka a istič.

Prúdový chránič vyžaduje, aby cezeň prechádzali všetky pracovné vodiče (krajný L, neutrálny N). **Ochranný vodič (PE) cez prúdový chránič nesmie prechádzat!** Prúdový chránič nie je možné použiť v sieti TN – C! Siet' TN – C je možné previesť na siet' 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.

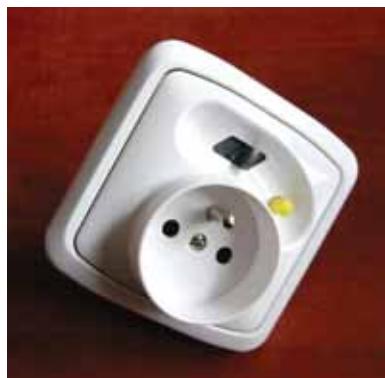


Obr. 27.1 Príklady zapojenia prúdových chráničov v sieti TN – S

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



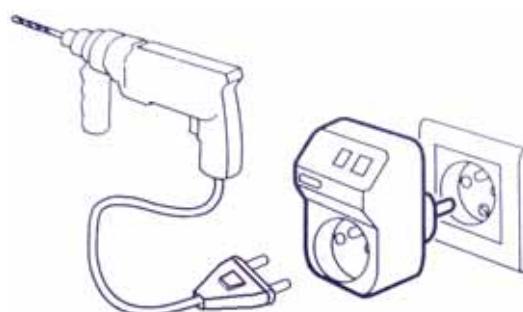
Obr. 27.4 Vidlica 230 V so vstavaným prúdovým chráničom

Veľa úrazov, z toho aj smrteľných, vzniká pri práci s elektrickými spotrebičmi v domácnostiach, v dielňach a v záhradách (žehličky, vrtačky, brúsky, kosačky na trávu, 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	• 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 vypínačom prúdom 30 mA
STN 33 2000-7-702: 2011	• čl. 702.41, čl. 702.53 – použitie prúdového chrániča na plavárňach a kúpaliskách s menovitým rozdielovým vypínačom prúdom 30 mA
STN 33 2000-7-704: 2007	• čl. 704.4.41 – použitie prúdového chrániča pri inštalácii stavenísk a priestorov búranísk s menovitým rozdielovým vypínačom prúdom 30 mA
STN 33 2000-7-705: 2007	• čl. 705.412.5 – povinné použitie prúdového chrániča alebo rozdielového ochranného relé v polnohospodárskych a záhradkárskej prevádzkarniach v obvodoch so zásuvkami na ochranu pred úrazom osôb a zvierat s menovitým rozdielovým vypínačom prúdom 30 mA a čl. 705.422 povinne na ochranu proti požiaru s menovitým rozdielovým vypínačom prúdom nepresahujúcim 500 mA
STN 33 2000-7-706: 2007	• čl. 706.471.2 písm. c) – použitie prúdového chrániča v obmedzených vodivých priestoroch s menovitým rozdielovým vypínačom prúdom nepresahujúcim 30 mA
STN 33 2000-7-708: 2010	• čl. 3.3.2.6 – povinné použitie prúdového chrániča v elektrických inštaláciach v kempoch na obytné prívesy a v obytných prívesoch s menovitým rozdielovým vypínačom prúdom nepresahujúcim 30 mA. Jeden prúdový chránič nesmie chrániť viac ako tri zásuvky.
STN 33 2000-7-710: 2013	• povinné použitie prúdového chrániča v rozvodoch v miestnostiach na lekárské účely na zásuvkové obvody s menovitým rozdielovým vypínačom prúdom 30 mA
STN 33 2000-7-711: 2004	• čl. 711.48 – použitie prúdového chrániča v elektrických inštaláciach v priestoroch výstav, prehliadok a stánkov s menovitým rozdielovým vypínačom prúdom 30 mA
STN EN 61439-4: 2013	• čl. 9.5 – povinné použitie prúdového chrániča v staveniskových rozvádzäcoch na zásuvkové obvody s menovitým rozdielovým vypínačom 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 prúdom. 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.

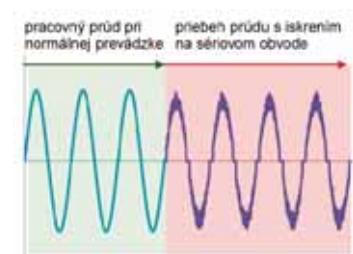
Oblúková ochrana AFDD má v sebe integrovaný denný automatický test funkcionality AFDD jednotky.

Pozostáva z:

- **vlastnej oblúkovej ochrany AFDD a ističa (MCB)**, pozri obrázok 27.1.2:
 - vypínacia charakteristika ističa môže byť B alebo C,
 - počet pólsov 1 + N,
 - menovité prúdy 10 A, 13 A, 16 A, 20 A;
- **vlastnej oblúkovej ochrany AFDD, ističa (MCB) a prúdového chrániča (RCD) typu A**, pozri obrázok 27.1.3:
 - vypínacia charakteristika ističa môže byť B alebo C,
 - počet pólsov 1 + N,
 - menovité prúdy 10 A, 13 A, 16 A, 20 A,
 - menovitý vypínací rozdielový prúd prúdového chrániča 30 mA.



Obr. 27.1.1 Oblúková ochrana



Obr. 27.1.2 Oblúková ochrana AFDD s dvomi funkciami



Obr. 27.1.3 Oblúková ochrana AFDD s troma 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 napäť vykonáva elektronický obvod jednotky AFDD porovnávaním so známymi priebehmi, na ktoré má alebo nesmie reagovať. Oblúkovú ochranu AFDD možno inštalovať **len v sietiach 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 drevodomu po požiare, ktorý neobsahoval oblúkovú ochranu AFDD.



Obr. 27.1.4 Časť drevodomu po požiare

Otázky a úlohy:

1. Opište prednosti prúdového chrániča pri ochrane pred úrazom elektrickým prúdom.
2. Opište princíp ochrany prúdovým chráničom pri priamom dotyku živej časti osobou.
3. Ako pripájame dvojpólový a ako štvorpólový chránič na siet' s chráneným spotrebičom?
4. Nakreslite zásuvku 230 V pripojenú cez prúdový chránič.
5. Nakreslite trojfázový indukčný asynchronný elektromotor pripojený cez prúdový chránič.
6. Opište, 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 PREHЛИADKY 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 kontrolou činnosťou.

Je dôležité pripomenúť nadvážujúci 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 výnimcočné okolnosti, ktoré môžu ohrozit 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 vyhadených 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 vyhadených technických zariadení elektrických (§ 24), aj lehoty pravidelných kontrol alebo skúšok vyhadených 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 zistíuje 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 ES 59009 s triediacim znakom 33 1620, ktorá obsahuje európsku špecifikáciu ES 590009: 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. **Cinnosti, ktorými sa preveruje bezpečnosť vyhradeného technického zariadenia elektrického, sú:**

Typová skúška – súbor úkonov, ktorými **oprávnená právnická osoba** (Technická inšpekcia, a. s., TÜV SÜD, Slovenská, 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 splňa bezpečnostnotechnické požiadavky (ak sú predpísané skúšky, ich vyhodnotenie je, samozrejme, súčasťou typovej skúšky). Vyhradené technické zariadenia elektrické skupiny A/a, A/b, A/d a rozvádzace, 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 dokumentácií**, 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 potvrď v sprievodnej dokumentácii a vyuskúšané vyhradené technické zariadenie označí podľa § 13 symbolom **T1** a posledným dvojčíslom roku, v ktorom bola vykonaná úradná skúška.

Opakovaná úradná skúška na vyhradenom technickom zariadení elektrickom skupiny A sa vykonáva **pred opäťovným uvedením** technického zariadenia do prevádzky:

- po odstavení dlhšom ako jeden rok,
- po demontáži a opäťovnej 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 (revízny technik VTZE na vykonávanie odborných prehliadiok 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 napäťia (50 V_{AC} až $1\,000 \text{ V}_{\text{AC}}$; 75 V_{DC} až $1\,500 \text{ V}_{\text{DC}}$). 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 pripadne na termín vykonania opakovanej úradnej skúšky v prípadoch VTZ E s vysokou mierou ohrozenia skupiny A, opakovaná úradná skúška ju nahradza. 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 prehliadiok 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. Lehota vykonávania OPaOS sa určuje 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 siet' pohyblivým prívodom s vidlicou. OPaOS predstavuje súbor úkonov, pri ktorých sa prehliadkou, meraním a skúšaním zistíuje 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 prívody a šnúrové vedenia, ktorých revízie sa robia podľa STN 33 1610: 2002 (ČSN 33 1610: 2005).

- **Skúšky rozvádzcačov NN**

Vykonávanie zabezpečuje ich výrobca, ktorý ku každému svojmu vyrobenému výrobku vypracuje protokol o kusovej skúške v zmysle technických noriem na výrobu rozvádzcačov (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 bezpečnostnotehnickým 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 rozvádzcač, hlavný rozvádzcač, podružné rozvádzcače, 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 lehot vykonávania OPaOS.

Lehota na vykonanie pravidelnej revízie sa v súčasnosti určuje podľa tabuľky 28.2.1 (lehota stanovené podľa jednotlivých tried **vonkajšieho vplyvu**) a tabuľky 28.2.2 (lehota stanovené podľa **druhu objektu alebo zariadenia**).

Tab. 28.2.1 Lehota 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							
B	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		
	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						
C	BE Spracúvané/skladované látky	5	2 ^{c)}	2 ^{d)}	5						
	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 Lehota 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 miešačky, 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 zariadenie 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 prostrediah 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 revíziach 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 zvodidlá SPD typ 2 a 3**),
- ekvipotenciálne pospájanie v budove (**uvedenie 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:

- časťi 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. Lehota 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 odporučenia 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. Kontrolo 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 siet'. 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 zistenia 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**. Lehota OPaOS sú odvodené od lehot 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 zistuje 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 podrobňá prehliadka stavu náradia a jeho súčasti, 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 ználého 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 Lehota 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 zistuje 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 podrobňá 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 Lehota pravidelných OPaOS elektrických spotrebičov

Skupina elektrických spotrebičov	Spotrebiče držané v ruke	Prenosné spotrebiče	Neprenosné pripojené spotrebiče
	OPaOS	OPaOS	OPaOS
A	Kontrolu vykonat' 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 ználeho 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 výnimocne 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 zatiaženia 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.