

Elektrické instalace (MEIC)

Garant předmětu:
Ing. Radim Kadlec, Ph.D.

Autori textu:
Ing. Radim Kadlec, Ph.D.
doc. Ing. Miloslav Steinbauer, Ph.D.

Brno

Červenec 2015

Komplexní inovace studijních programů a zvyšování kvality výuky na FEKT VUT v Brně
OP VK CZ.1.07/2.2.00/28.019



evropský
sociální
fond v ČR



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVYCHOVY



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Obsah

1	Úvod	10
2	Jisticí, spínací a řídicí přístroje	11
2.1	Jištění	11
2.1.1	Vypínací charakteristika jisticího prvku.....	12
2.1.2	Základní veličiny popisující vlastnosti jisticích prvků	13
2.1.3	Kategorie užití pro spínací a řídicí přístroje.....	14
2.2	Pojistky	15
2.2.1	Značení závitových pojistek zkratkami a barvami.....	17
2.3	Jističe	18
2.3.1	Volba charakteristiky jističe	19
2.3.2	Starší typy vypínacích charakteristik jističů.....	20
2.3.3	Označování jističů.....	21
2.3.4	Podmínky pro volbu jističe z hlediska jeho vypínací schopnosti	21
2.4	Proudové chrániče.....	22
2.4.1	Označování proudových chráničů	22
2.4.2	Místa s povinným použitím proudových chráničů	23
2.5	Selektivita	24
2.6	Kombinované chrániče a jističe.....	26
2.7	Náhrada starších jističů.....	26
2.8	Stykače a relé	28
3	Značení vodičů a svorek elektrických předmětů.....	29
3.1	Značení vodičů a svorek EZ písmenno-číslicovým systémem	29
3.2	Značení vodičů barvami	33
3.3	Rozlišení žil polohou	34
4	Kabely	36
4.1	Značení silových kabelů	36
4.1.1	Nové evropské typové značení kabelů podle HD 361 S3	37
4.1.2	Značení silových kabelů podle již neplatné ČSN 34 7615	39
4.1.3	Značení silových vodičů a šnúr podle již neplatné ČSN 34 7401	39
4.2	Běžně používané typy silových vodičů a kabelů	40
4.3	Uložení kabelů a vodičů	41
4.4	Druhy přívodů k elektrickým předmětům	43
4.4.1	Pevné připojení	44
4.4.2	Poddajný přívod	44
4.4.3	Pohyblivý přívod	44

4.5	Vodiče a kabely odolné ohni.....	47
4.5.1	Písmenové značení silových kabelů s požární odolností	48
5	Svorky.....	49
6	Zásuvky.....	52
6.1	Domovní zásuvky a vidlice	53
6.2	Průmyslové zásuvky a vidlice.....	53
6.2.1	Hodiny nezaměnitelnosti průmyslových zásuvek a vidlic	55
7	Spínače	56
7.1	Spínače – příklady kombinací řazení a jejich zapojování	57
7.2	Praktické ukázky zapojení spínačů a spínacích tlačítek v elektrické instalaci	61
8	Speciální přístroje.....	64
8.1	Schodišťový spínač	64
8.2	Impulsní relé a stmívače v obvodech osvětlení.....	64
8.3	Zvýšení instalovaného příkonu – přednostní relé	65
8.4	Motorové spotřebiče.....	66
9	Rozvody	70
9.1	Elektrická přípojka.....	70
9.2	Hlavní ochranná svorka	72
9.3	Elektrický rozvod v budovách	74
9.3.1	Stupně elektrizace bytů	74
9.3.2	Hlavní domovní vedení	74
9.3.3	Odbočky k elektroměrům	77
9.3.4	Elektroměrové rozvaděče	78
9.3.5	Přívodní vedení k podružným rozvaděčům nebo rozvodnicím	79
9.3.6	Podružné rozvaděče nebo rozvodnice	80
9.3.7	Dimenzování vodičů a jištění v bytových domech.....	81
9.4	Vybavení místností elektrickými zařízeními.....	83
9.5	Ukládání rozvodů	85
9.6	Elektrická instalace v bytových a podobných prostorách	89
9.6.1	Světelné obvody	89
9.6.2	Světelná instalace napájená malým napětím	92
9.6.3	Zásuvkové obvody	94
9.6.4	Samostatné obvody	96
9.7	Podlahové a stropní vytápění	96
9.8	Elektrická zařízení na hořlavých hmotách a v hořlavých hmotách.....	97
9.9	Elektrické instalace v nábytku.....	99
9.10	Uzemnění a ochranné vodiče.....	100

9.11	Ukládání základových zemničů	102
10	Elektrická zařízení ve zvláštních prostorech.....	105
10.1	Elektrická zařízení pro venkovní osvětlení	105
10.2	Elektrická zařízení v koupelnách	105
10.2.1	Definice zón	105
10.2.2	Volba zařízení	108
10.2.3	Nutnost pospojování	108
10.3	Umývací prostory	109
10.4	Elektrická zařízení bazénů, fontán a jiných nádrží.....	110
10.4.1	Ochrana před úrazem elektrickým proudem	112
10.4.2	Požadavky na ochranu před úrazem elektrickým proudem v jednotlivých zónách	113
10.4.3	Volba a montáž elektrických zařízení.....	113
10.4.4	Systém vedení	113
10.4.5	Elektrická zařízení plaveckých bazénů	114
10.4.6	Elektrická zařízení pro fontány.....	115
10.5	Elektrická zařízení v saunách.....	115
10.6	Elektrická zařízení v zemědělství	116
10.6.1	Ochrana před úrazem elektrickým proudem	117
10.6.2	Ochrana před vznikem požáru.....	117
10.6.3	Výběr elektrických zařízení	118
10.6.4	Spínací zařízení a rozvaděče.....	118
10.6.5	Na co dát pozor	118
10.7	Elektrická zařízení na staveništích a demolicích	119
10.8	Elektrická zařízení v omezených vodivých prostorách.....	120
10.9	Elektrická zařízení v karavanech a obytných přívěsech.....	121
11	Ochrana před bleskem a přepětím	123
11.1	Vznik přepětí	123
11.1.1	Úder blesku (LEMP – lightning electromagnetic pulse).....	123
11.1.2	Ostatní přepětí.....	124
11.2	Hladiny ochrany před bleskem (LPL)	124
11.3	Zóny ochrany před bleskem (LPZ)	125
11.4	Systémy ochrany před bleskem	126
11.4.1	Vnější systém ochrany LPS	126
11.5	Vnitřní ochrana před bleskem.....	128
11.6	Ochrana proti přepětí	129
11.6.1	Odolnost vůči impulsnímu přepětí.....	131

12 Revize	134
12.1 Výchozí revize elektrické instalace	134
12.2 Pravidelná revize elektrické instalace	136
12.3 Elektrické spotřebiče	137
13 Rekonstrukce	141
13.1 Historická provedení instalací a jejich bezpečnost v současnosti	141
14 Schémata	143
14.1 Označování vedení	143
14.2 Označování druhů sítí	143
14.3 Značky pro situační schémata	144
14.4 Grafické značky na elektrických předmětech	154
14.5 Schvalovací značky na elektrických předmětech	156
15 Ostatní	157
15.1 Bezpečnostní požadavky pro zařízení užívaná laiky	157
15.2 Písmenný kód v elektrotechnice	157
15.3 Základní elektrotechnické pojmy	158
15.4 Identifikace podzemních vedení barevnými fóliemi	161
15.5 Zkratky používané v elektrotechnice	162
Literatura	10

Seznam obrázků

Obrázek 2.1: Porovnání průběhu omezeného a neomezeného zkratového proudu; i_0 = vrcholová hodnota omezeného proudu, i_p = vrcholová hodnota neomezeného proudu; t_{vyp} = celkový čas vypnutí zkratového proudu omezujícím jisticím prvkem.	12
Obrázek 2.2: Průběh zkratového proudu při elektricky vzdáleném zkratu.	13
Obrázek 2.3: Provedení pojistek běžně používaných v bytových rozvodech, vpravo rozložení proudových hodnot pojistek podle průměru kontaktu.	16
Obrázek 2.4: Provedení válcových pojistek, a) pojistkový odpojovač, b) pojistková vložka 80 A (22x58), c) pojistková vložka 25 A (14x51).	16
Obrázek 2.5: a) Provedení nožových pojistek, b) neporušený tavný vodič, c) iniciace tavného vodiče v případě přetížení, d) iniciace tavného vodiče v případě zkratu.	16
Obrázek 2.6: Charakteristika pojistek pro různé jmenovité proudy.	18
Obrázek 2.7: Vzhled a vnitřní konstrukce jističe.	19
Obrázek 2.8: Vypínací charakteristiky jističů.	20
Obrázek 2.9: Vypínací charakteristika proudových chráničů.	24
Obrázek 2.10: Selektivní charakteristiky pojistek a jističů.	25
Obrázek 2.11: Neselektivní charakteristiky jističů a pojistek.	25
Obrázek 2.12: Kombinovaný chránič a jistič.	26
Obrázek 2.13: Náhrada jističe s napěťovým chráničem J1K82 (vlevo), kombinací jistič + proudový chránič (vpravo).	27
Obrázek 2.14: Konstrukce stykače.	28
Obrázek 3.1: Jediný prvek se dvěma svorkami.	29
Obrázek 3.2: Jediný prvek se čtyřmi svorkami: dva koncové body a dva mezilehlé body a přepínač se třemi svorkami.	30
Obrázek 3.3: Trojfázový předmět se šesti svorkami.	30
Obrázek 3.4: Předmět se třemi prvky a dvanácti svorkami, šest koncových bodů a šest mezilehlých bodů.	30
Obrázek 3.5: Stykač s šesti silovými, spínanými svorkami, dvěma pomocnými a dvěma ovládacími.	31
Obrázek 3.6: Příklad označení vodičů a svorek elektrických předmětů ve schématu.	33
Obrázek 3.7: Příklad reálného označení vodičů a svorek elektrických předmětů.	34
Obrázek 3.8: Příklad reálného rozložení žil polohou.	34
Obrázek 4.1: Izolované vodiče (vlevo) a vícežilové kabely (vpravo).	36
Obrázek 4.2: Druhy kabelů (vlevo) a provedení plných a lanovaných vodičů (vpravo).	36
Obrázek 4.3: Správné provedení jednofázového prodlužovacího přívodu. Je vidět odlehčení kabelu v tahu a volná žila ochranného vodiče delší než volné žily vodičů pracovních.	46
Obrázek 4.4: Konstrukce ohniodolného bezhalogenního kabelu (příklad).	48
Obrázek 5.1: Příklad šroubové a bezšroubové svorky.	49
Obrázek 5.2: Konstrukce bezšroubové Wago svorky.	49
Obrázek 5.3: Propojování vodičů pomocí bezšroubových svorek.	50
Obrázek 5.4: Vlevo svorka pro propojení plného a lankového vodiče („lustrsvorka“), vpravo instalaci rozváděčová svorka.	50
Obrázek 5.5: Vlevo použití lustrsvorky při instalaci svítidla, vpravo použití rozváděčové svorky pro připojení kabelů instalace do rozváděče.	50
Obrázek 6.1: Řez trojfázovou průmyslovou vidlicí a zásuvkou.	53
Obrázek 6.2: Zapojení běžné trojfázové zástrčky.	54
Obrázek 6.3: Hodiny nezaměnitelnosti průmyslových zásuvek a vidlic [12].	55
Obrázek 7.1: Průběžné zapojení spínače bez přístrojových krabic (v sítí TN-S).	61
Obrázek 7.2: Připojení svítidla spínaného jednopólovým spínačem (řazení 1).	61
Obrázek 7.3: Připojení dvou svítidel (nebo dvou skupin světelných zdrojů), které jsou každé samostatně spínány sériovým přepínačem (řazení 5).	61
Obrázek 7.4: Zapojení svítidla spínaného ze dvou míst střídavými přepínači (řazení 6).	62
Obrázek 7.5: Zapojení svítidla spínaného ze dvou míst střídavými přepínači (řazení 6) a z jednoho místa (mezi střídavými přepínači) křížovým přepínačem (řazení 7). Křížových spínačů může být v principu mezi dvěma střídavými spínači zařazeno libovolné množství.	62
Obrázek 7.6: Další možnost zapojení svítidla spínaného ze dvou míst střídavými přepínači – svítidlo je mezi přepínači. Vpravo je znázorněna ještě možnost zapojení křížového přepínače v krabici pro připojení svítidla.	62

Obrázek 7.7: Zapojení stmívače jako střídavého přepínače. Osvětlení je možno spínat ze dvou míst, a to jak pomocí stmívače, tak pomocí střídavého přepínače, intenzitu osvětlení je možno regulovat jen ze stmívače. Vpravo principiální schéma se stmívači různého provedení.....	63
Obrázek 7.8: Zapojení stmívače jako impulsního relé. Osvětlení může být spínáno tlačítka až z deseti různých míst. intenzitu osvětlení je možno regulovat pouze ze stmívače. Jsou uvedena principiální schémata se stmívači různého provedení.....	63
Obrázek 8.1: Zapojení schodišťového spínače – vlevo čtyrvodičové, vpravo třívodičové.....	64
Obrázek 8.2: Princip spínání osvětlení z více míst pomocí tzv. impulsního relé (každý impulz mění stav relé zapnuto/vypnuto).	64
Obrázek 8.3: Připojení impulsního relé v krabici, vpravo jedna z variant impulsního relé a způsob jeho připojení.....	65
Obrázek 8.4: Spínání a ovládání intenzity osvětlení dvou paralelně zapojených svítidel jedním stmívačem.	65
Obrázek 8.5: Příklad zapojení přednostního relé RP1 v obvodu průtokového ohřívače.....	66
Obrázek 8.6: Příklad zapojení přednostního relé RP1 spolu s časovým relé.....	66
Obrázek 8.7: Spouštěc motorů.....	67
Obrázek 8.8: Zapojení normalizovaných svorkovnic trojfázových asynchronních indukčních motorů.	68
Obrázek 8.9: Změna smyslu otáčení trojfázových asynchronních indukčních motorů záměnou dvou fází.	68
Obrázek 9.1: Značka nebezpečné napětí (číslo 5036) a výstražná značka nebezpečné napětí.	70
Obrázek 9.2: Vzdušná elektrická přípojka.....	71
Obrázek 9.3: Kabelová elektrická přípojka.....	72
Obrázek 9.4: Hlavní ochranné pospojování.....	73
Obrázek 9.5: Vodiče ochranného pospojování mezi neživými částmi.	73
Obrázek 9.6: Vodiče ochranného pospojování mezi neživou a cizí vodivou částí.	74
Obrázek 9.7: Výpočet úbytků napětí na hlavním domovním vedení.	76
Obrázek 9.8: Způsob zapojování instalace: vlevo pomocí spojovacích instalačních krabic, vpravo průběžné.	86
Obrázek 9.9: Doporučené instalační zóny pro ukládání elektrické instalace do zdi.	85
Obrázek 9.10: Můstkový vodič [11].	88
Obrázek 9.11: Doporučené rozmístění zásuvek pro připojení spotřebičů v kuchyňské lince.....	89
Obrázek 9.12: Graf pro určování minimálního průřezu vodičů pevné elektroinstalace s úbytkem napětí 0,8 V.....	94
Obrázek 9.13: Zapojení zásuvek běžného typu s ochranným kontaktem, pohled zepředu. Jednofázové zásuvky a) a d), trojfázové b), c) a e).	95
Obrázek 9.14: Krabice vhodné do dutých stěn z hořlavých materiálů.	97
Obrázek 9.15: Značky označující: a) předmět pro montáž na hořlavé látky, b) předmět pro montáž do hořlavých látek.	98
Obrázek 9.16: Značka pro minimální vzdálenost.	100
Obrázek 9.17: Antikorozní ochrana zemniče z páskové oceli v betonovém základu [4].	103
Obrázek 10.1: Definice zón v okolí koupací a sprchové vany.	106
Obrázek 10.2: Definice zón v okolí pevné sprchy bez sprchové vany.	107
Obrázek 10.3: Definice zón volné sprchy bez sprchové vany.	107
Obrázek 10.4: Provedení doplňujícího pospojování v koupelně.	109
Obrázek 10.5: Umísťování spotřebičů a zásuvek v okolí umývacího prostoru.	110
Obrázek 10.6: Zóny u plaveckých bazénů.	110
Obrázek 10.7: Zóny u bazénů postavených nad úrovní terénu.	111
Obrázek 10.8: Zóny u plaveckých bazénů v případě pevných přepážek kolem bazénů.	111
Obrázek 10.9: Zóny u fontán.	112
Obrázek 10.10: Zóny v sauně.	115
Obrázek 10.11: Pospojování v zemědělském objektu.	117
Obrázek 10.12: Příklad zapojení staveništěního rozváděče TN-S.	120
Obrázek 11.1: Výsledná oblast bleskových proudů, před kterou chrání jednotlivé hladiny LPL.	124
Obrázek 11.2: Realizace zón bleskové ochrany (LPZ) v objektu pomocí stínění a svodičů na jejich rozhraní [21].	125
Obrázek 11.3: Maximální hodnoty valící se koule, velikost ok a ochranného úhlu podle třídy LPS.	127
Obrázek 11.4: Princip metod ochranného úhlu, valící se koule a mřížové soustavy.	127
Obrázek 11.5: a) Příklad konstrukce hromosvodu, b) pomocný jímač na komíně, c) pomocný jímač na nekovovém vyústění ventilace.	128
Obrázek 11.6: Provedení pospojování v domě.	129

Obrázek 11.7: Doporučené zapojení svodičů přepětí v soustavě TN-C-S.....	130
Obrázek 11.9: Koncepce koordinované vnější a vnitřní ochrany před přepětím LEMP.	132
Obrázek 12.1: Postup při revizi spotřebiče třídy ochrany I podle ČSN 33 1600 ed. 2.	140
Obrázek 12.2: Postup při revizi spotřebiče třídy ochrany II a III podle ČSN 33 1600 ed. 2.	140
Obrázek 14.1: Označení sítě TN-S.	144
Obrázek 14.2: Označení sítě TN-C.	144
Obrázek 14.3: Označení sítě TN-C.	144
Obrázek 14.4: Označení sítě TT.....	144

Seznam tabulek

Tabulka 2.1: Dovolené hodnoty I^2t podle normy ČSN 60898-1 pro jističe do 32 A včetně.....	13
Tabulka 2.2: Značky kategorií užití pro AC a DC spínací a řídící přístroje nn.....	14
Tabulka 2.3: Barevné značení pojistek a pojistkových spodků, používané i pro jističe.....	17
Tabulka 2.4: Vypínací charakteristiky jističů podle ČSN EN 60898-1.....	18
Tabulka 2.5: Některé značky používané při označování proudových chráničů.....	23
Tabulka 2.6: Rozsahy vypínacího rozdílového proudu pro proudový chránič s $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$	22
Tabulka 2.7: Předřazení pojistek jističům při zachování selektivity (pro výrobky OEZ).....	25
Tabulka 2.8: Tabulka náhrad starších jističů.....	27
Tabulka 3.1: Značení vodičů a svorek EZ.....	29
Tabulka 3.2: Označování svorek EZ [12].....	31
Tabulka 3.3: Značení vodičů a svorek přímo na vodičích a svorkách [12].....	32
Tabulka 3.4: Poznávací barvy izolovaných vodičů střídavých soustav.....	33
Tabulka 3.5: Poznávací barvy izolovaných i holých vodičů stejnosměrných soustav.....	34
Tabulka 3.6: Barvy počítací a směrové žíly.....	35
Tabulka 4.1: Značení kabelů podle HD 361 S2:1986 zavedeného v ČSN 34 7409.....	36
Tabulka 4.2: Barevné značení vodičů a kabelů.....	37
Tabulka 4.3: Značení kabelů podle HD 361 S3:1999 zavedeného v ČSN 34 7409.....	38
Tabulka 4.4: Srovnávací tabulka značení některých běžných vodičů a kabelů.....	39
Tabulka 4.5: Značení kabelů podle ČSN 34 7615.....	39
Tabulka 4.6: Značení kabelů podle neharmonizované ČSN 34 7401.....	40
Tabulka 4.7: Příklady běžně používaných silových kabelů s pevným jádrem.....	40
Tabulka 4.8: Příklady běžně používaných ohebných kabelů.....	41
Tabulka 4.9: Nejmenší průřezy vodičů.....	43
Tabulka 4.10: Referenční způsoby uložení kabelů a vodičů.....	42
Tabulka 4.11: Proudová zatížitelnost kabelů a vodičů, izolace z PVC, okolní teplota vzduchu 30 °C (v zemi 20 °C).....	43
Tabulka 4.12: Přepočítací součinitele pro seskupení více než jednoho obvodu nebo více než jednoho vícežilového kabelu.....	43
Tabulka 4.13: Přehled pravidel pro pohyblivé přívody.....	46
Tabulka 4.14: Minimální průřezy vodičů pohyblivých přívodů.....	46
Tabulka 4.15: Přehled nejpoužívanějších nástrček a přívodek.....	47
Tabulka 4.16: Značení silových kabelů s požární odolností.....	48
Tabulka 5.1: Vzájemné ovlivňování kovů [14].....	51
Tabulka 6.1: Uspořádání kontaktů domovních zásuvek.....	52
Tabulka 6.2: Barevné rozlišení průmyslových zásuvek a vidlic.....	54
Tabulka 6.3: Poloha zdírky ochranného kontaktu u průmyslových zásuvek a vidlic.....	54
Tabulka 6.4: Průřez připojovacích vodičů průmyslových zásuvek a vidlic.....	55
Tabulka 7.1: Užívaná řazení domovních spínačů.....	56
Tabulka 7.2: Užívaná řazení domovních spínačů.....	57
Tabulka 8.1: Jištění třífázových asynchronních motorů 400 V, 0,25 až 30 kW [12].....	67
Tabulka 8.2: Výběr spouštěče motoru OEZ SM1 podle výkonu elektromotoru.....	69
Tabulka 9.1: Dimenzování a jištění kabelů pro vzdušné i kabelové přípojky.....	71
Tabulka 9.2: Informativní minimální průřezy vodičů a jištění hlavního domovního vedení v bytových domech podle počtu bytů a stupně jejich elektrizace.....	75
Tabulka 9.3: Informativní hodnoty soudobosti pro skupinu bytů.....	76
Tabulka 9.4: Minimální průřezy trojfázových odboček k elektroměrům u bytů stupně elektrizace A a B ..	78
Tabulka 9.5: Maximální povolené úbytky napětí na vedení.....	81
Tabulka 9.6: Minimální počet obvodů v bytech podle užitné plochy.....	82
Tabulka 9.7: Průřezy jader vodičů a k nim přiřazené jmenovité proudy jističů a maximální délky vedení.	82
Tabulka 9.8: Doporučené minimální počty vývodů v místnostech.....	83
Tabulka 9.9: Minimální vzdálenosti reflektorových svítidel od hořlavých hmot.....	90
Tabulka 9.10: Značky pro světelné instalace.....	90
Tabulka 9.11: Značky pro světelné instalace ELV.....	93
Tabulka 9.12: Třídy reakce na oheň a stupeň hořlavosti.....	98
Tabulka 9.13: Podmínky uložení elektrických předmětů do hořlavých látek a na ně.....	99
Tabulka 9.14: Základní bezpečné vzdálenosti elektrických spotřebičů od hořlavých hmot.....	99
Tabulka 9.15: Minimální rozměry zemničů uložených v půdě nebo betonu.....	101

Tabulka 10.1: Minimální stupeň ochrany krytem.....	113
Tabulka 10.2: Minimální průřez ohebných kabelů a šnůr pro připojení karavanu.....	121
Tabulka 11.1: Svodiče přepětí.....	131
Tabulka 11.2: Jmenovité impulsní výdržné napětí zařízení různých kategorií pro instalace 230/400V....	131
Tabulka 11.5: Ochrana před bleskem [12].....	132
Tabulka 11.6: Ochrana před přepětím – ochranné prvky a dimenzování vodičů [12].....	132
Tabulka 12.1: Minimální hodnoty izolačního odporu.....	135
Tabulka 12.2: Maximální doby odpojení podle ČSN 33 2000-4-41 ed. 2.....	136
Tabulka 12.3: Informativní hodnoty maximální impedance smyčky, aby byl splněn požadavek automatického odpojení v síti TN.....	136
Tabulka 12.4: Doporučené lhůty revizí.....	137
Tabulka 12.5: Lhůty revizí elektrických spotřebičů (ČSN 33 1600 ed. 2).....	138
Tabulka 12.6: Hodnoty izolačních odporů.....	139
Tabulka 14.1: Příklady schémat – blokové, rozložené a přehledové.....	143
Tabulka 14.2: Označování vedení.....	143
Tabulka 14.3: Výběr značek pro situační elektrická schémata.....	144
Tabulka 14.4: Značky na elektrických předmětech podle ČSN IEC 417 (34 55 55).	154
Tabulka 14.5: Některé schvalovací značky na elektrických předmětech.....	156
Tabulka 15.1: Písmenný kód pro elektrotechniku.....	157
Tabulka 15.2: Barevné značení tras různých vedení.....	161
Tabulka 15.3: Zkratky v elektrotechnice.....	162

1 Úvod

Tento materiál slouží jako zdroj informací pro studenty předmětu Elektrické instalace (MEIC). Materiál tohoto rozsahu nemůže pojmout všechny zákony, normy a předpisy, a je tedy bez nároků na úplnost informací a přehlednost uspořádání. Uvedené informace jsou vybrány za účelem poskytnout přehled pouze o domovních instalacích a nejběžnějších postupech. Pro rozsáhlejší řešení je třeba prostudovat patřičné normy a zákony. Je třeba mít na paměti, že normy se neustále vyvíjejí a není v silách autorů, aby celý text byl neustále aktuální. Informace zde prezentované vycházejí z různých pramenů uvedených v literatuře a slouží pouze ke studijním účelům – není dovoleno jejich jiné využití. Jedná se o kompletní přepracování původních skript autorů doc. Ing. Miloslava Steinbauera, Ph.D. a doc. Ing. Pavla Kalába, CSc. z roku 2009, především z důvodu nahrazení drtivé většiny norem. V případě nalezení chyb nebo neaktuálních informací kontaktujete prosím autora Ing. Radima Kadlece, Ph.D., pomůžete tak k vývoji tohoto komplexního textu.

Citování literatury v tomto textu není provedeno běžným způsobem, neboť věty z jedné literatury jsou rozmístěny ve všech kapitolách. Nebylo tedy z důvodu přehlednosti textu možné uvádět přesnou literaturu u kratších citací.

2 Jisticí, spínací a řídicí přístroje

2.1 Jištění

Každé elektrické zařízení, ať již slouží k výrobě, přenosu, spotřebě (tj. konverzi na jiný druh energie) nebo jen měření či regulaci parametrů el. energie, je konstruováno a za normálních provozních podmínek využíváno v rámci svých jmenovitých parametrů. Z nejrůznějších příčin může ale dojít k poruše elektrického zařízení. Poruchový stav se ve většině případů projeví zvýšeným proudem procházejícím zařízením, tj. proudem vyšším než je jeho jmenovitá hodnota, neboli nadproudem. Pokud se velikost nadproudu při poruše pohybuje nemnoho nad jmenovitým proudem, označujeme tuto poruchu jako přetížení. Pokud nadproud dosahuje velkých hodnot, označujeme ji jako zkrat. Přesné rozhraní neexistuje. Účinky všech těchto nevítaných nadproudů se projevují, jak známo, zvýšeným oteplením, případně mechanickým namáháním (v důsledku dynamických sil velkých nadproudů – zkratů) určitých částí nebo celého elektrického zařízení. Tyto účinky mohou vést až k jeho úplné destrukci. Je tedy zřejmé, aby tomu tak nebylo, že elektrická zařízení musíme účinně chránit proti možným nadproudům. Tato ochrana obecně spočívá v tom, že jistící prvek musí odpojit chráněné zařízení od přívodu elektrického proudu dříve, než by mohlo dojít k jeho poškození vlivem nadmerného oteplení nebo mechanického namáhání. Ochrana elektrických zařízení proti nadproudům je obecně známa pod pojmem jištění. Výše uvedené přiblížení může na první pohled vzbuzovat značně jednoduché řešení – odpojit jištěné zařízení vždy hned, pokud jím procházející proud přesáhne jeho jmenovitou hodnotu. Tak jednoduché to ale není, a to z mnoha důvodů. Uved'me si alespoň některé z hlavních.

Zapínací proud

Velká část elektrických zařízení se vyznačuje tím, že jejich zapínací proud, tj. proud který jimi prochází a zatěžuje napájecí elektrický rozvod v okamžiku jejich připojení, je několikanásobně větší než jejich jmenovitý proud. Je to způsobeno principem jejich funkce, fyzikální podstatou. Tento druh nadproudu velice rychle zmizí a proud zařízení se ustálí na hodnotě odpovídající normálnímu provoznímu zatížení. Takovým zařízením je např. každý elektromotor, včetně nejrozšířenějšího druhu, tj. asynchronního. Jeho záběrový proud může dosahovat, podle konstrukčního řešení, až desetinásobku svého jmenovitého proudu. Obvykle však nepřesahuje sedminásobek I_n . Dalším elektrickým zařízením je každý běžný transformátor. Při jeho zapínání, v důsledku remanentního magnetismu, může nadproud u transformátorů výkonů cca pod 50 VA dosahovat až 25násobku I_n . Se zvyšujícím se výkonem transformátoru maximální zapínací proud klesá. U distribučních transformátorů výkonu řádově stovek kVA dosahuje zapínací proud cca 12násobku I_n . Tuto vlastnost mají také obyčejné žárovky. U nich je zapínací nadproud způsoben počáteční nízkou teplotou vlákna a tím i nízkým ohmickým odporem a dosahuje přibližně 8násobku I .

Dovolené přetěžování

Zdaleka ne všechna elektrická zařízení jsou během svého normálního provozu zatěžována konstantním výkonem, a tedy proudem. Proměnlivé zatížení se zcela běžně vyskytuje např. u distribučních transformátorů, a to i přes snahu různými opatřeními odběry, a tím i zatížení, vyrovnat. Navíc se průběh tohoto proměnlivého zatížení v určitých mezích cyklicky opakuje. Je zřejmé, že by nebylo ekonomické dimenzovat takový transformátor svým jmenovitým výkonem na krátkodobé špičkové zatížení. Vzhledem k danému charakteru zatěžování by byl předimenzován. Připouští se tedy určité přetížení, a tedy i nadproud, po určitou dobu, pokud tomuto předchází zatížení nižší než jmenovité.

Většina elektrických zařízení, která jsou provozována s proměnlivým zatížením, se dimenzuje s ohledem na určité možné přetěžování vzhledem ke svým jmenovitým parametrům v době špičkového zatížení. Konkrétní možnosti přetěžování jsou dány vlastnostmi daného elektrického zařízení, předně jeho časovou oteplovací konstantou.

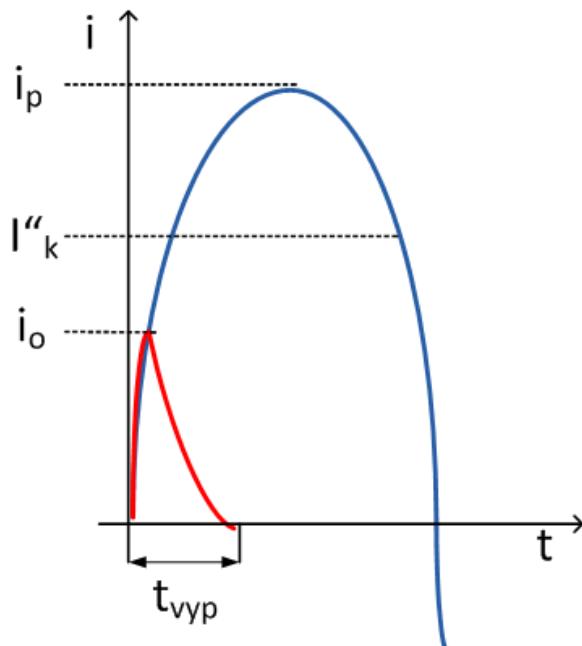
Selektivita

Elektrický rozvod se obvykle skládá z mnoha elektrických zařízení a jistících prvků pro jejich ochranu. Je přirozeným požadavkem, aby v případě poruchy v některé části rozvodu byla odpojena jen tato část, a v ostatních částech tak nebyla přerušena dodávka elektrického proudu. Z požadavku tak logicky vyplývá nutnost, aby při sériovém řazení jistících prvků vypnul v důsledku nadproudů pouze nejbližší nadřazený jistící prvek (směrem ke zdroji) a aby ostatní na daný nadproud nereagovaly vypnutím. Takovéto chování jistících prvků označujeme jako selektivní (selektivita).

Je patrné, že od reálného jistícího prvku, který má správně jistit zařízení proti nadproudům, se vyžaduje, aby nevypínal každý nadproud okamžitě, ale aby na ně reagoval podle specifických požadavků daných jištěným elektrickým zařízením, požadovaným režimem jeho provozu, požadavků plynoucích z optimálního zabezpečení provozu elektrického rozvodu a jiných. Je zřejmé, že všechny požadavky nemůže splnit jeden typ jistícího prvku, byť vyráběn v širokém rozsahu jmenovitých proudů. Proto se vyrábí jistící prvky s některými odlišnými vlastnostmi pro optimální zajištění požadavků plynoucích z jejich aplikačních oblastí, např. jištění vedení, motorů atd.

2.1.1 Vypínací charakteristika jistícího prvku

Důležitým způsobem vyjádření vlastností jistících prvků z hlediska jištění před nadproudovými, případně možným selektivním působením v určitém proudovém rozsahu, jsou jejich vypínací charakteristiky, někdy také nazývané jako „charakteristiky čas-proud“, případně také „ampérsekundové charakteristiky“. Tyto charakteristiky vystihují chování jistícího prvku v závislosti na nadproudech. Konkrétně udávají, za jak dlouho jistící prvek vypne, prochází-li jím určitý proud konstantní velikosti. Udávají se formou tabulek, nebo se pro větší názornost a snadnější odečítání vyjadřují graficky v pravoúhlých souřadnicích. Osy mají logaritmické stupnice. Proud bývá vyjádřen v násobcích jmenovitého proudu jistícího prvku nebo přímo v ampérech. V některých případech, pro určitá použití, je vhodné vyjádřit vypínací charakteristiku ne jako pásmo, ale jednou čarou. V tom případě charakteristika prochází 75 % proudového pásma.



Obrázek 2.1: Porovnání průběhu omezeného a neomezeného zkratového proudu; i_0 = vrcholová hodnota omezeného proudu, i_p = vrcholová hodnota neomezeného proudu; t_{vyp} = celkový čas vypnutí zkratového proudu omezujícím jisticím prvkem.

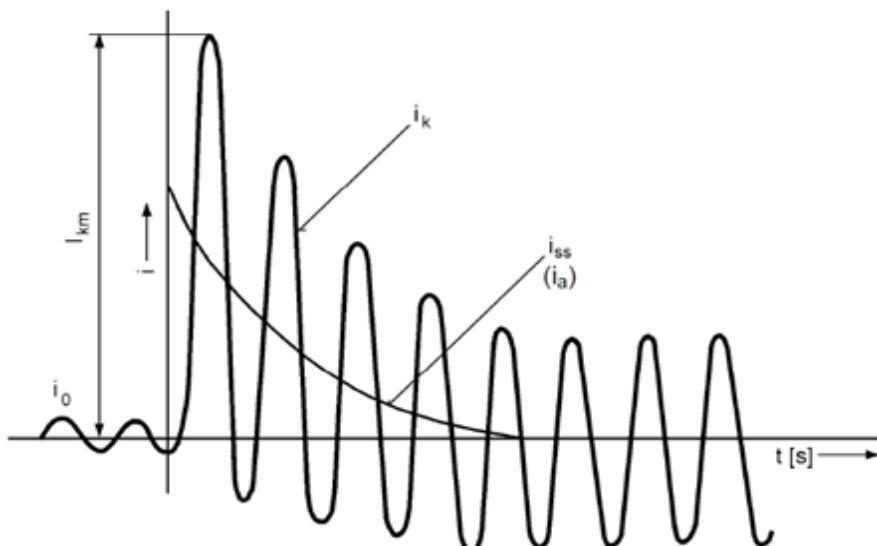
V případě, že zkrat nastane na elektrickém zařízení v obvodu s velmi nízkou impedancí (krátké vedení, „tvrdý zdroj“), dosahují zkratové proudy velmi vysokých hodnot – řádově jednotek až desítek kA. V důsledku těchto proudů vznikají velké dynamické síly, které jsou úměrné kvadrátu vrcholové hodnoty zkratového proudu. Může dojít k mechanickému poškození elektrického zařízení, případně částí rozvodu. Také jejich oteplení může dosáhnout velmi vysokých hodnot. Z fyzikálního hlediska se jedná o krátkodobý, tzv. adiabatický děj, charakteristický tím, že se žádná část vzniklé elektrické energie neodvede do okolí, ale celá se přemění na oteplení elektrického zařízení, případně částí rozvodu. Oteplení je přímo úměrné kvadrátu efektivní hodnoty zkratového proudu a době trvání zkratu, tzv. Jouleova integrálu (I^2t). Dále je toto oteplení nepřímo úměrné tepelné kapacitě (jímavosti) oteplované části. Ta je mimo jiné dána jejím objemem, u vodiče pak průřezem a délkom. Z toho vyplývá, že při stejně hodnotě zkratového proudu jsou více ohroženy vodiče malých průřezů.

Vypínací čas běžných jisticů není kratší než 10 ms (polovina periody). Z toho plyne, že zkratový proud se vyvine v plné velikosti, stačí dosáhnout své maximální vrcholové hodnoty a tím i maximální hodnoty dynamické síly. Také oteplení dosáhne značné hodnoty. Pokud jsou tyto hodnoty vzhledem k dovoleným hodnotám jištěného zařízení větší, je třeba použít jisticí prvek, který omezí zkratový proud a minimalizuje Jouleův integrál. Omezující jisticí prvek vypíná zkratový proud dříve, než může dosáhnout své vrcholové hodnoty, viz obrázek 2.1. Tento obrázek také porovnává průběhy zkratového proudu bez omezení a v případě omezení. Podle schopnosti omezit vytvořenou energii se pro jisticí prvky stanovují tzv. třídy omezení energie (ČSN 60898-1) – viz tabulka 2.1.

Tabulka 2.1: Dovolené hodnoty I^2t podle normy ČSN 60898-1 pro jisticé do 32 A včetně.

Jmenovitá zkratová schopnost [A]	Třída 1		Třída omezení energie 3						
	max I^2t [kA ² s]		max I^2t [kA ² s]						
	typ B a typ C	≤ 16 A	20 A, 25 A, 32 A		40 A		50 A, 63 A		
	≤ 63 A	typ B	typ C	typ B	typ C	typ B	typ C	typ B	typ C
3 000	meze nestanoveny	15	17	18	20	21,6	24	28	30
4 500		25	28	32	37	38,4	45	48	55
6 000		35	40	45	52	54	63	65	75
10 000		70	80	90	100	108	120	135	145

2.1.2 Základní veličiny popisující vlastnosti jisticích prvků



Obrázek 2.2: Průběh zkratového proudu při elektricky vzdáleném zkratu.

- **I_n – jmenovitý proud** – obvykle jmenovitý trvalý proud I_u , tj. proud, který je zařízení schopno přenášet v nepřetržitém provozu (spínací přístroj při něm nevybaví).
- **I_{An} – jmenovitý vybavovací rozdílový proud chrániče**, tj. proud, při němž musí chránič vybavit (užívá se též termín jmenovitý reziduální pracovní proud).
- **U_i – jmenovité izolační napětí** – napětí, při němž byly provedeny zkoušky napětím a ověřeny povrchové cesty.
- **U_e – jmenovité pracovní napětí** – určuje použití zařízení a vztahuje se na ně příslušné zkoušky a kategorie užití.
- **I_{cn} – jmenovitá zkratová vypínací schopnost**.
- **I_{cu} – jmenovitá mezní (zkratová) vypínací schopnost** – (jistič vypne, ale dále již nemusí být funkční).
- **I_{cs} – jmenovitá provozní (zkratová) vypínací schopnost** – (po vypnutí je zajištěna funkční schopnost jističe).
- **Kategorie užití** – kombinace požadavků (např. na zapínací a vypínací schopnosti), sdružených do charakteristických skupin pro praktické použití. U jističů se rozeznává kategorie užití:
 - A** – jističe nejsou při zkratu selektivní s jisticími přístroji na straně zátěže (vypnutí při zkratu není úmyslně krátkodobě zpozděně),
 - B** – jističe jsou při zkratu selektivní s jisticími přístroji na straně zátěže (vypnutí při zkratu je úmyslně krátkodobě zpozděně).
- **Vypínací schopnost** – proud, který je přístroj nebo pojistka (za stanovených podmínek) schopen vypnout (udává se v A)
- **Třída omezení energie** – ukazuje, jak je (podle jmen. proudu a typu jističe – B nebo C – a jeho jmenovité zkratové schopnosti) omezena energie (charakterizovaná I^2t) propuštěná jističem při zkratu:
 - třída 1** – meze nestanoveny,
 - třída 3** – I^2t omezeno silně, viz tabulka 2.1.
- **I_k''** – počáteční rázový zkratový proud (efektivní hodnota).
- **I_k** – ustálený zkratový proud.

2.1.3 Kategorie užití pro spínací a řídicí přístroje

Tabulka 2.2: Značky kategorií užití pro AC a DC spínací a řídicí přístroje nn.

kategorie	typické použití
AC-1	Neinduktivní nebo mírně induktivní zátěže, odporové pece.
AC-2	Asynchronní kroužkové motory, spouštění, vypínání.
AC-3	Motory s kotvou nakrátko, spouštění, spínání motorů v chodu.
AC-4	Motory s kotvou nakrátko, spouštění, reverzace, krátkodobý chod.
AC-5a	Spínání elektrických výbojových svítidel.
AC-5b	Spínání žárovek.
AC-6a	Spínání transformátorů.
AC-6b	Spínání kondenzátorů.
AC-7a	Mírně induktivní zátěže pro domácí použití.
AC-7b	Motorové zátěže pro domácí použití.
AC-8a	Řízení motorů hermeticky uzavřených kompresorů chladniček s ručním znovunastavením spouště na přetížení.

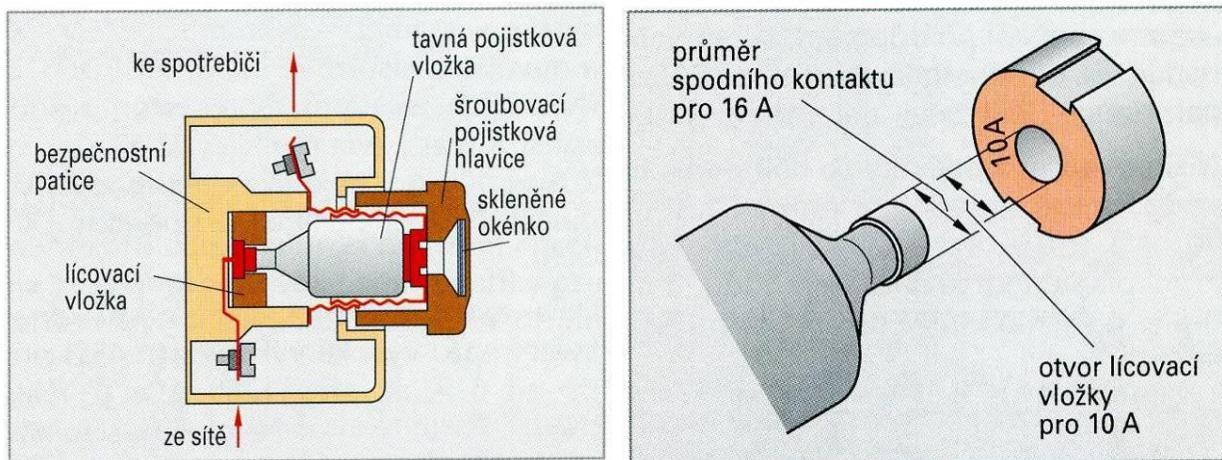
AC-8b	Řízení motorů hermeticky uzavřených kompresorů chladniček s automatickým znovunastavením spouště na přetížení.
AC-12	Řízení odporových zátěží a pevných zátěží s izolací optoelektrickým členem.
AC-13	Řízení pevných zátěží oddělených transformátorem.
AC-14	Řízení malých elektromagnetických zátěží.
AC-15	Řízení střídavých elektromagnetických zátěží.
AC-20	Připojování a odpojování v nezatižených stavech.
AC-21	Spínání odporových zátěží, včetně mírného zatížení.
AC-22	Spínání smíšených odporových a induktivních zátěží, včetně mírného přetížení.
AC-23	Spínání motorových zátěží nebo jiných vysoce induktivních zátěží.
DC-1	Neinduktivní nebo mírně induktivní zátěže, odporové pece.
DC-3	Derivační motory, spouštění, reverzace, krátkodobý chod, dynamické brzdění motorů.
DC-5	Sériové motory, spouštění, reverzace, krátkodobý chod, dynamické brzdění motorů.
DC-6	Spínání žárovek.
DC-12	Řízení odporových zátěží a pevných zátěží s izolací optoelektrickým členem.
DC-13	Řízení stejnosměrných elektromagnetů.
DC-14	Řízení stejnosměrných elektromagnetických zátěží s hospodárnými odpory v obvodu.
DC-20	Připojování a odpojování v nezatiženém stavu.
DC-21	Spínání odporových zátěží, včetně mírného zatížení.
DC-22	Spínání smíšených odporových a induktivních zátěží, včetně mírného přetížení (např. derivačních motorů).
DC-23	Spínání vysoce induktivních zátěží (např. sériových motorů).

2.2 Pojistky

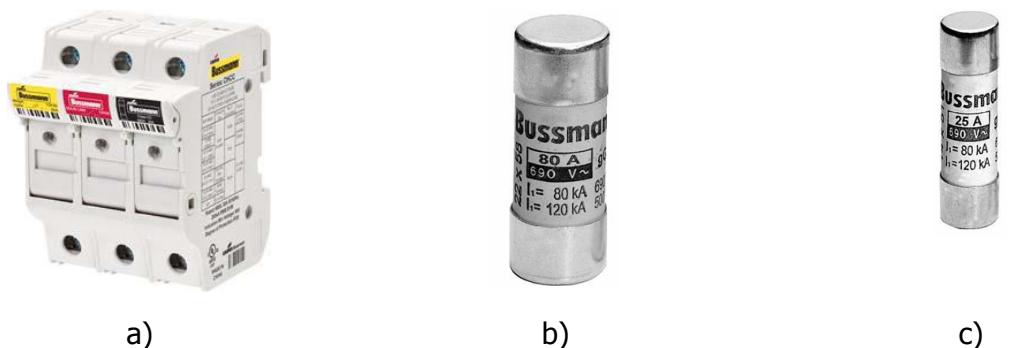
Uvnitř keramického tělesa je mezi svorkami umístěn tavný (u nožových pojistek perforovaný) vodič. U některých typů je tavný vodič navíc rozdělen na dva díly a elektricky spojen pájkou (M-efekt). Celý prostor je vyplněn hasivem v podobě křemičitého písku.

Rozlišujeme:

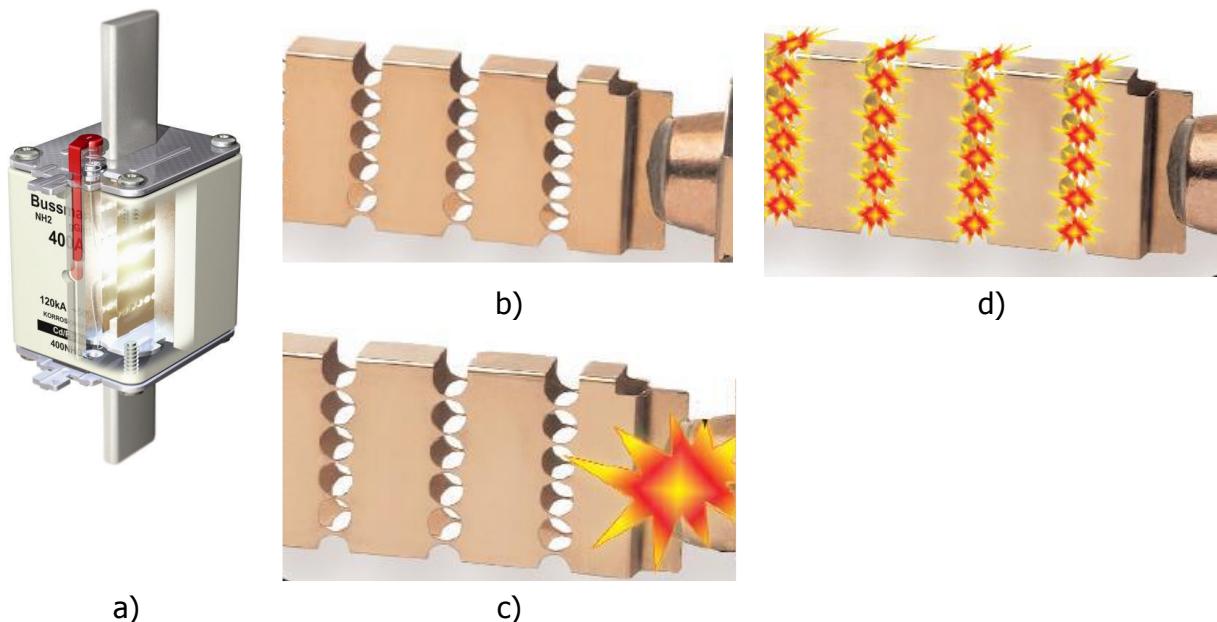
1. **Závitové pojistky** – obrázek 2.3 – vložky jsou součástí jisticího systému složeného z pojistkové hlavice, pojistkové vložky a pojistkového spodku.
2. **Válcové pojistky** – obrázek 2.4:
 - kompaktní velikost;
 - jmenovitý proud od 0,5 A do 125 A;
 - dostupné pojistkové vložky s vybavovačem a indikátorem;
 - dostupná kompletní řada pojistkových odpojovačů.
3. **Nožové pojistky** – obrázek 2.5:
 - dostupné velikosti 000, 00, 01, 1, 02, 2, 03, 3, 4;
 - jmenovitý proud od 2 A do 1250 A;
 - kompletní řady pro jmenovité napětí 400 V, 500 V, 690 V;
 - dostupné i s izolovanými víky a indikátory;
 - neobsahují zdraví škodlivé látky (Pb, Cd);
 - nízké výkonové ztráty.



Obrázek 2.3: Provedení pojistek běžně používaných v bytových rozvodech, vpravo rozšíření proudových hodnot pojistek podle průměru kontaktu.



Obrázek 2.4: Provedení válcových pojistek, a) pojistkový odpojovač, b) pojistková vložka 80 A (22x58), c) pojistková vložka 25 A (14x51).



Obrázek 2.5: a) Provedení nožových pojistek, b) neporušený tavný vodič, c) iniciace tavného vodiče v případě přetížení, d) iniciace tavného vodiče v případě zkratu.

2.2.1 Značení závitových pojistek zkratkami a barvami

Vlastní funkční částí pojistky je pojistková vložka. Ta se vkládá do pojistkového spodku, který se u závitových pojistek zašroubuje pojistkovou hlavici – obrázek 2.3. Skleněným okénkem v pojistkové hlavici je vidět na terčík, neboli indikátor stavu pojistky. Ten se v případě, že pojistka zapůsobila (vodič v ní byl přetaven), uvolní, takže je to na první pohled zřejmé. Kromě toho, že terčík signalizuje přetavení vodiče ve vložce, slouží jeho barva k označení jmenovitého proudu pojistky. Stejnou barvou je značen pojistkový spodek.

Tabulka 2.3: Barevné značení pojistek a pojistkových spodků, používané i pro jističe.

Jmenovitá hodnota	barva		Jmenovitá hodnota	barva	
2 A	růžová		35 A	černá	
4 A	hnědá		50 A	bílá	
6 A	zelená		63 A	měděná	
10 A	červená		80 A	stříbrná	
16 A	šedá		100 A	červená	
20 A	modrá		125 A	žlutá	
25 A	žlutá				

Z hlediska udání charakteristiky čas-proud se někdy můžeme setkat s následujícími zkratkami. Především to jsou (dnes již zejména u přístrojových pojistek do 32 A):

- **F** – rychlá pojistka (z německého flinke Sicherung),
- **T** – pomalá pojistka (z německého träge Sicherung),
- **FF** – velmi rychlá pojistka (z německého superflinke Sicherung),
- **M** – středně rychlá pojistka (z německého mittelträge Sicherung), nebo též **TF** – pomalorychlá charakteristika,
- **TT** – velmi pomalá pojistka (z německého superträge Sicherung).

Označují se skupinou dvou až tří písmen (gG, aM,...). První písmeno udává rozsah vypínání:

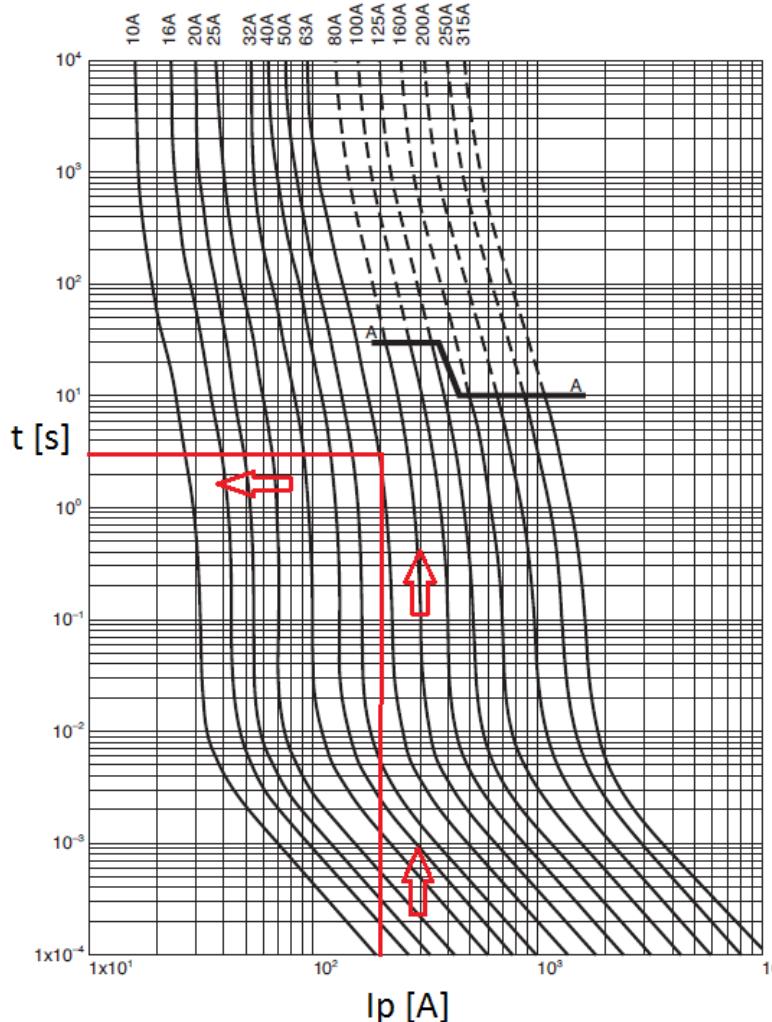
- **g** – plný rozsah vypínací schopnosti,
- **a** – částečný rozsah vypínací schopnosti.

Druhé písmeno udává kategorii užití:

- **G** – pro všeobecné použití,
- **M** – pro jištění motorových vývodů,
- **R** – pro jištění polovodičových prvků,
- **Tr** – pro jištění distribučních transformátorů,
- **PV** – pro jištění fotovoltaických systémů.

V současné době se ve většině případů setkáváme s charakteristikou **gG**, kde G je označení pro charakteristiku, která je použitelná všeobecně (z anglického *general application*).

I-t charakteristiku zobrazuje obrázek 2.6 – vypínací charakteristika udává tavnou nebo celkovou vypínací dobu v závislosti na předpokládaném proudu. Zobrazuje i rozsah vypínání.



Obrázek 2.6: Charakteristika pojistek pro různé jmenovité proudy.

2.3 Jističe

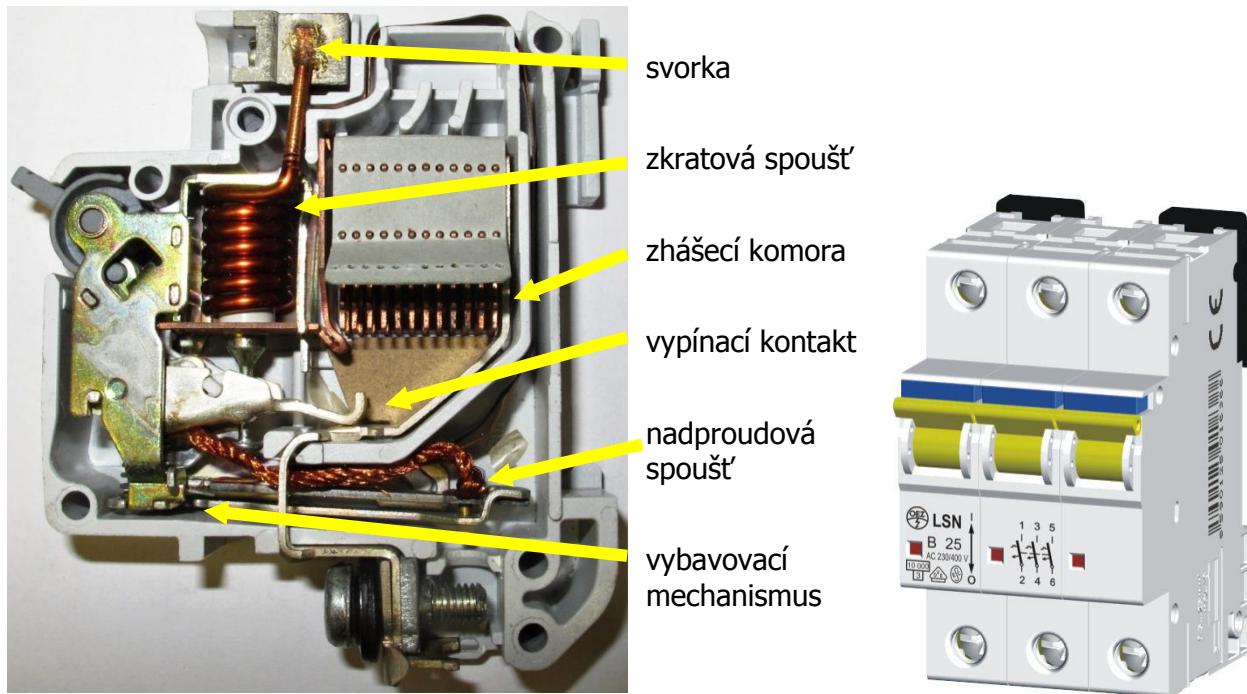
Jistič byl vyvinut jako náhrada pojistky. Výhodou je, že po vypnutí lze jistič opět zapnout. Konstrukci jističe ukazuje obrázek 2.7. Jistič obsahuje dvě spouště – *nadproudovou* (též tepelnou, bimetalovou) a *zkratovou* (též elektromagnetickou). Při malých nadproudech vypíná spoušť nadproudová s určitým zpožděním, charakteristika je podobná pojistce. Při větších nadproudech je iniciována spoušť elektromagnetická, která působí téměř okamžité vypnutí (do 0,2 s), vypínací charakteristika má nespojitost.

Tabulka 2.4: Vypínací charakteristiky jističů podle ČSN EN 60898-1.

Charakte- ristika	Tepelná spoušť			Elektromagnetická spoušť	
	Smluvný nevypínací proud pro $t > 1 \text{ h}$	Smluvný nevypínací proud pro $t < 1 \text{ h}$	Proud pro $\mathbf{I} \leq 32 \text{ A}$: $1 \text{ s} < t < 60 \text{ s}$, $I_n > 32 \text{ A}$: $1 \text{ s} < t < 120 \text{ s}$	Proud pro $t \leq 0,1 \text{ s}$	Proud pro $t < 0,1 \text{ s}$
B				3 I_n	5 I_n
C	1,13 I_n	1,45 I_n	2,55 I_n	5 I_n	10 I_n
D				10 I_n	20 I_n

Jističe bývají vyráběny s barevnými páčkami, které určují jmenovitý proud jističe. Barvy jsou v souladu s barvami závitových pojistkových vložek, viz tabulka 2.3.

Přednostní hodnoty jmenovitého proudu jsou: 6 A, 10 A, 13 A, 16 A, 20 A, 25 A, 32 A, 40 A, 50 A, 63 A, 80 A, 100 A a 125 A.



Obrázek 2.7: Vzhled a vnitřní konstrukce jističe.

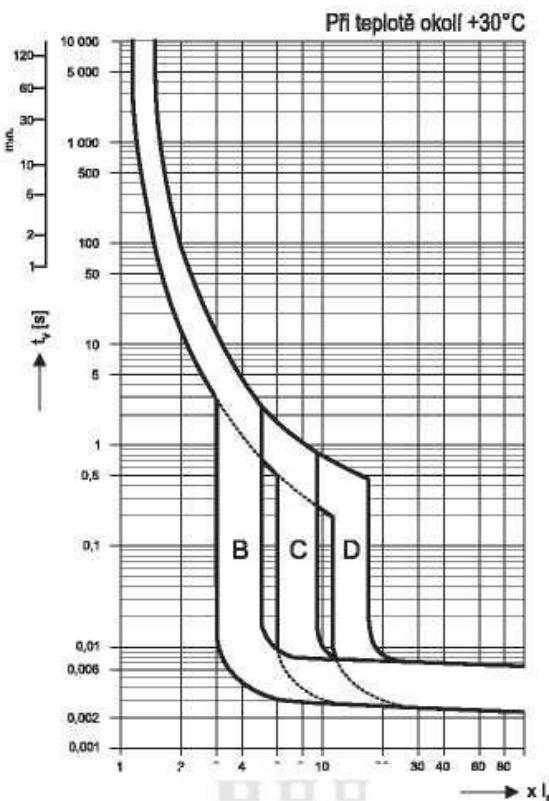
2.3.1 Volba charakteristiky jističe

Z průběhu a definice charakteristik B, C a D podle ČSN EN 60898-1 (viz tabulka 2.4) je zřejmé, že všechny tři typy se odlišují nastavením elektromagnetické spouště. V oblasti působení tepelné spouště jsou charakteristiky stejné a je tudíž jedno, jaká charakteristika bude zvolena, pokud se bude jednat o jištění vedení, které je přetěžováno malým nadproudem.

Typ vypínací charakteristiky jističe volíme podle typu zátěže, tj. podle velikosti možných zapínacích proudů

- **charakteristika B** pro jištění elektrických obvodů se zařízeními, která nezpůsobují proudové rázy (běžné spotřebiče, zásuvkové obvody apod.),
- **charakteristika C** pro jištění elektrických obvodů se zařízeními, která způsobují proudové rázy (žárovkové skupiny, asynchronní motory apod.),
- **charakteristika D** pro jištění elektrických obvodů se zařízeními, která způsobují vysoké proudové rázy (transformátory, 2-pólové asynchronní motory, obecně motory s těžkým rozběhem apod.).

Při používání jističů je třeba pro dodržení maximální povolené doby automatického odpojení uvažovat nejen jmenovitý proud, ale i vypínací charakteristiku! Impedance ochranné smyčky musí být u jističe charakteristiky D čtyřikrát menší než při užití jističe s charakteristikou B a poloviční oproti jističi s charakteristikou C.



Obrázek 2.8: Vypínací charakteristiky jističů.

2.3.2 Starší typy vypínacích charakteristik jističů

Normalizované charakteristiky jističů vedení jsou charakteristiky B, C, D. Charakteristiku B předcházela charakteristika L (uvádějí již od r. 1923) a charakteristika H (od r. 1946). Tato charakteristika byla svého času určena pro měkké sítě, ve kterých použití charakteristiky L vedlo v některých případech k potížím, protože nebyla splněna podmínka automatického odpojení v sítích s ochranou nulováním (podle dnešní terminologie v sítích TN). Pro tuto charakteristiku bylo možné uvažovat z hlediska zaručeného vypnutí při poruše jenom malý násobek jmenovitého proudu jističe. Protože se však síť během let zahušťovaly a tím se stávaly výkonově tvrdšími, uvedená charakteristika H byla koncem sedmdesátých let minulého století opuštěna. Charakteristika L se oficiálně přestala používat v souvislosti s mezinárodní harmonizací norm koncem osmdesátých let minulého století a namísto ní se nyní používá charakteristika B.

Kromě nahrazení charakteristiky L charakteristikou B byla koncem osmdesátých let minulého století zavedena také mezinárodně uznávaná charakteristika C. Tato charakteristika se od charakteristiky B liší pouze vyšší hodnotou proudu způsobujícího vybavení elektromagnetické (zkratové) spouště. Je určena pro ochranu vedení v obvodech s velkými špičkami zapínacího (nebo spouštěcího) proudu (např. u motorů nebo světelných obvodů se žárovkami).

Před zavedením charakteristik C se uvedené problémy (zapínací proudy) řešily pomocí charakteristik G, K a U. Přitom charakteristika K se v Německu používala pro případy, které vyžadovaly něco mezi charakteristikou C a D podle současné mezinárodní normy.

Porovnání jednotlivých charakteristik

Nezpozděná elektromagnetická spoušť charakteristiky B vybavuje podobně jako u charakteristiky L v tolerančním pásmu 3 až 5násobku jmenovitého proudu, charakteristika C má elektromagnetickou spoušť nastavenu v pásmu 5 až 10násobku jmenovitého proudu.

U charakteristiky K vybavuje elektromagnetická (zkratová) spoušť v rozmezí od 8 do 14násobku jmenovitého proudu. Pásma zpozděně bimetalové spouště, ve kterém reaguje jistič s touto

charakteristikou na přetížení, je ze všech charakteristik nejblíže k jmenovitému proudu jističe. Používá se u jističů pro obvody s velkými proudovými nárazy způsobenými kapacitami a indukčnostmi. Tato charakteristika, i když není mezinárodně normalizována, je někdy uplatňována.

Charakteristika D byla ve většině evropských zemí přijata až po roce 1990. Tato charakteristika je v pásmu, kdy vybavuje bimetalová tepelná spoušť shodná s charakteristikami B a C. Nezpozděná zkratová elektromagnetická spoušť vybavuje u charakteristiky D v pásmu deseti až dvacetinásobku jmenovitého proudu. Osvědčuje se tedy např. pro jištění vedení napájejících elektromotory s velkým záběrovým proudem, transformátory nebo elektromagnetické ventily.

Pokud je třeba použít jiných charakteristik, používají se jističe s nastavitelnou charakteristikou. Těchto jističů se v domácnostech moc nepoužívá.

2.3.3 Označování jističů

Typ vypínací charakteristiky jističe (nejčastěji B, C, D)



Třída omezení energie (selektivity). Podle omezení energie (I^2t) zařazuje norma ČSN EN 60898 jističe typu B a C do tříd: 1, 2 a 3. Nejméně omezují jističe třídy 1, nejvíce jističe třídy 3. Větší omezení energie jističem znamená jeho lepší selektivitu s nadřazenou pojistikou. Třída omezení energie odpovídá uvedené jmenovité zkratové schopnosti. Sériově zapojené jističe stejné třídy omezení nejsou v oblasti vyšších nadproudů (poruchové proudy větší než dolní hranice proudového pásma okamžitého vypínání nadřazeného jističe) obvykle selektivní.

2.3.4 Podmínky pro volbu jističe z hlediska jeho vypínací schopnosti

Abychom správně zvolili jistič, který má bezpečně rozpojit obvod, ve kterém došlo ke zkratu, musíme porovnat jeho parametry s parametry zkratových proudů v místě použití tohoto jističe v obvodu. Je zřejmé, že parametry jisticího prvku musí být stejné nebo lepší než maximální parametry zkratových proudů. Pro jističe musí být tedy splněny tyto podmínky:

- vypínací schopnost jističe I_{cn} musí být větší nebo rovna největší hodnotě zkratového proudu I_k'' , který se může vyskytnout v místě elektrického rozvodu, kde má být jistič použit, tj. $I_{cn} \geq I_k''$,
- zapínací schopnost jističe I_{cm} musí být větší nebo rovna nárazovému zkratovému proudu I_p v daném místě rozvodu, tj. $I_{cm} \geq I_p$.

2.4 Proudové chrániče

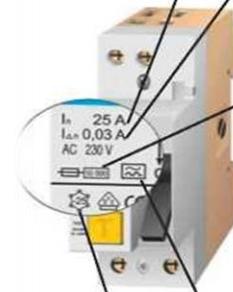
Chránič nechrání před nadproudů, je pouze ochranný prvek pro automatické odpojení v případě poruchy. Protože vypíná již při malých proudech unikajících izolací vedení, chrání účinně i před vznikem požáru. Chráničem musí procházet všechny pracovní vodiče (fáze + střední vodič), ochranný vodič musí vést mimo proudový chránič.

Proudový chránič může být v provedení normálním, zpožděném (provedení G – zpoždění vypnutí 10 ms) a selektivním (provedení S – zpoždění vypnutí 40 ms).

2.4.1 Označování proudových chráničů

Jmenovitý proud I_n je hodnota proudu určená výrobcem, např. 25 A, který může proudový chránič převádět nepřetržitě. Proti přetížení musí být proudový chránič jištěn předřazenou pojistkou s jmenovitým proudem alespoň o jeden stupeň nižším, nebo jističem s maximálně stejným jmenovitým proudem.

Jmenovitý reziduální proud $I_{\Delta n}$ je hodnota maximálního rozdílového proudu I_{Δ} nastavená výrobcem (např. 0,03 A), při které musí proudový chránič za stanovených podmínek vypnout. Rozsahy vypínacích hodnot pro jednotlivé chrániče popisuje tabulka 2.5 a graf závislosti, viz obrázek 2.9, je vypínací charakteristika.



Jmenovitý podmíněný zkratový proud I_{cn} . Proudový chránič musí být jištěn proti zkratu předřazenou pojistkou nebo jističem, např. 10 kA s předřazenou pojistkou s max. $I_n = 100$ A. To znamená, že lze proudový chránič s uvedeným předjíštěním použít v místě elektrického rozvodu, kde předpokládaný maximální zkratový proud nepřekračuje hodnotu I_{cn} . Jištění chrániče proti přetížení i zkratu lze provést samozřejmě jediným jističem přístrojem splňujícím oba požadavky, např. pojistkou $I_n = 20$ A nebo jističem LSN $I_n = 25$ A.



Proudový chránič – **typ A**

Reaguje na střídavé sinusové a stejnosměrné pulsující reziduální proudy – používá se v klasických střídavých sítích a v sítích obsahujících polovodičové prvky (např. obvody s měniči).



Proudový chránič – **typ AC**

Reaguje na střídavé sinusové reziduální proudy – používá se ve střídavých sítích. Střídavý reziduální proud musí vybavit v rozmezí 0,5–1 $I_{\Delta n}$.

Teplota okolí. Rozsah okolních teplot pro proudové chrániče je podle mezinárodních norem -5 až +40 °C. Některé chrániče pracují i v rozšířeném pásmu -25 až +40 °C. Tato možnost použití je označena uvedeným symbolem na štítku přístroje nebo v katalogové dokumentaci.



V současnosti se začíná používat i **typ B**. Tyto chrániče reagují i na hladké stejnosměrné proudy. Jejich použití je však velmi omezené, prakticky význam mají pouze v obvodech s výkonovými frekvenčními měniči nebo ve stejnosměrných obvodech.

Tabulka 2.5: Rozsahy vypínacího rozdílového proudu pro proudový chránič s $I_{\Delta n} \leq 30$ mA.

Násobky proudu	$I_{\Delta n}/2$	$I_{\Delta n}$	$2 \times I_{\Delta n}$	$5 \times I_{\Delta n}$	> 500 mA
$I_{\Delta n} = 30$ mA	15 mA	30 mA	60 mA	150 mA	500 mA
Vypínací čas	nevypíná	300 ms	150 ms	40 ms	40 ms

Tabulka 2.6: Některé značky používané při označování proudových chráničů.

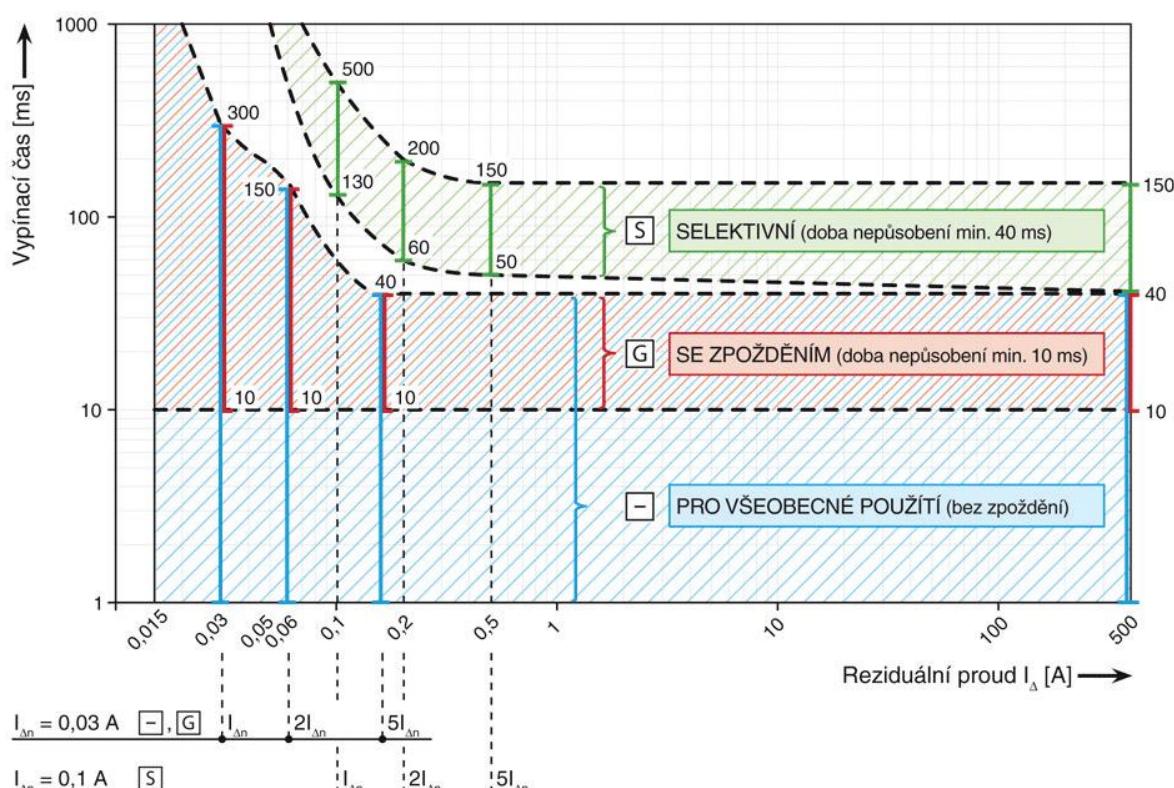
Symbol na chrániči	Význam symbolu
	Odolné proti nežádoucímu vybavení, které by mohly způsobit elektrické startéry zářivek (max. cca 20 zářivek v obvodu).
	Odolné proti mrazu (do -25 °C); vhodné pro venkovní instalace – v příslušném krytu.
	Proudové chrániče podmíněně odolné proti rázovému proudu v pracovních vodičích do 250 A (vlna 8/20 μs), pro všeobecné použití, bez zpoždění.
	Proudový chránič s vysokou odolností proti rázovým proudům (do 750 A). Je určen pro zařízení s vysokými nároky na odolnost proti nežádoucímu vypnutí. Například zařízení s velkou kapacitou proti zemi, kabelové trasy, skupiny světel s elektronickými startéry.
	Proudový chránič se zpožděným vypínáním (doba nepůsobení min. 10 ms) a s vysokou odolností proti rázovým proudům v pracovních vodičích (do 3 kA). Maximální vypínační časy jsou shodné s časy pro chrániče pro všeobecné použití. Splňuje podmínky doplňkové ochrany proudovým chráničem s $I_{\Delta n} = 30 \text{ mA}$ při přímém dotyku osob se živou částí podle článku 412.5 ČSN 33 2000-4-41. Vhodný i pro zařízení s vysokou indukčností a kapacitou proti zemi.
	Proudový chránič selektivní s prodlouženým vypínačním časem (doba nepůsobení min. 40 ms), s vysokou odolností proti rázovému proudu v pracovních vodičích (do 5 kA). Vhodný zejména jako hlavní chránič a pro kombinaci se svodiči přepětí. Pro splnění požadavku selektivity musí být jeho jmenovitý reziduální proud alespoň 3násobkem jmenovitého reziduálního proudu za ním zařazených chráničů nezpožděných nebo typu G, 4polové provedení je citlivé i na pulzující stejnosměrný proud.
	Proudový chránič pro obvody s možností výskytu pulzujícího stejnosměrného proudu – typ A, neselektivní, bez zpoždění. Použití v sítích TT, případně IT.
	Integrovaná nadproudová ochrana zajišťuje ochranu před přetížením proudových chráničů, případně vedení. ÜL/OL = Integrierter Überlastschutz/Overload Protected – ochrana před přetížením, KS/SC = Kurzschluss-Vorsicherung/Short circuit Current – ochrana před zkratem, O. L. P. = Overload Protected – chráněný před nadprudy.

2.4.2 Místa s povinným použitím proudových chráničů

Na některé objekty (nebo místo v těchto objektech) jsou kladený požadavky na vybavení elektrické sítě proudovými chrániči. Jedná se o zemědělské stavby, stavby ze dřeva, staveniště, nemocnice, koupelny, venkovní zásuvky apod. Důvod požadavků je ten, že pravděpodobnost úrazu elektrickým proudem je v těchto budovách vlivem vlhkosti, agresivity prostředí, neodborných zásahů apod. velmi vysoká. Většinou jsou předepsány proudové chrániče s $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$ jako doplňková ochrana. Následuje přehled nejdůležitějších míst souvisejících především s instalacemi bytovými, kde se nasazení proudových chráničů vyžaduje:

- **ČSN 33 2000-4-41 ed. 2** pro zásuvky se jmenovitým proudem do 20 A, které jsou používány laiky a jsou pro všeobecné použití,
- **ČSN 33 2000-4-42 ed. 2** pro objekty vybudované zcela nebo z části ze dřeva se používají proudových chráničů s $I_{\Delta n} \leq 300 \text{ mA}$,

- **ČSN 33 2000-7-701 ed. 2** pro zásuvkové obvody a vyjmenovaná zařízení v koupelnách (místnostech s vanou nebo sprchou),
 - **ČSN 33 2000-7-702 ed. 3** pro zásuvky a zařízení v okolí bazénů a fontán,
 - **ČSN 33 2000-7-704 ed. 2** pro zásuvkové obvody elektrických zařízení stavenišť,
 - **ČSN 33 2000-7-705 ed. 2** pro obvody napájející zásuvky v zemědělských a zahradnických zařízeních,
 - **ČSN 33 2000-7-706 ed. 2** pro napájení elektrického zařízení třídy II v omezených vodivých prostorech,
 - **ČSN 33 2000-7-708 ed. 3** pro ochranu zásuvek pro napájení karavanů na parkovacích místech v kempech,
 - **ČSN 33 2000-7-753** pro elektrické podlahové a stropní systémy, podrobnosti viz kapitola 9.7.



Obrázek 2.9: Vypínač charakteristika proudových chráničů.

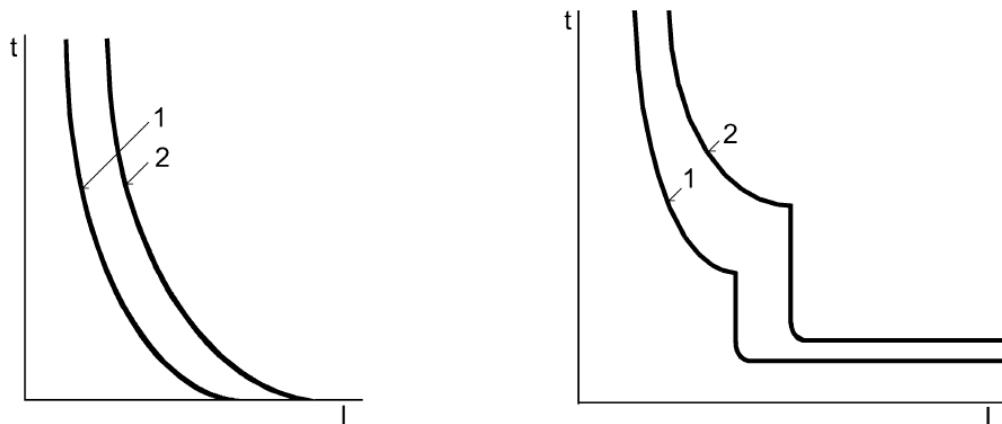
2.5 Selektivita

Selektivní působení ochrany zajišťuje vypnutí pouze části instalace, která je postižena poruchou a zbytek instalace zůstává v provozu. Při sériovém řazení jističů a pojistek pak nedochází k současnemu vybavení při přetížení či poruše. Vypnout má pouze ochranný prvek nejbližší poruše. Selektivitu je možné zajistit:

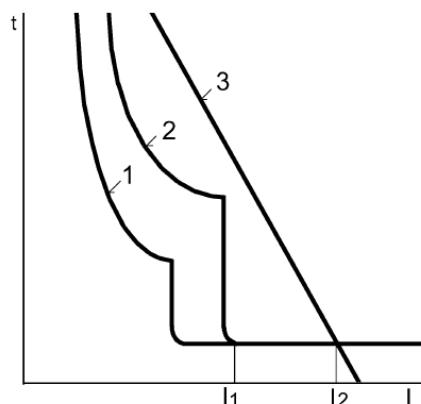
- **Časovým odstupňováním** – ochrany jsou zpožděny tak, že větší zpoždění mají ochrany vzdálenější od spotřebičů.
 - **Nastavením úrovně charakteristické veličiny** – např. nastavení proudu u mžikových ochran.
 - Další možností je zpracování více veličin, nebo zpracování informací z více míst. Tato metoda se u domácích instalací příliš nepoužívá.

Při sériovém řazení jističů přibližně platí, že musí mít každý předřazený jistič o stupeň vyšší jmenovitý proud. Při kombinaci pojistka-jistič lze vycházet z údajů, které udává tabulka 2.7. U proudových chráničů má selektivita dvě podmínky: I_{AN} předřazeného chrániče musí být alespoň třikrát větší než chrániče přiřazeného a předřazený chránič musí být v provedení selektivním (S), zatímco přiřazený nezpozděný nebo zpozděný (G).

Pro zachování selektivity mezi dvěma za sebou zařazenými jisticími prvky se nesmí jejich charakteristiky v žádném bodě protínat, jak znázorňuje obrázek 2.10. K protnutí charakteristik nebo k překrytí jejich pásem nesmí dojít ani pro nadproudov odpovídající přetížení, ani pro zkratové proudy. Obrázek 2.11 zobrazuje nezajištění selektivity od hranice proudu I_1 , kdy selektivita je zajištěna pouze pro rozsah proudů menších než I_1 . V rozsahu proudů I_1 a I_2 nelze zaručit selektivitu mezi jističi; pro proudy větší jak I_2 bude vybavovat pojistka s charakteristikou 3.



Obrázek 2.10: Selektivní charakteristiky pojistek a jističů.



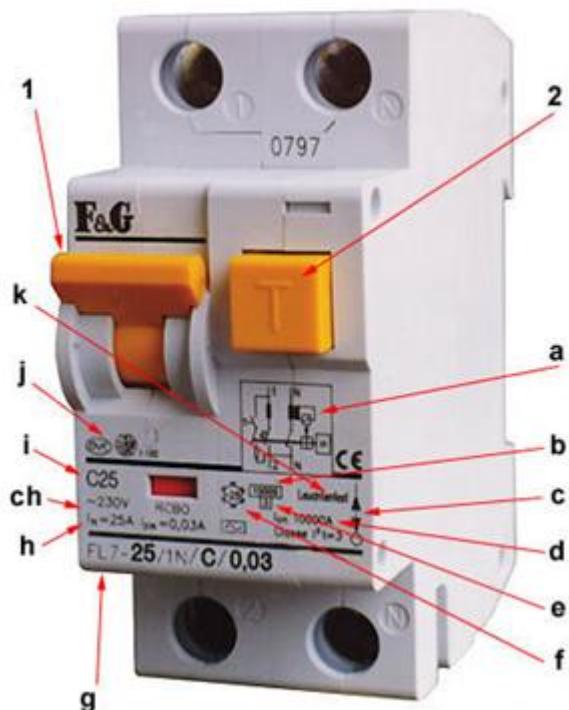
Obrázek 2.11: Neselektivní charakteristiky jističů a pojistek.

Tabulka 2.7: Předřazení pojistek jističům při zachování selektivity (pro výrobky OEZ).

Jističe s charakteristikami		Předřazené pojistky s charakteristikou gG [A]
B [A]	C [A]	
10	10	25
13; 16	13	32
20	16	40
25	20; 25	50
32	32	63
40	40	80

2.6 Kombinované chrániče a jističe

Vyrábí se kombinované jisticí/chrániční přístroje (2pólové i 4pólové), které sdružují funkci jističe a proudového chrániče. Toto provedení šetří místo v rozváděči, je také vhodné při úpravě stávající instalace, kdy je nutné v souladu s ČSN vybavit např. zásuvkové obvody proudovým chráničem.



- 1** ovládací páčka
- 2** testovací tlačítko
- a** schéma zapojení
- b** jmen. podmíněná zkratová odolnost chrániče (vypínací schopnost vestavěného jističe 10 kA, třída selektivity 3 – jinak též třída omezení energie)
- c** polohy ZAP-VYP
- d** I_{cn} jmenovitá zkratová vypínací schopnost 10 kA
- e** třída selektivity
- f** použitelnost do -25°C
- g** typové označení
- h** jmenovitý vybavovací rozdílový proud chrániče
- ch** jmenovité napětí
- i** vypínací charakteristika jističe
- j** schvalovací značky zkušeben
- k** ochrana před nežádoucím vypnutím při startování zářivek

Obrázek 2.12: Kombinovaný chránič a jistič.

2.7 Náhrada starších jističů

V provozní praxi se objevuje stále více požadavků na výměnu starších jističů. Aby byla výměna jističe správně technicky provedena, musí být pečlivě vybrán typ nového přístroje. Pro volbu nového jističe existuje celá řada kritérií, jejichž priorita může být ovlivněna přáním uživatele. Náhradu starých jističů lze provést viz tabulka 2.8.

Volba charakteristiky

Dřívější značení charakteristik jističů L, U, M odpovídá současnemu značení B, C, D.

Jističe J1K50, J1K82, J7K byly vyráběny v charakteristikách motorových, tzn. A, nebo vedení, tzn. B, a dále potom E, tzn. speciální. Charakteristika E byla vyráběna po dohodě s výrobcem a byla buď A nebo B. V tomto případě je nutné zjistit typ jištěného zařízení nebo charakter zátěže a následně zvolit buď charakteristiku motorovou nebo vedení.

Volba jmenovitého proudu

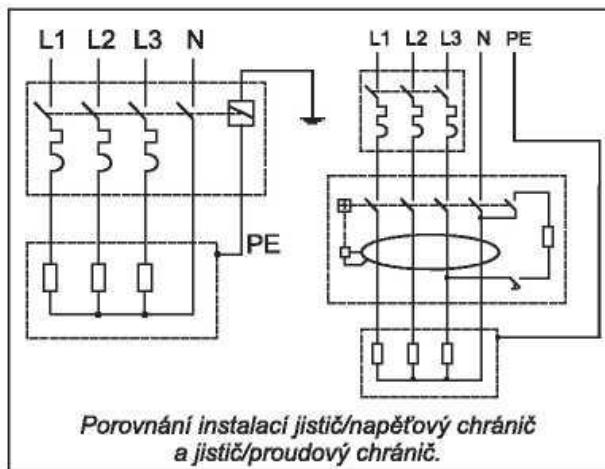
Každý výrobce má své značení jističů, jako příklad je zde uvedeno značení formy OEZ. Jističe LSN popř. LSE mají podle ČSN EN 60898-1 smluvený nevypínací proud $I_1 = 1,13 I_n$. Jističe J1K50 mají podle ČSN 354171 tento proud $I_1 = 1,5 I_n$ (pro $I_n \leq 10 \text{ A}$) nebo $1,4 I_n$ (pro $I_n > 10 \text{ A}$). Proto je potřeba volit velikost jmenovitého proudu I_n u jističe LSN popř. LSE 1,327-krát (pro $I_n \leq 10 \text{ A}$) nebo 1,239-krát (pro $I_n > 10 \text{ A}$) větší než je velikost jmenovitého proudu jističe J1K50. Tak např. J1K50 s $I_n = 6 \text{ A}$ bude nahrazen jističem 8 A.

Jistič J1K82 – náhrada jističe s integrovaným napěťovým chráničem

J1K82 je 3+N pólův přístroj vybavený ve třech fázích nadproudovými spouštěmi s integrovaným napěťovým chráničem. Vzhledem k tomu, že se napěťové chrániče již nevyrábí, může být nahrazen provedena kombinací jističe a proudového chrániče OFI – viz následující obrázek.

Tabulka 2.8: Tabulka náhrad starších jističů.

Starší jistič	Nový jistič typ	Poznámka
J1K50	LSN, LSE	nahradí jistič J1K50 v charakteristice vedení B (do AC 230/400 V)
	SM1	nahradí jistič J1K50 v charakteristice motorové A (do AC 690 V)
	BA511-33, BA511G3	nahradí jistič J1K50 v charakteristice vedení B a motorové A (do AC690V)
J1K82	LSN, LSE + OFI40	nahradí jistič J1K82 v charakteristice vedení B
	SM1 + OFI40	nahradí jistič J1K82 v charakteristice motorové A
	BA511-33 + OFI40, BA511G3 + OFI40	nahradí jistič J1K82 v charakteristice vedení B a motorové A
J7K	LSN, LSE	nahradí jistič J7K v charakteristice vedení B (do AC 230/400 V)
	SM1	nahradí jistič J7K v charakteristice motorové A (do AC 690 V)
	BA511-33, BA511G3	nahradí jistič J7K v charakteristice vedení B a motorové A (do AC 690 V)
LSF	LSN, LSE	nahradí jistič LSF v charakteristice vedení L a U
	SM1	nahradí jistič LSF v charakteristice motorové K a M



Obrázek 2.13: Náhrada jističe s napěťovým chráničem J1K82 (vlevo), kombinaci jistič + proudový chránič (vpravo).

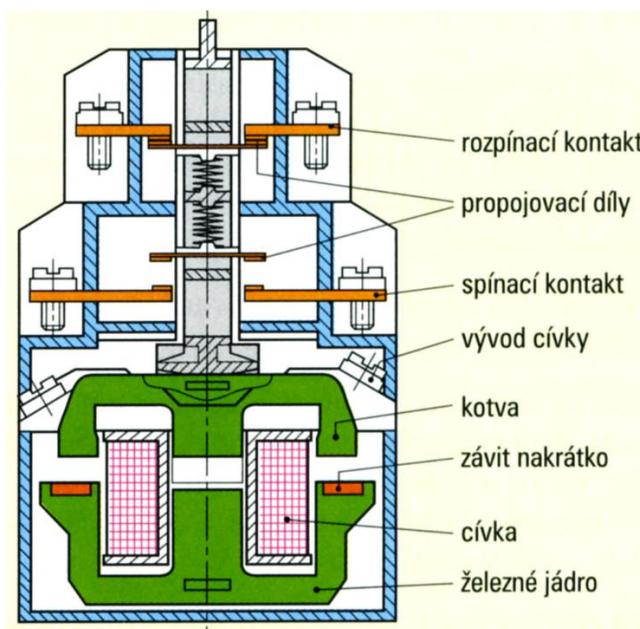
2.8 Stykače a relé

Stykače a relé slouží k výkonovému spínání spotřebičů. Konstrukčně jsou řešeny jako elektromagnetická cívka, jejíž jádro ovládá jeden nebo více kontaktů. Cívka může být na střídavé napětí (nejčastěji 230 V, ale i 24 V nebo 12 V) nebo stejnosměrné napětí.

Stykače a relé slouží jednak k **zesílení ovládacího signálu**, jednak ke **galvanickému oddělení** ovládacích a ovládaných obvodů. Při použití relé nebo stykače s cívkou na malé napětí lze vyřešit např. ovládání silového zařízení napětím SELV (z místa, kde je použití 230 V nemožné nebo obtížně proveditelné).

Instalační relé se používají k ovládání obvodů do jmenovitého proudu 16 A, například k automatizačním účelům (tlačítkové ovládání, spínací hodiny apod.). Mají jeden nebo více kontaktů (spínacích, rozpínacích, přepínacích nebo jejich kombinace).

Stykač má na rozdíl od relé dvojitý kontakt a proto lepší vypínací schopnost. Stykače mají kromě hlavních kontaktů (spínacích, rozpínacích, přepínacích nebo jejich kombinace) pomocné kontakty sloužící k automatizačním účelům. Používají se k výkonovému spínání motorů, osvětlení, vytápění a dalších elektrických zařízení.



Obrázek 2.14: Konstrukce stykače.

3 Značení vodičů a svorek elektrických předmětů

3.1 Značení vodičů a svorek EZ písmenno-číslicovým systémem

Základními způsoby značení svorek jednotlivých elektrických předmětů i jejich sestav (skupin), značením konců vodičů a značením vodičů v rozvodu písmeny se zabývá ČSN EN 60445 ed. 4.

V domácích instalacích se značení písmenno-číslicovým systémem používá především u elektrických předmětů viz tabulka 3.1. Písmenno-číslicovému systému je možné použít i pro vzájemné rozlišení fázových žil mnohožilových vodičů a kabelů. Izolace jednotlivých žil musí být též barvy, kromě žily ochranné označené kombinací barev zelená/žlutá. Poznávací číslice musí být vyznačeny po celé délce žily. Tohoto způsobu značení se používá pro kably s více než pěti žilami, tyto kably se v domácích instalacích příliš nepoužívají.

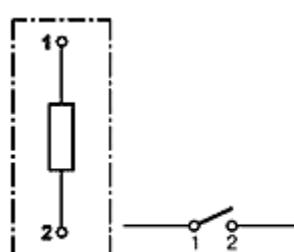
Tabulka 3.1: Značení vodičů a svorek EZ.

Název	Označení		Název	Označení	
	Vodič	Svorka		Vodič	Svorka
Střídavá soustava \sim			Zvláštní druhy vodičů a svorek		
Fáze (libovolná fáze)	L	U	Ochranný vodič	PE	
1. fáze	L1	U	Vodič slučující funkci ochranného vodiče a středního vodiče	PEN	
2. fáze	L2	V			
3. fáze	L3	W	Vodič slučující funkci ochranného vodiče a vodiče středního bodu	PEM	
Nulový vodič	N		Vodič ochranného pospojování	PB	
Stejnosměrná soustava $- - -$			Vodič pracovního uzemnění	FE	
Kladný pól	L+	+ , C	Vodič pracovního pospojování	FB	
Záporný pól	L-	- , D			
Vodič ze středu	M				

Pro značení platí následující pravidla:

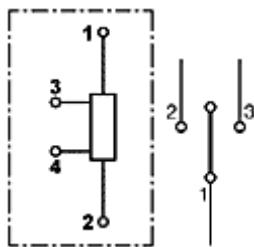
- Pro označení se používá písmen latinské abecedy, arabských číslic a znaků + a – ; je zakázáno používat písmen O a I.
- Aby se předešlo záměně, musí být samostatně používané číslice 6 a 9 podtržené.
- Kromě jednotlivých znaků lze použít skupin znaků. K oddělení skupin znaků obsahujících jen písmena či čísla může být pro lepší rozlišení použito tečky, například 12.1.
- Písmenové označení se volí pro stejnosměrné prvky z první poloviny latinské abecedy a pro střídavé prvky z druhé poloviny abecedy.

Dva koncové body jednoho prvku se rozlišují po sobě následujícími čísly. Přitom nižší číslo je liché. Příklad je na obrázku:



Obrázek 3.1: Jediný prvek se dvěma svorkami.

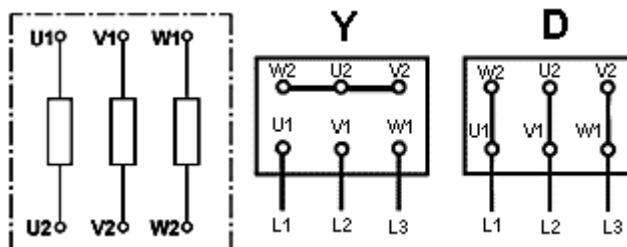
Mezilehlé body jednoho prvku se rozlišují dalšími následujícími čísly, a to ve vzestupném pořadí.



Obrázek 3.2: Jediný prvek se čtyřmi svorkami: dva koncové body a dva mezilehlé body a přepínač se třemi svorkami.

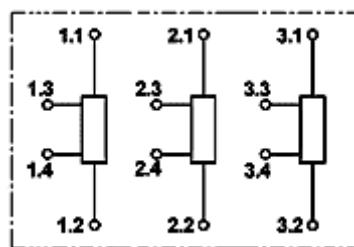
Jestliže je několik stejných prvků sdruženo do skupiny, uplatňuje se toto značení svorek:

- Koncové body jednotlivých prvků se označí stejnými číslicemi (1, 2). Těmto číslicemi se pak předřadí písmena nebo číslice, kterými se jednotlivé prvky navzájem rozliší. Pro třífázové střídavé sítě to bývají písmena U, V, W. Přitom nižší číslo, které obvykle přísluší vstupu, je liché. Příklad je na následujících obrázcích.

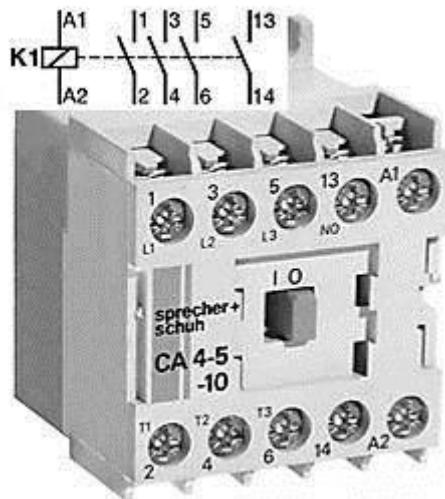


Obrázek 3.3: Trojfázový předmět se šesti svorkami.

- U jiných prvků stejných ve skupině se koncové a mezilehlé body rozliší číslicemi umístěnými před čísly rozlišujícími tyto koncové a mezilehlé body prvku. Čísla se oddělí tečkou.

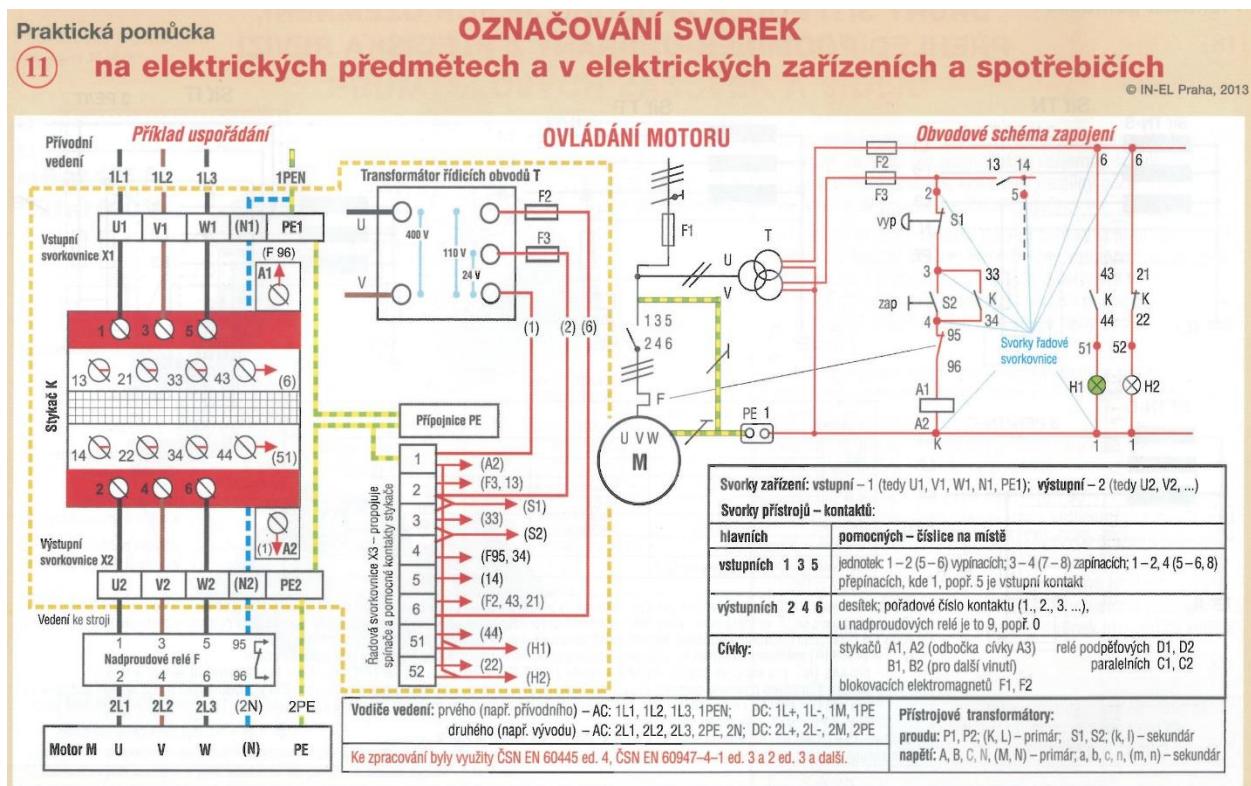


Obrázek 3.4: Předmět se třemi prvky a dvanácti svorkami, šest koncových bodů a šest mezilehlých bodů.



Obrázek 3.5: Stykač s šesti silovými, spínanými svorkami, dvěma pomocnými a dvěma ovládacími.

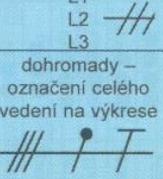
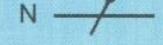
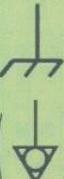
Tabulka 3.2: Označování svorek EZ [12].



Tabulka 3.3: Značení vodičů a svorek přímo na vodičích a svorkách [12].

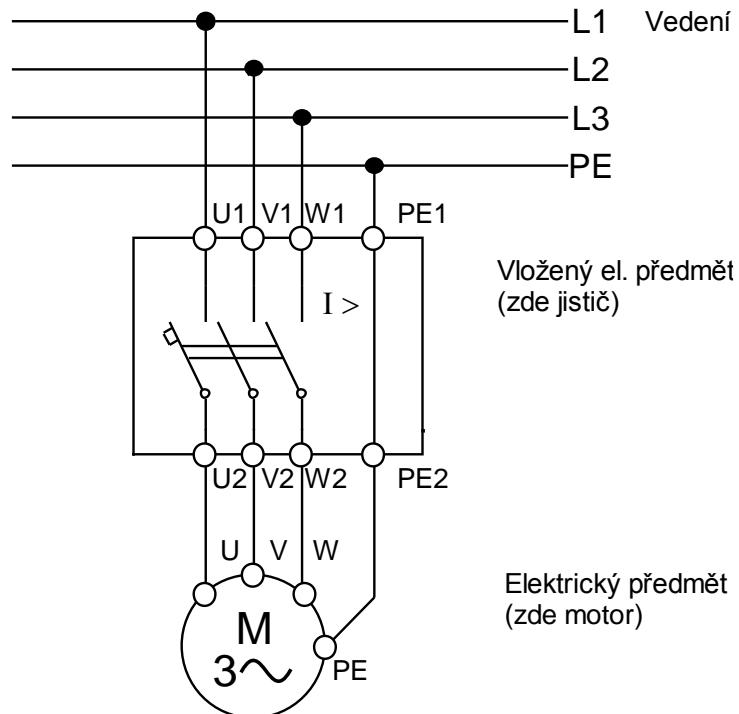
ZNAČENÍ VODIČŮ A SVOREK
přímo na vodičích a svorkách i na výkresech

© IN-EL Praha, 2013

Vodič, připojnice, svorka pro	Vodiče			Svorky	
	Poznávací barva na vodiči		značka na výkresu pro vodič (případně možno použít i na vodiči)	značka na výkresi i na svorce	grafická značka na svorce
	holém	izolovaném			
Soustava DC (stejnosměrná)					
kladný pól	tmavěčervená	přednostně černá, hnědá	L+	+	+
záporný pól	tmavěmodrá	přednostně černá, popř. hnědá	L-	-	-
střední	světlemodrá – postačuje pruh v každém poli nebo sekci		M		není
Soustava AC (střídavá)					
1. fáze 2. fáze 3. fáze	oranžová (popř. s doplňkovým označením přičními černými pruhy: pořadí fáze = počet pruhů)	přednostně černá, hnědá (nově též šedá)	L1 L2 L3 	U V W	není
střední	světlemodrá – postačuje pruh v každém poli nebo sekci		N 	N	není
Zvláštní druhy vodičů a svorek					
ochranný vodič, ochranná svorka	zelená/žlutá		PE 	PE	
vodič PEN (dříve nulovací vodič)	zelená/žlutá a světlemodré označení na koncích		PEN 	PEN	
vodič PEM vodič PEL (uzemňovací)	pouze v DC sítích – značí se jako u PEN s modrým pruhem na koncích		PEM (E) PEL (E)	PEM (E) PEL (E)	není
ochranné pospojování uzemněné neuzemněné	zelená/žlutá na koncích	zelená/žlutá	PB PBE PBU	PB PBE PBU	
pracovní uzemnění (bezšumová země)	nepředepisuje se		FE (TE)	FE (TE)	
pracovní pospojování (ukostřování) (ekvipotenciální spojení)	nepředepisuje se		FB (MM) (CC)	FB (MM) (CC)	

Poznámka:
V závorkách je uvedeno značení podle dříve platných norem (především podle ČSN 33 0160:1989).

Při zpracování tabulky se vycházelo z ČSN EN 60445 ed. 4:2011, ČSN 33 0160:1989,
ČSN 33 0165:1992, ČSN 33 0166:2002.



Obrázek 3.6: Příklad označení vodičů a svorek elektrických předmětů ve schématu.

3.2 Značení vodičů barvami

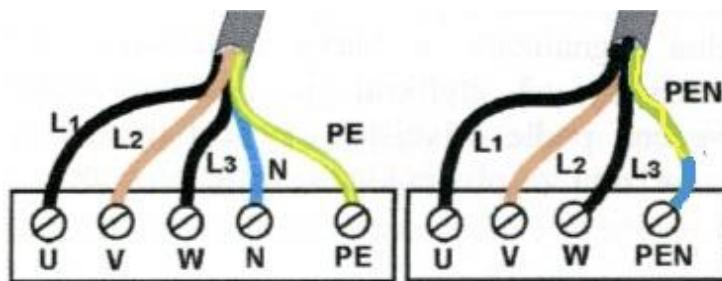
Jednoznačné a normalizované použití barev při označování vodičů je významným prostředkem pro zajištění bezpečné práce. Barevným značením vodičů se zabývá ČSN EN 60445 ed. 4. a ČSN 33 0165 ed. 2.

- Pro ochranný vodič (PE) je přípustné barevné označení pouze kombinací barev zelená/žlutá. Tato kombinace nesmí být použita pro žádný jiný účel.
- Výhradně pro označení nulového a středního vodiče (N, M) je určena světle modrá barva.
- Vodič PEN musí být označen kombinací barev zelená/žlutá po celé délce a navíc světlemodrou barvou na obou koncích. V síti TN-C, kde není nebezpečí zaměny s jinými ochrannými vodiči, se pro PEN vodič používá barevné kombinace zelená/žlutá bez světlemodrých konců.
- Pohyblivé přívody spotřebičů třídy II, zakončené dvoupólovou vidlicí bez ochranného kontaktu, mohou mít obě žíly téže barvy.
- Pro vnitřní spoje elektrických předmětů (strojů, přístrojů) a zařízení (rozvodních zařízení) provedené z jednožilových vodičů se doporučuje použít jediné barvy, přednostně černé barvy. Přičemž barva ochranného a nulového/středního vodiče musí být podle výše uvedených pravidel.

V instalacích v domácnosti se používají izolované vodiče. Holé vodiče se v domácích instalacích používají pouze pro venkovní vedení, pro které pravidla pro barevné značení neplatí. K vzájemnému rozlišení vodičů se používají poznávací barvy viz tabulka 3.4 a tabulka 3.5.

Tabulka 3.4: Poznávací barvy izolovaných vodičů strídavých soustav.

Vodič, žíla kabelu	Poznávací barva	Označení barvy
L	černá, hnědá, šedá ●●●	BK, BR, GR
N	světle modrá ●	BU
PE	zelená / žlutá ●●	GNYE
PEN	zelená / žlutá (+ světle modrá)	



Obrázek 3.7: Příklad reálného označení vodičů a svorek elektrických předmětů.

Tabulka 3.5: Poznávací barvy izolovaných i holých vodičů stejnosměrných soustav.

Vodič, přípojnice	Poznávací barva
L+	Kladný pól tmavě červená ●
L-	Záporný pól tmavě modrá ●
M	Vodič ze středu světle modrá ●
PE, PEM	Ochranný zelená/žlutá ●

Poznávací barvou se rozumí barva poslední (vnější) vrstvy izolace vodiče. Barva musí být vyznačena po celé délce vodiče, musí být trvanlivá a rozlišitelná. Barvy červená, bílá, zelená a žlutá (mimo kombinaci zelená/žlutá) se nesmí používat pro vícežilové silové kabely. Každá žila kabelu smí být pouze jednobarevná (opět s výjimkou kombinace zelená/žlutá).

Kovová konstrukce použitá jako náhodný ochranný vodič, popř. jako spojení s uzemněním, se označí kombinací příčných barevných pruhů žlutá/zelená/žlutá na nápadných a viditelných místech, a to na místě připojení (včetně místa připojení k zemniči), u spojů konstrukce (na obou koncích) a popř. na koncích konstrukce. Toto však není nutno provádět u nerozebíratelných spojů konstrukcí (svařovaných, pájených, nýtovaných).

3.3 Rozlišení žil polohou

Rozlišení žil polohou se používá u mnohožilových kabelů (u silových s více než 5 žilami, nebo u sdělovacích kabelů). Vzájemné umístění žil je rozlišeno poznávacími barvami a jednotnou barvou (např. černou) ostatních žil. Barevně označenou žilou je počítací žila umístěná v každé poloze (vnější i vnitřní) a směrová žila umístěná pouze ve vnější poloze. Směrová žila sousedí s počítací žilou. Začíná se počítat od počítací žily, a to ve směru od směrové žily k počítací žile ve vnější poloze (tentotéž směr je daný vzhledem k polohou žil a platí pro všechny polohy kabelu). Počítací žily a směrová žila musí mít barvu, kterou určuje tabulka 3.6, ostatní žily jsou označeny jednou a tou samou barvou, avšak ne barvou zelenou, žlutou, světlemodrou nebo hnědou.

Rozlišení žil polohou se používá také u plochých vodičů s jednovrstvou izolací tvořící zároveň ochranný obal. Někdy se odlišuje jedna žila výrazným způsobem (polohou, podélným výstupkem, barvou). Tato odlišná žila je určena k použití jako ochranný vodič. Pokud není ochranný vodič použit, je odlišenou žilou nulový/střední vodič. Nulový/střední i ochranný vodič se musí na koncích označit barvami.



Obrázek 3.8: Příklad reálného rozlišení žil polohou.

Tabulka 3.6: Barvy počítací a směrové žíly.

Žíla		Poznávací barva	
		s ochranným vodičem	bez ochranného v.
Počítací	ve vnější poloze	světle modrá ●	hnědá ●
	v ostatních	hnědá ●	hnědá ●
Směrová (dává se pouze do vnější polohy)		zelená/žlutá ●	světlemodrá ●
Ostatní		černá ●	

4 Kabely

Elektricky vodivá spojení se realizují izolovanými vodiči nebo kably, ve většině případů s měděným jádrem. Průřez jádra (plošný obsah příčného řezu) v mm² se volí podle hodnoty procházejícího proudu a druhu izolace podle provozní teploty a podle agresivity prostředí.



Obrázek 4.1: Izolované vodiče (vlevo) a vícežilové kably (vpravo).



Obrázek 4.2: Druhy kabelů (vlevo) a provedení plných a lanovaných vodičů (vpravo).

4.1 Značení silových kabelů

Různá provedení vícežilových kabelů z hlediska druhu žil obsažených v kabelu se značí kódem, v němž číslice udává celkový počet žil v kabelu a písmeno (viz tabulka 4.1 a tabulka 4.2) složení vodiče se zřetelem ke druhu žil. V ČR se používá kódové označení A až D. Harmonizované značení rozlišuje pouze kably s ochranným vodičem G a bez ochranného vodiče X. Příklad používaných kabelů a jejich značení určuje tabulka 4.2.

Tabulka 4.1: Značení kabelů podle HD 361 S2:1986 zavedeného v ČSN 34 7409.

Kódová písmena ČR	Kódová písmena HD	Druhy vodičů	Druhy barev
A	X	fázové	● ● ●
B	G	fázové a ochranný	● ● ● ● ●
C		fázové, ochranný a nulový	● ● ● ● ● ● ●
D	X	fázové a nulový	● ● ● ●

Tabulka 4.2: Barevné značení vodičů a kabelů.

Počet	Kódové označení	Barvy izolace žil	Příklad použití
2	2A	●●	jednopólové vypínače
	2B	●●●	jednofázové obvody s PEN ($Cu \geq 10 \text{ mm}^2$)
	2D (2X)	●●●	jednofázové obvody v síti TT
3	3A	●●●	sériové spínače, třífázové spotřebiče v síti TT
	(3X)	(●●●)	
	3B	●●●●	jednofázové spotřebiče zapojené mezi fáze
	3C (3G)	●●●●	běžné jednofázové spotřebiče
	3D (3X)	●●●●	spínače s doutnavkou
4	4B	●●●●●	třífázové spotřebiče bez nulového vodiče, nebo v síti TN-C
	(4G)	(●●●●●)	
	4C (4G)	●●●●●●	dvě samostatně spínáná svítidla
	4D	●●●●●●	třífázový spotřebič v síti TT
	(4X)	(●●●●●●)	
5	5C	●●●●●●●	třífázový spotřebič
	(5G)	(●●●●●●●)	
	5D	●●●●●●●●	čtyři sdružené obvody
	(5X)	(●●●●●●●●)	
6	nC	●●●●●●●●●	pro několik různých obvodů
	nD	●●●●●●●●●	
Ohebná šňůra se nevyrábí pro označení 2B a 3B.			

4.1.1 Nové evropské typové značení kabelů podle HD 361 S3



Symboly použité pro zkratky se v určitých případech používají pro určení skupiny materiálů, které mají podobné vlastnosti s uvedeným materiélem. Mezi pozicí 3 a 4 může být vloženo kovové krytí. Na pozici 5 může být kombinováno více symbolů. Na pozici 6 může být uvedeno, že se jedná o hliníkový vodič, jinak bez symbolu.

Tabulka 4.3: Značení kabelů podle HD 361 S3:1999 zavedeného v ČSN 34 7409.

1	2	3 a 4	5	6
Vztah k normám	Jmenovité napětí [V]	Materiál izolace žil a pláště/opletení	Konstrukční prvky a zvláštní provedení, stínění	Typ jádra
H Harmonizovaný typ ----- Neharmonizované, národní kabely, jakékoli symboly, které nejsou v rozporu, nedoporučuje se používat prefix H	01 100/100 03 300/300 05 300/500 07 450/750	B etylenpropylenový kaučuk EPR G etylen-vinyl-acetát J opletená skleněná vlákna M minerální izolace N polychloroprenový kaučuk N2 speciální směs z polychloroprenu N4 chlorosulfonovaný polyetylen N8 vodě odolná polychloroprenová směs Q polyuretan PUR Q4 polyamid PA R přírodní nebo styrolbutadienový kaučuk S silikonový kaučuk T textilní opletení přes žily T6 textilní opletení každé žily V polyvinylchlorid PVC V2 PVC směs pro teplotu 90°C V3 PVC směs pro nízké teploty V4 sítěné PVC V5 směs PVC odolná oleji Z sítěné směsi na bázi polyolefinů, při požáru s malým vývinem kouře Z1 termoplastické směsi na bázi polyolefinů, při požáru s malým vývinem kouře ----- <i>vložené krytí</i> ----- C koncentrický měděný vodič C4 Cu stínění opletením stočených žil	bez symbolu – kruhová konstrukce kabelu D3 nosné prvky z textilu nebo ocelových drátků umístěné ve středu kabelu D5 středová vložka, není mechanicky nosná H plochý dělitelný vodič H2 plochý nedělitelný vodič, dvoužilový H6 plochý vodič, vícežilový H7 dvouvrstvý izolační obal (vytláčovaná izolace pro světelné řetězce) H8 spirálový přívod	A hliník (Cu vodič - bez A) ----- D ohebné jádro pro svařovací vodiče E velmi ohebné jádro pro svařovací vodiče F ohebné jádro kabelu nebo šňůry H velmi ohebné jádro kabelu nebo šňůry K ohebné jádro kabelu pro pevné instalace R pevné lanované kulaté jádro U pevné plné kulaté jádro Y leonské jádro

Význam dalších pozic kódu:

- **7.** Počet žil.
- **8.** Ochranný vodič: **G** kabel s ochranným vodičem, **X** kabel bez ochranného vodiče.
- **9.** Jmenovitý průřez v mm².

Tabulka 4.4: Srovnávací tabulka značení některých běžných vodičů a kabelů.

ČSN 34 7615	ČSN 34 7409	Popis
CY	H07V-U, H07V-R, H05V-U	vodič s plným jádrem
CYA	H07V-K, H05V-K	vodič s lanovým jádrem
CYH	H03VH-H	lehká plochá šňůra
CYLY	H03VV-F	lehká šňůra s PVC pláštěm
CYSY	H05VV-F, H05VH2-F	střední šňůra s PVC pláštěm
CGLG	H05RR-F, H03RT-F	ohebný kabel s EPR izolací
CGSG	H05RN-F	ohebný kabel s izolací z chloroprenové pryže

4.1.2 Značení silových kabelů podle již neplatné ČSN 34 7615



Tabulka 4.5: Značení kabelů podle ČSN 34 7615.

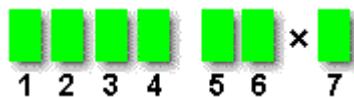
1	2	3	4	5	6	7
Jmenovité napětí	Materiál jádra	Materiál izolace	Označení	Materiál pláště	Obaly nad pláštěm	Zvláštní označení
- 500/750 V 1 1 kV 6 6 kV 10 10kV 22 22 kV 35 35 kV	A hliníkové C měděné	Y měkčený PVC X lineární polyetylen E zesítěný polyetylen	K silový kabel	Y měkčený PVC Cu kovové stínění CO olověný plášt'	P pancíř z ocelových pásů D pancíř z ocelových drátků Y protikorozní ochrana PVC E protikorozní ochrana PE	z závesný kabel m mrázuvzdorný kabel S samonosný kabel

Význam dalších pozic kódu:

- **8.** Počet žil.
- **9.** Barvy žil, viz tabulka 4.1.
- **10.** Jmenovitý průřez v mm².

POZNÁMKA - Nové značení spočívá v tom, že pro fázové vodiče se kromě barev černé a hnědé používá ještě barva šedá. Tím je možno určovat jednotlivé fáze i jejich pořadí jednodušeji než podle staršího značení.

4.1.3 Značení silových vodičů a šnúr podle již neplatné ČSN 34 7401



Význam pozic kódu:

- | | |
|--------------------------------|--|
| 1. – 4. viz tabulka 4.6 | 6. barvy žil viz tabulka 4.2 |
| 5. počet žil. | 7. jmenovitý průřez v mm ² |

Tabulka 4.6: Značení kabelů podle neharmonizované ČSN 34 7401.

1	2	3	4
Materiál jádra	Materiál izolace	Rozlišení jednotlivých typů vodičů	Materiál pláště
A hliníkové C měděné	B kaučukový vulkanizát se zvýšenou teplotní odolností G kaučukový vulkanizát (běžný typ) M PVC se zvýšenou odolností proti mrazu Q PVC se zvýšenou teplotní odolností S vulkanizát ze silikonového kaučuku Y PVC (běžný typ) E PE nezesítěný O opletení textilním vláknem, páskou apod. U pryž chloroprenová X PE zesítěný	D důlní vodič V vlečný vodič Z svařovací vodič X výtahový vodič M můstkový vodič H plochá šňůra L lehká šňůra S střední šňůra T těžká šňůra A kulatý vodič R vodič se složeným jádrem Y vodič s dvojitou izolací	F kovový (opletení nebo ovinutí drátem, popř. páskou) B kaučukový vulkanizát se zvýšenou teplotní odolností G kaučukový vulkanizát (běžný typ) M PVC se zvýšenou odolností proti mrazu Q PVC se zvýšenou teplotní odolností S vulkanizát ze silikonového kaučuku Y PVC (běžný typ) E PE nezesítěný U pryž chloroprenová X PE zesítěný

4.2 Běžně používané typy silových vodičů a kabelů

Tabulka 4.7: Příklady běžně používaných silových kabelů s pevným jádrem.

Příklad	Označení	Název	Napětí [V]	Počet žil	Průřez [mm ²]	Použití
	H07V-U H07V-R H07V-K	Jednotlivé vodiče s PVC izolací	450/750	1	1,5 – 10	Pevné uložení jako propojovací vodiče, v suchém prostředí, v trubkách, v přístrojích a rozvaděčích.
	CYKY H07VV-U	Úložný kabel s PVC izolací a pevným jádrem	450/750	2 – 48	1,5 – 16	Pevný rozvod v zemi nebo ve volném prostředí bez jakéhokoliv mechanického namáhání.
	CYKYLo	Instalační ploché kably	450/750	2–3	1,5 – 4	Instalace přímo pod omítku, do bytových jader a pro ukládání do trubek a lišt.
	CYMY	Můstkové vodiče	300/500	2–3	1,5 – 2,5	Instalace přímo pod omítku, do bytových jader, pro ukládání do trubek a lišt.

Tabulka 4.8: Příklady běžně používaných ohebných kabelů.

Příklad	Označení	Název	Napětí [V]	Poč. žil	Průřez [mm ²]	Použití
	H03VV-F	Lehká šňůra s PVC pláštěm	300/300	2–4	0,5 – 0,75	V domácnostech, pro lehká přenosná zařízení (např. stolní lampy, kancelářské stroje). Nevhodné pro venkovní použití.
	H05VV H2-F	Střední šňůra s PVC pláštěm	300/500	2	0,75 – 1	Lehká přenosná zařízení (např. stolní lampy, kancelářské stroje).
	H05RR-F	Střední šňůra s plasticko-pryžovou izolací	300/500	2–5	0,75 – 2,5	Připojení elektrických přístrojů jako např. vysavačů, kuchyňských přístrojů atd.
	H07RN-F	Střední šňůra z polychloroprenového vulkanizátu v těžkém provedení	450/750	1–5	1,5 – 25	Připojování zařízení a elektrického nářadí, bojlerů, přenosných lamp, vrtaček, okružní pily, domácích elektrických spotřebičů, motorů, apod.

4.3 Uložení kabelů a vodičů

Při seskupení více obvodů do jednoho svazku je třeba zamezit přehřívání těchto kabelů, což definuje redukční součinitel (tabulka 4.12). Tento součinitel je možné použít na seskupení izolovaných vodičů nebo kabelů, které mají stejnou maximální provozní teplotu. U seskupení kabelů s různou maximální dovolenou provozní teplotou musí dovolené proudy být stanoveny na nejnižší maximální provozní teplotě ze svazku. Pokud se předpokládá, že kabel nepovede více než 30 % maximálního proudu, není třeba s ním ve svazku počítat.

V obvodu je třeba uvažovat počet těch vodičů, které vedou zatěžovací proud. Pokud je možno ve vícefázových obvodech předpokládat, že vodiče vedou vyvážené proudy, nemusí se nulový vodič příslušející k danému obvodu uvažovat. Čtyř a pětižilové kably mohou mít vyšší dovolené proudy, jestliže jsou zatíženy pouze tři vodiče. Vodiče sloužící pouze jako ochranné (vodiče PE) se neberou v úvahu. S vodiči PEN se musí počítat stejným způsobem jako s nulovými vodiči.

Jestliže je odvod tepla v jednotlivých částech trasy vedení různý, musí dovolené proudy splňovat nejméně příznivé podmínky. Toto je možné zanedbat, jestliže kabel pouze prochází stěnou o tloušťce do 35 cm.

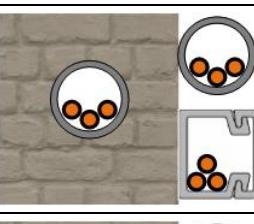
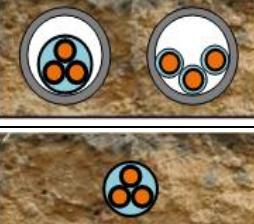
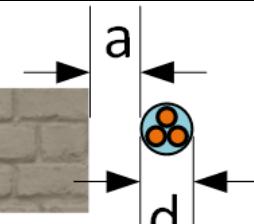
Tabulka 4.9 udává referenční způsoby instalací, ve kterých se uvažuje bezpečné použití. Z důvodu dostatečné mechanické pevnosti nesmí být průřez vodičů vedení menší než maximální hodnoty viz tabulka 4.10

Doporučení maximálního zatížení kabelů podle způsobu uložení určuje tabulka 4.11. Tyto hodnoty zajistí dostatečně dlouhou životnost vodičů a izolace vystavených tepelným účinkům vedeným proudem. Také ostatní hlediska ovlivňují volbu průřezu vodičů jako ochranu před úrazem elektrickým proudem, ochranu před nadproudými, úbytky napětí. Dovolené proudy vycházejí z následujících teplot okolí:

- pro izolované vodiče a kabely na vzduchu, bez ohledu na způsoby uložení: 30 °C;
- pro kabely uložené v zemi, a to buď přímo v půdě, nebo v trubkách v zemi: 20 °C.

Pro jiné teploty norma ČSN 33 2000-5-52 ed.2 stanovuje korekční součinitele (změna na každých 10 °C cca 0,12).

Tabulka 4.9: Referenční způsoby uložení kabelů a vodičů

Způsoby uložení	Popis uložení	Podka.	Popis uložení
	V tepelně izolační stěně nebo tvárnících	A1	vodiče v trubce,
		A2	kabely v trubce,
		A3	kabely přímo.
	V instalačních trubkách, lištách nebo kanálech na dřevěné nebo zděné stěně, elektroinstalační trubka může být ve stěně,	B1	izolované vodiče,
		B2	kabely.
	Kabely přímo na stěně, ve stěně nebo pod stropem, i jednožilové kabely, ne však samostatné vodiče.		
	Kabely v zemi i jednožilové kabely, ne však samostatné vodiče,	D1	v trubce nebo kanále,
		D2	přímo v zemi.
	Kabely (E) a jednožilové kabely (F), ne však samostatné vodiče: <ul style="list-style-type: none"> - volně ve vzduchu, nebo - v minimální vzdálenosti od stěny $a \geq 0,3 \cdot d$, nebo - v kabelových žlabech s otvory, nebo - na kabelových konzolách nebo na drátěném pleťivu, nebo - samonosné kabely nebo zavěšené na nosném laně. 		
		G	Holé nebo izolované vodiče na izolátorech.

Tabulka 4.10: Nejmenší průřezy vodičů.

Typ vedení	Použití	Materiál	Průřez [mm ²]
Pevná instalace	Silové a světelné obvody	Cu	1,5
		Al	10
	Ovládací obvody	Cu	0,5
	Elektronická zařízení	Cu	0,1
Ohebné vodiče	Jakékoliv aplikace	Cu	0,75

Tabulka 4.11: Proudová zatížitelnost kabelů a vodičů, izolace z PVC, okolní teplota vzduchu 30 °C (v zemi 20 °C)

Referenční uložení	A1	A2	B1	B2	C	D1	D2								
Zatížené vodiče	2	3	2	3	2	3	2	3							
Průřez vodičů [mm ²]	Proudové zatížení [A] pro kably s PVC izolací a s provozní tep. do 70 °C, okolní tep. 30 °C														
Cu	1,5	14,5	13,5	14	13	17,5	15,5	16,5	15	19,5	17,5	22	18	22	19
	2,5	19,5	18	18,5	17,5	24	21	23	20	27	24	29	24	28	24
	4	26	24	25	23	32	28	30	27	36	32	37	30	38	33
	6	34	31	32	29	41	36	38	34	46	41	46	38	48	41
	10	46	42	43	39	57	50	52	46	63	57	60	50	64	54
	16	61	56	57	52	76	68	69	62	85	76	78	64	83	70
Al	10	36	32	33	31	44	39	41	36	49	44	47	39	-	-
	16	48	43	44	41	60	53	54	48	66	59	61	50	63	53
	25	63	57	58	53	79	70	71	62	83	73	77	64	82	69

Tabulka 4.12: Přepočítací součinitely pro seskupení více než jednoho obvodu nebo více než jednoho vícežilového kabelu.

Umístění a uspořádání kabelů	Počet vícežilových kabelů									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	12
Svazek ve vzduchu, na povrchu, zapuštěný nebo uzavřený	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45
 – způsoby uložení A až F										
Jednoduchá vrstva na stěně nebo podlaze	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73			0,72	0,71	0,70
 – způsob uložení C										
Jednoduchá vrstva upevněná pod dřevěným stropem	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62		
 – způsob uložení C										
Seskupení v elektroinstalační trubce nebo v kanálech	1,00	0,71	0,58	0,50	0,45	0,41	0,38	0,35		
 – způsoby uložení A až F										

Dovolené proudy kabelů (tabulka 4.11) se vztahují na jednotlivé obvody. Jestliže je uloženo více kabelů nebo izolovaných vodičů v jednom seskupení, uplatní se redukční součinitely seskupení, které stanovuje tabulka 4.12. Přepočítací součinitely jsou pro seskupení obvodů se 100% zatížením pracovních vodičů. Pokud jsou zatíženy méně, mohou být hodnoty přepočítacích

součinitelů vyšší. Uvedené redukční součinitele seskupení platí pro seskupení složené z podobných stejně zatížených kabelů. V jiném případě je nutné použít výpočtu nebo návrhového programu.

4.4 Druhy přívodů k elektrickým předmětům

Elektrický předmět může být připojen k instalaci následujícími způsoby (ČSN 34 0350 ed. 2):

4.4.1 Pevné připojení

Izolované vodiče (neopláštěné) pro pevná vedení musí být uzavřeny v instalační trubce nebo elektroinstalačním kanále. Tento požadavek neplatí pro ochranné vodiče. Povoleno jen u připevněných nepohyblivých zařízení.

4.4.2 Poddajný přívod

Je pevně připojen k instalaci i předmětu, ale umožňuje malý pohyb předmětu. Musí být proveden šňůrou s lanovými vodiči nebo ohebným kabelem patřičné odolnosti a oboustranně odlehčen od mechanického namáhání. Poddajné přívody jsou obvykle připojeny ke svorkám pevného rozvodu a k připojovacím svorkám spotřebiče nebo zařízení.

Takto se připojují zařízení, která se při používání pohybují, nebo nepřenosné zařízení, se kterým se občas pohně, aby se vyčistilo apod., např. sporák, ventilační jednotky. Musí být připojeno pomocí ohebného kabelu nebo šňůry. Pro ochranu ohebných izolovaných vodičů se mohou používat ohebné elektroinstalační trubky.

4.4.3 Pohyblivý přívod

Je na jedné straně opatřen vidlicí pro připojení do zásuvky instalace, na druhé nástrčkou nebo pevně připojen k elektrickému předmětu. Umožňuje volný pohyb připojeného EZ v rozsahu daném délku přívodu. Norma rozlišuje pohyblivé přívody:

- **pevně připojené**, které jsou vybaveny na jednom konci vidlicí a druhý konec je připojen do svorek elektrického předmětu;
- **oddělitelné**, které jsou vybaveny na jednom konci vidlicí a na druhém konci nástrčkou k zasunutí do přívodky elektrického předmětu;
- **prodlužovací**, které jsou vybaveny na jednom konci vidlicí a na druhém konci pohyblivou zásuvkou;
- **dvoužilové pohyblivé přívody**, tj. pohyblivé přívody bez ochranného vodiče, které jsou na vybaveny vidlicí a zásuvkou jen pro spotřebiče třídy ochrany II. Vidlice a zásuvka nebo nástrčka musí být neoddělitelně (nerozebíratelně) spojena s pohyblivým přívodem nebo musí být na druhém konci pevně připojené ke svorkám EZ. Obdobný pohyblivý přívod může být i pro zařízení třídy ochrany II nebo III. **Jedná se však jen o pohyblivé přívody, dvoužilové kably se nesmějí používat jako prodlužovací přívody.**

Pohyblivý přívod musí být proveden šňůrou s lanovými vodiči patřičné odolnosti proti vlivům prostředí a musí mít potřebné vlastnosti pro jejich použití (ohebnost, povrch, trvanlivost...).

- Pohyblivé přívody se musí klást tak, aby nebyly vystaveny mechanickému poškození, tzn. přes frekventovaná a blátivá místa, nebo kde se pracuje se štěrkem a stavebními materiály.
- U pohyblivých přívodů (kromě dvoužilových pohyblivých přívodů) pro připojení zařízení nn třídy ochrany I nesmí být použit vodič PEN. Musí být vždy použity dva samostatné vodiče (žíly kabelu nebo šňůry) PE a N a musí mít vidlici i nástrčku s ochranným kontaktem.
- U třífázových pohyblivých přívodů a prodlužovacích přívodů provedených z ohebných kabelů nebo šňůr se používá samostatný vodič PE a N. Pokud EZ nemá pro svoji funkci připojen vodič (N), může být pohyblivý přívod proveden jako čtyřžilový.
- Šňůry pohyblivých přívodů musí být v místě připojení spolehlivě odlehčeny od tahu, zajištěny proti posunutí či vytržení a proti zkroucení žil. Vstupní otvory pro šňůry musí být

upraveny tak, aby se šňůra nelámal a nebo jinak nepoškodila. Odlehčovací zařízení nesmí být pod napětím.

- Vstupní otvory EZ pro kabely a šňůry musí být upraveny tak, aby se šňůra mohla ohýbat jen s přiměřeným poloměrem ohybu, např. musí mít hrda se zaoblením nebo nekovovou návlačkou.
- Ochranná žíla musí být na obou koncích kabelu zbaveného izolace tak dlouhá, aby při případném vytržení šňůry ze svorek byla namáhána tahem až po přerušení (vytržení) všech pracovních žil – musí se přetrhnout poslední.
- Jednotlivé žíly by mely být ohýbány maximálně poloměrem rovným aspoň 2,5násobku průměru žily. Konce jader žil musí být vhodně tak, aby se jednotlivé drátky neoddělovaly a jádra bylo možno správně a řádně zapojit do připojovacích svorek, např. lisovací dutinkou.
- Oddělitelné pohyblivé přívody musí být opatřeny vidlicí i nástrčkou na tentýž jmenovitý proud a totéž jmenovité napětí. Vidlice i nástrčka musí mít stejný počet pólů. Výjimku tvoří oddělitelné pohyblivé přívody opatřené na druhém konci nezámennou nástrčkou na menší jmenovitý proud (např. 2,5 A pro spotřebiče do 100 W).
- Zásuvky a vidlice musí být u pohyblivých přívodů použity tak, aby se na kolících nezapojených vidlic v žádném případě nemohlo objevit napětí. Vidlice musí být zapojena jen na začátku pohyblivého vedení. **Zhotovování přívodů s vidlicemi na obou koncích je proto zakázáno.** Na jednu vidlici, nástrčku a pohyblivou zásuvku smí být připojen jen jediný pohyblivý přívod.
- Prodlužovací přívody s rozebíratelnou pohyblivou zásuvkou musí být opatřeny nápisem: „Nezasahujte do zapojení“.
- Celková délka pohyblivého přívodu nemá překročit 50 m s ohledem na spolehlivost ochrany před úrazem elektrickým proudem.
- Průřezy jader žil se dimenzují podle jmenovitého proudu EZ a u prodlužovacích přívodů podle trvalé zatížitelnosti jádra žily.
- Pevně připojené pohyblivé přívody s průřezem žil do $0,75 \text{ mm}^2$ je možné připojit pájeným nebo svařovaným spojem.

Kromě výše uvedených zásad platí pro prodlužovací přívody navíc:

- Musí být opatřeny vidlicí i pohyblivou zásuvkou stejného vzoru (a na stejný jmenovitý proud a stejně jmenovité napětí).
- Kabel musí mít průřez žil alespoň 1 mm^2 Cu při jmenovitému proudu 10 A a délce do 10 m, průřez $1,5 \text{ mm}^2$ Cu při jmenovitému proudu 16 A do délky maximálně 50 m.
- Prodlužovací přívody ukončené vícenásobnou zásuvkou musí mít na zásuvce uvedenu hodnotu jmenovitého napětí, jmenovitého maximálního proudu, použitý průřez ohebného kabelu a hodnotu maximálního celkového odběru.
- Je-li kabel nebo šňůra navinuta na navijáku nebo bubnu nebo jsou uloženy ve svazcích, určí se zatížitelnost těchto kabelů či šňůr výpočtem podle ČSN EN 61242. Na štítku kabelového navijáku musí být uvedeno proudové nebo výkonové zatížení při rozvinutém a svinutém kabelu.
- Prodlužovací přívody nesmí být provedeny z vodičů plochého provedení typu velmi tenká, případně lehká plochá šňůra, případně lehká nebo z vodičů bez pláště.
- Správné provedení jednofázového prodlužovacího přívodu znázorňuje obrázek 4.3

Shrnutí pravidel dle průřezu jednotlivých žil určuje tabulka 4.13.

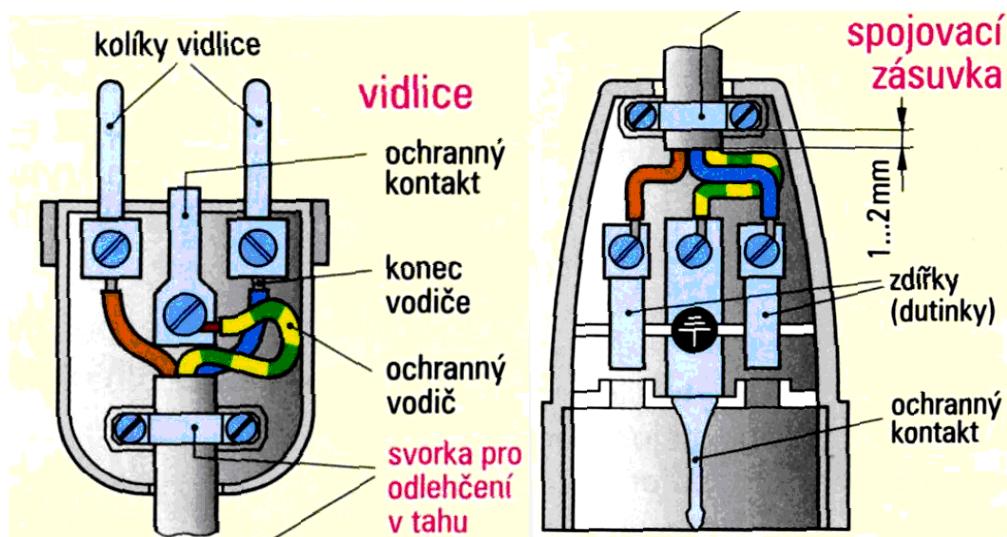
Tabulka 4.13: Přehled pravidel pro pohyblivé přívody.

Průřez jádra [mm ²]	Maximální délka [m]	Jmenovitý proud [A]	Pevně připojený a oddělitelný přívod	Prodlužovací přívod
0,35	2	-	✓	✗
0,5	3	-	✓	✗
0,75	připojení pájením nebo svařením		✓ (pevně přip.)	✗
1	10	10	✓	✓
1,5	50	16	✓	✓
Různá vidlice a nástrčka (nezáměnná)		2,5 (100 W)	✓ (oddělitelný)	✗

Na pohyblivé přívody se používají pouze vodiče s měděnými jádry. Doporučuje se volit průřezy pohyblivých přívodů viz tabulka 4.14. Je však třeba dodržet další pravidla, např. omezení minimálního průřezu vodičů prodlužovacího přívodu viz tabulka 4.13. Dále je třeba si uvědomit, že prodlužovací přívody jsou chráněny z hlediska nadproudů a zkratu pouze nadproudovou ochranou elektrické instalace, na které jsou připojeny.

Tabulka 4.14: Minimální průřezy vodičů pohyblivých přívodů.

Maximální jmenovitý proud spotřebiče I_n [A]	Minimální průřez vodiče [mm ²]
3	0,50
6	0,75
10	1
16	1,5
25	2,5
32	4
40	6
63	10



Obrázek 4.3: Správné provedení jednofázového prodlužovacího přívodu. Je vidět odlehčení kabelu v tahu a volná žila ochranného vodiče delší než volné žily vodičů pracovních.

Tabulka 4.15: Přehled nejpoužívanějších nástrček a přívodek.

Jmenovitý proud [A]	Třída ochrany	Tvar nástrčky		Rozebíratelná	Připojná šňůra	
		Třída ochrany I	Třída ochrany II		nejlehčí	průřez [mm ²]
0,2	II	X		ne	H03VH-Y	
2,5	I				H03VV-F, H03VVH2-F	0,75
6	II	X				
10	I			Třída I ano Třída II ne	H05VV-F, H05RR-F	
16	I			Třída I ano Třída II ne	H05VV-F, H05RR-F	1

Prodlužovací přívody jsou velkým rizikem z hlediska iniciace požáru. Riziko je způsobeno především:

- Délkou šňůry – toto je například zapříčiněno skřípnutím šňůry těžkým a tvrdým předmětem, ostrým ohybem často doprovázeným tahem na šňůru.
- Spojkou prodlužovací šňůry nebo dokonce v ní zapojené rozbočky, zvláště je-li umístěna na hořlavém podkladu. Zapojení se spojkou na hořlavém podkladu, např. na koberci, je považováno za vhodné jen při krátkodobém připojení spotřebičů s omezeným příkonem. Rizikové je například dlouhodobé připojení elektrických topidel nechaných bez dozoru.

Z těchto důvodů je nutno minimalizovat využívání prodlužovacích šňůr pro stálá připojení, používat je pro připojení omezených příkonů a provádět jejich kontrolu, zvláště dojde-li k manipulaci s nábytkem.

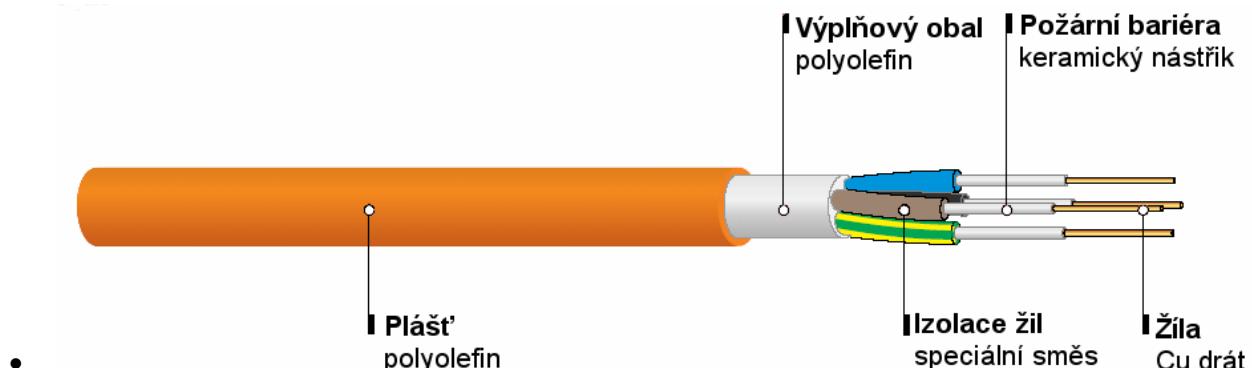
4.5 Vodiče a kabely odolné ohni

Běžně se v elektrické instalaci používají vodiče a kabely s izolací z PVC (polyvinylchlorid). Jsou sice samozhášivé, avšak při hoření se vytváří hustý dusivý dým a vznikají toxicke zplodiny, představující zdravotní a ekologické riziko, a korozivní zplodiny, narušující stavební materiály dokonce i přes vrstvu nátěru nebo betonu.

Chování kabelů při požáru je dáno materiály použitými na izolaci žil, na výplň a na plášt'. Rozlišuje se:

- **Samozhášivý kabel** – jeho plášt' sám uhasne, jakmile přestane působit plamen.
- **Bezhalogenový kabel** – všechny jeho komponenty jsou zhotoveny pouze z bezhalogenových materiálů. V případě požáru neuvolňují hustý dým, žádné toxické, lidem nebezpečné plyny, ani korozivní zplodiny narušující konstrukce budov a zařízení. To usnadňuje podmínky pro bezpečnější únik osob a případný zásah hasičů.
- **Oheň retardující kabel** – kabel, který má zvýšenou odolnost proti působení plamene při hoření ve svazku. Označují se písmenem R. Kabely nešířící oheň mají oranžovou barvu.

- **Ohniodolný kabel** – odolává ohni po určitou dobu. Kabely mají hnědou barvu. Rozlišujeme dva typy:
 - **Kabel s izolační integritou** nebo také s **celistvostí obvodu** – je posuzován samostatně. Tato vlastnost zajišťuje, že izolační materiál jednotlivých kabelů vydrží funkční po určitou dobu v případě požáru. Označují se např. P30, PH30, dříve FE180 nebo V180, kde číslo je doba v minutách.
 - **Kabel se zachováním funkčnosti** nebo také s **funkčností kabelové trasy** – je posuzován současně s kompletním nosným systémem uložení. Tato vlastnost zajišťuje, že kabelové instalace vydrží funkční po určitou dobu v případě požáru. Zásadní rozdíl je, že se uvažuje celý kabelový systém, tzn. včetně instalačního materiálu (kabelové žlaby, žebříky, příchytky). Označují se např. P30-R, PH30-R nebo také PS60 pro slovenskou zkušebnu, nebo dříve E90, kde číslo je doba v minutách.



• Obrázek 4.4: Konstrukce ohniodolného bezhalogenního kabelu (příklad).

4.5.1 Písmenové značení silových kabelů s požární odolností



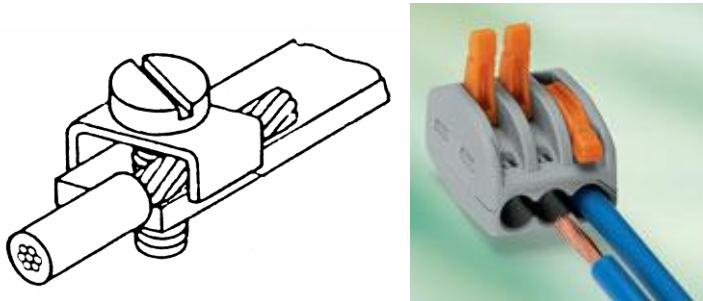
Tabulka 4.16: Značení silových kabelů s požární odolností.

1	2	3	4	5	6
Jmeno vité napětí	Materiál jádra	Materiál izolace	Charakteri- stické označení	Materiál dalších vrstev	Vlastnosti kabelu z hlediska hořlavosti
- 750 V 1 1 kV 6 6 kV	A hliníkové C měděné	H izolace na bázi EPR + kombinace X zesítěný polyetylen	K silový kabel A kulatý jednovodič T těžká šňůra	H plášt' na bázi EPR-EVA H E plášt' z homopolymer nebo kopolymer etylenu C měděné stínění	R kabel oheň retardující dle IEC 332-3A V kabel ohnivzdorný dle IEC 331 a 332-3A

5 Svorky

Jednotlivé vodiče či žíly kabelů se připojují k elektrickému zařízení nebo k sobě navzájem pomocí svorek. Spojení musí být dokonalé s minimálním elektrickým odporem (přechodový odpor). To je důležité jednak z hlediska spolehlivé funkce zařízení, jednak z hlediska minimalizace ztrát energie, neboť na každém přechodovém odporu procházející proud vytváří ztrátový výkon $P = R \cdot I^2$. Ten ve formě tepla může způsobit nadmerné ohřátí zařízení, v krajním případě iniciovat vznícení snadno hořlavých látek.

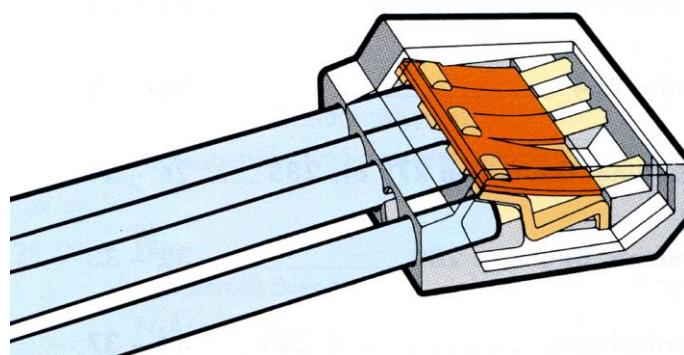
Svorky jsou *šroubové*, které při montáži vyžadují nástroj (šroubovák, momentový klíč apod.), jímž se dosáhne potřebný kontaktní tlak, a *bezšroubové*, v nichž je tento tlak docílen vloženou pružinou. Příklad šroubové a bezšroubové svorky ukazuje obrázek 5.1.



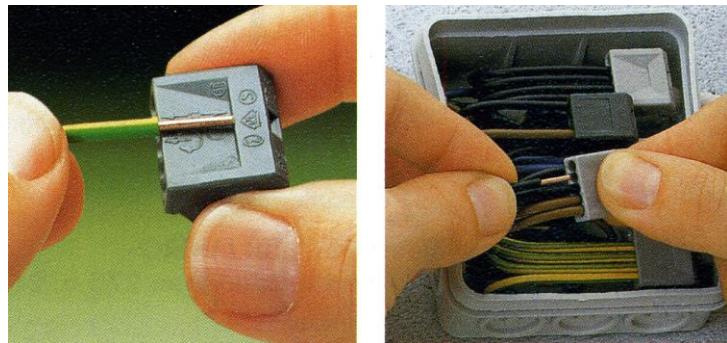
Obrázek 5.1: Příklad šroubové a bezšroubové svorky.

Pro svorky podle ČSN EN 60999-1 ed. 2 (37 0680) jsou normalizované připojovací rozsahy určeny podle průřezu vodičů. Jmenovité rozsahy podle této normy jsou: 0,2; 0,5; 0,75; 1; 1,5; 2,5; 4; 6; 10; 16; 25; 35 mm². Každá svorka musí být schopna kromě svého jmenovitého připojovacího rozsahu připojit alespoň dva předcházející menší průřezy. Nejmenší průřez, který je však svorka schopna připojit, je 0,2 mm². Svorky určené pouze pro pevné vodiče jsou označeny „s“ nebo „sol“ (z angl. solid), tuhé vodiče jsou označeny „r“ (stranded) a ohebné vodiče „f“ (fine-stranded). Svorky bez označení jsou vhodné pro spojení všech typů vodičů.

Často používané druhy svorek pro elektrické instalace jsou tzv. Wago svorky, nazvané podle svého výrobce. Jsou určené pro připojování vodičů s plným jádrem ve třech velikostních řadách (0,75 mm² až 1,5 mm², 1 mm² až 2,5 mm², 1,5 mm² až 4 mm²) a mají 2 až 8 zdírek. Konstrukci Wago svorky znázorňuje obrázek 5.2. Primárně jsou tyto svorky určeny jen pro Cu vodiče, ovšem při snížení proudové zatížitelnosti a při použití speciální kontaktní pasty na ochranu před korozí lze bezšroubové svorky použít i pro Al vodiče.



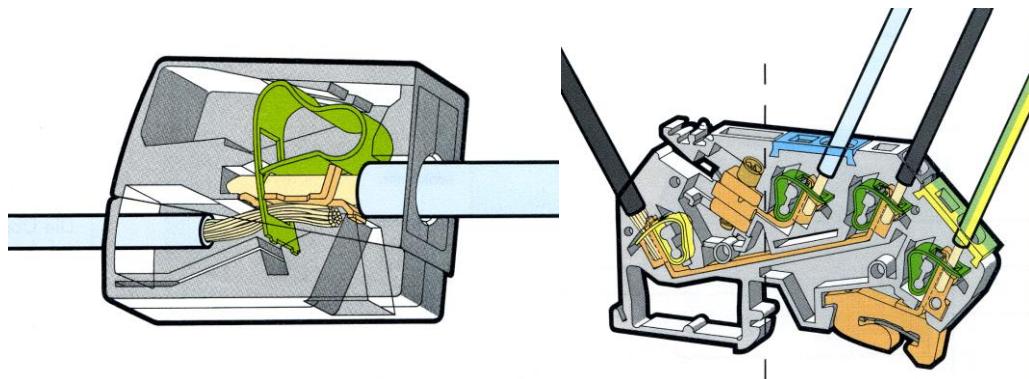
Obrázek 5.2: Konstrukce bezšroubové Wago svorky.



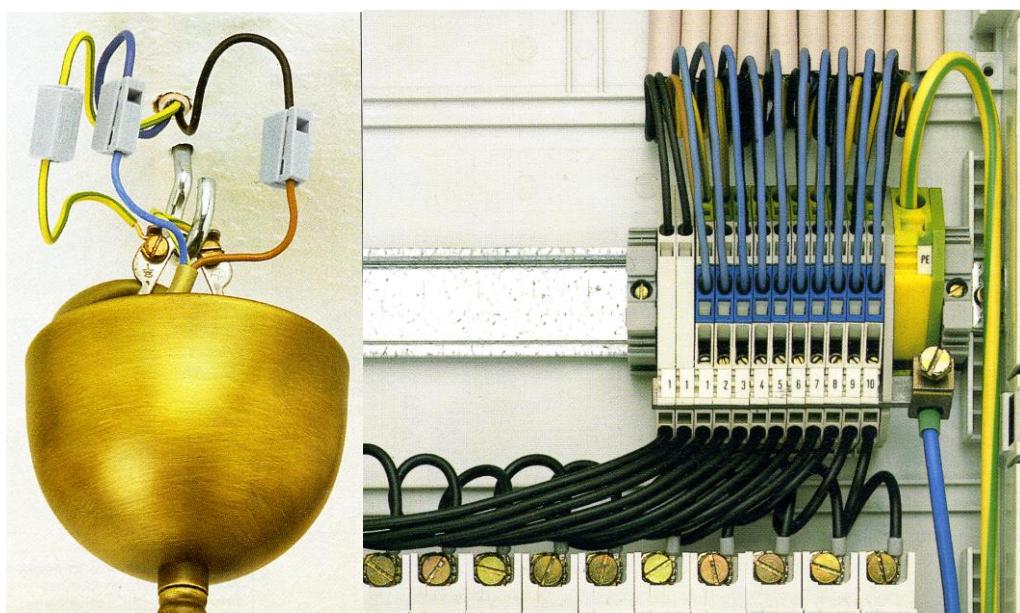
Obrázek 5.3: Propojování vodičů pomocí bezšroubových svorek.

Někdy se vyskytne potřeba propojit vodič s plným a lanovým jádrem, například při připojování svítidel. K tomu slouží tzv. lustrsvorka, kterou zobrazuje obrázek 5.4 vlevo. Obrázek 5.5 vlevo ukazuje její použití.

Pro snadné připojení kabelů v rozváděči slouží instalační rozváděčové svorky obsahující přípojnou svorku pro vodič L, N a PE, kterou zobrazuje obrázek 5.4 vpravo. Fáze se připojuje ke svorce vodičem, propojení N vodiče je realizováno pásovým vodičem paralelně u všech svorek a k propojení ochranného vodiče PE je využita kovová DIN lišta – viz obrázek 5.5 vpravo.



Obrázek 5.4: Vlevo svorka pro propojení plného a lankového vodiče („lustrsvorka“), vpravo instalační rozváděčová svorka.



Obrázek 5.5: Vlevo použití lustrsvorky při instalaci svítidla, vpravo použití rozváděčové svorky pro připojení kabelů instalace do rozváděče .

Různorodé kovy náchylné k vyvolání elektrochemické reakce nesmějí být ve vzájemném kontaktu, pokud nejsou provedena speciální opatření. Při vytváření spojů z kovů o různých elektrochemických potenciálech, např. z hliníku a mědi, vzniká za přítomnosti vody, např. formou kondenzátu, elektrochemická reakce. Při tomto procesu hraje hlavní roli potenciálový rozdíl vzájemně spojovaných kovů. Důsledkem tohoto procesu je postupné zvyšování přechodového odporu takto postiženého spoje, což provází nárůst teploty, který může vést v mezním případě až ke vzniku požáru. Pro spojování mědi a hliníku platí, že je třeba spoj těchto dvou kovů za všech okolností uzavřít proti přístupu vlhkosti. Obzvláště důkladný způsob ošetření místa dotyku mědi a hliníku je třeba volit v prostorách s možností časté kondenzace vodních par. Obvykle se tento problém řeší s použitím Al/Cu kabelových ok a spojek. Použitá technologie ale musí vyloučit možnost vzniku povrchových cest, v nichž by se mohla zadržovat vodivá kapalina dovolující vznik oxidačního procesu. Druhou možností je spojit tyto dva materiály pomocí svorek např. z nerez oceli. Vzájemné ovlivňování kovů je znázorněno v tabulce 10.1.

Tabulka 5.1: Vzájemné ovlivňování kovů [14].

	hliník	měď'	nerez ocel	pozink. ocel	ocel	cín
měď'	✗	✓	✓	✗	✗	(✓)
hliník	✓	✗	✓	(✓)	✗	✓
nerez ocel	✓	✓	✓	✓	✓	✓
pozinkovaná ocel	(✓)	✗	✓	✓	✗	✓
ocel	✗	✗	✓	✗	✓	✓
cín	✓	(✓)	✓	✓	✓	✓

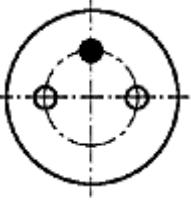
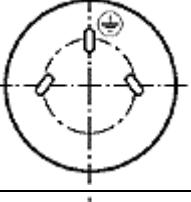
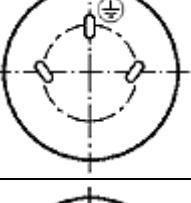
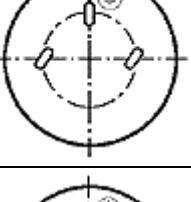
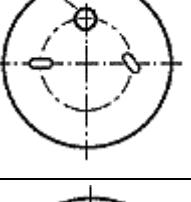
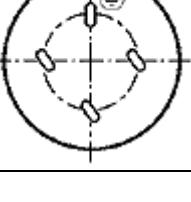
Jestliže je pravděpodobné, že přítomnost korozivních nebo znečišťujících látek včetně vody bude způsobovat korozi nebo poškození, musí být spoje vhodně chráněny, např. ochrannou páskou, nátěrem nebo mazacím tukem.

Všechny spoje musí být přístupné ke kontrolám a údržbě, kromě spojů zalýchací směsi, zapouzdřených spojů, spojů provedených pájením nebo vhodným nástrojem provádějícím stlačení. Spoje vodičů musí být umístěny ve svorkovnicích, krabicích, nebo v zařízeních. Pro připojení slaněných vodičů nebo vodičů složených z jemných drátů se musí použít vhodné připojovací svorky nebo musí být konce vodičů chráněny například lisovací dutinkou. Spájení konců vodičů z jemných drátů není povoleno v případě, že jsou nepájené části vodiče vystaveny vzájemnému pohybu.

6 Zásuvky

Zásuvky pro silové elektroinstalace se dělí na jednofázové, třífázové a nezáměnné. Kvůli nezaměnitelnosti zásuvek jiných pracovních napětí než 230/400 V AC se používají takzvané zásuvky technické podle ČSN 35 4517 (9. 2001) a ČSN IEC 60884-1 (9. 2003).

Tabulka 6.1: Uspořádání kontaktů domovních zásuvek.

Druh	Vzor	Tvar a uspořádání kontaktů zásuvek	Počet kontaktů	Jmenovité hodnoty		Použití
				Proud	Napětí	
Dvoupólová zásuvka s ochranným kolíkem	B		2P + 	10 A, 13 A, 16 A, 32 A	130 V nebo 250 V	pro jednofázový rozvod s ochranou
Dvoupólová zásuvka s ochranným kontaktem pro ploché kolíky	C		2P + 	10 A	250 V	pro rozvod 220 V DC
Dvoupólová zásuvka s ochranným kontaktem pro ploché kolíky	C1		2P + 	10 A	250 V	pro rozvod 127 V AC
Dvoupólová zásuvka s ochranným kontaktem pro ploché kolíky	C2		2P + 	10 A	250 V	pro rozvod DC 110 V nebo 150 V
Trojpólová zásuvka s ochranným kontaktem pro ploché kolíky	D		3P + 	10 A	400 V	pro rozvod třífázový AC 400 V
Dvoupólová zásuvka nechráněná pro ploché kolíky	K		2P	10 A	48 V	pro rozvod jednofázový do 48 V
Trojpólová zásuvka nechráněná pro ploché kolíky	L		3P + N	10 A	48 V	pro třífázový rozvod AC 48 V

6.1 Domovní zásuvky a vidlice

Drobné elektrické spotřebiče, elektronická zařízení, ruční náradí, přenosná svítidla apod. se k síti elektrického rozvodu připojují pomocí zásuvek a vidlic těchto elektrických předmětů. Některé elektrické spotřebiče, které nemusí nebo nesmějí mít vlastní spínač (např. ondulační kleště, elektrické žehličky, ponorné vařiče apod.), se zapínají a vypínají přímo zasouváním a vysouváním vidlice. Vysunutím vidlice ze zásuvky se dosáhne úplného odpojení elektrického předmětu od sítě. Jedná se o jedený případ, kromě nástrček a přívodek, kdy se při vypínání rozpojuje ochranný obvod (pokud se jedná o spotřebiče třídy ochrany I, které vyžadují spojení s ochranným obvodem).

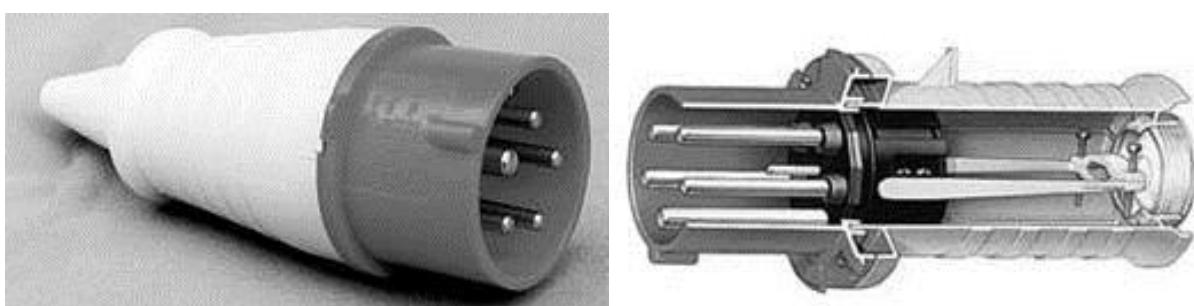
V České a Slovenské republice je zaveden a používán systém domovních dvojpólových zásuvek a vidlic s ochranným kolíkem podle ČSN 35 4516 (3. 2007) a ČSN 35 4517 (9. 2001) – vzor B viz tabulka 6.1. Systém domovních dvojpólových zásuvek s ochranným kolíkem byl v ČSR zaveden již v roce 1934. Zaveden je též v Polsku, Francii, Belgii, Portugalsku a Lucembursku.

Starší typy zásuvek jsou označeny jmenovitými hodnotami 10/16 A, 250 V. Jmenovitá hodnota proudu 10/16 A znamená, že zásuvky mohou být připojeny bud' na síť stejnosměrného proudu do 10 A, nebo na síť střídavého proudu do 16 A. Pro stejnosměrné sítě se však používají jiné vzory zásuvek – hlavně z důvodu nezáměnnosti s jinou sítí. Zásuvky a vidlice označené 10/16 A jsou používány výhradně pro střídavý proud do 16 A. Do budoucna budou tyto zásuvky a vidlice označovány jen hodnotami 16 A, 250 V AC. Nová norma ČSN IEC 60884-1 (9. 2003) týkající se domovních zásuvek a vidlic, již uvádí, že se vztahuje jen na zásuvky a vidlice střídavého proudu, a je uvedena jmenovitá hodnota proudu pro tento druh zásuvek 16 A.

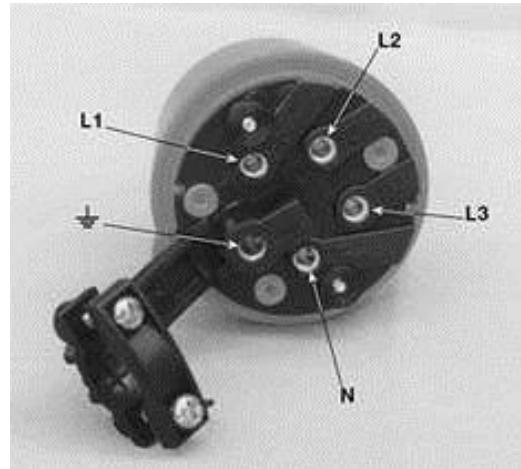
Poznámka: Pozor na zásuvky jiných typů – zejména často se objevující zásuvky používané v Německu, Rakousku, Maďarsku, Bulharsku a dalších zemích Pobaltí (tzv. Schuko zásuvky). Tyto zásuvky mají ochranné kontakty po stranách a nejsou kompatibilní se systémem zástrček používaným v ČR. Schuko zásuvky se občas objevují (nezákonné) v prodeji, at' již samostatně nebo v přístrojích (časové spínače apod.). Jejich použití je u nás zakázáno.

6.2 Průmyslové zásuvky a vidlice

Trojfázové zásuvky 400 V AC odpovídají normám ČSN EN 60309-1 ed. 3 a ČSN EN 60309-2 ed. 3.



Obrázek 6.1: Trojfázová průmyslovou vidlice.

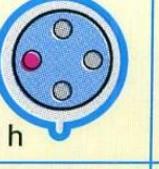
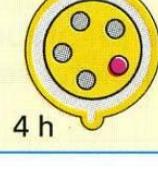
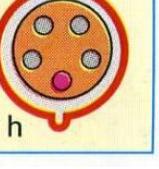


Obrázek 6.2: Zapojení běžné trojfázové zástrčky.

Tabulka 6.2: Barevné rozlišení průmyslových zásuvek a vidlic.

Jmenovité napětí	Kmitočet	Barva
20–25 V	50/60 Hz	fialová
40–50 V		bílá
100–130 V		žlutá
200–250 V		modrá
380–480 V		červená
500–690 V		
20–690 V	61–500 Hz	Zelená v kombinaci s: 

Tabulka 6.3: Poloha zdířky ochranného kontaktu u průmyslových zásuvek a vidlic.

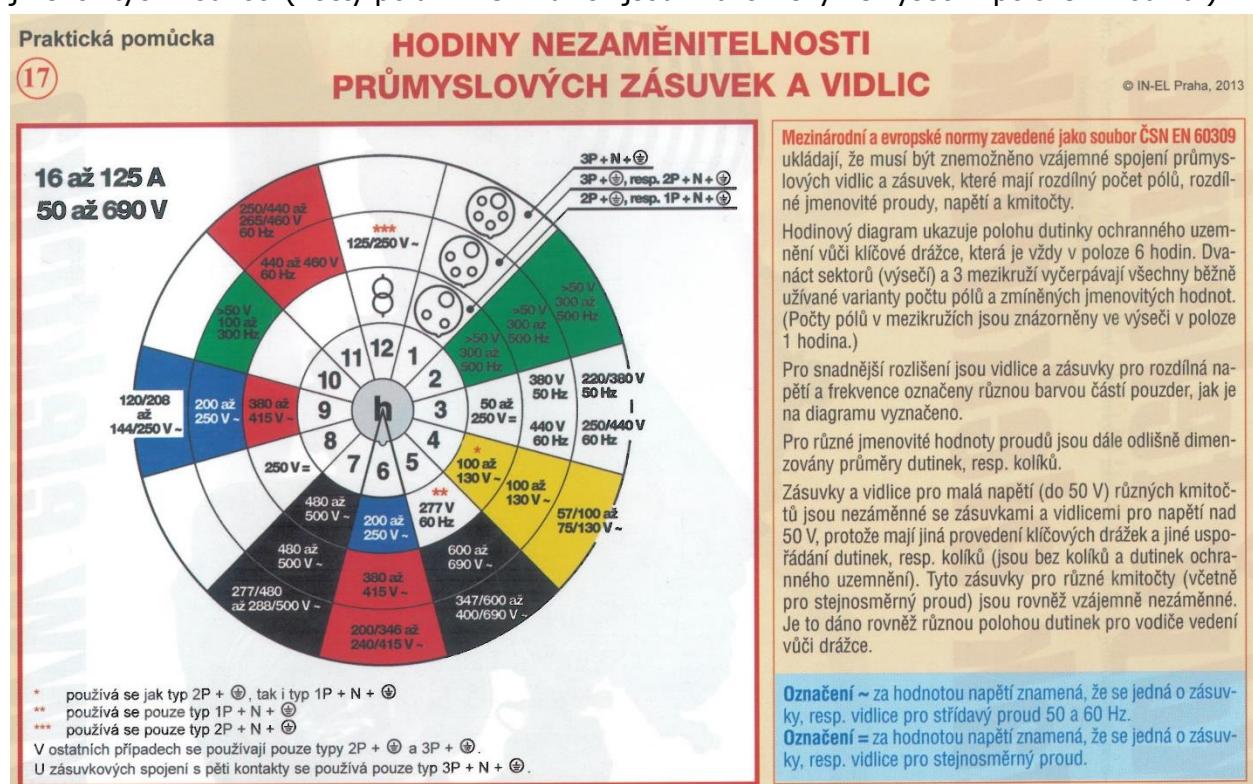
Po-čet	Poloha ochranného kontaktu vzhledem k polohové drážce pólů			
	napětí	10 až 130 V	200 až 250 V	300 až 415 V
	kmitočet	50 a 60 Hz	50 a 60 Hz	50 a 60 Hz
3	zdířky ochra-ných kontaktů	 4 h	 6 h	 9 h
4	zdířky ochra-ných kontaktů	 4 h	 9 h	 6 h
5	zdířky ochra-ných kontaktů	 4 h	 9 h	 6 h

Tabulka 6.4: Průřez připojovacích vodičů průmyslových zásuvek a vidlic.

Jmenovitý proud [A]	Vodiče vidlice [mm ²]	Vodiče zásuvky [mm ²]
16	1,0 až 2,5	1,5 až 4
32	2,5 až 6	2,5 až 10
63	4 až 16	6 až 25
125	16 až 50	25 až 70

6.2.1 Hodiny nezaměnitelnosti průmyslových zásuvek a vidlic

Mezinárodní a evropské normy zavedené jako ČSN EN 60309-1 a 60309-2 ed. 3 ukládají, že musí být znemožněno vzájemné spojení průmyslových vidlic a zásuvek, které mají rozdílný počet pólů, rozdílné jmenovité proudy, napětí a kmitočty. Hodinový diagram viz obrázek 6.3 ukazuje polohu dutinky ochranného uzemnění vůči klíčové drážce, která je vždy v poloze 6 hodin. Dvanáct sektorů (výšečí) a 3 mezikruží vyčerpávají všechny běžně užívané varianty počtu pólů a zmíněných jmenovitých hodnot. (Počty pólů v mezikružích jsou znázorněny ve výšeči v poloze 1 hodina.)



Obrázek 6.3: Hodiny nezaměnitelnosti průmyslových zásuvek a vidlic [12].

Pro snadnější rozlišení jsou vidlice a zásuvky pro rozdílná napětí a frekvence označeny různou barvou částí pouzder, jak je na diagramu vyznačeno. Pro různé jmenovité hodnoty proudů jsou dále odlišně dimenzovány průměry dutinek, resp. kolíků. Zásuvky a vidlice pro malá napětí (do 50 V) různých kmitočtů jsou nezářemenné se zásuvkami a vidlicemi pro napětí nad 50 V, protože mají jiná provedení klíčových drážek a jiné uspořádání dutinek, resp. kolíků (jsou bez kolíků a dutinek ochranného uzemnění). Tyto zásuvky pro různé kmitočty (včetně těch pro stejnosměrný proud) jsou rovněž vzájemně nezářemenné. Je to dán rovněž různou polohou dutinek pro vodiče vedení vůči drážce.

Označení ~ za hodnotou napětí znamená, že se jedná o zásuvky, resp. vidlice pro střídavý proud 50 a 60 Hz. Označení = za hodnotou napětí znamená, že se jedná o zásuvky, resp. vidlice pro stejnosměrný proud.

7 Spínače

Spínače volně visící a šňůrové musí být v izolovaném pouzdro a jejich jmenovitý proud je maximálně 6 A.

Tabulka 7.1: Užívaná řazení domovních spínačů.

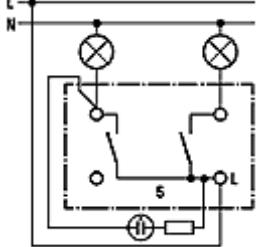
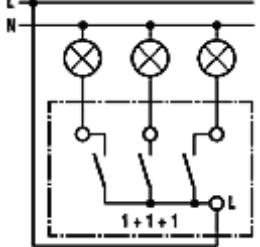
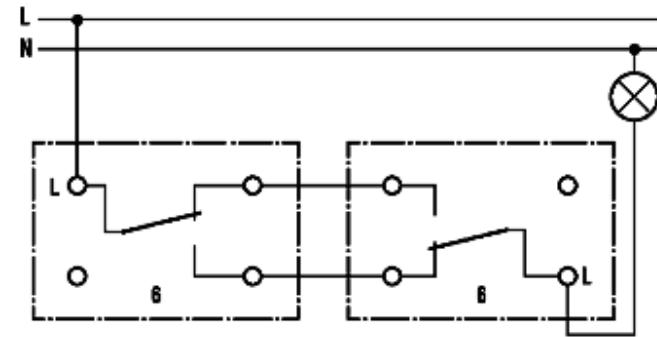
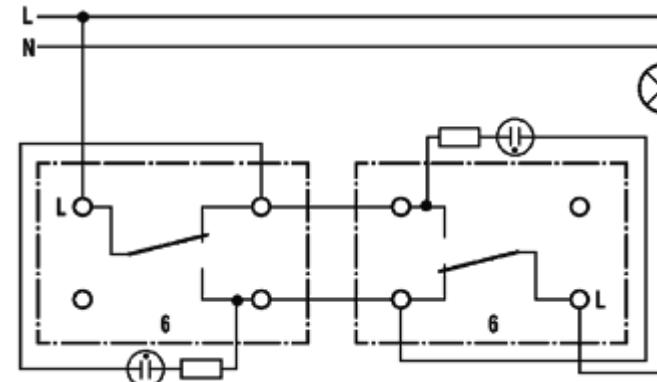
Číslo řazení	Funkce	Schematická značka
1	Jednopólový vypínač	
2	Dvoupólový vypínač	
3	Třípólový vypínač	
03	Třípólový vypínač s vypínáním středního vodiče	
4	Skupinový přepínač – zapíná a vypíná dva obvody z jednoho místa v kombinaci: - jeden obvod - druhý obvod - vypnuto	
5	Sériový přepínač – zapíná a vypíná dva obvody: - vypnuto - jeden obvod - druhý obvod - oba obvody paralelně	
6 a 6/2	Střídavý přepínač – přepojuje dva obvody – je určen pro ovládání jednoho obvodu ze dvou míst	
7	Křížový přepínač – křížově připojuje dva a dva obvody – je určen pro ovládání jednoho obvodu z více než dvou míst	

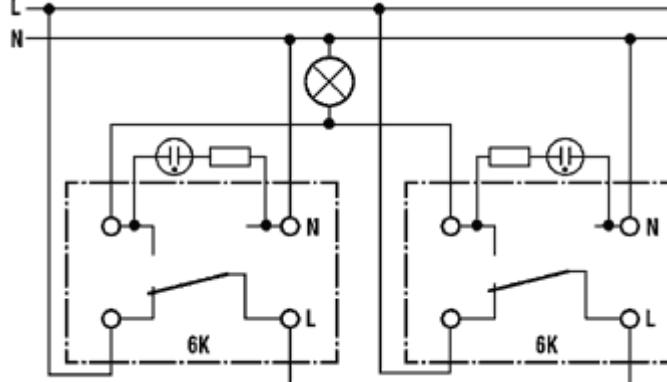
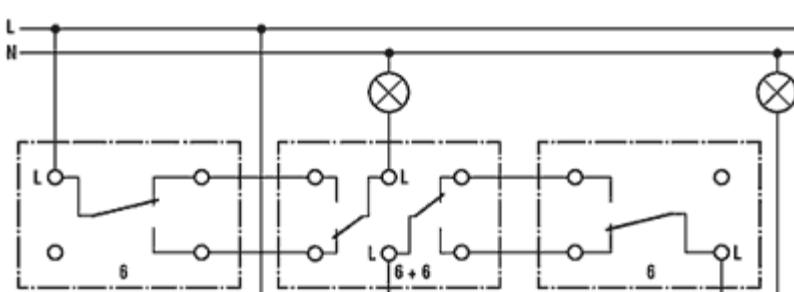
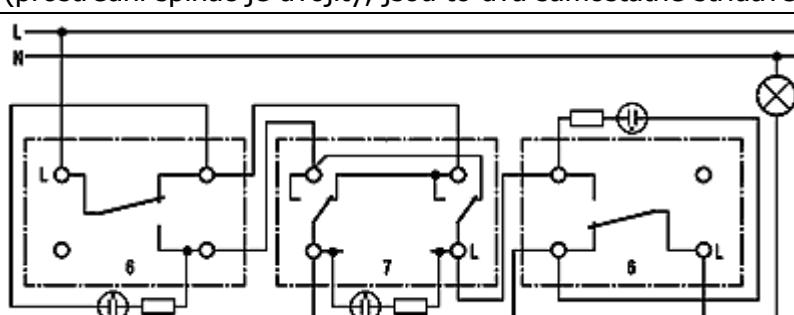
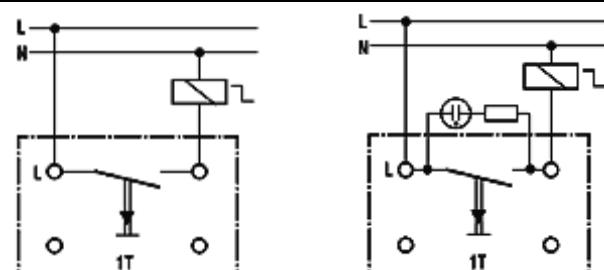
Číslo řazení	Funkce	Schematická značka
1/0	Jednopólový tlačítkový ovladač	

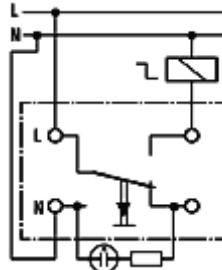
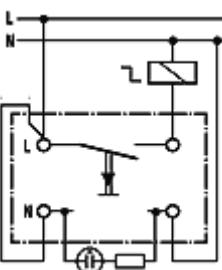
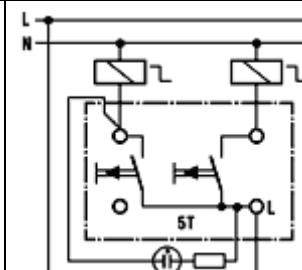
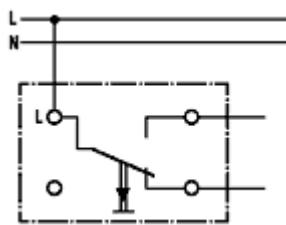
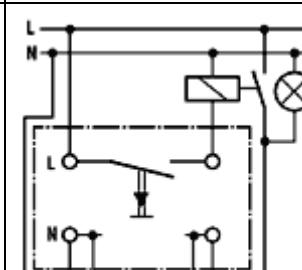
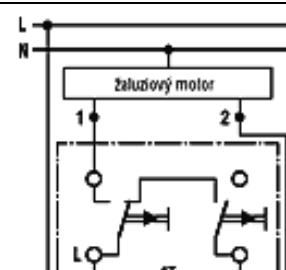
7.1 Spínače – příklady kombinací řazení a jejich zapojování

Tabulka 7.2: Užívaná řazení domovních spínačů.

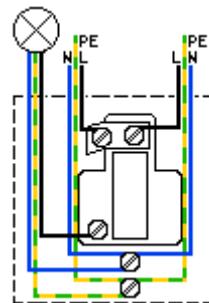
Druh spínání Řazení	Zapojení		
Jednopólové spínání 1			
	jednoho svítidla nebo jedné skupiny svítidel z jednoho místa (třetí zapojení umožňuje indikaci zapnutého stavu)		
Dvoupólové spínání 2			
	jednoho svítidla nebo jedné skupiny svítidel z jednoho místa		
Trojpólové spínání 3			
	jednoduchého třífázového elektromotoru		

Druh spínání Řazení	Zapojení
Sériové spínání 5	 <p>dvou svítidel nebo dvou skupin svítidel z jednoho místa</p>
Trojité spínání 1 + 1 + 1	 <p>tří svítidel nebo tří skupin svítidel z jednoho místa</p>
Střídavé spínání 6	 

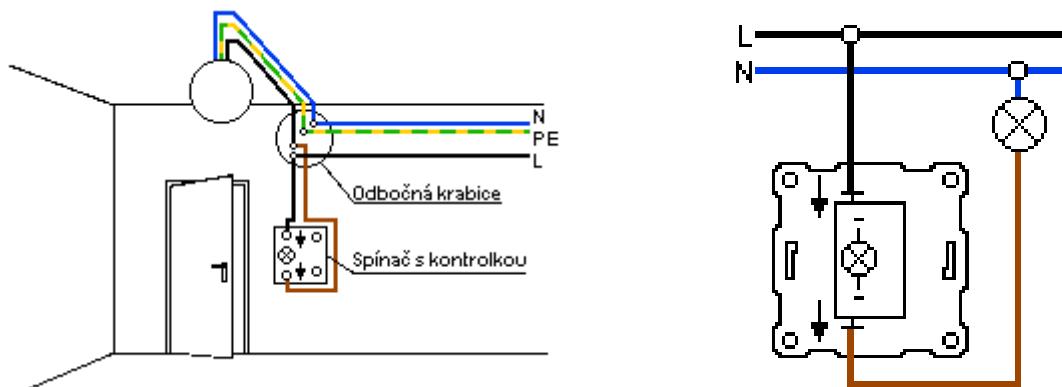
Druh spínání Řazení	Zapojení
	 <p>jednoho svítidla nebo jedné skupiny svítidel ze dvou míst.</p>
Střídavé kombinované 6 + (6 + 6) + 6	 <p>dvou svítidel nebo dvou skupin svítidel postupně ze tří míst (možno i více svítidel z více míst při obsazení více dvojitých střídavých spínačů) (prostřední spínač je dvojitý, jsou to dva samostatné střídavé spínače)</p>
Střídavé a křížové spínání 6 + 7 + 6	 <p>jednoho svítidla nebo jedné skupiny svítidel ze tří (a více) míst podle počtu křížových spínačů</p>
Tlačítka 1/0	

Druh spínání Řazení	Zapojení
	 
	jednoho svítidla nebo jedné skupiny svítidel z více míst (podle počtu paralelně řazených tlačítek) – viz impulsní relé
Dvojtlačítka 1/0 + 1/0	
	dvou svítidel nebo dvou skupin svítidel z více míst (podle počtu paralelně řazených dvojtlačítek) – viz impulsní relé
Střídavá tlačítka	
	přepínání z jednoho stavu do druhého, popř. střídavé zapínání a vypínání
Tlačítka se zvláštním použitím 1/0	 
	1) spínání s indikací zapnutého stavu (např. při použití časového relé) 2) stahování a vytahování žaluzií (promítacího plátna, opony, záclon atd.)

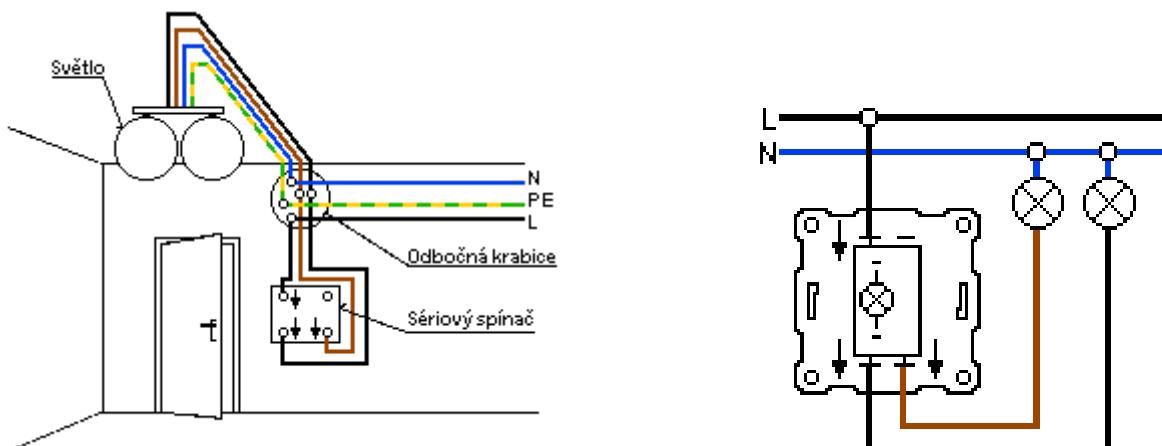
7.2 Praktické ukázky zapojení spínačů a spínacích tlačítek v elektrické instalaci



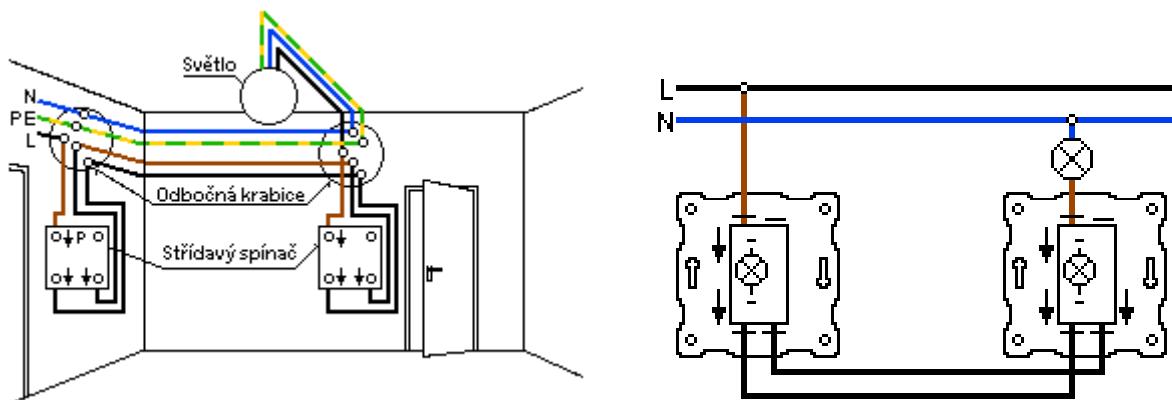
Obrázek 7.1: Průběžné zapojení spínače bez přístrojových krabic (v síti TN-S).



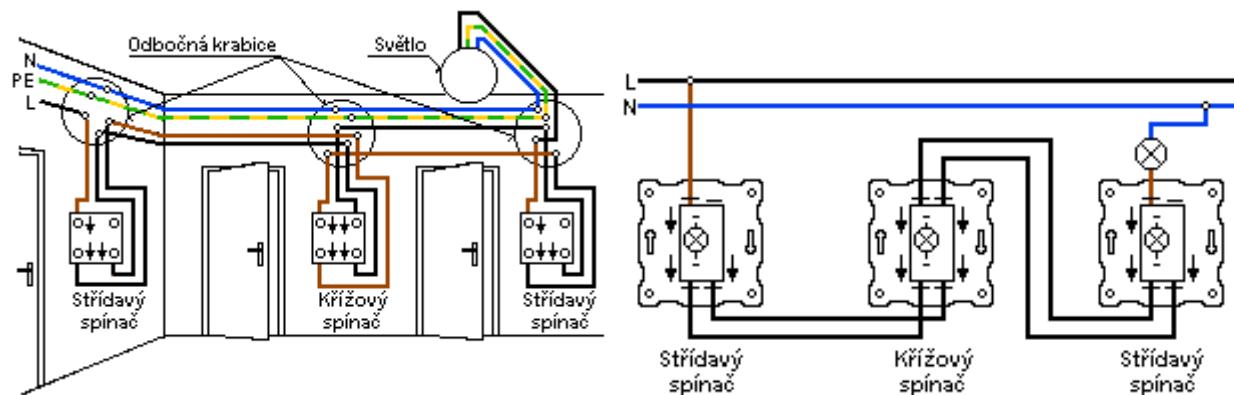
Obrázek 7.2: Připojení svítidla spínaného jednopólovým spínačem (řazení 1).



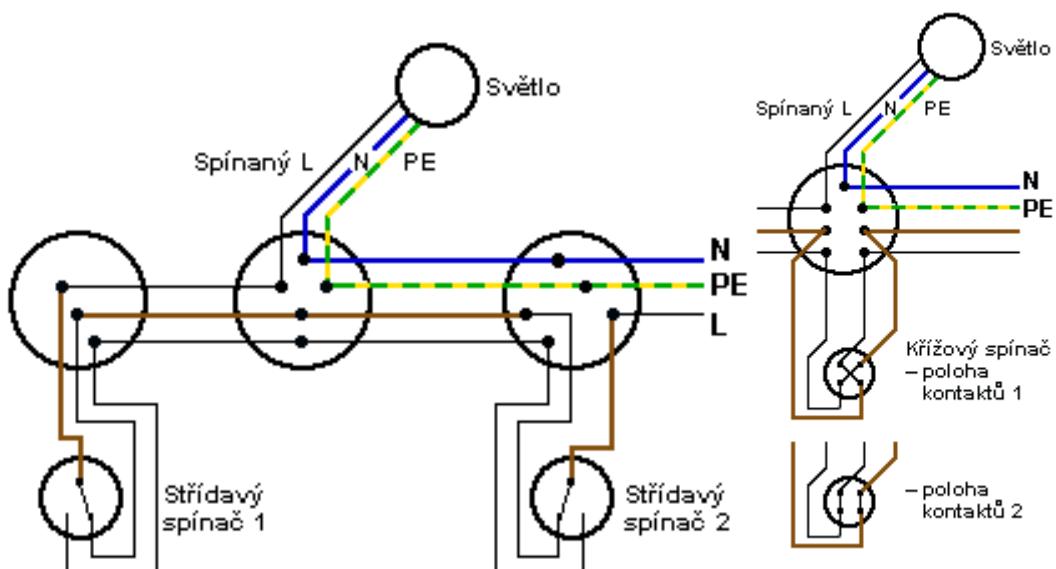
Obrázek 7.3: Připojení dvou svítidel (nebo dvou skupin světelných zdrojů), které jsou každé samostatně spínány sériovým přepínačem (řazení 5).



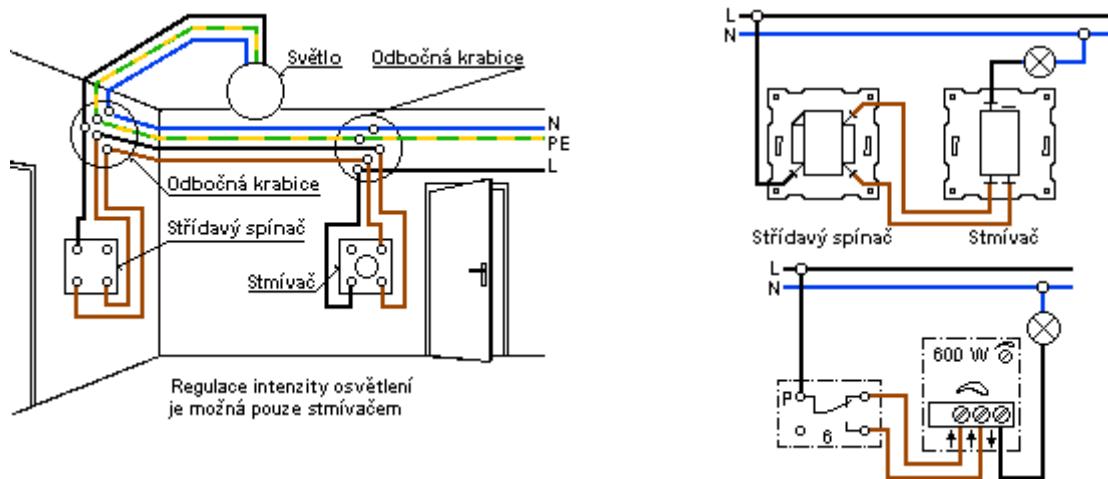
Obrázek 7.4: Zapojení svítidla spínaného ze dvou míst střídavými přepínači (řazení 6).



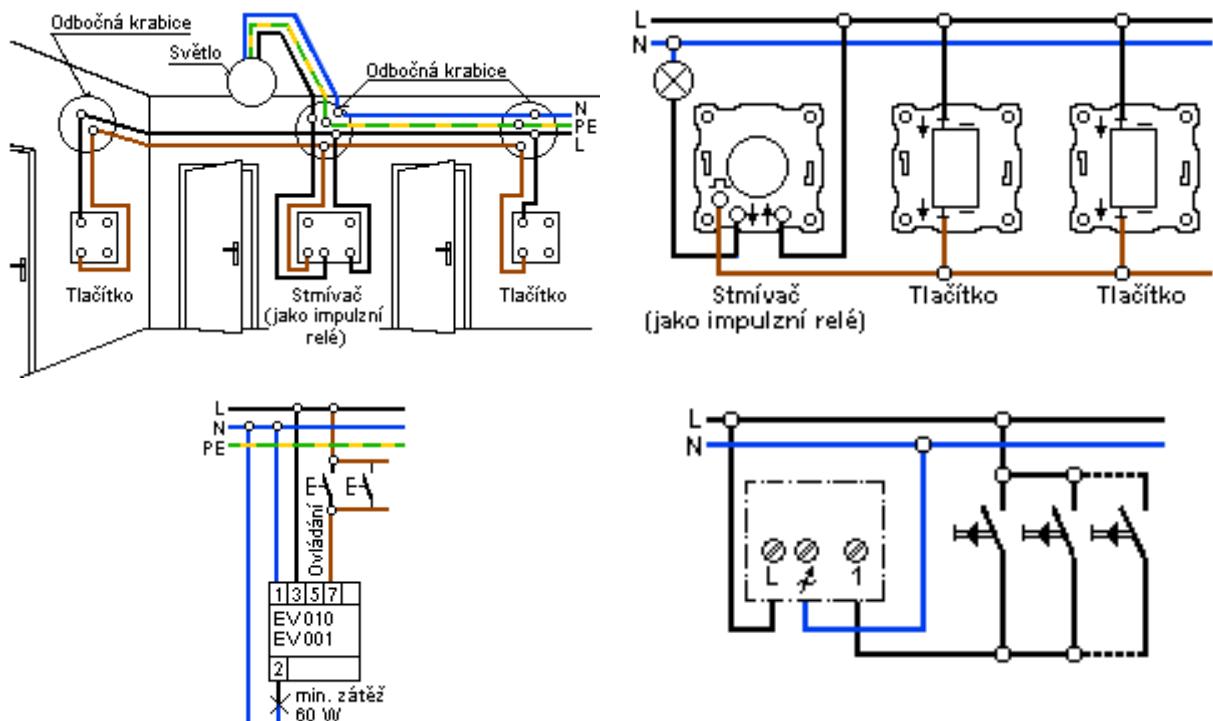
Obrázek 7.5: Zapojení svítidla spínaného ze dvou míst střídavými přepínači (řazení 6) a z jednoho místa (mezi střídavými přepínači) křížovým přepínačem (řazení 7). Křížových spínačů může být v principu mezi dvěma střídavými spínači zařazeno libovolné množství.



Obrázek 7.6: Další možnost zapojení svítidla spínaného ze dvou míst střídavými přepínači – svítidlo je mezi přepínači. Vpravo je znázorněna ještě možnost zapojení křížového přepínače v krabici pro připojení svítidla.



Obrázek 7.7: Zapojení stmívače jako střídavého přepínače. Osvětlení je možno spínat ze dvou míst, a to jak pomocí stmívače, tak pomocí střídavého přepínače, intenzitu osvětlení je možno regulovat jen ze stmívače. Vpravo principiální schéma se stmívači různého provedení.

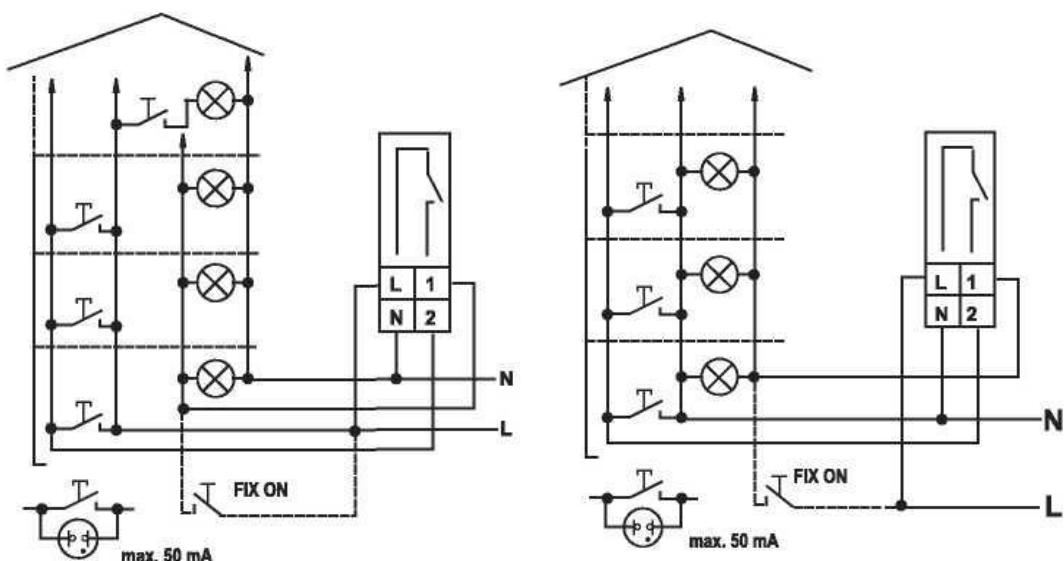


Obrázek 7.8: Zapojení stmívače jako impulzního relé. Osvětlení může být spínáno tlačítky až z deseti různých míst. Intenzitu osvětlení je možno regulovat pouze ze stmívače. Jsou uvedena principiální schémata se stmívači různého provedení.

8 Speciální přístroje

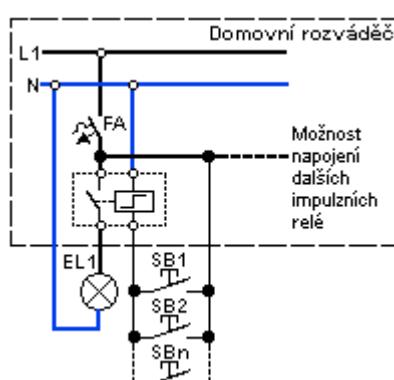
8.1 Schodišťový spínač

Schodišťový spínač je určen především k ovládání obvodů osvětlení z více míst na chodbě, schodišti, celém domě apod. Zapojení je možné provést 3 i 4vodičovým způsobem. Spínač se ovládá spínacími tlačítky, je možno i s doutnavkou. Doba sepnutí osvětlení je nastavitelná, některé varianty schodišťových spínačů na konci nastavené doby zhasínají osvětlení plynule.

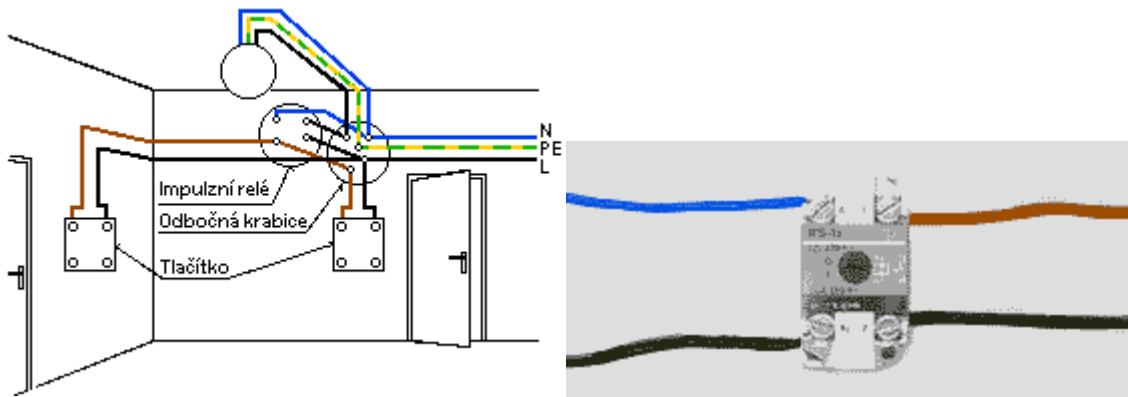


Obrázek 8.1: Zapojení schodišťového spínače – vlevo čtyřvodičové, vpravo třívodičové.

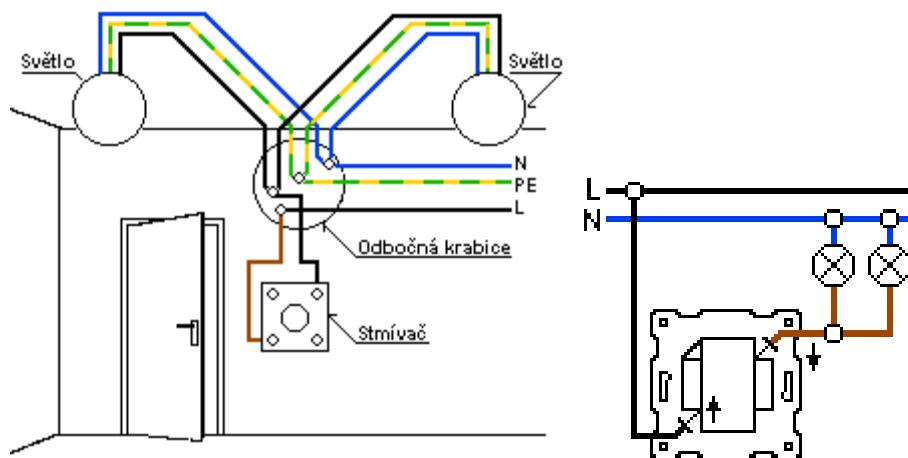
8.2 Impulsní relé a stmívače v obvodech osvětlení



Obrázek 8.2: Princip spínání osvětlení z více míst pomocí tzv. impulsního relé (každý impulz mění stav relé zapnuto/vypnuto).



Obrázek 8.3: Připojení impulsního relé v krabici, vpravo jedna z variant impulsního relé a způsob jeho připojení.

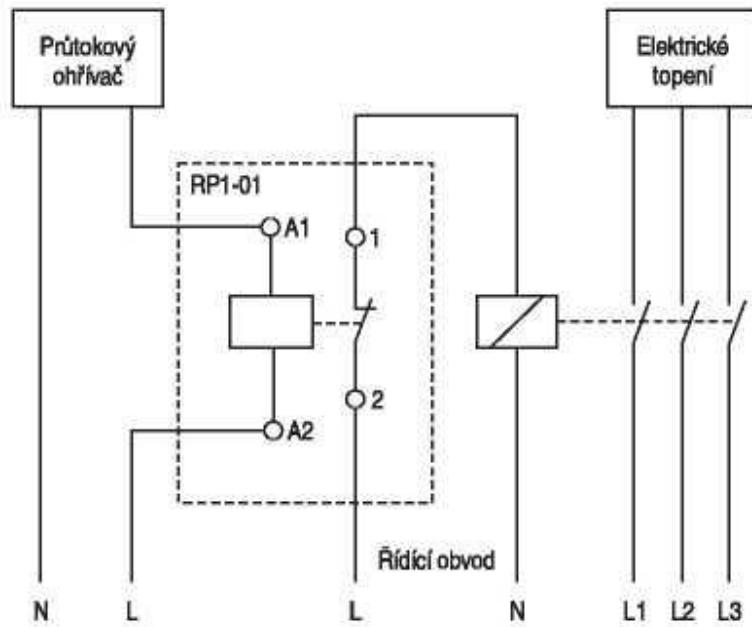


Obrázek 8.4: Spínání a ovládání intenzity osvětlení dvou paralelně zapojených svítidel jedním stmívačem.

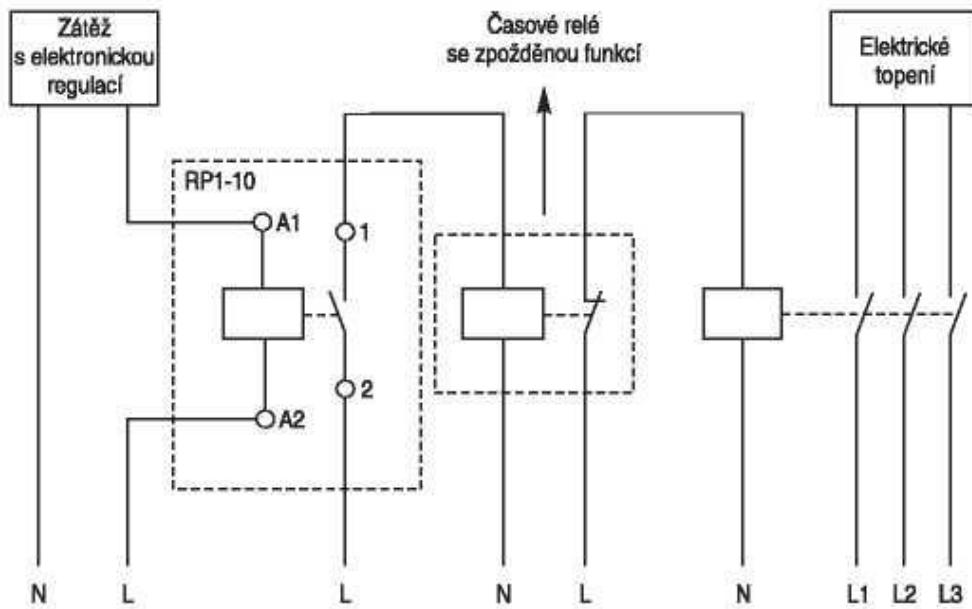
8.3 Zvýšení instalovaného příkonu – přednostní relé

Možnosti zvýšení instalovaného příkonu v bytových instalacích, aniž bychom museli změnit velikost hlavního jističe (popř. navíc i průřezy vodičů), lze docílit poměrně jednoduchým způsobem. Tento způsob spočívá v instalaci jednak vlastního spotřebiče, který zvýší zmíněný instalovaný příkon, a také v instalaci zařízení, které bude spínat spotřebiče podle předem určené priority, protože je zřejmé, že pokud se pohybujeme s instalovaným výkonem na hranici propustnosti jističe, nemohou být zapnuty všechny spotřebiče zároveň. Jako jeden z takových prvků může být použito přednostní proudové relé.

Při blokování odběru například elektrického kotle (neprioritní spotřebič) při zapnutí průtokového ohřívače vody (prioritní spotřebič) se proudová cívka (svorky A1,A2) viz obrázek 8.5 zapojuje do obvodu průtokového ohřívače vody a řídící kontakt (svorky 1,2) se zapojuje do obvodu stykače elektrického topení. Pokud tedy pustíme průtokový ohřívač vody a proud skokem dosáhne tzv. „zaručeně spínacího proudu“, řídící rozpínací kontakt přeruší napájení stykače, čímž dojde k odpojení elektrického kotla. Při prioritním spínání spotřebiče s elektronickou regulací je funkce relé rušena (relé spíná v rytmu elektronické regulace). Z tohoto důvodu doporučujeme do obvodu řídícího kontaktu zapojit časové relé se zpožděnou funkcí – obrázek 8.6.



Obrázek 8.5: Příklad zapojení přednostního relé RP1 v obvodu průtokového ohřívače.



Obrázek 8.6: Příklad zapojení přednostního relé RP1 spolu s časovým relé.

8.4 Motorové spotřebiče

Kromě jednofázových motorek malých výkonů, používaných např. v kuchyňských spotřebičích, ledničkách a pračkách, se nejčastěji používají motory třífázové. Tyto indukční (většinou asynchronní) motory jsou jednoduché a mají vzhledem ke své hmotnosti vysoký výkon. Používají se v domácích vodárnách, klimatizačních jednotkách a tepelných čerpadlech, míchačkách, okružních pilách a dalších strojích.

Pro jištění trojfázových motorů se používá **spouštěčů motoru**, které mají motorovou charakteristiku, je u nich možné nastavit jmenovitý proud podle jmenovitého proudu motoru, mají velkou mechanickou trvanlivost umožňující vysoký počet sepnutí atd. Alternativně lze použít

i tepelné relé zajišťující ochranu před přetížením **v kombinaci s jističem či pojistkou** zajišťujícími ochranu před zkratem. Jištění vedení k motoru se nepovažuje za dostatečnou ochranu motoru.

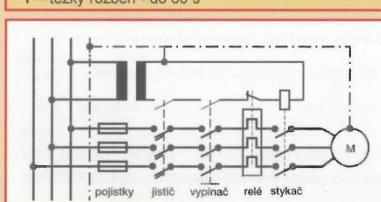
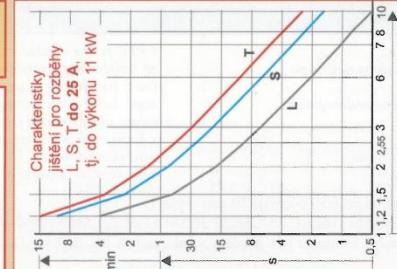
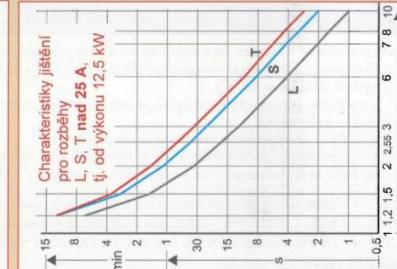


Obrázek 8.7: Spouštěč motorů.

Motory bez stálého dohledu musí být chráněny tepelným relé nebo impedanční ochranou. Tento požadavek se nevztahuje na motory se jmenovitým výkonem do 500 W, nebo pokud v důsledku přetížení nedochází k přehřátí motoru.

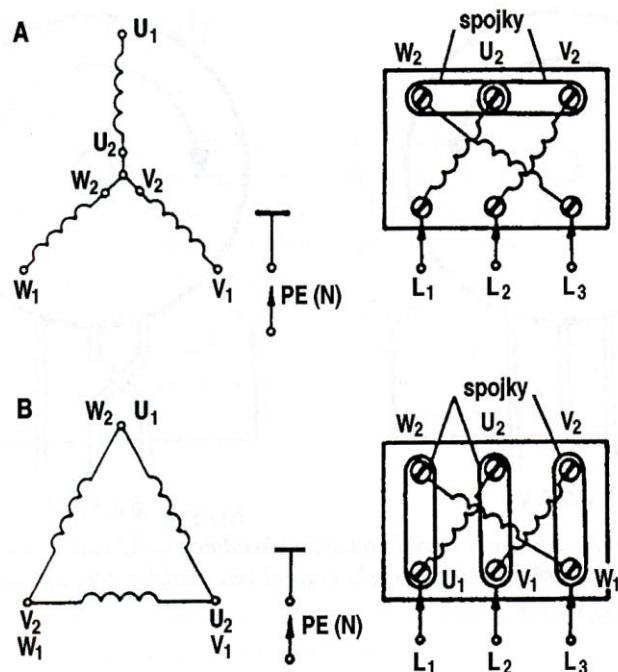
Tabulka 8.1: uvádí hodnoty jištění třífázových asynchronních motorů, podle kterých se nastavuje motorový spouštěč. Navíc je zde uvedeno i jištění vedení k motoru. Kvůli selektivitě se pro jištění vedení používá jističů s charakteristikou D.

Tabulka 8.1: Jištění třífázových asynchronních motorů 400 V, 0,25 až 30 kW [12].

Praktická pomůcka		JIŠTĚNÍ TŘÍFÁZOVÝCH ASYNCHRONNÍCH MOTORŮ															© IN-EL Praha, 2013	
16		na jmenovité napětí 400 V (50 Hz)																
Jmenovitý výkon [kW]	0,25 0,37 0,55 0,75 1,1 1,5 2,2 3 4 5,5 7,5 10 11 15 18,5 22 30																	
Jmenovitý proud [A]	0,9 1,1 1,5 2,2 2,9 3,9 5,4 6,4 9,2 12,3 16,5 20,7 22,8 31,0 38 46 62																	
Pojistka před stykačem [A]	6 6 6 10 10 16 20 25 32 40 50 63 63 80 100 160 160																	
Motorový jistič (relé, spouštěč) [A]	1 1,2 1,6 2,4 2,8 4,2 6 7 10 13 17 20,7 23 31,6 40 46 60																	
Jmenovitý proud [A] jističe vedení** s charakteristikou D pro rozbeh	L 1 1,3 1,6 3 3 4 6 8 10 13 20 25 25 32 40 50 63 63 S 1 1,3 2 3 4 6 8 8 13 16 20 25 32 40 50 63 80 T 1,3 1,6 3 4 6 6 8 10 16 20 25 32 40 50 63 80 100																	
Tepelné relé [A]	1 1 1,5 2,3 3,4 3,4 5 7 10 15 15 23 23 34 40 50 70																	
Stykač [A]	6 6 6 16 16 16 16 16 16 16 16 25 32 40 100 100 100																	
CYKY 4 × [mm²] do 50 m délky	1,5 1,5 1,5 1,5 1,5 1,5 1,5 2,5 2,5 2,5 4 4* 6 6* 10* 10* 16*																	
AYKY 4 × [mm²] do 50 m délky	Kabely s hliníkovými jádry o průřezech do 6 mm² včetně se podle ČSN 33 2000-5-52 ed. 2 nesmí používat.	10 10* 16* 16* 25*																
* Průfezy vedení označené hvězdičkou je třeba kontrolovat z hlediska předfazeného jištění (zejména pokud jde o vedení uložené tak, že je ztižený odvod tepla a jestliže jsou jističe vedení předfazeného motoru pro střední a těžký rozbeh podle tabulky); pokud nevyhovuje, je nutno použít větší průfezy.																		
** Jističe vedení nejsou určeny pro jištění motorů. V tabulce příslušné informační hodnoty jmenovitých proudů tohoto jištění jsou voleny tak, aby jističe při rozbehu motorů (s největší pravděpodobností) nevypínaly. Jinak uvedeným způsobem příslušné jističe chrání pouze před mimořádnými přetíženiami motorů a v důležitých případech je třeba toto jištění doplnit např. tepelnými čidly.																		
Vysvětlivky k tabulce: L – lehký rozbeh - do 4 s S – střední (normální) rozbeh - do 8 s T – těžký rozbeh - do 60 s																		
	 Charakteristika jištění pro rozbeh L, S, T do 25 A, tj. do výkonu 11 kW	 Charakteristika jištění pro rozbeh L, S, T nad 25 A, tj. od výkonu 12,5 kW																

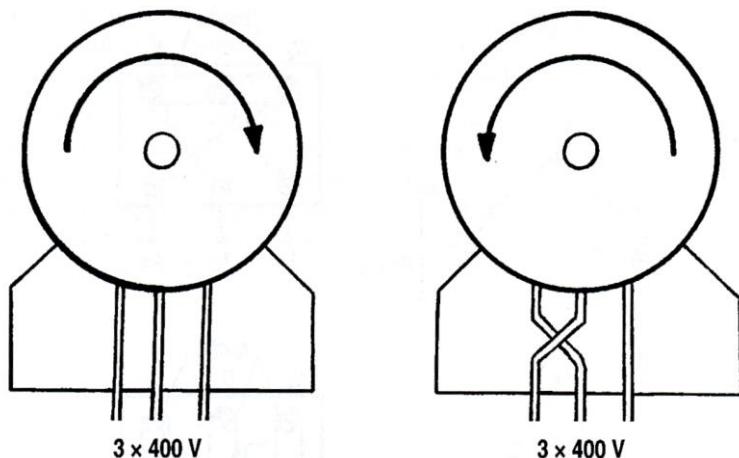
Otáčky indukčních motorů jsou dány pevně kmitočtem napájecího napětí a počtem pólů stroje. Změna otáček je tedy možná jen změnou počtu pólů (což umožňuje jen některé k tomu určené konstrukce motorů) nebo pomocí měničů kmitočtu, které bývají dražší a větší než samy motory.

Vinutí motorů se zapojuje do hvězdy nebo trojúhelníku – viz obrázek 8.8. Je třeba dbát údajů na štítku motoru – motor určený k zapojení na 400 V do hvězdy nelze zapojit na totéž napětí do trojúhelníku.



Obrázek 8.8: Zapojení normalizovaných svorkovnic trojfázových asynchronních indukčních motorů.

Pokud je třeba změnit směr otáčení trojfázového motoru, stačí zaměnit libovolné dvě fáze. Pokud se používá reverzace za provozu, musí se motor nejprve zastavit, než se roztočí ve druhém směru.



Obrázek 8.9: Změna smyslu otáčení trojfázových asynchronních indukčních motorů záměnou dvou fází.

Pro rozběh motorů větších výkonů nebo motorů s těžkým rozběhem se používá systém hvězda-trojúhelník. Motor se připojí nejprve do hvězdy, kdy odebírá jen 58 % proudu a má třetinový výkon. Po dosažení zhruba 80–90 % jmenovitých otáček se motor přepne do trojúhelníka, tedy na plný výkon. Tímto způsobem se jednak sníží špičkový proud odebíraný při rozběhu motoru, jednak se sníží mechanické namáhání motoru i poháněného zařízení způsobené velkým záběrovým momentem indukčních asynchronních strojů. K tomuto účelu lze použít ručních přepínačů (značených 0-Y-Δ) nebo přepínačů automatických.

Tabulka 8.2: Výběr spouštěče motoru OEZ SM1 podle výkonu elektromotoru.

Elektromotor-AC3 [kW]		Typ spouštěče	I_e [A]	Regulace I_e [A]	Působení zkratové spouště
AC 400 V	AC 500 V				[A]
-	-	SM1-0,16	0,16	0,1–0,16	1,8–2,0
0,06	0,06	SM1-0,25	0,25	0,16–0,25	2,8–3,2
0,09	0,12	SM1-0,4	0,4	0,25–0,4	4,5–5,1
0,12	0,25	SM1-0,6	0,6	0,4–0,6	6,8–7,6
0,25	0,37	SM1 -1	1	0,6–1	11,3–12,7
0,55	0,8	SM1-1,6	1,6	1–1,6	18–20
0,8	1,1	SM1-2,5	2,5	1,6–2,5	28–32
1,5	2,5	SM1-4	4	2,5–4	45–51
2,5	3	SM1-6	6	4–6	68–76
4	5,5	SM1-10	10	6–10	113–127
7,5	9	SM1-16	16	10–16	180–200
9	12,5	SM1-20	20	16–20	220–260
12,5	15	SM1-25	25	20–25	275–325

9 Rozvody

Obecné zásady provedení elektrických instalací lze najít v ČSN 33 3320 ed. 2, ČSN 33 2130 ed. 2, soubor norem ČSN 33 2000.

Dodavatelem elektrické energie je rozvodný podnik, který před zřízením odběrného místa určí podmínky pro budoucí odběr. Připojení odběrných elektrických zařízení na veřejný rozvod elektřiny musí splňovat předepsané požadavky. Vnitřní elektrické silové rozvody a elektrická zařízení musí splňovat:

- obecné požadavky na ochranu před úrazem elektrickým proudem,
- obecné požadavky na ochranu před přetížením a před zkratem,
- obecné požadavky na ochranu před přepětím a bleskem,
- požadavky na řádné značení vodičů,
- před uvedením do provozu musí být podrobeny výchozí revizi.

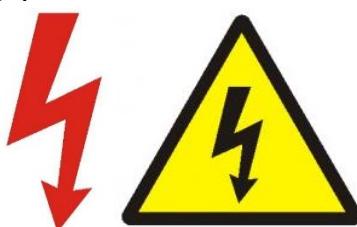
Rozvody musí také splňovat požadavky na:

- bezpečnost osob, zvířat a majetku,
- provozní spolehlivost, přehlednost, hospodárnost a vzhled,
- snadnou přizpůsobivost rozvodu při požadovaném přemístování,
- zamezení nepříznivých vlivů a rušivých napětí při křížování a souběhu se sdělovacím vedením.

9.1 Elektrická přípojka

Pravidla pro přípojku nn se řídí Zákonem č. 458/2000 Sb., Vyhláškou č. 51/2006 Sb. a normou ČSN 33 3320 ed. 2.

Přípojka začíná odbočením od zařízení pro veřejný rozvod elektřiny. Odbočení od vzdušného vedení končí hlavní domovní pojistkovou skříní (PS), odbočení od kabelového rozvodu hlavní domovní kabelovou skříní (KS). Přípojková skříň musí být označena bezpečnostní značkou viz obrázek 9.1. Průřezy vedení přípojky uvádí tabulka 9.1.



Obrázek 9.1: Značka nebezpečné napětí (číslo 5036) a výstražná značka nebezpečné napětí.

Před připojením k distribuční síti mají být všechny pevně připojené elektrické spotřebiče připojeny. Pokud tomu není možné vyhovět, musí být vývody zajištěny před nebezpečným dotykem (např. světelné vývody se musí zakončit ve svorkovnici).

Vzdušná přípojka se přednostně provádí závěsným kabelem s minimálním průřezem $4 \times 16 \text{ mm}^2$ Al ($4 \times 10 \text{ Cu}$), co nejkratším, nepřerušovaným. Pokud je to ekonomicky výhodnější, používá se holých vodičů s minimálním průřezem $4 \times 16 \text{ mm}^2$ AlFe. Přípojka má být provedena trojízově, výjimkou jsou prodejní stánky apod. Přípojková skříň se umisťuje na objektu nebo na sloupu ve výšce 2,5 až 3 m, pokud se v dané lokalitě počítá s kabelizací sítě, umístí se přípojková skříň dle pravidel pro kabelovou přípojku.

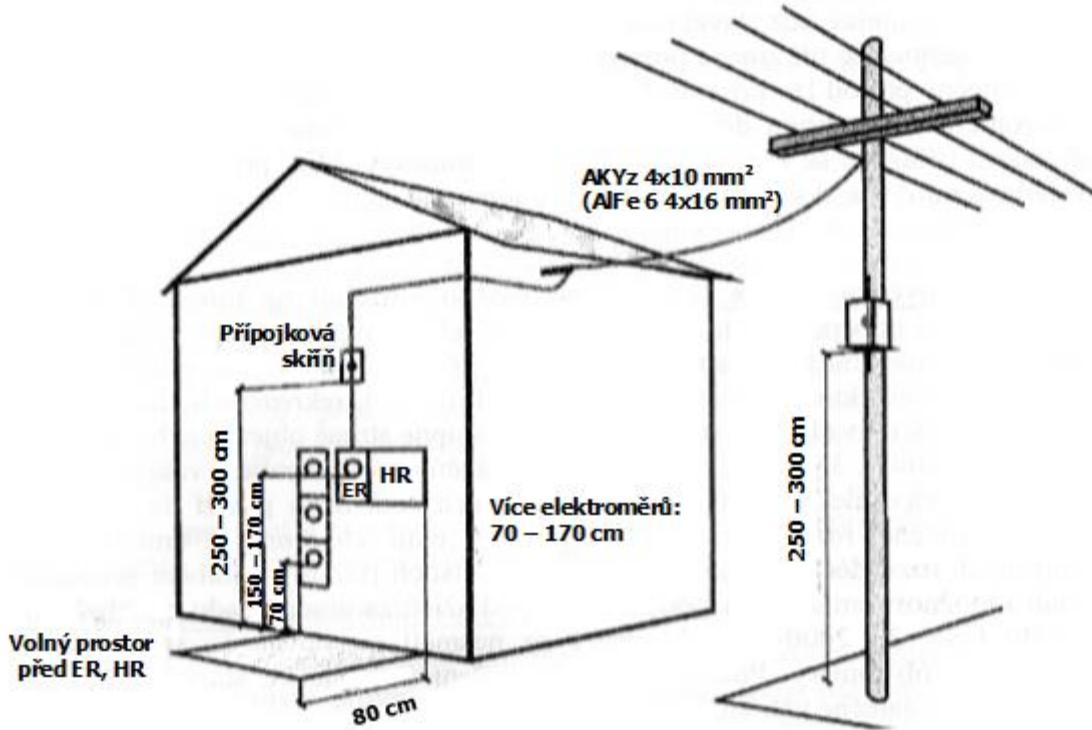
Kabelová přípojka musí být provedena plným počtem vodičů s minimálním průřezem kabelu $4 \times 16 \text{ mm}^2$ Al ($4 \times 10 \text{ mm}^2$ Cu). Pokud je provedeno odbočení od kabelového vedení z jedné sady pojistek nebo T spojkou, je minimální průřez 25 mm^2 Al. Přípojková skříň se umisťuje na objektu

nebo v oplocení, spodním okrajem 60 cm nad terénem, výjimečně až 150 cm nad terénem (záplavy, sníh). Před skříňou musí být prostor minimálně 0,8 m.

Tabulka 9.1: Dimenzování a jištění kabelů pro vzdušné i kabelové přípojky.

Minimální průřezy [mm ²] Cu / Al jader třífázových kabelů							
Jmenovitý proud jištění [A]	Na vzduchu	V zemi					
		měrný tepelný odpor 0,7 K·m/W (vlhká půda)			měrný tepelný odpor 2,5 K·m/W (škvára, popel)		
		počet kabelů vedle sebe			počet kabelů vedle sebe		
		●	●●	●●●...	●	●●	●●●...
25	10* / 16*	-	- / 16**	10* / 16*	10* / 16**	10* / 16*	16 / 25
32	10 / 16	-	- / 16*	10 / 16	10* / 16*	10 / 16	25 / 35
40	10 / 25	- / 16**	10* / 16*	16 / 25	10 / 16	16 / 25	35 / 50
50	16 / 25	10* / 16*	10 / 16	25 / 35	16 / 25	25 / 35	50 / 70
63	25 / 35	10 / 16	16 / 25	35 / 50	25 / 35	35 / 50	70 / 120
80	35 / 50	16 / 25	25 / 35	50 / 70	35 / 50	50 / 95	95 / 150
100	50 / 70	25 / 35	35 / 50	70 / 120	50 / 70	70 / 120	150 / 240
125	70 / 95	35 / 50	50 / 95	95 / 150	70 / 95	120 / 185	240 / -

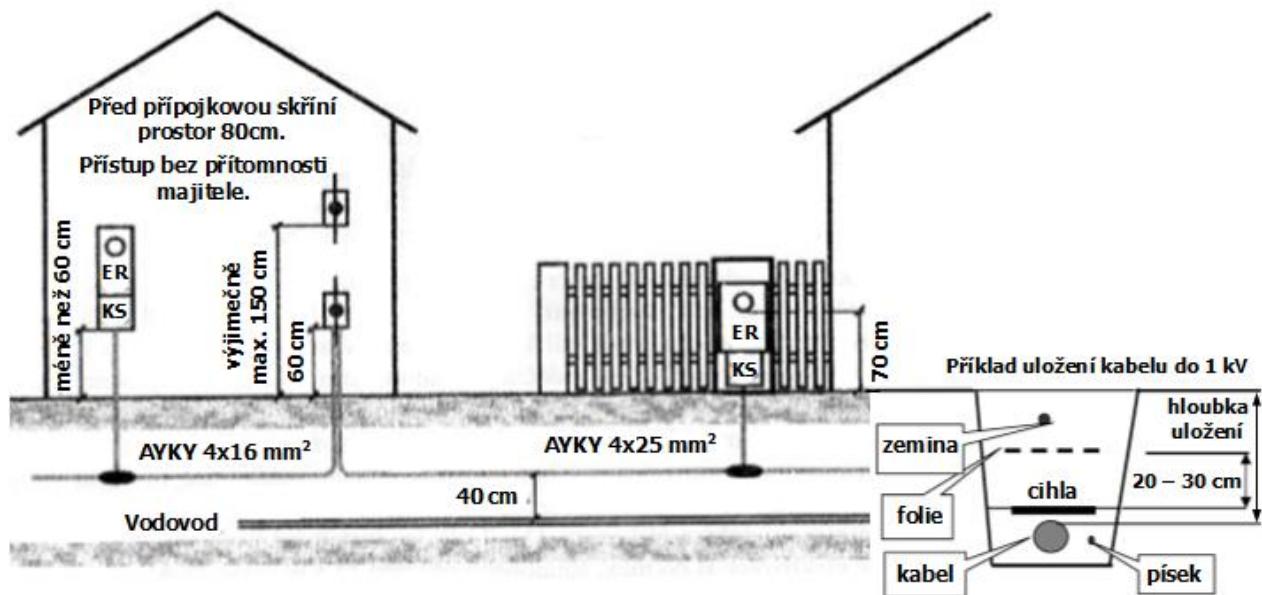
* Minimální průřezy přípojky jsou 10 mm² Cu a 16 mm² Al, ale dle výpočtu jsou pro tento proud jištění průřezy o řad (** dva) nižší.



Obrázek 9.2: Vzdušná elektrická přípojka.

Pokládka by měla být do hloubky min. 70 cm do pískového lože. Pod chodníkem nebo s mechanickou ochranou stačí hloubka 35 cm. Tzn. výkop cca 85, resp. 50 cm, na dno 7–8 cm písku, do písku kabel a na něj dalších 7–8 cm písku. Na tyto vrstvy je nutné dát pevnou přepážku (cihla, stará dlaždice, taška), nebo zasypat 20–30 cm zeminou a položit rozpoznávací červenou

fólii se symbolem blesku a zasypat do úrovně terénu. V současnosti hojně užívanou variantu s uložením pouze do chráničky norma neuvádí. Vzdálenost kabelu od objektů má být aspoň 60 cm. Při křížování se zemním vedením hromosvodu musí být kabel uložen nad tímto vedením alespoň 50 cm.



Obrázek 9.3: Kabelová elektrická přípojka.

Jištění v přípojkové skříni musí být alespoň o jeden stupeň vyšší, než je jištění před elektroměrem. K jištění lze použít pojistek závitových, nožových apod.

Je-li objekt vybaven náhradním zdrojem elektřiny, který je určen k napájení vnitřních elektrických rozvodů, musí tento zdroj a jeho připojení vyhovovat normě ČSN 33 2000-5-551 ed. 2. Náhradní zdroje určené pro ostrovní provoz nesmějí být připojovány k vnitřním rozvodům, které jsou za normálního provozu určeny pro napájení z distribuční sítě.

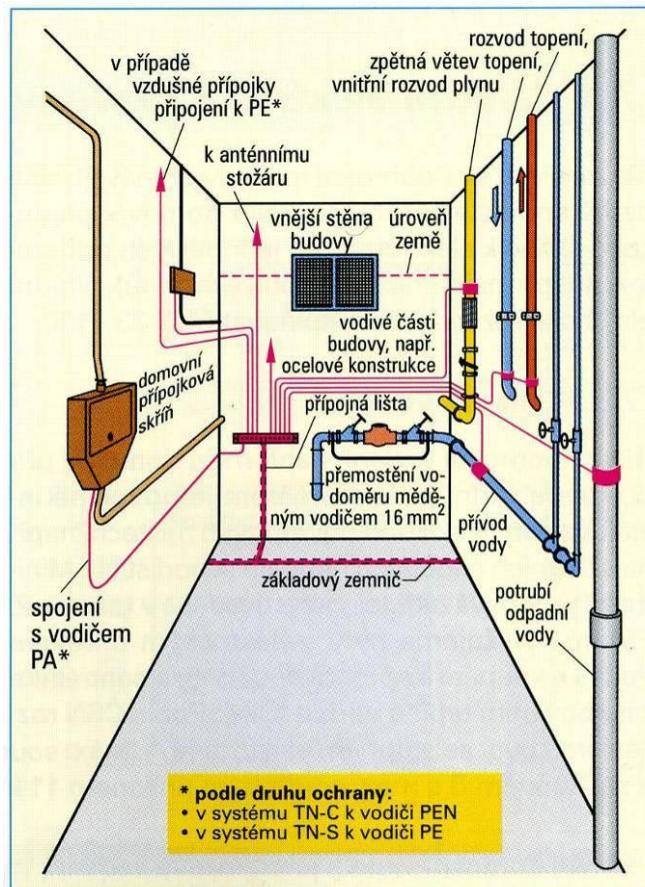
9.2 Hlavní ochranná svorka

Vedení musí být kladena tak, aby jejich uložení vyhovovalo požadavkům z hlediska prostředí a podkladů v daných prostorech. Poblíž přípojkové skříně se provede **hlavní ochranná svorka** (ČSN 33 2000-5-54 ed. 3), na níž musejí být připojeny:

- vodiče ochranného pospojování (kovová potrubí, kovové konstrukční části,...),
- uzemňovací přívody (od zemniček),
- ochranné vodiče,
- přívody pracovního uzemnění, pokud jsou (např. svodiče přepětí).

Není nutné spojovat každý jednotlivý ochranný vodič přímo s hlavní svorkou, pokud jsou připojeny prostřednictvím jiných ochranných vodičů. Takto je zajištěno, že mezi neživými částmi a cizími vodivými částmi, které jsou současně přístupné dotyku, nebude za žádných okolností nebezpečný rozdíl potenciálů.

Průřez vodičů ochranného pospojování (připojená kovová potrubí, kovové konstrukční části,...), které jsou připojeny k hlavní ochranné svorce, musí mít minimálně poloviční průřez největšího ochranného vodiče PE, který je v instalaci. Nesmí však být menší než 6 mm^2 Cu (nebo 16 mm^2 Al, 50 mm^2 Fe). Průřez nemusí být větší než 25 mm^2 Cu a jeho ekvivalent u ostatních materiálů. Příklad zapojení viz obrázek 9.5.



Obrázek 9.4: Hlavní ochranné pospojování.

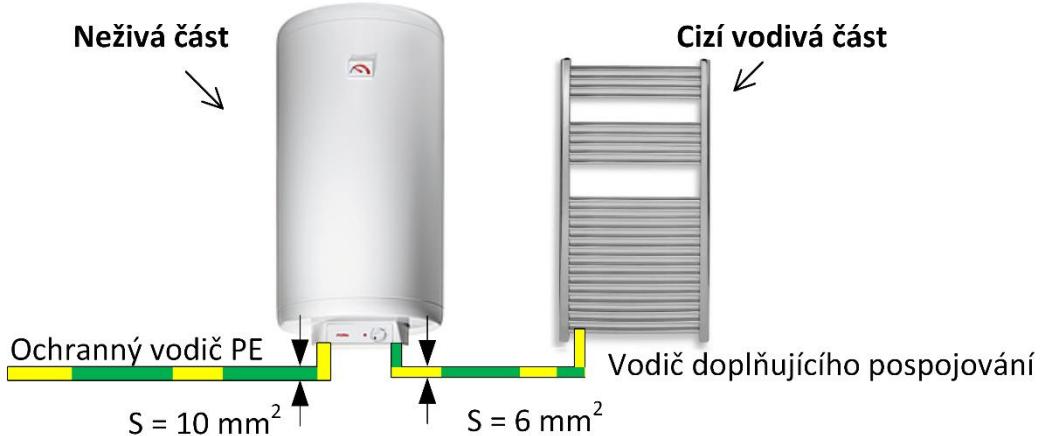


Obrázek 9.5: Vodiče ochranného pospojování mezi neživými částmi.

Nelze-li v instalaci nebo její části splnit podmínky automatického odpojení, musí být provedeno tzv. **doplňující pospojování** zahrnující všechny neživé části upevněných zařízení a cizí vodivé části současně přístupné dotyku. Tato situace může nastat například tehdy, je-li místo poruchy elektricky vzdálené od hlavního pospojování a úbytek na vodiči PE nebo PEN přesahuje mez trvalého dotykového napětí.

Vodič doplňujícího pospojování, který spojuje navzájem dvě neživé části s vlastním ochranným vodičem PE, musí mít alespoň stejný průřez jako nejtenčí z těchto ochranných vodičů. Vodič doplňujícího pospojování spojující neživou část, která je připojena vodičem PE s cizí vodivou částí,

která není připojena vlastním vodičem PE, musí mít alespoň poloviční průřez ochranného vodiče neživé části. Příklad zapojení – viz obrázek 9.6.



Obrázek 9.6: Vodiče ochranného pospojování mezi neživou a cizí vodivou částí.

9.3 Elektrický rozvod v budovách

Budovy pro bydlení jsou obytné domy (objekty pro bydlení s více než 3 byty) a rodinné domky. Budovy občanské výstavby jsou: budovy pro zdravotnictví, komunální služby a osobní hygienu, výchovu, vědu, kulturu a osvětu, administrativní budovy a pomocné budovy pro obchod a veřejné stravování a budovy pro společné ubytování a rekreaci.

Odběrné EZ začíná vedením od přípojkové skříně a dělí se obvykle na **hlavní domovní vedení, odbočky k elektroměrům, elektroměrové rozvaděče (ER), vedení od elektroměru** k podružným rozvaděčům, **domovní** nebo **bytové rozvaděče (DR, BR)** a bytové rozvody.

9.3.1 Stupně elektrizace bytů

Aby bylo možno řádně dimenzovat elektrickou instalaci v obytných domech, rozdělují se byty podle svého stupně elektrizace.

Stupeň A – byty, v nichž se elektřina používá k osvětlení a pro domácí elektrické spotřebiče připojované k elektrickému rozvodu pohyblivým přívodem (na zásuvky) nebo pevně připojené, přičemž příkon žádného spotřebiče nepřesahuje 3,5 kVA.

Stupeň B – byty s elektrickým vybavením jako byty stupně A, v nichž se navíc k vaření a pečení používají elektrické spotřebiče o příkonu nad 3,5 kVA.

Stupeň C – byty s elektrickým vybavením jako mají byty stupně elektrizace A nebo B, v nichž se navíc pro vytápění nebo klimatizaci užívají elektrické spotřebiče.

V současné době se uvažuje soudobý příkon bytu kategorie elektrizace A 7 kW (trojfázový jistič před elektroměrem 20 A) a kategorie B 11 kW (trojfázový jistič před elektroměrem 25 A).

9.3.2 Hlavní domovní vedení

Hlavní domovní vedení (HDV) je vedení od přípojkové skříně (výstupních svorek) až k odbočce k poslednímu elektroměru. Jeho svislá část procházející dvěma nebo více podlažími se nazývá **hlavní stoupací vedení**. Rozbočuje-li HDV do více odboček, odbočující vedení se nazývají **větve** hlavního domovního vedení. Rozbočení se provádí v přípojkové skříně nebo v ER. Pokud je rozdělení provedeno v ER, každá větev se musí samostatně jistit a následně se nesmí spojit.

Systém HDV a jeho provedení se volí podle dispozice budovy. V budovách nejvýše se třemi odběrateli, tj. obvykle v rodinných domcích, není nutné zřizovat HDV a odbočky k elektroměrům lze provést přímo z přípojkové skříně. Je-li v objektu více hlavních domovních vedení, lze jako přípojkovou skříň použít rozpojovací jisticí skříň.

Průřez vodičů HDV se volí s ohledem na očekávané zatížení (výpočtové zatížení) P_p , což je součin soudobosti a součtu očekávaného maximálního příkonu všech připojených bytů. Průřez hlavního domovního vedení musí být takový, aby dovolené proudové zatížení vodičů bylo vyšší než výpočtový proud I_p . Pro byty stupně elektrizace A a B se jedná při provedení Al vodiči minimálně o průřezu $4 \times 16 \text{ mm}^2$, při provedení Cu vodiči minimálně $4 \times 10 \text{ mm}^2$. Minimální průřezy HDV dle počtu a stupně elektrizace bytů popisuje tabulka 9.2. Pokud nejsou byty stupně elektrizace A nebo B, je nutné provést výpočet. Změna průřezu HDV je možná pouze v místě odbočky k větším spotřebičům (kotelna), v místě odbočení jednotlivých větví HDV od kmenového HDV a nebo v případě, že část vedení je provedena kabelem a část jednotlivými vodiči. V místě změny průřezu jsou odbočky jištěny. V jiných případech není změna průřezu povolena.

HDV musí být řešeno tak, aby jeho výměna byla možná bez stavebních zásahů – např. v trubkách, kanálech, lištách, dutinách konstrukcí. Zpravidla se realizuje jednožilovými vodiči uloženými v trubkách nebo kabely. HDV se provádí z celistvých vodičů a po celé délce bez přerušení (je povoleno jedno přerušení v 1. NP). HDV musí vést veřejně přístupnými prostorami a musí být uloženo odděleně od ostatních měřených vedení. HDV musí svým umístěním a provedením znemožňovat nedovolený odběr.

V šachtách pro HDV se mohou trubky nebo kabely klást i na povrchu. Každé HDV se jistí v připojkové skříni, případně v rozpojovací jisticí skříni v případě více HDV. Jmenovitý proud pojistek jisticích HDV musí být alespoň o 2 stupně vyšší než nejvyšší jmenovitý proud jističů před elektroměry.

Tabulka 9.2: Informativní minimální průřezy vodičů a jištění hlavního domovního vedení v bytových domech podle počtu bytů a stupně jejich elektrizace.

Stupeň elektrizace bytů	Průřez hlavního domovního vedení [mm ²]		Jištění	
	A	B		
Počet bytů připojených na hlavní domovní vedení	AI	Cu		
do 7	do 3	4×16	4×10	32
8 až 10	4 až 5	4×25	4×16	40, 50
11 až 14	6 až 7	$3 \times 35 + 25$	$3 \times 25 + 16$	63
15 až 19	8 až 10	$3 \times 50 + 35$	$3 \times 35 + 25$	80
20 až 26	11 až 14	$3 \times 70 + 50$	$3 \times 50 + 35$	100
27 až 32	15 až 19	$3 \times 95 + 70$	$3 \times 70 + 50$	125
33 až 46	20 až 27	$3 \times 120 + 95$	$3 \times 95 + 70$	160

Uvedený počet vodičů a jejich průřez platí pro vodiče AY (CY) v trubkách, pro proudovou soustavu AC 3 PEN ~ 50 Hz 400 V/TN-C.

Za jiných podmínek je nutné stanovit průřezy vodičů hlavního domovního vedení výpočtem.

Pokud není možné použít hodnoty, které uvádí tabulka 9.2, je nutné pro učení parametrů HDV provést výpočet. Provádí se výpočet proudového zatížení a úbytek napětí v HDV a v odbočce od hlavního domovního vedení k bytové rozvodnici. **Výpočtové zatížení HDV P_p** se určí ze vztahu

$$P_p = \left(\sum_{i=1}^n P_{bi} \right) \beta_n \quad [\text{W}], \quad (9.1)$$

kde n je počet bytů připojených na HDV a P_{bi} je příkon jednotlivých bytů, který je možné určit výpočtem nebo z hodnot, které udává tabulka 9.4. β_n je soudobost pro n bytů, viz tabulka 9.3.

Tabulka 9.3: Informativní hodnoty soudobosti pro skupinu bytů.

Počet bytů	Soudobost	Počet bytů	Soudobost	Počet bytů	Soudobost
n	β_n	n	β_n	n	β_n
2	0,77	11	0,44	27–30	0,35
3	0,66	12	0,43	31–35	0,34
4	0,60	13	0,42	36–40	0,33
5	0,56	14–15	0,41	41–48	0,32
6	0,53	16	0,40	49–58	0,31
7	0,50	17–18	0,39	59 - 70	0,30
8	0,48	19–20	0,38	71–88	0,29
9	0,47	21–23	0,37	89–113	0,28
10	0,45	24–26	0,36	114–151	0,27

Výpočtový proud I_p se určí z výpočtového zatížení P_p v trojfázové soustavě ze vzorce

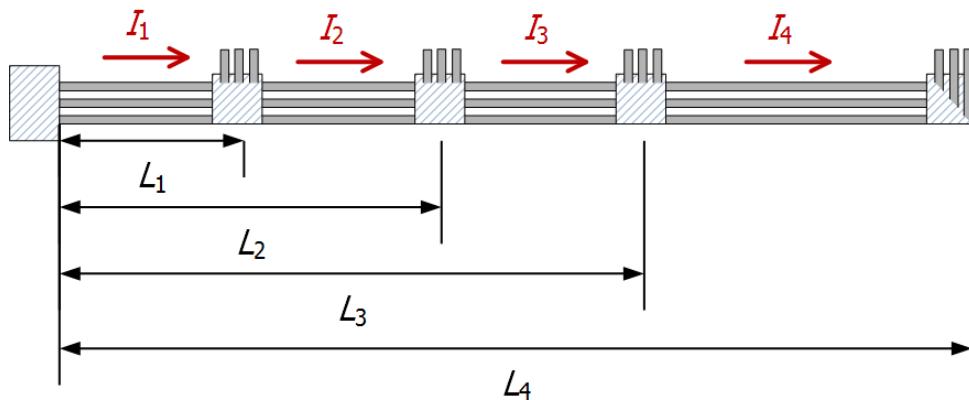
$$I_p = \frac{P_p}{\sqrt{3}U_s \cos \varphi} \text{ [A]}, \quad (9.2)$$

kde U_s je sdružené napětí soustavy [V] a $\cos \varphi$ je průměrný účiník spotřebičů, u bytového odběru je možno počítat s účiníkem $\cos \varphi = 0,9$.

Úbytek napětí na HDV vychází z výpočtového proudu I_p a jeho podílu v jednotlivých místech odbočení k bytovým rozvodnicím podle vzorce

$$\Delta U_s = \frac{\sqrt{3} \cdot \sum_{i=1}^m I_i \cdot L_i \cdot \cos \varphi}{\gamma \cdot S}, \quad (9.3)$$

kde ΔU_s je úbytek napětí, suma $I_i \cdot L_i$ je součet součinu proudů a délky jednotlivých úseků vedení (viz obrázek 9.7), S je průřez vodiče a γ je měrná elektrická vodivost vodiče jádra (Cu – 56 MS/m, Al – 37 MS/m).



Obrázek 9.7: Výpočet úbytků napětí na hlavním domovním vedení.

Úbytek napětí ΔU u odboček z HDV se počítá ze soudobého příkonu bytu P_b . U trojfázových odboček s nerovnoměrným zatížením fází se počítá s maximálním zatížením odpovídajícím jmenovitému proudu jističe před elektroměrem. Úbytek napětí se počítá pro jednofázovou odbočku ze vzorce

$$\Delta U_f = \frac{2 \cdot L \cdot P_p}{\gamma \cdot S \cdot U_f}, \quad (9.4)$$

pro trojfázovou odbočku ze vzorce

$$\Delta U_s = \frac{L \cdot P_p}{\gamma \cdot S \cdot U_s}, \quad (9.5)$$

kde ΔU je úbytek napětí, L je jednoduchá délka vedení, P_p je soudobý příkon bytu ve W, U_s a U_f jsou sdružené a fázové napětí.

Elektrická zařízení, která jsou nutná k protipožárnímu zabezpečení objektu (např. evakuační výtah, nouzové osvětlení, ...), musí být připojena tak, aby při odpojení ostatních elektrických zařízení v přípojkové skříně (nebo v hlavním rozváděči) zůstala pod napětím. Připojení se provádí samostatným vedením. Tyto systémy musí mít zajištěnou dodávku elektrické energie alespoň ze dvou nezávislých zdrojů.

9.3.3 Odbočky k elektroměrům

Odbočky k elektroměrům jsou vedení, která odbočují z hlavního domovního vedení pro připojení elektroměrových rozváděčů nebo elektroměrových rozvodnic, případně vychází přímo z přípojkové skříně, zejména v případech připojení odběrných zařízení rodinných domků. Odbočky k elektroměrům mohou být jednofázové nebo trojfázové.

Jednofázové odbočky lze zřizovat pro odběrná zařízení do maximálního soudobého příkonu 5,5 kW. Jednofázové odbočky k elektroměrům musí být rovnoměrně rozděleny, aby byly všechny fáze pokud možno stejně zatěžovány. V ostatních případech musí být odbočky k elektroměrům trojfázové se všemi vodiči proudové soustavy. Do bytů v bytovém domě se provádějí zásadně trojfázové odbočky. Častým případem jednofázové odbočky je přívod k rozvodnicím tzv. společné spotřeby v bytovém domě (osvětlení schodiště apod.).

Odbočky od hlavního domovního vedení k elektroměrům musí být provedeny a uloženy tak, aby byl znemožněn nedovolený odběr a aby bylo možno vodiče bez stavebních zásahů vyměnit. Mohou být provedeny jednožilovými vodiči i kabely v elektroinstalačních trubkách, elektroinstalačních lištách nebo v dutinách stavebních konstrukcí. Jednotlivé odbočky musí být odděleny od ostatních měřených vedení.

Odbočka k elektroměru delší než 3 m musí být jištěna u hlavního domovního vedení v témže podlaží, kde je elektroměr. Odbočky kratší než 3 m, jsou-li uloženy nehořlavě, lze jistit až jističem před elektroměrem namontovaným na elektroměrové rozvodnici, a tedy nemusí být jištěna hned za hlavním domovním vedením.

Odbočka k elektroměru se provádí z celistvých vodičů bez přerušení, má být bez krabic a zbytečných ohybů. Je nutno volit takové uložení vedení, aby byl ztřesen neoprávněný odběr, např. vedení vést veřejnými prostorami, je-li nutné vést vedení prostorami jiných odběratelů, musí se volit takové uložení vedení, aby byl znemožněn nedovolený odběr.

Jsou-li elektroměry umístěny v bytech nebo u vchodů do bytů, musí se pro každý byt (každého odběratele) zřídit samostatná odbočka z hlavního domovního vedení nebo od přípojkové skříně. Na ni lze připojit dva nebo více elektroměrů téhož odběratele.

Průřez vodičů odbočky k elektroměru musí splňovat tyto podmínky:

- Dovolená proudová zatížitelnost vodičů musí odpovídat alespoň výpočtovému proudu soudobého příkonu bytu.
- U bytů stupně elektrizace A a B musí být minimální průřezy vodičů odboček k elektroměrům podle hodnot, které určuje tabulka 9.4. V tomto případě se vodiče s Al jádry používají pouze pro opravy stávajících rozvodů, které jsou rovněž provedeny Al vodiči.

- Vodiče musí být jištěny proti přetížení a zkratu jističem, který je před elektroměrem. U odboček delších než 3 m je vedení jištěno v místě odbočení u hlavního domovního vedení.
- Úbytek napětí mezi přípojkovou skříní a bytovou rozvodnicí nesmí v případě připojení domácnosti přesáhnout 2 %, jak vyplývá z pravidel, která budou popsána dále v textu.

Tabulka 9.4: Minimální průřezy trojfázových odboček k elektroměrům u bytů stupně elektrizace A a B.

Stupeň elektrizace	A		B	
Maximální soudobý příkon bytu P_b [kW]	7		11	
Jmenovitý proud trojfázového jističe [A]	20		25	
Materiál jádra vodiče	Cu	Al	Cu	Al
Průřez odbočky k elektroměru [mm^2]	6	16	10	16

Platí pro vodiče CY a AY v trubce, liště nebo dutině panelů do délky 15 m, při úbytku napětí do 1 %.

Jelikož řada dodavatelů elektřiny nepřipouští v neměřených částech pevných instalací rozdelení vodiče PEN, je nutné splnit podmínky pro vodiče PEN. Při řešení provedení odbočky k elektroměru je třeba u návrhu průřezu vodičů vycházet z ČSN 33 2000-5-54 ed. 3, která běžně povoluje pouze vodiče PEN s minimálním průrezem 10 mm^2 Cu a 16 mm^2 Al. Průřez **6 mm² Cu** nebo 10 mm^2 Al je povolen pouze u pevných instalací sítě TN v částech pro připojení elektroměru a bytové rozvodnice v případě, že:

1. průřezy všech vodičů odboček k elektroměru a vedení od elektroměru jsou shodné,
2. rozdelení vodiče PEN na PE a N je provedeno v nejbližším vhodném místě rozvodu za elektroměrem (např. v bytové rozvodnici apod.) a
3. vodič PEN s tímto nižším průrezem není delší než 15 m.

9.3.4 Elektroměrové rozvaděče

Elektroměrové rozvaděče (ER) se umísťují pokud možno na místě přístupném i v době nepřítomnosti odběratele z důvodu odečtu elektroměrů a co neblíže místu připojení. V budovách se ER přednostně umisťují v samostatném požárně odděleném a neuzamykatelném prostoru, na chodbě, na schodišti (ne přímo nad schody), v podzemním podlaží (s normálními vnějšími vlivy), v samostatných neuzamykatelných místnostech, nebo může být osazeno na hlavním rozváděči objektu. U bytových domů musí umístění odpovídat požadavkům na bezpečný únik osob v případě jeho poruchy (vnější vlivy BD2 a vyšší).

U rodinných domků a rekreačních chalup se ER umisťuje na veřejně přístupné místo, tj. na hranici pozemku nebo na vnější straně objektu, pokud tvoří hranici pozemku. ER musí být chráněno před vlivy prostředí a umisťuje se obecně co nejbližší k místu připojení. Každé odběrné zařízení musí být měreno samostatným měřicím zařízením.

ER se nesmí montovat do společných skříní s plynometry. Dva samostatné výklenky umístěny nad sebou nelze považovat za dostatečně oddělené. ER má být v jiných místnostech než plynomet nebo plynové vedení, nebo musí být místo dobré větraná.

Na elektroměrových rozvodnicích a rozvaděčích může být namontovaný jen jistič před elektroměrem, elektroměr, ochranná (případně nulová) svorkovnice a popřípadě další příslušenství, sloužící výhradně pro účely měření. Pokud jde o dvojsazbový odběr, je v ER ještě jisticí zařízení obvodu sazbového spínače, sazbový spínač, případně přijímač HDO, a ovládací relé nebo stykač. Stykače spotřebičů se montují do podružných (bytových) rozvodnic. ER odpovídá vždy připojuvacím podmínkám jednotlivých provozovatelů distribučních soustav. Další přístroje pro rozvod za elektroměrem se soustředí na samostatné rozvodnici nebo rozváděči, případně v rozváděči se samostatným měřicím panelem (s jednoznačným prostorovým oddělením).

Kryt elektroměrového rozvaděče musí být plombovatelný (k zajištění proti neoprávněné manipulaci). Pokud nejsou přístroje pod zaplombovaným krytem, musí být umožněno zaplombovat:

- jistič před elektroměrem;
- jistič obvodu sazbového spínače v zapnuté poloze;
- svorkovnice elektroměrů, sazbového spínače nebo přijímače HDO;
- nulovou (ochranná) svorkovnici (můstek);
- ovládací relé při skupinovém ovládání akumulačních spotřebičů a kryt v skříňovém rozvaděči nebo rozvodnici, oddělující živé neměřené části rozvodu od prostoru pro elektroměry.

Před ER musí být volný prostor alespoň 80 cm. Střed číselníku elektroměru má být ve výšce 1–1,7 m od definitivně upravené plochy nebo terénu, u více elektroměrů pak 0,7–1,7 m. Další požadavky jsou určeny připojovacími podmínkami jednotlivých provozovatelů distribučních soustav.

Jistič před elektroměrem musí mít stejný počet pólů, jako má elektroměr fází. Přívody pro každý jistič se provádí samostatně a otvory pro přívod a odvod musí být úplně zakryty krytem. Jistič se dimenzuje podle předpokládaného příkonu odběrného místa a aby jeho jmenovitý proud byl aspoň o stupeň vyšší než jmenovitý proud jističů v měřené části. U bytů stupně elektrizace A ($P_b = 7 \text{ kW}$), respektive B ($P_b = 11 \text{ kW}$), předepisuje norma jmenovitý proud trojfázového jističe 20 A, respektive 25 A. U ostatních odběrných míst je nutné dimenzovat jistič před elektroměrem podle soudobého příkonu.

Odběratel elektřiny může změnit hodnotu jmenovitého proudu jističe před elektroměrem podle svého rozhodnutí, např. z ekonomických důvodů. V takovém případě může dojít k porušení selektivity jištění, ale je to zcela záležitostí odběratele. Snížení jmenovité hodnoty jističe před elektroměrem je možné také pomocí pružného blokování některých spotřebičů, jak je uvedeno v kapitole 8.3.

9.3.5 Přívodní vedení k podružným rozvaděčům nebo rozvodnicím

Poslední částí přívodního vedení v budově jsou přívody od elektroměrů k podružným rozvaděčům (rozvodnicím). V bytovém domě jsou to přívody k bytovým rozvodnicím a přívody k rozvodnicím tzv. společné spotřeby (jako jsou např. rozvodnice pro prádelnu, výtah, osvětlení schodiště nebo i zesilovač pro společnou anténu apod.).

Jsou-li elektroměry pro několik odběrů soustředěny do elektroměrových rozvaděčů, musí se od každého elektroměru zřídit samostatná **odbočka k podružnému rozvaděči (rozvodnici)**. Tyto odbočky jsou jednofázové nebo trojfázové, přičemž pro zřizování jednofázových odboček platí stejné podmínky jako pro odbočky k elektroměrům. Mohou být provedeny z vodičů uložených stejně jako přívody k elektroměrům, včetně provedení rozlišovaného dle hranice délky 3 m a ztížení neoprávněných odběrů. Navíc se připouští použití můstkových nebo jednožilových vodičů uložených v omítce nebo v konstrukci stropů a podlah.

Průřez vodičů odboček od elektroměrů musí odpovídat stejným požadavkům jako průřez vodičů pro odbočky k elektroměrům – tabulka 9.4. Pokud tyto vodiče nejsou současně jištěny jističem před elektroměrem, musí být jištěny zvlášť (dle ČSN 33 2000-5-523 ed. 2).

Přívody do bytů se doporučují provést tak, aby jejich výměna v případě poruchy byla možná bez stavebních úprav. Tam, kde stavební konstrukce neumožňuje provedení těchto přívodů v trubkách pod omítkou nebo kabelem pod omítkou, lze tyto přívody uložit do elektroinstalačních lišt, popř. do konstrukce stropů a podlah, které jsou popsány v kapitole 9.5. Je-li přívod do bytu uložen do konstrukce bez možnosti výměny, je nutné počítat s možností uložení náhradního přívodu na povrchu, tj. např. s mísťem pro dodatečnou montáž elektroinstalační lišty.

9.3.6 Podružné rozvaděče nebo rozvodnice

Bytové či domovní rozvaděče a rozvodnice (BR) se montují ve svislé poloze na přístupném místě. Rozvaděče s dvířky musí mít po otevření dveří krytí alespoň IP 2XC. Pokud jsou v rozvaděči umístěny přístroje s vyššími výkonovými ztrátami (např. stmívače), je třeba provést kontrolu oteplení. BR se umístí v suchých místech, kde se není třeba obávat velkých změn teploty, znečistujících nebo jiných škodlivých výparů, ohně, prachu, špín a otřesů. O umístění BR vzhledem k plynoměru a plynovému potrubí platí totéž, co pro elektroměr. Musí se osadit na místě, kde nehrozí mechanické poškození. Pokud se umísťuje v jiném místě, je nutné volit vhodné mechanické provedení nebo ochranu krytem IP. Bytové rozvodnice se zpravidla umísťují v bytě. Pokud je nutné je umístit na veřejně přístupných místech, musí se deskové rozvodnice dát do skříňky.

Deskové rozvodnice mají být z izolantu a skříňové rozvodnice bud' z izolantu, nebo z ocelového plechu. Jednotlivé obvody se musí zřetelně označit popisem nebo piktogramem. Každý rozvaděč (rozvodnice) se musí dát samostatně vypnout, např. spínačem nebo jističem. Tato podmínka neplatí pro bytové rozvodnice a rozvodnice do 25 A, pokud to není nutné z bezpečnostních důvodů.

U BR se pro jištění silových rozvodů nepoužívají pojistky, ale obvykle se používají jističe, chrániče, nebo proudové chrániče s vestavěnou nadproudovou ochranou. BR je posledním možným místem rozdělení vodiče PEN na samostatný ochranný vodič PE a na samostatný nulový vodič N. Je-li konstrukce rodinného domku či bytu zcela či částečně z hořlavého materiálu, pak přívod musí mít doplňkovou ochranu proudovým chráničem s $I_{\Delta n} = 300 \text{ mA}$.

Jednotlivé jednofázové obvody v BR je třeba uspořádat tak, aby všechny fáze přívodního vedení byly pokud možno rovnoměrně zatěžovány. To platí též pro připojování trojfázových spotřebičů s jednofázovými dílcími obvody (např. pro připojování akumulačních kamen, elektrických sporáků). Pokud má rozvodnice výstupní svorky pro nulový vodič, musí být umístěny nebo označeny ve stejném sledu jako jejich příslušné svorky pro fázové vodiče.

Nové normy zahrnují termín „rozvodnice určená k provozování laiky“ (DBO). Jsou to buď platonové rozvaděče do 63 A, nebo oceloplechové do 125 A.

Výrobce musí opatřit každý rozvaděč štítkem, na kterém musí být:

- označení výrobce,
- typové označení nebo identifikační číslo rozvaděče,
- datum výroby,
- označení IEC 61439-X (rozvaděče pro laiky X = 3).

Rozvaděč je výrobek jako celek (včetně osazených jističů), je tedy nutné k němu doložit prohlášení o shodě, kterým výrobce stvrzuje, že výrobek splňuje všechny technické požadavky. Každý rozvaděč musí být ověřen, zda splňuje všechny podmínky (např. zkratová odolnost, oteplení, atd.). Pokud jsou splněny všechny požadavky výrobce rozvaděče v plném rozsahu, není třeba rozvaděč zkoušet. V případě, že byly do rozvaděče začleněny vlastní úpravy, je nutné, aby rozvaděč prošel stejnými zkouškami jako u původního výrobce. Různé metody zahrnují:

1. Ověření zkoušením ve zkušebně.
2. Ověření srovnáním se zkoušeným referenčním návrhem s použitím seznamu nebo pomocí výpočtu. Takto lze ověřit:
 - zkratová odolnost ochranného obvodu,
 - zkratová odolnost,
 - meze oteplení.

Pokud jsou všechny odpovědi na ověřovacím seznamu „ANO“, není třeba podrobit rozvaděč zkouškám. Otázky jsou například:

- Je jmenovitá hodnota zkratové odolnosti každého obvodu menší nebo rovna jmenovité hodnotě referenčního návrhu?

- Jsou materiály a vlastnosti materiálů vodičů každého obvodu stejné jako u referenčního návrhu?
3. Vyhodnocení ověření, tj. potvrzení správné aplikace výpočtů a konstrukčních pravidel, včetně použití příslušné míry bezpečnosti.

U ověřené varianty může být přístroj uvnitř rozvaděče nahrazen podobným přístrojem z jiné série za předpokladu, že výkonové ztráty a konečné oteplení přístroje jsou stejné nebo nižší. Kromě toho musí být zachováno fyzické uspořádání a jmenovité hodnoty.

Ověření návrhu pro rozvaděče DBO je prováděno většinou u velkých výrobce. Pro malé výrobce je možnost využít takzvaného institutu „původního výrobce“, který provede ověření pro svoje rozvaděče a komponenty a malý výrobce provede sestavení, kontrolu návrhu a kusové ověření. Doplnění přístrojů do prázdné skříně je výrobou rozvaděčů se všemi právními důsledky! Výrobní štítek na prázdné skříni není štítkem rozvaděče. Některí „původní“ výrobci dle těchto možností stanovují různé postupy. Firma EATON Elektrotechnika stanovuje tyto postupy:

- a) Výrobce částí rozvaděče pouze dodá komponenty, které sestaví zákazník. Zde je nutné návrh a ověření provést ve výpočtovém programu, který dodává výrobce. Prohlášení o shodě je platné, pokud:
 - Se jedná o plastové nebo oceloplechové rozvaděče do 63 A.
 - Jsou použity instalační přístroje a výpočtový program jednoho výrobce.
- b) Pokud se jedná o jednoduchý rozvaděč, je možné použít předchozí postup a pravidla i bez výpočtového programu. Je však možné použít jen několik typových konfigurací při definovaném největším osazení a počet přístrojů je možné jen snižovat. Pro ověřování se používá vytiskný protokol.
- c) Při použití komponent různých výrobců je možné použít certifikované rozvaděče. Návrh a ověření je opět provedeno v návrhovém programu, ale pro vystavení dokumentace je třeba kontaktovat Elektrotechnický zkušební ústav (EZU). V tomto případě je možné použít oceloplechových rozvaděčů až do 125 A.

9.3.7 Dimenzování vodičů a jištění v bytových domech

Hlediska, podle nichž se volí dimenzování vodičů a předřazených jisticích prvků, jsou následující:

1. **Funkční** – průchodem proudu vodičem vzniká na vedení úbytek napětí, takže na spotřebiči je napětí nižší než v síti. Pokles napětí o 10 % sníží svítivost zářivek o 15 %, u žárovek až o 30 %, krouticí moment indukčních motorů klesne o 20 % stejně jako přítažná síla elektromagnetů stykačů. Rozběh motorů je proto pomalejší a více se namáhají. U zařízení používajících emisi elektronů ze žhavených katod (obrazovky apod.) silně stoupá opotřebení emisních vrstev a klesá tím jejich životnost.

Z těchto důvodů se připouští maximální úbytky napětí na vedení z jmenovitého napětí soustavy. **Úbytek napětí** nemá přesáhnout hodnoty viz tabulka 9.5. V případě instalace napájené z vlastního zdroje napětí mohou úbytky dosáhnout až 8 %. S ohledem na úbytek napětí se volí průřez vodičů vedení v závislosti na jeho délce, např. tabulka 9.7.

Tabulka 9.5: Maximální dovolené úbytky napětí na vedení.

Část rozvodu		Maximální úbytky napětí na vedení		
Vývody		světelné	tepelných spotřebičů	ostatní
Přípojková skříň		2 % (pokud neobsahuje světelné vývody, tak 3 %)		
Bytový rozváděč	-	spotřebič	2 %	3 %
Celkem (v případě překročení v dílčím úseku)		4 %	6 %	8 %

Pro zaručení spolehlivosti je nutné dodržet **minimální počet obvodů** podle kategorizace bytu, viz tabulka 9.6. Další obvody se v bytech zřizují dle potřeby (např. zásobník teplé vody). Pro všechna plánovaná EZ s příkonem 2 kW a více se zřizují samostatné obvody.

Tabulka 9.6: Minimální počet obvodů v bytech podle užitné plochy.

Stupeň elektrizace			Obvod	Minimální počet obvodů						
			Plocha [m ²]	do 50	do 75	do 100	do 125	nad 125		
A	B	C	Světelný	1 (0)	1	1 (2)	2	2		
			Zásuvkový	1	2 (1)	3 (2)	3 (2)	4 (3)		
			Pro bytové jádro	(1)						
			3f pro elektrický sporák	1						
			Vytápění či klimatizace	1						
Hodnoty v závorce jsou pro případ použití obvodu pro bytové jádro.										

2. Požárně bezpečnostní – zvýšený úbytek napětí na nevhodně dimenzovaném nebo jištěném vedení vyvolává ohřev vodičů, což může vést k tepelné destrukci až vznícení jejich izolace s následnou iniciací požáru. Aby nedošlo k nebezpečnému oteplení vodičů nebo kabelu, je třeba dodržet maximální dovolené proudové zatížení vodičů s respektováním způsobu jejich uložení. Tomu odpovídá maximální hodnota jmenovitého proudu předřazeného jisticího prvku. Průřezy v bytech a jejich jištění udává tabulka 9.7. Vzhledem k charakteru zatížení obvodů v bytech není nutné snižovat jištění při seskupení více vedení a průřezy se již nekontrolují podle účinků zkratových proudů, ani na vypínači proudy, jak by mohlo vyplývat z příslušných norem. Vedení (viz tabulka 9.7) je pro bytové instalace již dostatečně dimenzováno.

Tabulka 9.7: Průřezy jader vodičů a k nim přiřazené jmenovité proudy jističů a maximální délky vedení.

	Obvod	Jmenovitý proud jističe s char. B [A]	Průřez jader Cu vodičů [mm²]		Délka vedení [m]
			Uložení B a C	Uložení A	
1f	světelný	6	1,5	1,5	27
		10			16
	zásobník nebo chladnička nebo mraznička	16	2,5 (4)	2,5 (4)	25
	zásvukový				45 (75)
	pračka nebo myčka				26 (44)
3f	bytové jádro				17 (26)
	sporák do 10 kW	16	2,5	4	-
	průtokový ohřívač do 6 kW	10	1,5	2,5	-
	akumulační kamna do 6 kW				-

Při ukládání vedení na hořlavý podklad je nutno dbát příslušných ustanovení podle kapitoly 9.8 a vedení ukládaná na hořlavý podklad a do hořlavých hmot se mají přednostně jistit jističi. V budovách, kde je zaveden plyn, nesmí být instalovány jiskřící zvonky (tj. zvonky s přerušovačem).

Aby bylo zabráněno škodlivým vlivům tepla z vnějších zdrojů, musí se vedení umístit v dostatečné vzdálenosti od zdroje tepla, nebo se musí proti teplu stínit.

Rodinný dům musí být vybaven zařízením autonomní detekce a signalizace požární ochrany. U rodinného domu s více byty musí být tímto zařízením vybaven každý byt. Zařízení autonomní detekce a signalizace musí být umístěno v části vedoucí k východu z bytu. U bytů s podlahovou plochou větší než 150 m², mezonetových nebo vícepodlažních bytů musí mít v jiné vhodné části bytu umístěno další zařízení autonomní detekce a signalizace. U rodinného domu s více byty musí být umístěno další zařízení také v nejvyšším místě společné chodby nebo prostoru. **V bytovém domě** musí být každý byt vybaven zařízením autonomní detekce a signalizace požáru, které je umístěno v části bytu vedoucí do únikové cesty. V bytech s rozlohou větší než 150 m² a mezonetových bytech musí být ve vhodné části umístěno další zařízení.

3. Ochrana před úrazem elektrickým proudem – správně zapojený ochranný vodič elektrické instalace je nutnou podmínkou funkce ochrany automatickým odpojením. Každá stavba musí mít trvale přístupné a viditelně označené zařízení umožňující vypnutí elektrické energie.

9.4 Vybavení místností elektrickými zařízeními

Minimální počty světelních, zásuvkových a dalších vývodů v bytových a podobných místnostech určuje ČSN 33 2130 ed. 2. V souladu s evropskými standardy se však doporučují počty vývodů vyšší.

Tabulka 9.8: Doporučené minimální počty vývodů v místnostech.

Elektrické zařízení	zásuvkové vývody	světelné vývody	samostatné vývody (pokud jsou potřeba)	telefoniční připojky	TV, SAT a rozhlasové připojky
Obývací pokoj 12–20 m²					
ČSN 33 2130	4	1	1	1	1
EU standard	7	2	1	2	2
vyšší EU standard	9	3	1	2	2
Obývací pokoj nad 20 m²					
ČSN 33 2130	5	2	1	1	1
EU standard	9	3	1	2	2
vyšší EU standard	11	4	1	2	2
Ložnice do 12 m²					
ČSN 33 2130	3	1	-	1	1
EU standard	5	2	-	1	2
vyšší EU standard	7	3	-	1	2
Ložnice 12–20 m²					
ČSN 33 2130	4	1	-	1	1
EU standard	7	2	-	1	2
vyšší EU standard	9	3	-	1	2
Ložnice nad 20 m²					
ČSN 33 2130	5	2	-	1	1
EU standard	9	3	-	1	2
vyšší EU standard	11	4	-	1	2
Kuchyně (kuchyňské kouty)					
ČSN 33 2130	5 (3)	2 (2)	1 – sporák	-	-

Elektrické zařízení	zásvukové vývody	světelné vývody	samostatné vývody (pokud jsou potřeba)	telefoniční připojky	TV, SAT a rozhlasové připojky
EU standard	9 (7)	3 (2)	1 – chladnička, mraznička 1 – myčka 1 – ohřívač TUV	-	-
vyšší EU standard	11 (8)	3 (2)		1	1
Koupelny					
ČSN 33 2130	2	2	1 – pračka 1 – ohřívač TUV	-	-
EU standard	4	3		-	-
vyšší EU standard	9	3		-	-
WC					
ČSN 33 2130	1 – s umyvadlem	1	-	-	-
EU standard	2	1	-	-	-
vyšší EU standard	2	2	-	-	-
Chodby ≤ 2,5 m (> 2,5 m)					
ČSN 33 2130	1	1	-	-	-
EU standard	1 (2)	2	-	-	-
vyšší EU standard	1 (3)	3	-	-	-
Místnost pro domácí práce					
ČSN 33 2130	3	1	1 – sušička 1 – mandl 1 – pračka	-	-
EU standard	7	2		-	-
vyšší EU standard	9	3		-	-
Místnost pro hobby					
ČSN 33 2130	3	1	-	-	-
EU standard	5	2	-	-	-
vyšší EU standard	7	2	-	-	-
Komora, sklep do 3 m² – neplatí pro sklepní kóje					
ČSN 33 2130	-	1	-	-	-
EU standard	2	1	-	-	-
vyšší EU standard	2	1	-	-	-
Terasa, obytná lodžie, atrium					
ČSN 33 2130	1	1 – nad 8 m ²	-	-	-
EU standard	1 (2)	1	-	-	-
vyšší EU standard	2 (3)	1 (2)	-	-	-

Obývací pokoj a ložnice – U postelí se umísťují minimálně dvojzásuvky, v místě pro audiovizuální techniku minimálně trojnásobná zásuvka. Samostatný vývod se zřizuje pro vytápění či klimatizaci. V ložnici je vhodné umístit jednu zásuvku u spínače celkového osvětlení pro snadnou přístupnost při úklidu. Tato zásuvka může být připojena ke světelnému obvodu a osazena v tomto případě ve společném rámečku se spínačem osvětlení.

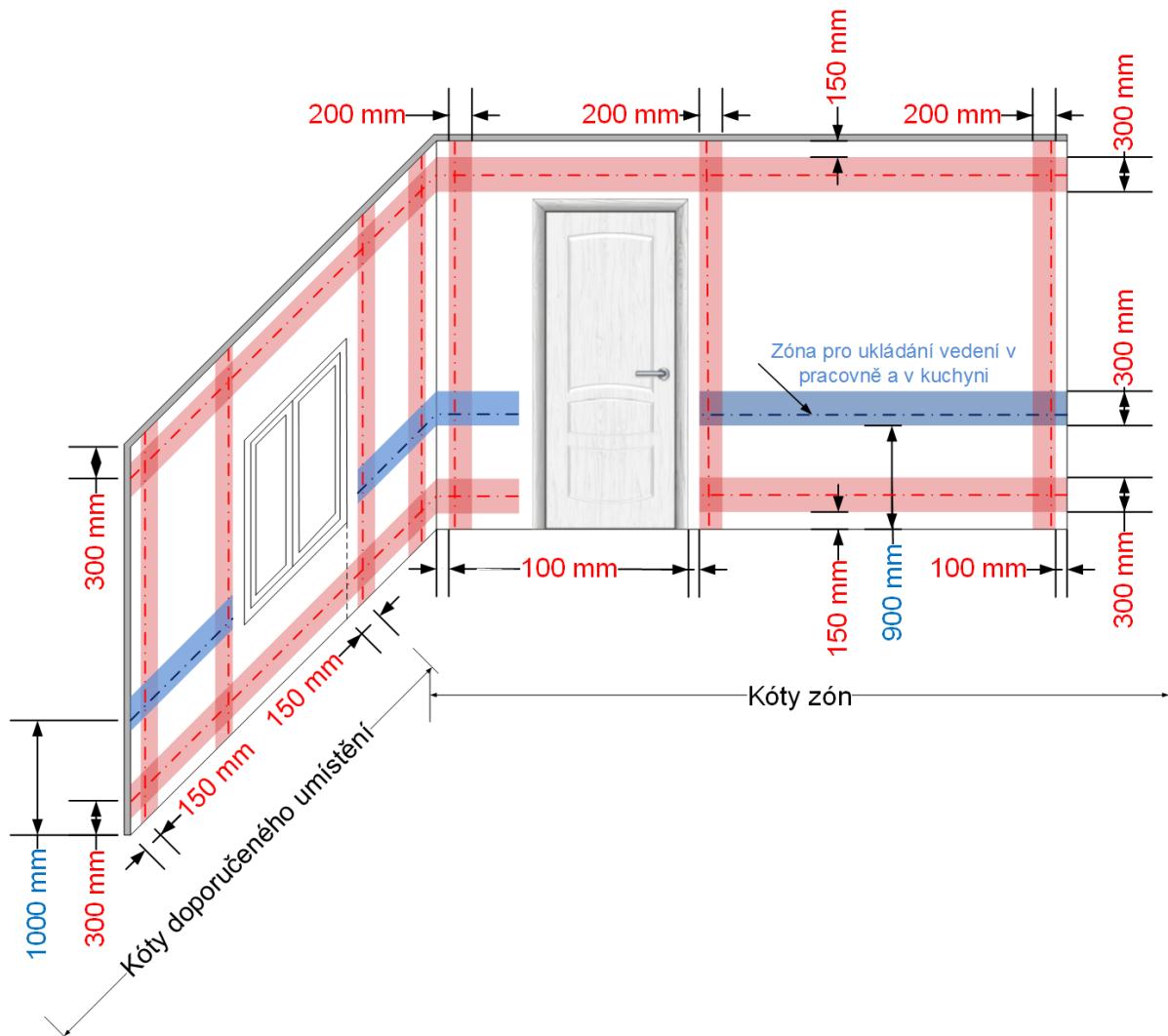
Kuchyně a kuchyňské kouty – Pracovní plochy, především v pracovně a kuchyni, musí být osvětleny tak, aby se v max. míře zabránilo tvorbě stínu. Pokud je použito plynového sporáku, vývod není třeba zřizovat, je však vhodné tuto možnost zvážit pro budoucí možnost změny. Sporák

se z důvodů rovnoměrného rozložení zatížení zásadně zapojuje třífázově, s výjimkou sporáků vyrobených pro dvoufázové připojení. Pokud je užito plynového sporáku v kombinaci s elektrickou pečící troubou, osadí se samostatný zásuvkový obvod pro připojení trouby. Pro chladničky, mrazničky či jejich kombinace, jejichž odpojením od zdroje by mohlo dojít k velké škodě, se zřizuje samostatný zásuvkový obvod, který se nevybavuje proudovým chráničem s $I_{\Delta n} = 30 \text{ mA}$. Pro zvýšení bezpečnosti je možné obvod pro chladničku či mrazničku vybavit samostatným proudovým chráničem.

Koupelny a WC – Zásuvkové obvody v koupelně je možné kombinovat s nástěnným svítidlem nad umyvadlem. U koupelen do 4 m^2 postačí jeden světelný vývod nad umyvadlem. U koupelen nebo WC se ovládání větrání spojuje s ovládáním osvětlení. U větrání se předpokládá doběh. Zásuvka pro pračku a sušičku se umisťuje v jednom bytě pouze jednou. Je-li prostor WC ohrožen v zimě mrazem, je vhodné umístit zde zásuvku pro připojení protizámrzového topidla.

Chodby a ostatní místnosti – Světla na chodbách delších než $2,5 \text{ m}$ se ovládají ze dvou nebo více míst, v závislosti na počtu vstupů a vzdálenosti spínačů od těchto vstupů. V místnostech pro domácí práce je také možné využít samostatné podružné rozvodnice pro tuto místnost. Ostatní místnosti, jako předsíně, spíže, komory apod., nemusí mít zásuvku, avšak zásuvka musí být aspoň v jedné sousední místnosti, aby bylo možné v případě potřeby použít pohyblivých spotřebičů (např. vysavače, leštice parket apod.).

9.5 Ukládání rozvodů



Obrázek 9.8: Doporučené instalacní zóny pro ukládání elektrické instalace do zdi.

Vedení se zásadně ukládají skrytě. Dodatečně instalovaná vedení do kanálů a lišť lze považovat za skryté uložené vedení. Ukládat vedení na povrch je možné pouze v nebytových prostorách a při dodatečné montáži.

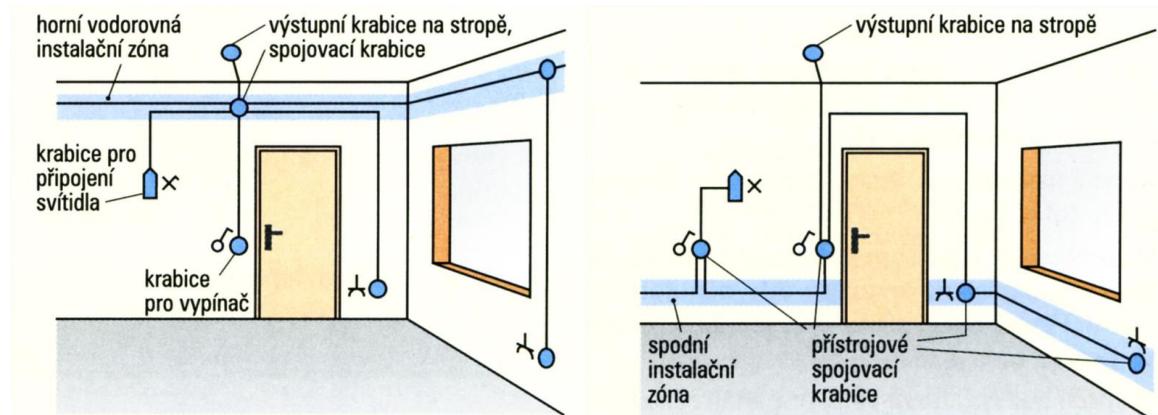
Vedení nemá procházet místnostmi jiného uživatele. Pokud to nelze provést jinak, musí být provedeno v trubkách bez krabic a bez přerušení vodičů, nebo vodiči s kably uloženými pod omítkou nebo v podlaze.

Pro rozvody v bytech a obdobných prostorách je zaveden pojem **instalační zóny**. Jednotlivé svislé a vodorovné zóny mají za účel jednotnost kladení vedení (viz obrázek 9.8). Střední vodorovná instalační zóna (modrá viz obrázek 9.8) se užívá pouze v místnostech s pracovní plochou u zdi (např. v kuchyni, v místnosti pro hobby nebo v bytech pro osoby s pohybovým postižením). Vedení v instalačních zónách se přednostně ukládají do míst, kterou vyznačuje obrázek 9.8 čerchovanou čarou.

Pro okna a dvoukřídlé dveře jsou svislé instalační zóny po obou stranách, u jednokřídlových dveří je svislá instalační zóna pouze na straně zámku. V místnostech se zešikmenými stěnami (např. v půdních vestavbách) se zóny probíhající shora dolů, souběžně s rohy, považují ve smyslu této normy za svislé. Ukládání do podlah a stropů je popsáno v této kapitole, instalační zóny se neurčují.

Do těchto zón se přednostně umisťují vývody, spínače i zásuvky. Spínače a zásuvky nad pracovními plochami se umisťují uvnitř modré vyznačené zóny ve výši 1 150 mm nad hotovou podlahou. Připojení vývodů, spínačů a zásuvek, které jsou z nutných důvodů mimo instalační zóny, se provede svislým vedením z nejbližší vodorovné instalační zóny.

Mimo zóny má být vedení v trubkách 60 mm pod krycí vrstvou. Druhou možností je vedení uložit v prefabrikovaných stěnových dílcích, kde musí být chráněno proti poškození. V lehkých příčkách s menší krycí vrstvou je vedení uloženo v dutině, ježíž rozměr umožňuje jeho úhyb, takže je vedení chráněno. Tento požadavek činí při praktickém využití značné potíže (panelové domy, tenké zdi ap.).



Obrázek 9.9: Způsob zapojování instalace: vlevo pomocí spojovacích instalačních krabic, vpravo průběžné.

Elektrická vedení se do konstrukcí stropů a podlah ukládají převážně do betonu, do vápenné, sádrové nebo cementové omítky, do podlahové vyrovnávací vrstvy, do drážek nebo dutin. Stavební úpravy nesmějí snížit zatížitelnost stropních konstrukcí pod přípustnou mez. Vedení kladená na povrch stropní konstrukce před vyrovnávací podlahovou vrstvou musí být dostatečně odolná proti uvolnění a poškození během provádění stavebních prací (např. obalem z cementové malty o tloušťce alespoň 1 cm s mírně stoupajícími náběhy nebo jinou rovnocennou ochranou). Elektrická vedení se nesmějí klást do dilatačních spár a do spár, ve kterých by byla vystavena nebezpečí mechanického poškození. Pro elektrická vedení nn dotýkající se vodivých částí (kovových konstrukcí, ocelových výztuží betonových konstrukcí, kovových trubek) nechráněných před úrazem elektrickým proudem se musí použít vodiče a kabely zkoušené napětím aspoň 4 kV. V domácích instalacích se však běžně používají kabely se zkušebním napětím 2,5 kV, které je

třeba od vodivých částí oddělit přepážkou z izolantu s předepsaným zkušebním napětím alespoň 2 kV (např. elektroinstalační trubkou).

Vodiče jednoho obvodu nesmí být rozváděny různými mnohožilovými kabely, instalačními trubkami nebo lištami. Obvody mn a nn mohou být uloženy společně, pouze pokud je každý vodič izolován na nejvyšší napětí, které je v systému vedení použito, nebo musí být kabely a vodiče uloženy ve zvláštních sekcích. Do společné trubky lze ukládat vodiče více obvodů téhož napětí nn, pokud:

- vodiče vyhovují zkoušce napětím 4 kV (CYY – s přídavnou nebo zesílenou izolací),
- každý obvod má svůj vlastní nulový, popř. ochranný vodič,
- obvody uložené ve společné trubce jsou jištěny v jednom rozvaděči, který je vypínán jedním hlavní vypínačem nebo jističem,
- na viditelných místech v celé trase je patrné, který vodič ke kterému obvodu patří (např. přepásáním).

Pokud vodiče různých obvodů procházejí jednou krabicí, lze v ní přerušit vodiče jen jednoho obvodu.

Použití společného nulového vodiče pro více hlavních obvodů se nedovoluje. Nicméně jednofázové koncové obvody mohou být tvořeny jedním fázovým vodičem a nulovým vodičem, který je společný pro další fáze vícefázového obvodu za předpokladu, že uspořádání obvodů je zřejmé. Tento vícefázový obvod musí být odpojitelný pomocí odpojovacího přístroje, který odpojí všechny pracovní vodiče. Dva nebo tři jednofázové obvody stejného charakteru (např. 2 světelné obvody, nebo 2 f varná deska a trouba) s rozdílnými fázemi lze sloučit do sdružených obvodů se společným nulovým vodičem N a ochranným vodičem PE, pokud:

- jsou jednotlivé fáze stejně zatíženy,
- jsou jističe obvodu v rozvaděči seskupeny do trojice, která vypíná všechny fázové vodiče, a jednotlivé obvody mají štítek s označením, na kterém kromě označení jednofázového obvodu je i označení sdruženého obvodu,
- jsou všechny vodiče sdruženého obvodu až k rozbočení na jednofázové odbočky ve společném kabelu, jsou-li z jednožilových vodičů, jsou tyto vodiče ve společné trubce,
- je do sdruženého obvodu vřazen přístroj (spínač, jistič, stykač apod.), jímž lze vázaně vypnout všechny obvody,
- je provedeno odbočování jednotlivých obvodů v jedné rozvodné krabici.

Kabely lze klást na rovný podklad, kabelové lávky, rošty, stěny, konstrukce, pod omítku, do kabelových kanálů, do tvárníc, do trubek, do země apod. Pro různé soustavy s různými napětími a pro různé proudové obvody se smí použít téhož kabelu jen u řídících, sdělovacích a zvláštních obvodů a jednoho silového obvodu pro totéž zařízení nebo pro několik silových obvodů napájejících menší spotřebiče, které spolu provozně souvisí. Použité žíly musí být řádně označeny, aby nemohlo dojít k jejich záměně. V domácích instalacích se většinou používá oddělených kabelů. Při ukládání kabelů do podlahy se musí kabely chránit před mechanickým poškozením. V současnosti vyráběné kabely jsou určeny pro kladení přímo na hořlavý podklad. Starsí typy je nutné od hořlavého podkladu oddělit nehořlavou dostatečně tepelně izolující podložkou.

Při souběhu kabelů s vedením v trubkách musí být mezi nimi vzdálenost nejméně 3 cm. Při souběhu s vedením sdělovacím a zabezpečovacím (např. požární signalizace) nejméně 6 cm při souběhu do 5 m a 20 cm při souběhu nad 5 m, pokud normy pro jednotlivé druhy elektrických rozvodů nestanoví jinak.

Pokud kabely prostupují požárně dělicí konstrukcí, utěsní se prostup požární upravkou s požární odolností minimálně stejnou, jakou splňuje požárně dělicí konstrukce. Při vstupu kabelu z budovy do země se musí kabel v trubce utěsnit proti vnikání vlhkosti se sklonem ven, aby dešťová voda nemohla zatékat.

U vedení elektronických komunikací podle připravované normy ČSN 34 2400 ed. 2 musí být vedení v samostatných kabelech pro zařízení:

- zabezpečovací,
- elektrické požární signalizace,
- rozhlasu po vedení.

Ohebné trubky se zpravidla ohýbají s poloměrem ohybu rovným asi čtyřnásobku vnějšího průměru. Délka úseku v trubkách mezi sousedními krabicemi, popř. k vyústění, nemá být větší než 15 m u přímého vedení a než 10 m u vedení s ohyby. Ohyby se provádějí nejvýše dva (u vedení s vodiči do 4 mm² se třemi koleny).

Vedení elektronických komunikací jednotlivých druhů zařízení se obvykle zatahují do samostatných trubek nebo dutin. Podle připravované normy ČSN 34 2400 ed. 2 musí napájecí vedení mn, tj. vedení mezi proudovými zdroji a od proudových zdrojů k zařízení, být v samostatných trubkách. Ostatní druhy napájecích vedení mn, zejména vedení k přístrojům, mohou být ve společných trubkách se sdělovacími vodiči mn.

V samostatných trubkách nebo dutinách musí být vedení pro zařízení:

- zabezpečovací,
- elektrické požární signalizace a
- rozhlasu po vedení s výjimkou uvedenou dále.

Do společných trubek nebo dutin lze zatahovat vedení pro skupiny zařízení:

- A. Telefonní, modulační vedení rozhlasové (max 3,1 V) a dispečerské.
- B. Zvonkové, domácí telefon, elektrický zámek a elektrické hodiny.
- C. Telefonní a elektrické hodiny.
- D. Signalizační a elektrické hodiny.
- E. Rozhlasové (max. 3,1 V) a ovládací vedení mn rozhlasového zařízení.



Obrázek 9.10: Můstkový vodič [11].

Můstkové vodiče zobrazuje obrázek 9.10, jsou to kabely určené pro instalaci přímo pod omítku, do bytových jader, pro ukládání do trubek a lišt. Musí se klást na podklad na plocho bez překrývání, a to vyrovnané, nikoliv překroucené nebo zvlhněné. Je třeba je upevňovat takovým způsobem, aby se nezhoršila jejich izolační pevnost a přitom nebyly vytlačeny na povrch při nanášení omítky. Při souběhu několika vedení z jednožilových vodičů musí být zřejmá jejich příslušnost k danému obvodu (např. rozlišením barvou pláště, nebo přepásáním vodičů). Při souběhu se proudové obvody z můstkových vodičů mají klást s mezerou aspoň 3,5 cm, jinak se musí snížit zatížení vodičů. Na dřevěné a podobné hořlavé stěny je třeba tyto vodiče klást jen na nehořlavém podkladu (dostatečná je i souvislá vrstva omítky tloušťky aspoň 5 mm, přecínající vodič na obou stranách aspoň o 3 cm). Vývody pro dodatečně montovaná svítidla se musí zakončit ve svítidlové svorkovnici upevněné na stropě nebo na stěně. Můstkové vodiče se ohýbají na plochu s poloměrem rovným aspoň 2násobku tloušťky jednotlivých žil. Můstkové vodiče ukládané na povrch musí být uchyceny max. po 30 cm. Pokud hrozí nebezpečí mechanického poškození, musí se chránit (např. ochrannou lištou). Pravidla pro můstkové vodiče platí i pro jednožilové vodiče. Jednožilové vodiče patřící k témuž obvodu se musí klást pohromadě se stálou vzdáleností, aby celková šířka vedení nepřekročila 3 cm.

Pro **křížování a souběhy vedení elektronických komunikací s vedením silovým** je připravována norma ČSN 34 2400 ed. 2. Při souběhu a křížování vedení elektronických komunikací a silových vedení musí být vedení od sebe vzdálena natolik nebo učiněna taková opatření, aby se zamezilo nepříznivým vlivům silového vedení na sdělovací (např. oteplení, ztráty, oblouky).

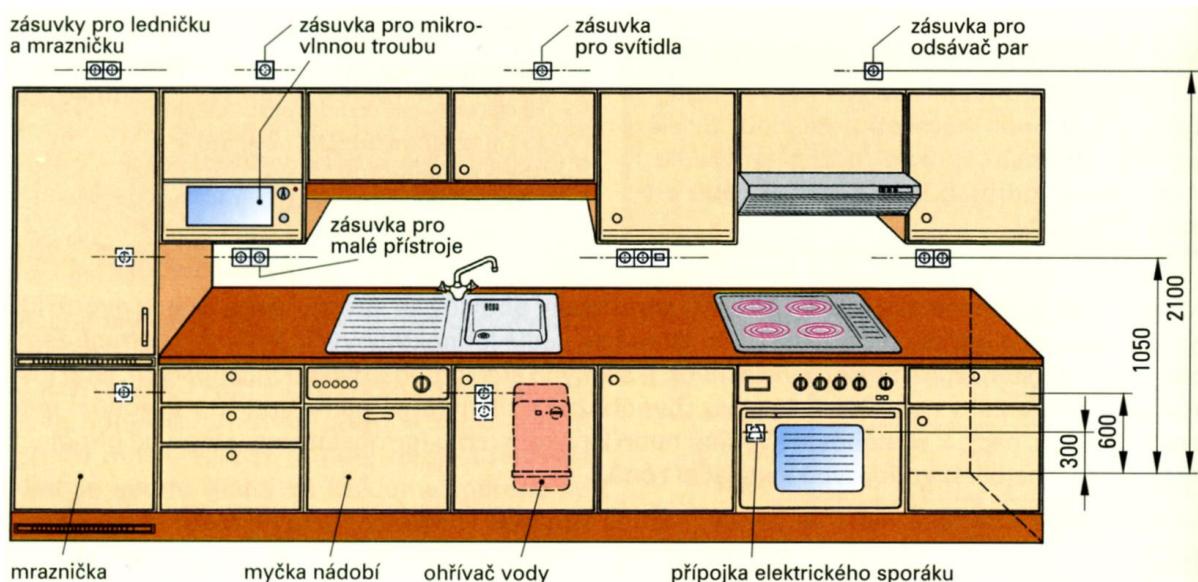
Pokud se z hlediska rušivých napětí nepožadují větší vzdálenosti (viz např. ČSN EN 50172, ČSN 33 2000-5-52 ed. 2., ČSN 33 2000-4-444), pak při souběhu a křížování vedení elektronických komunikací (v trubkách nebo lištách, z plochých, jednožilových vodičů nebo kabelů) se silovým vedením mn a nn platí:

- v trubkách nebo lištách se mohou vzájemně dotýkat;
- z můstkových, jednožilových vodičů nebo kabelů
 - a) se vedení mohou dotýkat, pokud je pro silové vedení použito vodičů zkoušených napětím alespoň 4 kV;
 - b) mezi oběma vedeními je přepážka z izolantu s odolností alespoň 2 kV;
 - c) je mezi vedeními mezera alespoň 1 cm.

9.6 Elektrická instalace v bytových a podobných prostorách

Podle ČSN 33 2130 ed. 2 mají být elektrické instalace v bytových prostorách rozděleny na světelné a zásuvkové. Některé okruhy se jistí samostatně – jde o zásuvkové okruhy spotřebičů s větším příkonem nebo okruhy s pevně připojenými spotřebiči (s větší spotřebou či požadovanou vyšší spolehlivostí provozu).

Praxí jsou ověřené průřezy vodičů Cu jsou 1,5 mm² pro světelné okruhy s jištěním do 10 A a 2,5 mm² pro zásuvkové a ostatní obvody s jištěním do 16 A. Je ovšem nutné ověřit maximální povolené úbytky napětí viz tabulka 9.5 a vzít v úvahu i oteplení vodičů související se způsobem jejich uložení podle kapitoly 4.3 a případně volit průřezy vodičů o stupeň vyšší. Pomůckou může být tabulka 9.7.



Obrázek 9.11: Doporučené rozmístění zásuvek pro připojení spotřebičů v kuchyňské lince.

9.6.1 Světelné obvody

Jsou určeny pro pevně připojená svítidla případně svítidla připojovaná přes zásuvky ovládané spínačem. Na jeden světelny obvod lze připojit jen tolik svítidel, aby součet jejich jmenovitých proudů nepřesáhl jištění obvodu. Jmenovitý proud svítidel se stanoví z maximálního typového příkonu svítidla, uvedeného na štítku. Na světelny obvod lze připojit rovněž zásuvky, a to v každé místnosti maximálně jednu. Maximální jištění světelného okruhu smí být 25 A (s příslušným průřezem vodičů), běžně se používá 10 A nebo 6 A. V domácnostech je doporučeno bez ohledu na počet svítidel instalovat alespoň 2 světelne okruhy, aby při poruše bylo zajištěno minimálně orientační osvětlení. Není-li instalace provedena systémem odbočných krabic a je provedeno smyčkové připojení ve svítidle, musí být toto svítidlo určeno pro smyčkové připojení výrobcem. Pokud nejsou svítidla montována dodavatelem, ale až dodatečně, je nutné, aby v každé místnosti

byl alespoň jeden světelný vývod ovladatelný spínačem u vstupu do místnosti. Tento vývod může být zakončen svítidlovou spojkou, anebo zásuvkou. Vývody pro dodatečně montovaná svítidla se musí zakončit v izolované svítidlové svorkovnici nebo upevněné spojce. Pokud není možné provedení stropního vývodu (např. vedení by muselo být na povrchu z důvodu konstrukce) nebo u malých místností, je nutno navrhnut rozvod tak, aby bylo možno spínačem od dveří ovládat alespoň orientační osvětlení. Zásuvky pro osvětlení, ovládané spínačem u vchodu do místnosti, musí být odlišeny od ostatních zásuvek (např. označením nebo tím, že jsou odlišného vzoru nebo barvy).

Spínače (druhy zapojení v kapitole 7) se umísťují na straně otevírání dveří (u klíky) ve výšce klíky cca 1,05–1,1 m nad podlahou, měřeno ke středu vypínače. Vypínače se zapojují tak, aby v horní poloze byly ve stavu „zapnuto“. Při spínání svítidla více spínači (řazení 6 a 7) je dobrým zvykem zapojit spínače tak, aby při dolní poloze všech spínačů bylo svítidlo vypnuto.

Důležitá je i estetická stránka (rovné uchycení, osazení zároveň s omítkou apod.). Často se setkáváme s potřebou volného zavěšení vypínačů. Toto je přípustné za předpokladu pevného izolačního pouzdra a jmenovité hodnoty spínače do 6 A. Jmenovitý proud spínačů nesmí být menší než součet jmenovitých proudů všech ovládaných přístrojů. Pokud je na spínači zapojena zásuvka, nesmí být jmenovitý proud jistícího prvku větší než jmenovitý proud tohoto spínače. U spínače obvodů s výbojkovými svítidly se doporučuje, aby proud neprekračoval 25 % jmenovité hodnoty spínače.

Svítidla musí být v odpovídající vzdálenosti od hořlavých materiálů. Pokud výrobce neposkytne žádnou jinou informaci, musí být reflektory od hořlavých materiálů umístěny v minimální vzdálenosti, které udává tabulka 9.9. Svítidlo se světelným zdrojem, z kterého by mohly v případě poruchy vycházet hořlavé látky, např. halogenová žárovka, musí být instalováno s bezpečnostním ochranným štítem (sklem) světelného zdroje. Dle nové normy nemají svítidla vhodná pro přímou montáž na hořlavé hmoty zvláštní označení a označují se pouze svítidla, která pro přímou montáž na normálně hořlavé povrchy vhodná nejsou, a to značkami viz tabulka 9.10.

Tabulka 9.9: Minimální vzdálenosti reflektorových svítidel od hořlavých hmot.

Maximální příkon svítidla	Vzdálenost
$\leq 100 \text{ W}$	0,5 m
$> 100 \text{ W} \text{ a } \leq 300 \text{ W}$	0,8 m
$> 300 \text{ W} \text{ a } \leq 500 \text{ W}$	1,0 m
$> 500 \text{ W}$	je nutno dodržet větší vzdálenosti

Tabulka 9.10: Značky pro světelné instalace.

Značka	Význam značky
	svítidla nevhodná pro přímé připevnění na normálně zápalné podklady (ČSN EN 60598-1 ed. 5)
	svítidla nevhodná pro zapuštění do normálně zápalného podkladu (ČSN EN 60598-1 ed. 5)
	svítidlo nevhodné pro zakrytí tepelně izolačním materiélem (ČSN 33 2000-5-559 ed. 2)

Starší typy značek	
	svítidlo určené pro přímou montáž na normálně hořlavý podklad, podle starší normy (ČSN EN 60598-1)
	svítidla, která se nesmí přímo montovat na normálně hořlavé hmoty (ČSN 33 2000-5-559 ed. 2)
	Svítidla vhodná pro přímou montáž na nehořlavé podklady nebo do nich, která mohou být opatřena tepelnou izolací (ČSN 33 2000-5-559 ed. 2)
	svítidla s omezenou teplotou povrchu (ČSN 33 2000-5-559 ed. 2)
	použití tepelně odolných napájecích kabelů (ČSN 33 2000-5-559 ed. 2)
	svítidla určená pro použití se světelnými zdroji se zrcadlovým vrchlíkem (ČSN 33 2000-5-559 ed. 2)
	svítidla určená pouze pro použití halogenových žárovek s vlastním krytem (ČSN 33 2000-5-559 ed. 2)
	světelné zdroje, které mohou být používány pouze v chráněných svítidlech (ČSN 33 2000-5-559 ed. 2)

Upevňovací prostředky svítidel musí mít nosnost nejméně 5 kg. Pokud je hmotnost svítidla větší, je nutné tomu upevňovací prostředky přizpůsobit. Rozvody je možné uložit ve svítidlech, která jsou k tomu navržena. Pokud takové svítidlo není vybaveno připojovací svorkovnicí, musí se použít instalačních spojek určených pro připojení vedení ve svítidle. Vodiče ve svítidle také musejí být vhodně zvoleny s ohledem na teploty, které mohou ve svítidle nastat, a také na UV záření vytvářené svítidlem.

V případech osvětlení prostorů, kde jsou v činnosti stroje s pohybujícími se částmi (pila, hoblovka), je třeba vzít v úvahu **stroboskopický jev**. Jeho vlivem může vzniknout dojem, že pohybující se části stojí. Takovému jevu je možno zamezit použitím vhodného předřadného přístroje (například vysokofrekvenčního elektronického předřadníku). Dříve se používalo zapojení zářivky na nejméně dvě fáze (což vede ke střídavému a častějšímu osvětlování prostoru). Skupina svítidel připojená na různé fáze třífázového světelného obvodu s jedním společným nulovým vodičem musí být ovládána jedním spínačem odpojujícím současně všechny tři fáze.

Rozvody pro osvětlení společných komunikací – schodišť, chodeb a výtahů budov pro bydlení a ubytování se provádí:

- S jedním obvodem – svítidla jsou zapojena na jeden obvod. Toto platí pro budovy s jedním nadzemním podlažím.
- Se dvěma obvody – svítidla jsou zapojena na dva obvody jedné fáze, tak aby při poruše jednoho obvodu bylo možno zabezpečit orientační osvětlení o minimální intenzitě 2 lx. Toto platí pro budovy do 8 nadzemních podlaží nebo do výšky 22,5 m.
- Se dvěma nebo více obvody – svítidla jsou zapojena na obvody napájené ze dvou, popř. tří fází tak, aby při poruše jednoho obvodu bylo možné zabezpečit orientační osvětlení o minimální intenzitě 2 lx. Toto platí pro budovy výšky od 9 m do 45 m.

- d) Nouzovým osvětlením, které doplňuje jeden ze způsobů osvětlení v předchozích bodech.
Toto platí pro budovy výšky nad 45 m.

9.6.2 Světelná instalace napájená malým napětím

Pro napájení se dle normy ČSN 33 2000-7-715 ed. 2 používá **pouze napětí SELV** (maximální napětí AC 50 V a DC 120 V).

Pokud se pro napájení použijí transformátory, musí odpovídat požadavkům EN 61558-2-6 ed. 2 pro bezpečnostní ochranné transformátory pro všeobecné použití. Pokud se použijí měniče, musí odpovídat ČSN EN 61347-2-2 pro elektronické měniče/střídače pro žárovky nebo ČSN EN 61347-2-13 pro LED světelné zdroje. Pokud je třeba dosáhnout většího výkonu, je možno transformátory zapojit i paralelně, ovšem pod podmínkou, že:

- jejich veškeré elektrické parametry jsou shodné,
- jsou zapojeny paralelně i na primární straně,
- primární obvody jsou připojeny ke společnému hlídaci izolačního stavu.

Paralelní zapojení měničů se nepřipouští.

Obvody SELV napájející osvětlení se chrání proti nadproudům. Pokud je ochrana na napájecí straně nn, musí se počítat s větším magnetizačním proudem transformátoru při zapnutí. Nadproudové ochrany s automatickým zpětným nastavením se mohou použít pouze do výkonu transformátoru 50 VA.

Při montáži je nutno dbát pokynů výrobce, především při montáži svítidel na hořlavé podklady. Svítidla určená pro montáž na běžné hořlavé hmoty se označují podle kapitoly 9.6.1.

Z hlediska ochrany před požárem musí být každý transformátor buď na primární straně vybaven speciálním ochranným zařízením před nebezpečím požáru, nebo musí být odolný proti zkratu



(bezpodmínečně či podmínečně), označený

Při použití holých nebo elektricky neizolovaných vodičů se připouští napětí pouze AC do 25 V a DC do 60 V. Rovněž při použití holých vodičů musí být obvod buď vybaven speciálním ochranným zařízením před nebezpečím požáru, nebo napájen ze zdroje s výkonem nepřesahujícím 200 VA.

Speciální ochranné zařízení před nebezpečím požáru musí průběžně sledovat příkon osvětlení a automaticky odpojit napájení obvodu:

- v případě zkratu nebo pokud příkon vzroste o více než 60 W – k odpojení musí dojít do 0,3 s,
- při snížení příkonu o více než 60 W (způsobeném např. ovládáním vstupu nebo regulací nebo poruchou svítidla),
- při připojování k napájecímu obvodu, jestliže porucha zvýší připojovaný příkon o více než 60 W.

Uvedené ochranné zařízení nesmí selhat (v případě své poruchy musí odpojit chráněný obvod).

Přívod ke svítidlům může být proveden:

- izolovanými vodiči v trubkách, lištách nebo kabelových kanálcích,
- kabely,
- ohebnými kabely nebo šňůrami,
- systémy pro světelné instalace malého napětí odpovídajícími ČSN EN 60598-2-23,
- přípojnicovými systémy pro svítidla splňujícími požadavky EN 60570 ed. 2,
- holými vodiči.

Pokud jsou části světelné instalace určené pro malé napětí v dosahu, je třeba zajistit ochranu před popálením (dovolené teploty částí přístupných dotyku jsou uvedeny v ČSN 33 2000-4-42 ed. 2, např. kovové části, kterých je možné se dotknout, nemají mít teplotu vyšší než 70 °C). Jako

živé vodiče světelné instalace se nesmějí využívat kovové části budov, kovové trubní systémy nebo části nábytku.

Při užití **holých vodičů** pro světelné instalace určené pro malé napětí musí být (kromě požadavku na AC maximálně 25 V a DC maximálně 60 V) splněny ještě tyto požadavky:

- světelná instalace musí být navržena, instalována nebo zakryta tak, aby se minimalizovalo nebezpečí zkratu,
- užité vodiče musí mít z důvodu mechanické pevnosti minimální průřez alespoň 4 mm^2 ,
- vodiče systému se nesmějí přímo dotýkat hořlavých hmot.

Při použití zavěšených holých vodičů musí být v části obvodu mezi transformátorem a ochranným přístrojem alespoň jeden z těchto vodičů spolu se svými svorkami izolovaný. Toto opatření je nutné z hlediska ochrany proti zkratu. Závesný systém s holými vodiči musí být upevněn ke stěnám či stropu pomocí distančních izolačních vložek a musí být v celé trase přístupný. Při montáži holých vodičů je třeba myslit na hořlavé materiály kvůli oteplení vodičů.

Závesné prvky pro svítidla včetně napájecích vodičů musí být dimenzovány na pětinásobek hmotnosti svítidla (včetně světelného zdroje a připojení), avšak nejméně na 5 kg.

Odbočování a spojování vodičů se provádí pomocí šroubových či bezšroubových svorek. Nesmí se však používat konektorů propichujících izolaci ani připevnění vodičů s protizávažím, která by byla zavěšena nad napájeným vedením.

Tabulka 9.11: Značky pro světelné instalace ELV.

Značka	Význam značky
	bezpečnostní ochranný transformátor odolný proti zkratu (bezpodmínečně nebo podmínečně) (ČSN EN 61558-2-6 ed. 2)
	samostatný předřadník IEC60417 značka č. 5138
	předřadné přístroje, transformátory a měniče třídy P – vhodné pro montáž na hořlavý podklad
	předřadné přístroje, transformátory a měniče s omezenou teplotou na $110 \text{ } ^\circ\text{C}$
	svítidla nevhodná pro přímé připevnění na normálně zápalné podklady (ČSN EN 60598-1 ed. 5)
	svítidlo určené pro přímou montáž na normálně hořlavý podklad, podle starší normy (ČSN EN 60598 soubor)

U dimenzování vodičů je třeba pamatovat na velké proudy při malých napětích. Z toho vyplývají velké průřezy vodičů. Norma platná **do** ledna 2015 předepisuje **minimální průřez** $1,5 \text{ mm}^2$ u vodičů s měděným jádrem; v případě použití ohebného kabelu s délkou do 3 m je možno použít měděné vodiče s průřezem 1 mm^2 . Nová norma již takovýto požadavek nemá a vedení se řídí normami částečně uvedenými v části této kapitoly „Přívod ke svítidlům“.

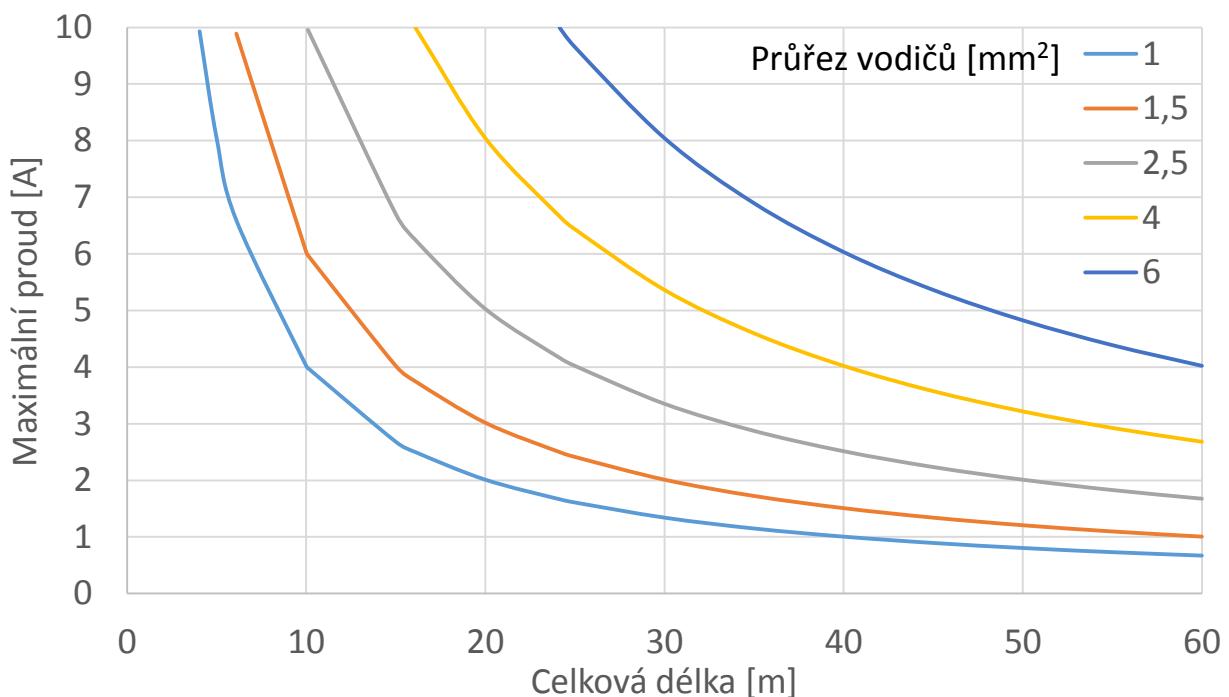
Zvlášť velkou pozornost je také nutno věnovat úbytkům napětí v instalaci malého napětí. Úbytek napětí mezi transformátorem a nejvzdálenějším svítidlem nemá být vyšší než 5 % jmenovitého napětí instalace.

Ochranné zařízení obvodu malého napětí musí být lehce přístupné. Může být umístěno nad podhledem, ale tak, aby bylo dobře přístupné a jeho umístění bylo označené (například na stropě nebo v rozvaděči). Pokud není přímo zřejmé, pro který obvod je ochranné zařízení určeno, je třeba u něj umístit příslušné označení nebo schéma, z kterého jsou tento obvod a jeho účel určeny.

Zdroje SELV, ochranné přístroje nebo podobná zařízení umístěná nad podhledy či v podobných prostorách musí být montovány na pevných částech podhledů a trvale a spolehlivě připojeny. Zdroje SELV a ochranná zařízení musí být instalovány a uloženy tak, aby:

- byly chráněny před mechanickým namáháním (zejména jejich elektrické připojení),
- byly chráněny před přehřátím (a to i před teplem vyvýjeným i ostatními zařízeními a jinými tepelnými zdroji).

Při navrhování vodičů napájení svítidel na malé napětí je nutné stále uvažovat přenášený výkon ve srovnání s klasickými rozvody nn. Při použití mn totiž značně rostou přenášené proudy vedením a rovněž se podstatně zvětne úbytek napětí. Celkovou délku kabelů (kladný i záporný pól) v závislosti na maximální proudu vyjadřuje graf viz obrázek 9.12.



Obrázek 9.12: Graf pro určování minimálního průřezu vodičů pevné elektroinstalace s úbytkem napětí 0,8 V.

Průřez vodiče se vypočítá z následujícího vzorce

$$A = \frac{\rho \cdot L \cdot I}{U_v} \quad [A], \quad (9.6)$$

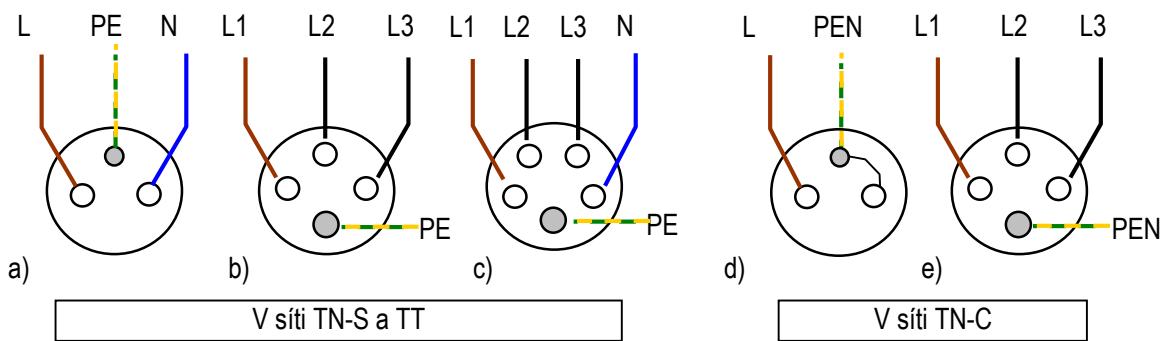
kde A je průřez vodiče [mm^2], ρ je měrný odpor mědi ($0,01989 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$, při 50°C), L je celková délka vodičů a U_v je přípustný úbytek napětí.

9.6.3 Zásuvkové obvody

Připojování zásuvek se řídí ČSN 33 2130 ed. 2. Tyto obvody jsou určeny pro připojování spotřebičů do zásuvek. Pro doplňkovou ochranu automatickým odpojením musí být u zásuvek se jmenovitým proudem do 20 A, které jsou užívány laiky, použit proudový chránič s vybavovacím proudem 30 mA. V domácnostech není nutné použít proudového chrániče pro zásuvky chladících a mrazících zařízení potravin velkého objemu, tj. zásuvky jejichž nežádoucí vypnutí by mohlo být přičinou značných škod nejen na potravinách, ale i na podlaze apod.

Na obvod lze také pevně připojit jednoúčelové spotřebiče pro krátkodobé použití do celkového příkonu 2 000 VA. Zásuvka musí mít ochranný kolík připojený na ochranný vodič instalace. Všechny části zásuvkového obvodu musí být dimenzovány na příslušný jmenovitý proud jistícího přístroje, tedy vodiče, svorky i zásuvky.

Zapojení jednofázových a trojfázových zásuvek viz obrázek 9.13. Zapojení d) a e) jsou povolena pouze ve starších instalacích TN-C. Zapojení b) určené pro spotřebiče bez vyvedeného nulového vodiče nelze v současné době doporučit, vhodnější je vybavit takový spotřebič vidlicí c) bez zapojeného kontaktu N.



Obrázek 9.13: Zapojení zásuvek běžného typu s ochranným kontaktem, pohled zepředu.
Jednofázové zásuvky a) a d), trojfázové b), c) a e).

Zásuvkové obvody jednofázové 230 V

Zásuvky se umísťují na místech, která umožňují jednoduchá napojení spotřebičů. Pokud neznáme budoucí rozmístění spotřebičů, volíme rozložení rovnoměrné. Zapuštěné zásuvky se umísťují 20 cm nad podlahou (měřeno ke středu zásuvky). Výjimku tvoří stavebnicový rozvod z elektroinstalačních lišť, kde jsou zásuvky níže a také zásuvky přímo na podlaze. Ty však musí být chráněny před mechanickým poškozením, krytí musí odpovídat obvyklému způsobu čištění podlah. Zásuvky nástěnné nemají být níže než 90 cm nad podlahou. Z důvodu zabránění poškození zařízení nebo úrazu je nutno používat zásuvek a vidlic nezámenných. Jsou vyráběny speciálně odlišné pro různá napětí a pro různé účely.

U domovních zásuvek není poloha středního a fázového vodiče vůči ochrannému kontaktu stanovena. Doporučuje se však jednotné provedení tak, aby ochranný kolík byl nahore, fázový vodič vlevo při pohledu zepředu a střední vodič vpravo.

Na jeden zásuvkový obvod lze připojit nejvíce 10 zásuvkových vývodů, přičemž dvojzásuvka je považována za jeden vývod. Také několik zásuvek zapojených ve společném zásuvkovém obvodu a přitom umístěných ve společném vícenásobném montážním rámečku se považuje za jeden zásuvkový vývod. Zásuvky ve společném vícenásobném rámečku nesmí být zapojeny do více než jednoho obvodu. Dvojzásuvky se připojují na jeden obvod, jejich vnitřní propojení se nesmí přerušit.

Jmenovitý proud předřazené pojistky nebo jističe je 16 A. V této souvislosti upozorníme na **starší typ rozboček jednofázových zásuvek**, který má levou část zapojenou nesprávně – fázová zdířka je vpravo. To je v rozporu s normou i požadavky bezpečnosti, proto jsou tyto rozbočky považovány za nebezpečné a doporučuje se vyřadit je natrvalo z provozu.

Zásuvkové obvody trojfázové 400 V

Trojfázové zásuvky 3×400 V se běžně vyskytují ve čtyř- a pětizdířkovém provedení 16 A, 32 A nebo 63 A. Pořadí fází musí být podle normy pravotočivé při pohledu na zdířky kontaktů zepředu. Tím je předepsán sled fází. Na jeden obvod lze připojit několik trojfázových zásuvek konstrukčně řešených na stejný jmenovitý proud. Předřazený jistící prvek musí být nejvíce na tento jmenovitý proud. Nelze tedy kombinovat např. zásuvky 16 A a 32 A, i kdyby byly jištěny 16 A jističem;

zásuvka 32 A je totiž z principu určena k napájení zařízení s větším odběrem než 16 A a docházelo by k vypínání jističe.

Pro doplňkovou ochranu automatickým odpojením je doporučeno u trojfázových zásuvek se jmenovitým proudem od 20 A do 32 A použít proudového chrániče s $I_{\Delta n} = 30 \text{ mA}$ a u zásuvek nad 32 A chrániče s $I_{\Delta n} = 100 \text{ mA}$. U trojfázových zásuvek do 20 A je samozřejmě povinnost použít proudového chrániče s $I_{\Delta n} = 30 \text{ mA}$.

Různé redukce trojfázových zásuvek nejsou přípustné, v praxi se však vyskytují. Důvodem je např. změna sledu fází, změna provedení 4/5 kontaktů, změna velikosti či dokonce typu zásuvky či vidlice. Všechny takové redukce představují potenciální ohrožení bezpečnosti instalace.

9.6.4 Samostatné obvody

Pro **pevně připojené** jednofázové spotřebiče s příkonem nad 2 000 VA se zřizují samostatně jištěné obvody. Pevně připojené trojfázové spotřebiče smí být na jednom obvodu, pokud jejich celkový příkon nepřesáhne 15 kVA. Hlavní zdroje tepla a ohřevu TUV se připojují z odbočných rozvodek poddajným přívodem. Tepelné spotřebiče se zvlášť nejistí. Jistí se pouze jejich přívodní vedení.

Samostatné zásuvkové obvody se zřizují pro spotřebiče nad 2 kVA a u nichž je to výrobcem určeno: sporák (jedno- nebo trojfázově), pračka, sušička, mikrovlnná trouba, mandl a ohřívač TUV.

Spotřebiče sloužící jako zdroj vytápění (hlavní) nebo ohřev TUV se doporučuje připojit na samostatné obvody. Je-li na jeden obvod připojeno více spotřebičů, musí se volit průřez vodičů podle celkového připojeného příkonu a spotřebiče musí být připojeny pevně, k jejich připojení se nesmí používat zásuvek. Při užití elektřiny jako základního způsobu vytápění nesmí být použito jističe s podpěťovou spouští (při poklesu napětí nebo výpadku napájení se jistič vypne, ale při obnovení napájení už sám nenaskočí). Při elektrickém vytápění a ohřevu TUV musí být elektroinstalace rozdělena na samostatné obvody pro vytápění a samostatné obvody pro přípravu TUV. Elektrické topidlo s větším příkonem než 2 kVA musí být zapojeno tak, aby při plném výkonu byly všechny tři fáze rovnoměrně zatíženy.

9.7 Podlahové a stropní vytápění

Pro uvedená zařízení platí ČSN 33 2000-7-753. Vztahuje se na instalace podlahových a stropních topných systémů a neřeší stěnové topní systémy. Pro podlahové a stropní vytápění lze použít akumulačních nebo přímotopných systémů realizovaných pomocí topných kabelů nebo deskových ohebných topných prvků.

K zajištění **ochrany před úrazem elektrickým proudem** je u těchto systémů zakázáno použít ochranu zábranou, ochranu polohou, ochranu nevodivým okolím a ochranu neuzemněným místním pospojováním.

K zajištění **ochrany automatickým odpojením** napájení se musí použít **proudový chránič** s jmenovitým vybavovacím proudem $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$ a to i pro napájecí obvody zařízení s třídou ochrany II. Vodivý kryt, oplet nebo rošt se musí spojit s ochranným vodičem instalace, aby se vytvořilo doplňující pospojování. Pokud se vodivý kryt přidává, tak v podlaze nad vytápění a ve stropě pod vytápění. Pokud se použije ochrana **elektrickým oddělením**, musí splňovat požadavky ČSN 33 2000-4-41 ed. 2 a musí být použita samostatně pro každý okruh vytápění.

Pro ochranu před účinky tepla musí být použito vhodného opatření (vhodným návrhem, ochranným zařízením, ...), které zajistí, aby teplota v pásmu topení byla omezena na max. 80 °C. Topné jednotky nesmí křížovat dilatační spáry a musí být ke studeným vodičům připojeny pomocí trvalých spojů.

Z hlediska působení **vnějších vlivů** musí mít topné jednotky instalované do stropů krytí minimálně IP X1 a jednotky instalované do podlah z betonu a podobných v krytí IP X7. Pro studené

vodiče a kontrolní vodiče instalované v pásmu vytápěných ploch se musí brát v úvahu zvýšení teploty okolí (vliv AAx).

V rozváděči topného systému musí být přístupně a trvale uložen výkres obsahující:

- typ topných jednotek,
- délku (plochu) jednotek,
- rozložení topných jednotek,
- umístění přípojných krabic,
- instalovaná/vytápěná plocha,
- určený měrný odpor,
- stanovený vybavovací proud chráničů,
- počet topných jednotek,
- měrný příkon na jednotku povrchu,
- umístění topných jednotek,
- vodiče, ochrany apod.,
- užité napětí,
- určená nadproudová ochrana.

Po dokončení instalace předá dodavatel majiteli objektu **popis topného systému** (popis konstrukce, schéma rozmístění, údaje o použitém regulačním zařízení a údaje o typu topných jednotek a jejich max. provozní teplotě). Majitel objektu předá jednotlivým uživatelům prostoru **instrukce pro použití** (obsah instrukce je uveden v příloze normy ČSN 33 2000-7-753). Provozní pokyny pro použití systému musí být trvale připevněny na vnitřní straně dveří všech rozvodnic systému nebo v jejich blízkosti. Je třeba dbát zvýšené opatrnosti na omezení umístění vnitřního zařízení apod.:

- Přídavné podlahové krytiny, např. koberce, mohou zvyšovat teplotu podlahy, a tím nepříznivě ovlivnit výkon topného systému.
- Kusy vnitřního zařízení pevně zakrývající podlahu a/nebo vestavěné skříně mohou být umístěny pouze na nevytápěných plochách.
- Skříně s výškou až ke stropu se mohou umisťovat pouze pod nevytápěnou plochu.
- Zákaz instalování pronikajících prostředků v místě umístění podlahových nebo stropních systémů (zarázky dveří, vruty, ...).

9.8 Elektrická zařízení na hořlavých hmotách a v hořlavých hmotách

Problematikou se zabývá ČSN 33 2312 ed. 2. **Elektrická zařízení** uložená na nebo v hořlavých podkladech nesmí způsobit vznícení stěn (včetně jejich případných výplní), podlah a stropů, případně podhledů (včetně jejich výplní). Jedná se o vnější vliv CA2 Konstrukce budov – Hořlavé. Kryt elektrického zařízení (svítidla, atd.) nesmí překročit na svém povrchu 90 °C, v případě poruchy až 120 °C. Toto je nutné dodržet především, pokud se na krytu mohou hromadit hořlavé materiály, jako je prach nebo vlákna v množství dostačujícím k založení požáru (dílny, atd.).

Pro EZ na hořlavých hmotách se musí používat Cu vodiče s průřezem minimálně 1,5 mm², které nešíří plamen. Kabely a vodiče musí být chráněny před poškozením buď spolehlivým upevněním, nebo uložením do elektroinstalační trubky, lišty, kanálu nebo do dutiny. Elektroinstalační krabice musí být určené pro lehké duté stěny, být tepelně odolné (850 °C, zkouška žhavou smyčkou) a musí mít ochranu proti vniknutí malých předmětů IP 3X, např. krabice viz obrázek 9.14. Jiné části systému vedení než zmínované krabice a kabely musí být v případě použití zcela uzavřeny v nehořlavých stavebních materiálech. Obvody SELV nebo PELV musí být opatřeny izolací (zkušební napětí AC 500 V po dobu 1 minuty) nebo v krytu stupně ochrany IP2X nebo IPXXB.



Obrázek 9.14: Krabice vhodné do dutých stěn z hořlavých materiálů.

U elektrických silových obvodů sítí TN a TT, které jsou kladený na hořlavé látky, musí být použito **proudového chrániče** s $I_{\Delta n} \leq 300$ mA. Za kritický výkon, který dokáže iniciovat požár na normálně hořlavém podkladu, se považuje 70 W. Základním předpokladem je, že k iniciaci požáru dochází v místě poruchy elektrického zařízení v důsledku úniku proudu do ochranného vodiče PE. Z tohoto důvodu se předepisuje použití proudového chrániče.

Stavební hmoty se rozdělují podle třídy reakce na oheň A1 až F podle ČSN EN 13501-1, jak shrnuje tabulka 9.12. Třídou A1 jsou označeny výrobky zcela nepřispívající k intenzitě požáru a třídou F výrobky výrazně se podílející na intenzitě požáru. Dříve se používalo dělení podle stupně hořlavosti A až C3 podle již neplatné ČSN 73 0862. Základní rozdíl je, že stupeň hořlavosti hodnotí samostatně jednotlivé hmoty, zatímco třída reakce na oheň hodnotí celý stavební výrobek v konečném provedení (například zateplovací systémy apod.).

Tabulka 9.12: Třídy reakce na oheň a stupeň hořlavosti.

Třída reakce na oheň (platná)	Příklady	Stupeň hořlavosti (neplatná)	Označení
A1	kámen, beton, cihly, malty, omítky, kovy, minerální vlna	A	nehořlavé
A2	sádrokarton, minerální vlna		
B	cementotřískové desky, dřevěné desky s protipožárním nátěrem	B	nesnadno hořlavé
C	dubové parkety, smrková podlaha s nátěrem a spodní vzduchovou mezerou	C1	těžce hořlavé
D	OSB desky, překližka, HPL desky, konstrukční dřevo, smrkové dřevo	C2	středně hořlavé
E	laminátové podlahoviny, linoleum, PVC, koberec	C3	lehce hořlavé
F	polystyren bez úpravy, desky z plastů bez úpravy		

Na normálně hořlavé látky lze montovat EZ k tomu určená výrobcem a označená viz obrázek 9.15 a). **Do normálně hořlavých** látek lze montovat EZ k tomu určená výrobcem a označená viz obrázek 9.15 b). Značky určující montáž svítidel na hořlavé podklady jsou popsány v kapitole 9.6.1.



Obrázek 9.15: Značky označující: a) předmět pro montáž na hořlavé látky, b) předmět pro montáž do hořlavých látek.

Elektrická zařízení, která nejsou určena k výrobě tepla a přitom nejsou určena pro montáž na a do hořlavých látek, je nutno oddělit od hořlavých hmot. Oddělení je možné pomocí nehořlavé tepelně izolační podložky, lůžka nebo vzduchovou mezerou, a to po celé styčné ploše, viz tabulka 9.13. Vhodným materiélem jsou **cementovláknité desky**, ale je možné použít i sádrů. Upevňovací šrouby se nepokládají za nebezpečné z hlediska vedení tepla. Vzduchovou mezeru je možné použít jen při montáži na hořlavé látky a ne do nich! V konstrukcích šířících požár (např. v dutých stěnách) se **nepřipouští** upevňování elektrických zařízení jako jsou zásuvky a spínače uchycené pomocí drápků. Výjimkou jsou domovní elektrické přístroje, krabicové rozvodky, krabice s elektrickými přístroji do 16 A, 400 V, pokud jsou z látky alespoň odolné proti šíření plamene. Silové vodiče a kabely i staršího značení CY, CYKY, ... mají zkoušku odolnosti proti šíření plamene a lze je tedy ukládat na nebo do hořlavých hmot.

Tabulka 9.13: Podmínky uložení elektrických předmětů do hořlavých látek a na ně.

Elektrický předmět	Nehořlavá tepelně izolační podložka nebo lůžko	Vzduchová mezera
	tloušťky alespoň	
Rozvaděče , stroje a spotřebiče	10 mm	50 mm
Přístroje elektroinstalační materiál a svítidla	5 mm	30 mm

Hořlavé podklady pro povrchovou úpravu do tloušťky 1 mm na nehořlavých podkladech se považují za nehořlavé [1]. Pro přímou montáž na hořlavé podklady všech stupňů jsou schváleny zásuvky a vypínače v **krytech z lehké slitiny hliníku** a dále zařízení v masivních krytech (litina). **Elektroinstalační trubky a lišty z PVC** je možno klást na a do hořlavých podkladů, většina typů je na to zkoušených. Trubky z polypropylenu (**PP**) a polyethylenu (**PE**) nelze ukládat na hořlavé podklady ani do nich. Každý svazek hořlavých trubek musí mít připojenou visačku s nápisem „Materiál není samozhášivý“.

Dle normy ČSN 33 2000-4-482 pokud máme duté stěny z hořlavých materiálů nebo z hořlavých výplní, lze do nich ukládat EZ bez odolnosti na šíření plamene pouze v případě obložení stěny skelnou tkaninou o tloušťce 12 mm a rovnocenným materiálem nebo musí být EZ uloženo do 100 mm skelné nebo minerální vaty. V takovém případě není možné opomenout zhoršení odvodu tepla. **Na půdách a v hořlavých stropech** lze při kladení na nebo do hořlavého podkladu použít jen příslušenství vedení s krytím alespoň IP42.

Základní bezpečné vzdálenosti elektrických spotřebičů od hořlavých hmot určuje tabulka 9.14. Při umísťování elektrických spotřebičů je rovněž vždy nutno přihlédnout k pokynům výrobce zařízení. Snížení vzdálenosti je možné provést s využitím ochranného opatření v souladu s požadavky ČSN 06 1008 (nehořlavá deska pevně vložená mezi spotřebič a hořlavou hmotu, ne však přímo u spotřebiče nebo hořlavé hmoty).

Tabulka 9.14: Základní bezpečné vzdálenosti elektrických spotřebičů od hořlavých hmot.

Elektrický spotřebič	Ve směru hlavního sálání tepla	V ostatních směrech sálání tepla
Sporák (včetně kombinovaného)	750 mm	50 mm
Vestavná varná jednotka	750 mm	10 mm
Spotřebič, který není konstruován pro umístění přímo u hořlavých hmot (např. přímotopný konvektor, teplovzdušný ventilátor)	500 mm	100 mm
Průtokové ohříváče vody	50 mm	10 mm

9.9 Elektrické instalace v nábytku

V dnešní době je instalace v nábytku běžnou součástí domácnosti. Většinou se jedná o osvětlení skříní a postelí nebo zásuvky ve stole. Elektrická zařízení pro použití v nábytku musí být volena dle rizika mechanického poškození a rizika vzniku požáru. Obecné předpisy určuje norma ČSN 33 2000-7-713. Takovýto nábytek je možné připojit pouze jednofázově s maximálním proudem 16 A.

Připojení nábytku může být provedeno ohebným kabelem s pryžovou izolací, a to pevně i pomocí zásuvkového spojení. Pokud je instalace v nábytku připojena pevným přívodem, provádí se jeho připojení vodiči pro pevné uložení. Pokud je připojen pomocí zásuvkového spojení, je možné provedení ohebným kabelem s izolací PVC.

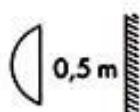
Pokud je vedení uvnitř nábytku vystaveno pohybu, má být provedeno ohebným kabelem nebo ohebnými vodiči. Minimální průřez je $1,5 \text{ mm}^2$, u ohebných kabelů nebo vodičů délky do 10 m se povoluje průřez $0,75 \text{ mm}^2$. Vedení musí být chráněno před poškozením (upevněním, uložením v liště, v trubce nebo v dutině, která byla pro vedení vytvořena) a musí být odlehčeno od tahu.

Krabice, přístroje atd. musí mít krytí minimálně IP 3X, musí být k nábytku upevněny a musí být tepelně odolné.

Svítidla, zásuvky apod. nesmějí mít povrchovou teplotu vyšší než:

- 90°C za normálního provozu,
- 115°C za poruchy.

Na svítidle nebo v jeho blízkosti musí být vyznačen maximální výkon (W). Je nutné dodržet bezpečné vzdálenosti od hořlavých částí podle pokynů výrobce. Značka pro minimální vzdálenost svítidla 0,5 m ve směru toku světla je na následujícím obrázku. Značky pro elektrické předměty, vhodné pro montáž na hořlavé materiály, jsou popsány v kapitole 9.8 a 9.6.1.



Obrázek 9.16: Značka pro minimální vzdálenost.

Pokud při uzavření nábytku hrozí, že teplo vyvinuté elektrickým zařízením způsobí požár, musí být použit spínač, který zařízení při jeho zavření spolehlivě odpojí – příkladem může být osvětlení ve sklápěcí posteli.

9.10 Uzemnění a ochranné vodiče

Pokud je instalace vybavena zemničem, musí tento **zemnič** být pomocí uzemňovacího přívodu spojen s hlavní ochrannou svorkou nebo přípojnici. Obvykle používané materiály pro zemniče splňují požadavky z hlediska působení koroze a mechanické pevnosti od minimálních průřezů, které uvádí tabulka 9.15. Tyto zemniče je možno uplatnit jak pro ochranu před úrazem elektrickým proudem, tak pro ochranu před bleskem.

Je možné používat základové zemniče v betonu nebo základové zemniče v půdě. Za předpokladu řádného vodivého spojení je možné využít kovové výztuže betonu (kromě výztuže v předpjatém betonu) uloženého v zemi. Podle místních podmínek lze také využít kovové pláště nebo jiné kovové obaly kabelů či jiná vhodná podzemní kovová díla (např. potrubí, mimo plyn).

Jestliže se pro uzemnění používají různé materiály, je třeba počítat s elektrolytickou korozí, kterou specifikuje tabulka 5.1. V ČR se v půdě běžně vyskytuje různé kovové části, proto se měď používá jen výjimečně. Uzemňovací přívody ze žárem pozinkované oceli nesmí být připojené k základovému zemniči přímo v půdě.

Uzemňovací přívody nesmí mít průřez menší než 16 mm^2 mědi (bez bleskové ochrany 6 mm^2) nebo 50 mm^2 oceli. Pokud je holý uzemňovací přívod uložen v půdě, musí splňovat parametry viz tabulka 9.15. Nesmí se používat hliníkových vodičů.

Průřez **ochranného vodiče** bývá v domácích instalacích ze stejného materiálu jako vodiče vedení. V tom případě má do průřezu vedení 16 mm^2 Cu stejný průřez i ochranný vodič. U vodičů vedení s větším průřezem, nejvýše však 35 mm^2 , je postačující ochranný vodič o průřezu 16 mm^2 (u vodičů PEN platí pravidla pro nulové vodiče). Průřez ochranného vodiče je také možné stanovit výpočtem, a to i v případě, že ochranný vodič není ze stejného materiálu. Pokud je ochranný vodič společný pro více obvodů, musí být zvolen tak, aby odpovídal průřezu největšího z fázových vodičů. Ochranný vodič může být i holý (ne však vodič PEN). Ochranný vodič nesmí být vybaven žádným spínacím přístrojem.

Tabulka 9.15: Minimální rozměry zemničů uložených v půdě nebo betonu.

Materiál	Tvar	Průměr/průřez	Poznámka
Pozinkovaná ocel	pásek	90 mm ²	minimální tloušťka 3 mm
	pásek v betonu	75 mm ²	minimální tloušťka 3 mm
	drát	10 mm	8 mm v půdě s rezistivitou > 50 Ωm
	lano uložené v betonu	70 mm ²	
	tyčový zemnič	16 mm	uložená svisle, 8 mm v půdě s rezistivitou > 50 Ωm
	trubka	25 mm	svisle, min. tloušťka 2 mm nebo 15 mm s tloušťkou 3 mm v půdě s rezistivitou > 50 Ωm
Nerezová ocel	pásek	90 mm ²	minimální tloušťka 3 mm
	drát	10 mm	
	tyčový zemnič	16 mm	uložená svisle
	trubka	25 mm	svisle, min. tloušťka 2 mm
(Měď')	pásek	50 mm ²	minimální tloušťka 2 mm
	drát	50 mm	povrchový zemnič
	lano	50 mm	jeden pramen s D = 1,7 mm
	tyčový zemnič	15 mm	uložená svisle
	trubka	20 mm	svisle, min. tloušťka 2 mm
Např. rezistivita rašeliny je 30 Ωm, ornice 100 Ωm, vlhký písek 200 až 300 Ωm.			
Pro zemniče v betonu lze využít vodiče Fe bez ochrany proti korozi s průřezem nejméně 100 mm ² a to buď z drátu s průměrem 11,3 mm, nebo tuhého pásku s minimální tloušťkou 3 mm. V případě, že je rezistivita půdy > 50 Ωm, lze využít holých Fe vodičů s průřezem pásku 150 mm ² a tloušťkou 4 mm, drátu nebo tyče s průměrem 10 mm a nebo trubky s průměrem 15 mm a stěnou s tloušťkou 4 mm.			

Průřez žádného ochranného vodiče, který není součástí kabelu, nebo který není ve společném obložení s vodiči vedení, nesmí být menší než:

- 2,5 mm² Cu, pokud je chráněn před mechanickým poškozením (např. v trubkách nebo kanálech),
- 4 mm² Cu, pokud není chráněn před mechanickým poškozením,
- 16 mm² Al.

Vodiče **PEN** se mohou používat pouze v pevných instalacích a z důvodu mechanické pevnosti nesmí mít průřez menší než **10 mm² Cu** nebo **16 mm² Al**. Výjimkou v ČR je povoleno u pevných instalací sítě TN v částech pro připojení elektroměru a bytové rozvodnice použít vodič PEN s průřezem minimálně **6 mm² Cu** nebo **10 mm² Al**. Tato výjimka platí v případě, že:

1. průřezy všech vodičů odboček k elektroměru a vedení od elektroměru jsou shodné,
2. rozdělení vodiče PEN na PE a N je provedeno v nejbližším vhodném místě rozvodu za elektroměrem (např. v bytové rozvodnici apod.) a
3. vodič PEN s tímto nižším průřezem není delší než 15 m.

Pro zajištění ochranné funkce v elektrické instalaci mohou být použity **náhodné ochranné vodiče**. Mohou to být různé vodivé části a předměty, které mají jinou funkci, ale jejich vlastnosti vyhovují parametrům ochranného vodiče. Náhodnými ochrannými vodiči mohou být:

- kovové pláště kabelů, stínění kabelů, pancérování kabelů, drátěné pletivo, koncentrické vodiče, kovové instalační trubky a další předměty splňující požadavky,

- kovová vodovodní potrubí (pouze v ČR),
- kovové kryty nebo kostry elektrických předmětů a jiných zařízení.

Náhodné ochranné vodiče musí splňovat tyto požadavky:

- a) náhodný ochranný vodič se nesmí používat jako pracovní vodič (PEN),
- b) elektrické spojení musí mít zajištěnu ochranu proti mechanickému a elektrochemickému poškození,
- c) jejich vodivost musí být ekvivalentní vodivosti ochranných vodičů popsaných v této kapitole,
- d) je třeba zajistit, aby byla zachována jejich účinnost, pokud se musí při práci přerušit (např. při výměně nebo opravě potrubí nebo vodoměru), tzn. nahradit jiným spojením,
- e) náhodné vodiče musí toto použití konstrukčně umožňovat.

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

- potrubí obsahující potenciálně hořlavé látky, jako jsou plyny, kapaliny, prachy,
- konstrukční části vystavené za normálního provozu mechanickým namáháním,
- pohyblivá nebo poddajná kovová vedení a kovové části, pokud pro účel ochranných vodičů nejsou přímo navržená,
- podpěry vodičů, kabelové lávky a kabelové žebříky (pokud nejsou pro tento účel projektovány).

Pokud se vodovodní potrubí používá jako ochranný vodič nebo vodič pospojování nebo uzemnění (jen se souhlasem majitele) a plynové potrubí jako vodič pospojování, musí být vodoměr nebo plynometr přemostěn. Propojovací vodič musí splňovat parametry pro dané využití vodiče, které byly uvedeny výše (např. v obytných budovách to může být Fe vodič o průřezu 50 mm², Cu vodič o průřezu 6 mm², atd.). Z důvodu nesouhlasu vodárenských organizací a častému používání nevodivých materiálů na vodovodní potrubí se použití vodovodních potrubí jako uzemnění obvykle nepřipouští.

9.11 Ukládání základových zemničů

Holé kovové **zemniče zcela uložené v betonu** mohou být použity pro účely uzemnění, protože beton v základech budovy má určitou vodivost a velkou kontaktní plochu s půdou. Beton však nesmí být izolován od půdy např. tepelnou izolací. Holé nebo pozinkované vodiče uložené hlouběji než 5 cm v betonu jsou chráněny před korozí po celou dobu života budovy (využívá se rovněž vodivosti výztuže). Pokud jsou betonové základy kompletně chráněny před únikem tepla použitím nevodivých materiálů, nebo proti vodě (např. fólií tlustší než 0,5 mm), musí být využity jiné uzemňovací soustavy, např. doplňující základové zemniče v betonu uložené pod izolací základů nebo základové zemniče uložené v půdě. V každém případě může být využit pozitivní účinek betonové výztuže pro ochranné účely.

Základové zemniče v betonu bez kovové výztuže se většinou provádí pomocí vzájemně propojených obdélníků s rozměry do 20 m. Pro uložení v menší hloubce než 5 cm se musí provést vhodná opatření. Zemničí pásky se upevňují v poloze na hraně, aby se v betonu zabránilo vzniku dutin pod páskem. Jestliže je v betonu výztuž, měla by být připevněna k vodičům uzemnění ve vzdálenostech menších než 2 m.

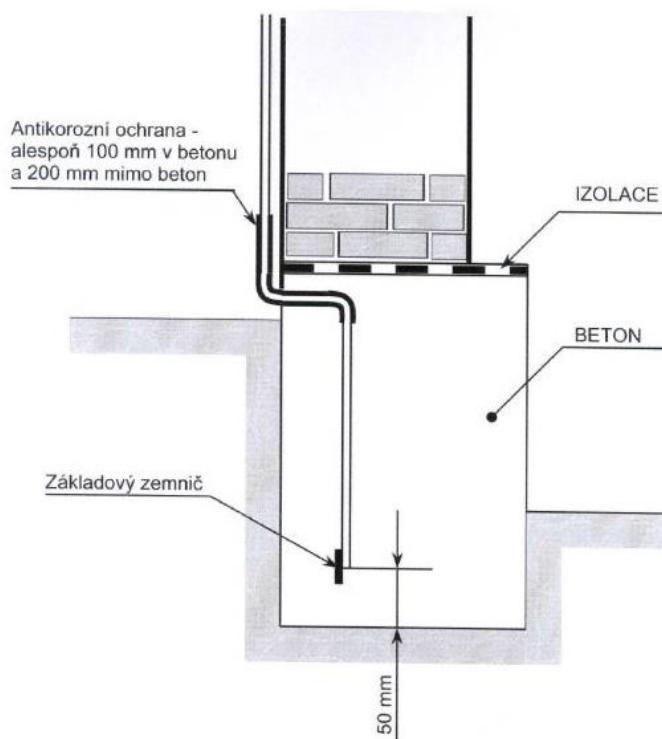
Vodiče zemniče v betonovém základu musí mít přívod pro spojení s elektrickou instalací budovy a hlavní uzemňovací svorkou, případně další přívody pro svody systému ochrany před bleskem. V bodě připojení musí být vývodové oko pro účely měření.

U ocelových vodičů procházejících půdou je nutné brát v úvahu problémy s korozí a vodiče by měly vstupovat do betonu uvnitř budovy nebo ve vhodné výšce nad úrovní terénu. Chránit je třeba:

- všechny spoje zemničů,
- podzemní spoje uzemňovacích přívodů,
- přechody ocelových zemničů a uzemňovacích přívodů mezi dvěma rozdílnými prostředími.

Žádný ocelový zemnič nesmí být veden přímo z betonového základu do půdy, pokud není z nerezové oceli nebo není jinak chráněn. Pozinkování nebo ochrana provedená nátěrem nejsou po určité době dostatečné. Je tedy nutné chránit proti korozi pasivní ochranou (např. asfaltovou zálivkou, licí pryskyřicí, antikorozní páskou apod.) až do těchto vzdáleností:

- při přechodu z půdy v délce nejméně 30 cm pod povrch a 20 cm nad povrch;
- při přechodu ze základového zemniče:
 - z betonu do půdy nejméně 30 cm v betonu a 100 cm v půdě;
 - z betonu na povrch nejméně 10 cm v betonu a 20 cm nad povrchem (obrázek 9.17);
- při přemostování dilatačních spár přemostění spáry a alespoň 20 cm v betonu na obou stranách spáry.



Obrázek 9.17: Antikorozní ochrana zemniče z páskové oceli v betonovém základu [4].

Osoba znalá by měla před zalitím betonem provést celkové posouzení uzemňovací soustavy a vypracovat o tom zprávu včetně popisu, plánů a fotografií.

Zemniče uložené do půdy mohou být provedeny z:

- oceli pozinkované v ohni,
- nerezové oceli.

Provedení v mědi není v ČR doporučeno. Spojení různých kovů se nesmí dostat do kontaktu s půdou. Všeobecně platí, že rozdílné kovy a slitiny by se neměly používat. Zemniče by se měly ukládat do co nejvlhčích míst půdy a mimo skládky odpadů, např. hnoje, močůvky, koksu atd., jejichž prosakování do půdy může způsobovat korozi zemničů.

Horizontálně uložené zemniče se ukládají buď jako základové zemniče budov (základová smyčka po celém obvodu budovy), a nebo v horizontálních výkopech (vodiče uložené ve výkopech v hloubce okolo jednoho metru). Výkopy by se měly zahazovat hlínou, v žádném případě kameny nebo popelem, které nedrží vlhkost.

U **vertikálně uložených tyčových zemničů** značné délky je třeba pamatovat na to, že půda bývá homogenní jen zřídka a že tyče značné délky mohou dosáhnout podkladových vrstev o nízké nebo zanedbatelné rezistivitě. Odpor zemniče je možno snížit tím, že se několik vertikálních tyčí paralelně spojí, přičemž je mezi nimi vzdálenost alespoň na délku jedné tyče.

Desky uložené v zemi se v ČR z ekonomických důvodů nepoužívají.

Tam, kde jsou horní vrstvy půdy vodivější než vrstvy spodní, se doporučuje užít zemniče z pásků nebo drátů. Tam, kde jsou spodní vrstvy půdy dobře vodivé, se doporučuje užít zemniče z jednotlivých tyčí nebo zemniče hloubkové.

Každé jednotlivé uzemnění ochranného vodiče z hlediska ochrany při poruše v síti TN má mít odpor nejvýše 15Ω . Na konci vedení a odboček sítě a v uzlu zdroje má být odpor uzemnění nejvýše 5Ω .

10 Elektrická zařízení ve zvláštních prostorech

10.1 Elektrická zařízení pro venkovní osvětlení

Pro svítidla, která jsou součástí venkovní, pevné instalace, platí ČSN 33 2000-7-714 ed. 2, např. osvětlení pro zahrady a prostranství přístupná veřejnosti. Tyto předpisy se netýkají svítidel, která jsou upevněna na vnější straně budovy a jsou z ní napájena.

U venkovního osvětlení se předpokládá působení těchto vlivů: AA2 a AA4 (teploty od -40 do $+40$ °C), AB2 a AB4 (relativní vlhkosti mezi 5 a 100 %), AD3 (přítomnost vodní tráště) a AE2 (přítomnost malých předmětů). Krytí musí být alespoň IP 33. Ostatní vlivy (chemická agresivita, flóra a fauna apod.) záleží na místních podmínkách, kterým se přizpůsobí i krytí, intervaly čištění apod.

Živé části elektrických zařízení musí být uzamčeny ve skříních a krytech (přístupných klíčem nebo náradím) nebo musí být výše než 2,5 m. Při otevřených dveřích elektrických zařízení musí být krytí alespoň IP 2X nebo IP XXB. Svítidlo musí být výše než 2,8 m, jinak může být přístupné pouze po odstranění zábrany náradím.

Neživé části nesmějí být chráněny nevodivým okolím ani místním neuzemněným pospojováním. Vestavné osvětlení (budek, zastávek) musí být chráněno chráničem s vybavovacím proudem do 30 mA. U každého obvodu musí být zajištěna možnost individuálního odpojení napájeného vodiče. Provedení svítidel musí odpovídat jejich účelu a umístění (musí odpovídat příslušné části ČSN EN 60598).

10.2 Elektrická zařízení v koupelnách

Pravidla, která jsou zde uvedená, platí pro jakýkoliv prostor, v němž je upevněna koupací vana nebo sprcha. Může to být bud' místo určená pouze pro uvedený účel, nebo i jiná místo (např. ložnice). Elektrickými zařízeními v koupelnách a podobných prostorách se zabývá ČSN 33 2000-7-701 ed. 2. Pravidla pro prefabrikáty s vanou nebo sprchou, jako jsou například bytová jádra a sprchové skříně, jsou doplněna normou ČSN EN 60335-2-105.

10.2.1 Definice zón

V místnostech s vanou nebo sprchou je nutné respektovat zvláštní bezpečnostní opatření s ohledem na snížení odporu lidského těla ponořeného do vody. Požadavky normy jsou založeny na třech zónách označovaných 0, 1 a 2. Přitom pro každou z nich platí odpovídající pravidla týkající se elektrické instalace a charakteristických vlastností vhodných elektrických spotřebičů. Uvedené zóny znázorňuje obrázek 10.1. Je nutno si uvědomit, že situaci v koupelně může ovlivnit umyvadlo, které vytváří umývací prostor. Bytová koupelna je prostředí normální – AD1, koupelny s déle trvajícím provozem jsou hodnoceny jako prostředí mokré – AD4.

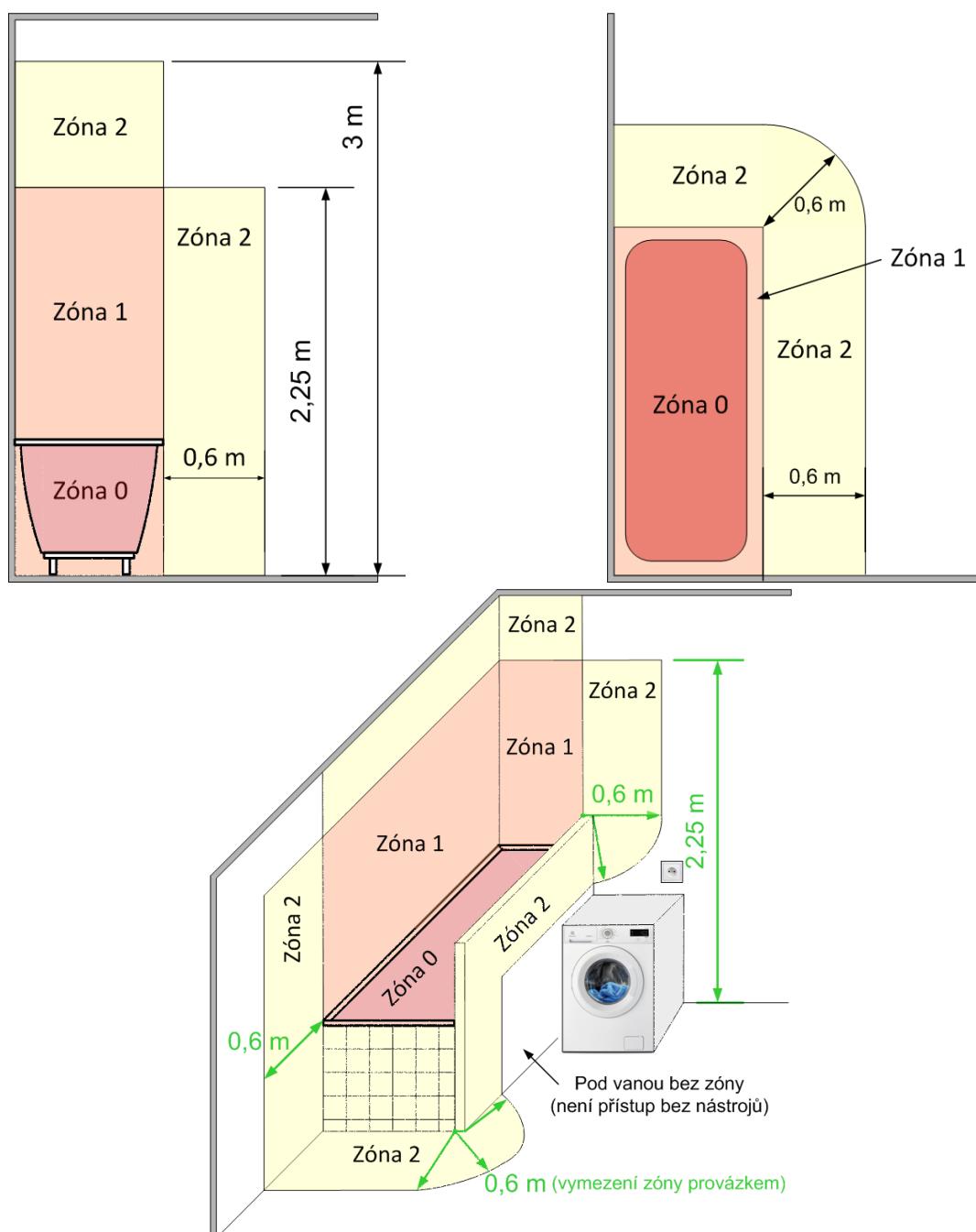
Zóna 0 – vnitřní prostor koupací nebo sprchové vany, viz obrázek 10.1. V prostoru se sprchou bez vany je zóna 0 vymezena podlahou a rovinou ve výši 0,1 m nad podlahou a její půdorys má stejný rozsah jako zóna 1, viz obrázek 10.2.

V této zóně mohou být pouze elektrické přístroje k tomu účelu výhradně určené, pevně připojené a provozované napětím SELV s napětím nepřesahujícím AC 12 V nebo DC 30 V, v krytí IP X7.

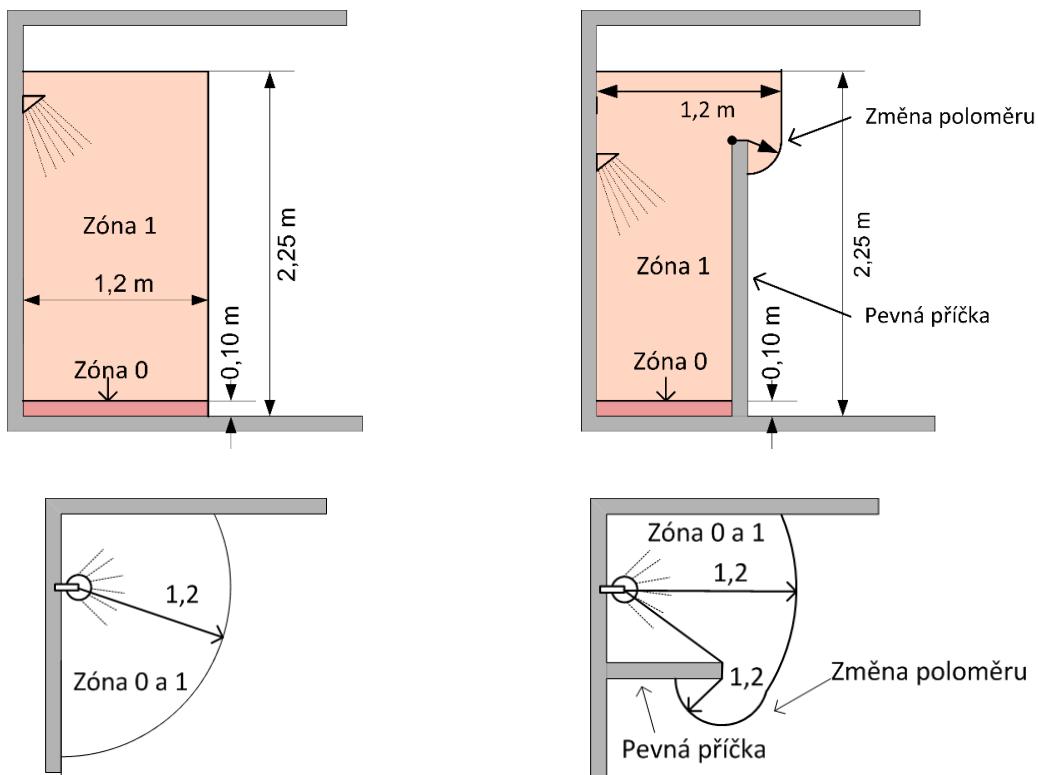
Zóna 1 – je ohrazena definitivním povrchem podlahy a vodorovnou rovinou ve výšce 2,25 m. Pokud je sprchová hlavice výše, je horní hranice v místě upevnění této hlavice. Jestliže je dno vany nebo sprchy výše než 0,1 m nad podlahou, doporučuje se brát výšku 2,25 m ode dna vany nebo sprchy. Dále je takto hodnocen prostor pod vanou, do kterého je možný přístup bez použití nástroje. Svislá plocha je ohrazena plochami, které obalují koupací nebo sprchovou vanu. Pokud není ohrazen vanou, je hranice zóny ve vzdálenosti 1,2 m od nesnímatelné hlavice sprchy.

V této zóně mohou být odbočovací krabice a doplňky pro EZ v zóně 0 a 1. Dále zde mohou být umístěna všechna EZ chráněná obvody SELV a PELV s napětím do AC 12 V nebo DC 30 V se zdrojem bezpečného napětí mimo zóny 0, 1 a 2. Ostatní EZ mohou v této zóně být, pouze pokud jsou pevně připojena a určena výrobcem pro tuto zónu. Jedná se o tato zařízení: ohříváče vody, sprchová čerpadla, vířivé vany, ventilační zařízení, sušiče ručníků a svítidla. Elektrické zařízení musí být v krytí IP X4.

Zóna 2 – prostor navazující na zónu 1 ve stejné výšce do vodorovné vzdálenosti 0,6 m. Zóna 2 je také nad zónou 1 až ke stropu nebo do výšky 3 m. Sprchy bez sprchové vany zónu 2 nemají. Lze zde umístit EZ povolená pro zónu 1 v krytí IP X4. Spínače a zásuvky zde umisťovat nelze, výjimku tvoří spínače a zásuvky obvodů SELV a PELV a zásuvky napájející holící strojky podle zvláštní normy.

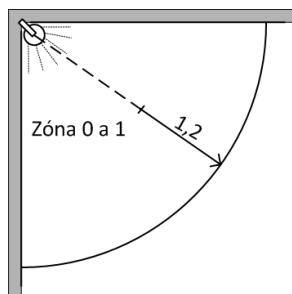


Obrázek 10.1: Definice zón v okolí koupací a sprchové vany.



Obrázek 10.2: Definice zón v okolí pevné sprchy bez sprchové vany.

Příklad rozměrů zón u (půdorysu) sprchy se snímatelnou hlavicí a bez jednoznačného vymezení sprchovacího prostoru zobrazuje obrázek 10.3. Pevnou neodstranitelnou stěnu je možno do určité míry použít k ohraničení výše uvedených zón – obrázek 10.2 vpravo dole.



Obrázek 10.3: Definice zón volné sprchy bez sprchové vany.

Vedení v zónách 0, 1 a 2. Vedení napájecí elektrická zařízení v zónách 0, 1 a 2 a umístěné v této zónách musí být uloženo v hloubce minimálně 5 cm pod povrchem (dočasně nebo pro velmi krátké úseky na povrchu). Vedení pro EZ v zóně 1, které je umístěné nad vanou (např. ohřívač vody), musí být buď svisle shora, nebo vodorovně po zdi k zadní straně spotřebiče. Vedení pro EZ v zóně 1, které je umístěné pod vanou, musí být buď svisle zdola, nebo vodorovně po zdi k zadní straně spotřebiče. Všechna ostatní vedení a příslušenství (např. krabice vypínače) uvnitř stěny nebo na stěně musí být uloženy tak, aby byly v hloubce minimálně 5 cm od povrchu, který je součástí zón 0, 1 a 2. Pokud uvedené požadavky není možné splnit, je možné provést náhradní ochranné opatření:

- elektrickým oddělením,
- SELV nebo PELV,
- vedení s vodičem PE doplněné ochranou proudovým chráničem s $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$,
- vedení s mechanickou ochranou proti poškození hřebíky a vrtáním.

Ve všech zónách musí být rozvody omezeny na vedení nezbytná pro provoz el. zařízení v koupelně.

10.2.2 Volba zařízení

Doplňková ochrana proudovým chráničem. V místnostech s koupací vanou či sprchou musí být všechny obvody chráněny proudovým chráničem ($s I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$) kromě obvodů s bezpečným malým napětím (SELV 12 V) nebo obvodů napájených z oddělovacího ochranného transformátoru. V ČR není předepsána ochrana proudovým chráničem pro pevně uložený ohřívač teplé vody. I když je pro jejich napájení možno doporučit ochranu proudovým chráničem s $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$, není to nařízeno pro nebezpečí velkých svodových proudů a tím i následných vypínání chrániče. V případě samostatného chrániče však nejsou tyto důsledky zásadní. Je však nutné doplňující pospojování.

Elektrické podlahové vytápění. Mohou být použity pouze topné kabely nebo topné rohože mající kovový oplet, ovinutý pásek. Tento vodivý obal musí být připojen k ochrannému vodiči napájecího obvodu. Toto neplatí, pokud je použito napájení SELV. Pro elektrické podlahové vytápění není dovoleno využítí ochranného elektrického oddělení.

Ochrana malým napětím SELV a PELV. Ochrana před dotykem živých částí musí být u přepážek a krytů minimálně stupněm krytí IPXXB nebo IP2X. Ochrana izolací musí odolávat zkušebnímu napětí AC 500V po dobu jedné minuty.



Oddělovací ochranný transformátor je takový transformátor, jehož primární a sekundární vinutí jsou elektricky oddělena. Používá se při ochraně elektrickým oddělením. Toto oddělení musí být na úrovni dvojité nebo zesílené izolace. Je to proto, aby se v obvodu napájeném ze sekundárního vinutí omezilo nebezpečí v případě, kdy by došlo k náhodnému proražení izolace mezi živými a neživými částmi. V takovém případě se totiž oddělený obvod uzemní v místě průrazu (např. i přes člověka, který se neživé části dotýká) a na neživé části se nebezpečné napětí neobjeví.



Bezpečnostní oddělovací transformátor. Z něj jsou napájeny obvody s bezpečným malým napětím (SELV, omezeným do 12 V). Ochranné a bezpečnostní oddělovací transformátory musí vyhovovat ČSN EN 60742 (popř. IEC 60742).

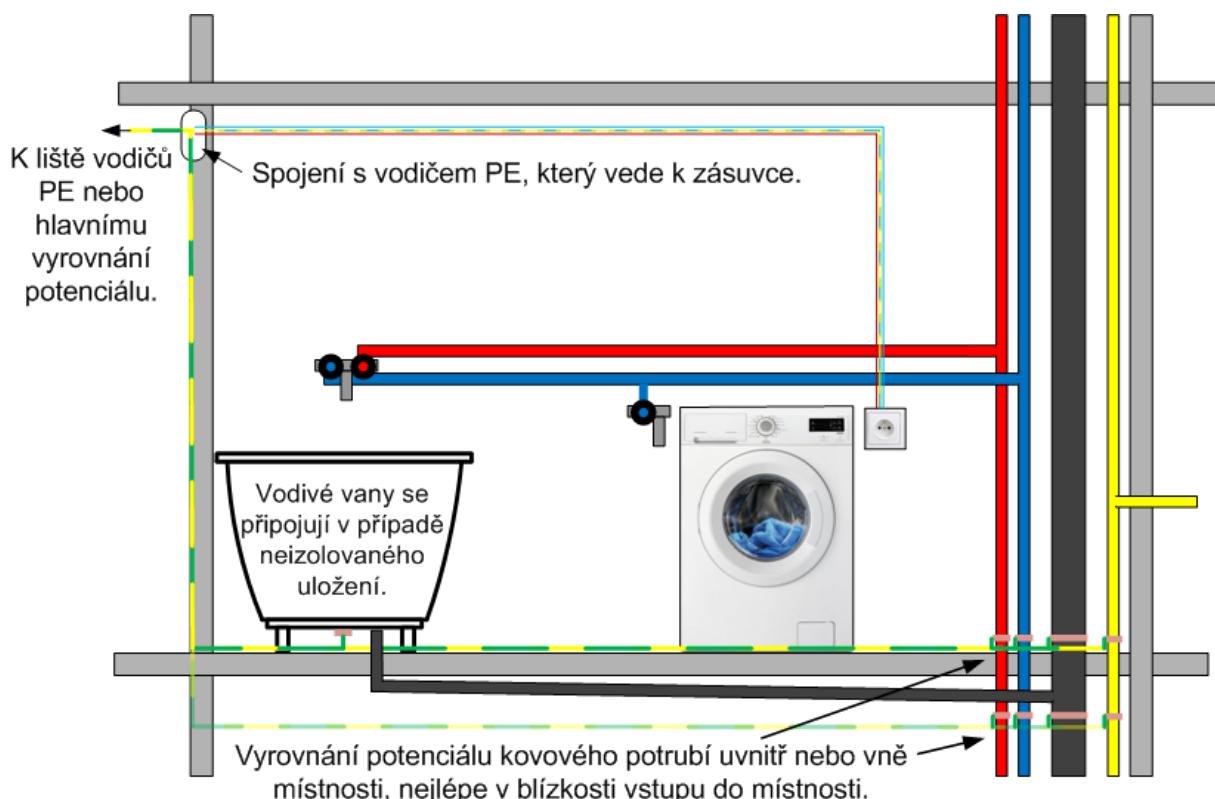
10.2.3 Nutnost pospojování

V místnosti s koupací vanou nebo sprchou musí být provedeno doplňující pospojování spojené s ochranným vodičem. Spojení má být provedeno vně nebo uvnitř místnosti, avšak nejlépe na vstupu cizích vodivých částí do místnosti, např. v krabicích nebo rozvaděči na vnitřní nebo vnější straně zdi. Pospojováním jsou spojeny kovové vodovodní a odpadní trubky, kovové části vytápění a klimatizace, kovové části plynovodu a přístupné kovové stavební prvky. Pospojováním nemusí být spojeny kovové dveřní zárubně ani okenní rámy. Koupací nebo sprchovací vanu připojujeme pouze v případě, pokud není uložena izolovaně od vodivých konstrukcí.

Není-li vodič pospojování součástí napájecího kabelu, musí být jeho nejmenší průřez:

- $2,5 \text{ mm}^2$, je-li chráněn před mechanickým poškozením,
- 4 mm^2 , není-li chráněn před mechanickým poškozením.

Za pospojování se považuje i samostatný ochranný vodič. Je-li rozvod realizován třemi vodiči (fázový, střední a ochranný), nemusí být kolíky zásuvek pospojovány dalším ochranným vodičem, stačí když je spojen s ostatními vodiči doplňujícího pospojování uvnitř nebo v těsné blízkosti tohoto prostoru.

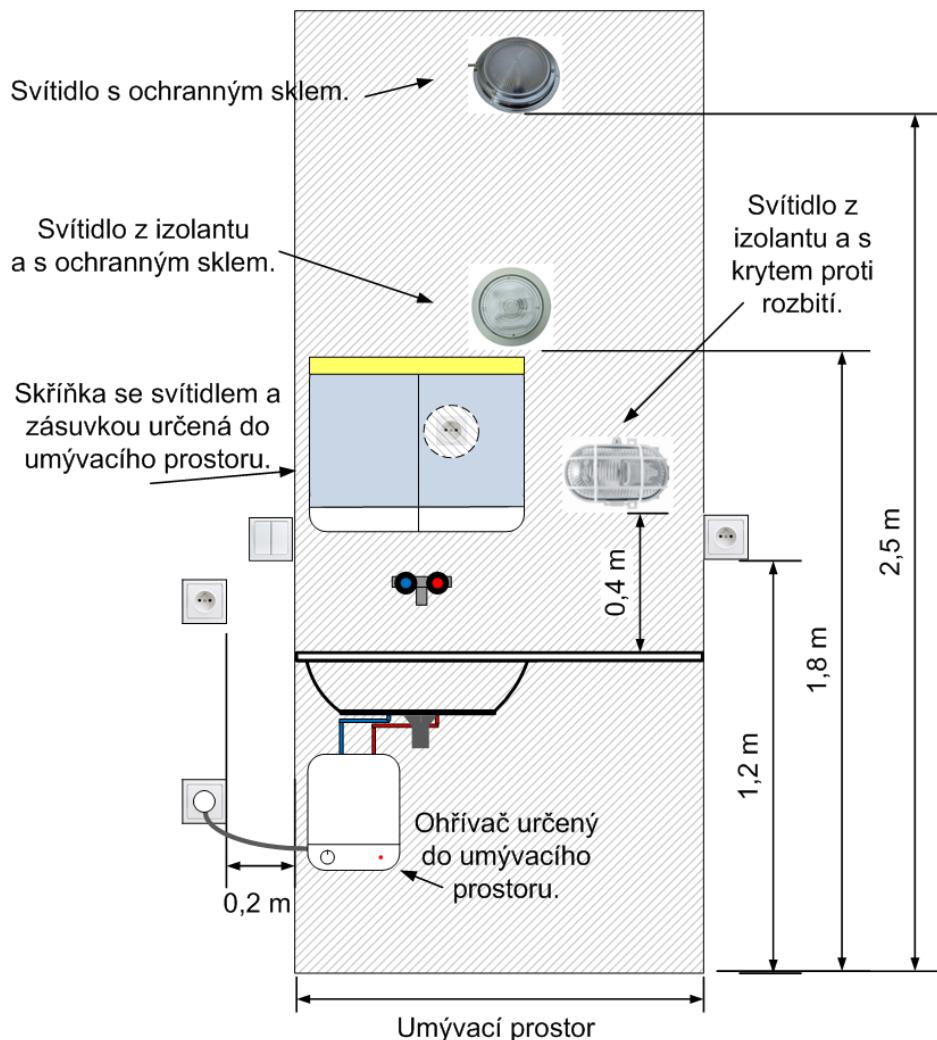


Obrázek 10.4: Provedení doplňujícího pospojování v koupelně.

10.3 Umývací prostory

Za umývací prostory se považuje okolí umyvadel, dřezů a podobně. Umístění spotřebičů a zásuvek znázorňuje obrázek 10.5. V případě, že dřez či umyvadlo má odkapávací část a tvoří jeden celek, je i tato část uvnitř umývacího prostoru. Za součást umyvadla se nepovažuje okolí umyvadla určené pouze pro odkládání věcí, i když tvoří jeden celek. Pro umývací prostory platí:

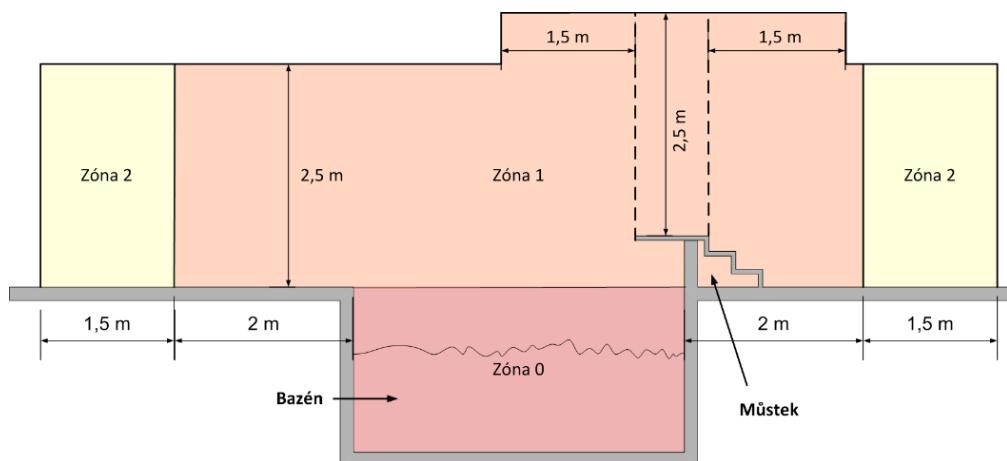
- Zásuvky a spínače mohou být umístěny pouze vně umývacího prostoru. Jsou-li do výše 1,2 m nad podlahou, musí jejich hrana být alespoň 0,2 m od hranice umývacího prostoru. Zásuvky a spínače mohou být v umývacím prostoru, jen pokud jsou součástí zařízení (zrcadlo, skříňka, apod.) a toto zařízení je určené do umývacího prostoru.
- Svítidlo v umývacím prostoru musí mít ochranné sklo. Pokud je níže než 2,5 m, musí být z izolantu. Pokud je níže než 1,8 m, musí mít kryt proti mechanickému poškození v krytí alespoň IP X1, ale zároveň musí být výše než 0,4 m nad umyvadlem.
- V umývacím prostoru mohou být jen spotřebiče, které jsou do tohoto prostoru konstrukčně řešeny a určeny výrobcem – např. průtokové ohříváče, odvětrávací zařízení, zrcadlové skřínky se svítidlem a podobně.
- Pokud je umyvadlo zabudováno do pracovní desky, která plynule navazuje na stěnu a všechny tyto spoje jsou těsné, potom pod touto deskou již umývací prostor není.
- Ochranné pospojování není nutno provádět pouze v umývárnách s prostředím normálním – AD1.



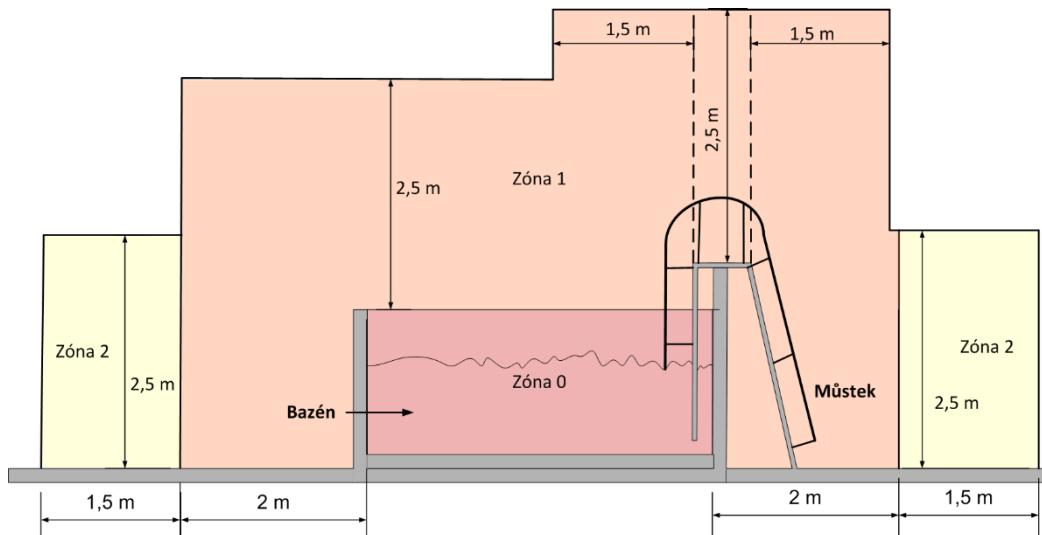
Obrázek 10.5: Umístování spotřebičů a zásuvek v okolí umývacího prostoru.

10.4 Elektrická zařízení bazénů, fontán a jiných nádrží

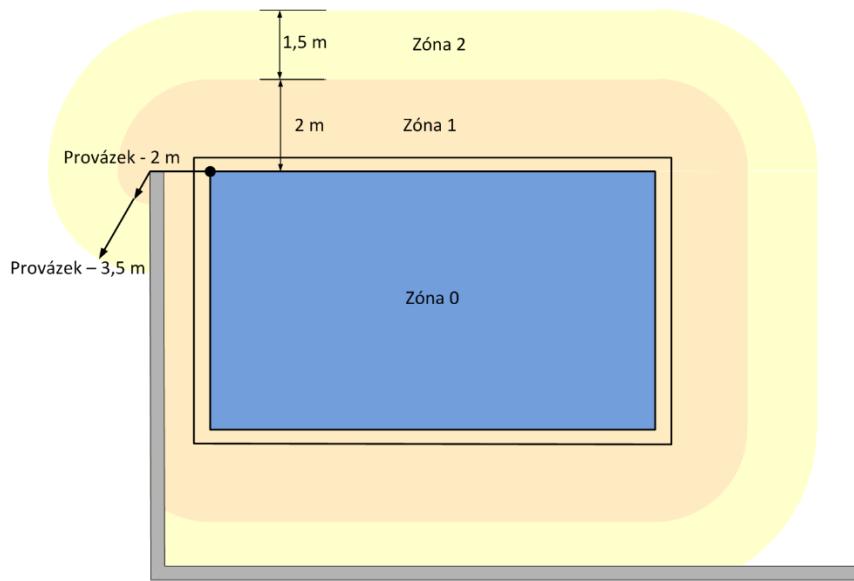
Požadavky na elektrická zařízení v blízkosti nádrží plaveckých bazénů, nádrží fontán a brodítěk vycházejí z toho, že nebezpečí úrazu elektrickým proudem je zde zvýšeno snížením odporu těla a kontaktem s potenciálem země. Pro plavecké bazény určené k léčebným účelům mohou být nezbytné speciální požadavky. Tato norma nezahrnuje použití mobilního vybavení bazénů, například čistícího zařízení.



Obrázek 10.6: Zóny u plaveckých bazénů.



Obrázek 10.7: Zóny u bazénů postavených nad úrovní terénu.



Obrázek 10.8: Zóny u plaveckých bazénů v případě pevných přepážek kolem bazénů.

Pro uplatnění dále uvedených pravidel je třeba vysvětlit, že:

- **nádrž fontán** je část fontány shromažďující vodu vychrlenou fontánou, která je určena pro dekoracní účely, kde voda prýští ze zdroje plní bazén fontány. Pokud se u nádrže fontány předpokládá používání osobami pro osvěžení (či jiný přímý kontakt), platí pro nádrž požadavky pro plavecké bazény.
- **Příčky omezující zóny** musí být vyšší než 2,5 m, nebo musí být zakončeny stropem. Součástí těchto příček mohou být okna a dveře.

Požadavky normy (ČSN 33 2000-7-702 ed. 3) jsou založeny na zónách definovaných dále, jejichž příklady jsou znázorněny na obrázcích níže.

zóna 0 – vnitřek nádrží včetně otvorů v jejich stěnách nebo dnech, nádrže určené k čištění nohou, vodní proudy nebo vodopády a prostor pod nimi.

zóna 1 – je vymezena:

- hranicí zóny 0,
- svislou rovinou 2 m od okraje nádrže,

- podlahou nebo povrchem, na němž mohou být osoby,
- vodorovnou rovinou 2,5 m nad podlahou nebo povrchem určeným pro osoby.

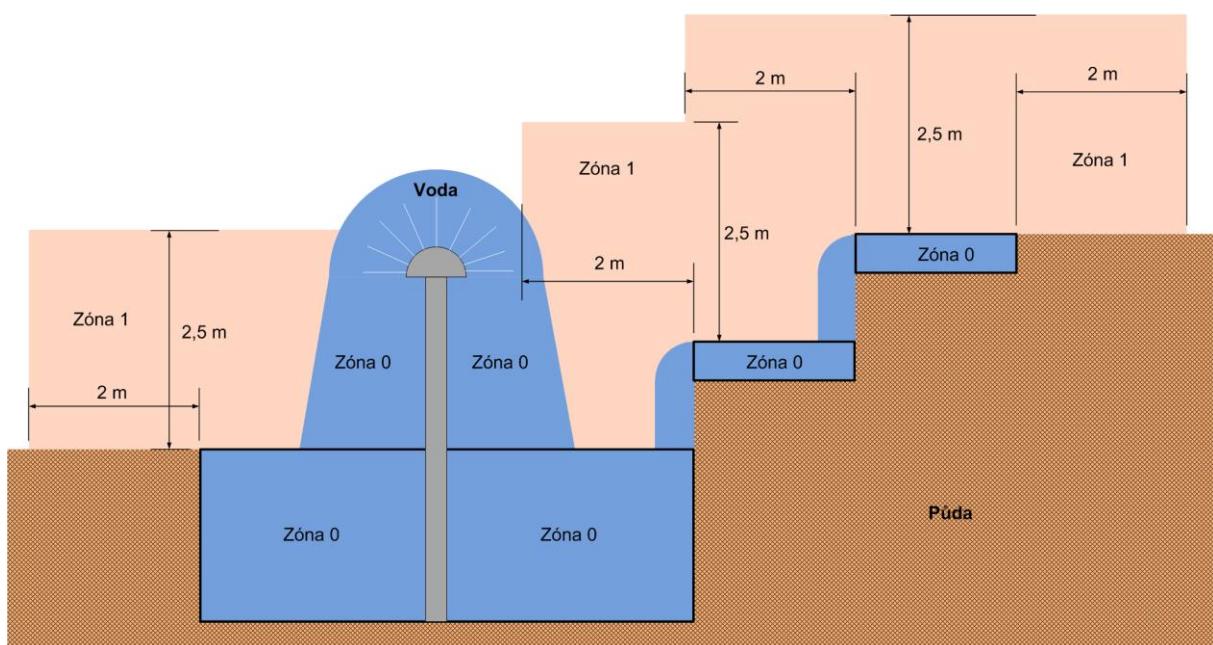
Jsou-li u plaveckého bazénu skokanská prkna, skokanské plošiny, startovací bloky, skluzavky nebo jiné přístupné stavební prvky, je zóna 1 vymezena:

- svislou rovinou 1,5 m okolo těchto osobám přístupných stavebních prvků,
- vodorovnou rovinou 2,5 m nad nejvyšším povrchem přístupným osobám.

zóna 2 – je vymezena:

- svislou hranicí zóny 1 a s ní rovnoběžnou rovinou ve vzdálenosti 1,5 m,
- podlahou nebo povrchem, na němž mohou být osoby,
- vodorovnou rovinou 2,5 m nad podlahou nebo povrchem určeným pro osoby.

Zóna 2 se neuvažuje u fontán.



Obrázek 10.9: Zóny u fontán.

10.4.1 Ochrana před úrazem elektrickým proudem

Pokud je užito SELV jakéhokoliv jmenovitého napětí, zabezpečí se ochrana před dotykem živých částí:

- přepážkami nebo kryty alespoň IP2X nebo IPXXB, nebo
- izolací schopnou odolávat zkušebnímu napětí 500 V AC po dobu 1 min.

Doplňujícím místním pospojováním se vodivě spojí všechny cizí vodivé části a neživé vodivé části upevněných zařízení v zónách 0, 1 a 2 s ochrannými vodiči všech zařízení umístěných v těchto zónách. Toto spojení s ochranným vodičem by se mělo provést v bezprostřední blízkosti bazénu, např. v nejbližší rozvodnici nebo příslušné krabici. Cizí vodivé části nejsou přímo přístupné, netvoří součást elektrického zařízení a mohou přivést elektrický potenciál, včetně potenciálu země, do zóny 0, 1 a 2 (například kovová potrubí, kovové části budovy a bazénu, kovová výztuž podlahy a bazénu, která není izolovaně uložená). K doplňujícímu pospojování se nemusí připojovat napouštěcí a výpustné armatury, konstrukce žebříků pro skoky do vody, zábradlí, přepadové mřížky, okenní a dveřní rámy a startovní bloky.

Nepřípustná je ochrana PELV, nevodivým okolím nebo neuzemněným místním pospojováním.

10.4.2 Požadavky na ochranu před úrazem elektrickým proudem v jednotlivých zónách

Definice požadavků na ochranu v rámci této kapitoly 10.4, pokud nebude uvedeno jinak:

- **SELV** se jmenovitým napětím nepřesahujícím 12 V AC nebo 30 V DC. Zdroj bezpečného napětí musí být umístěný mimo zóny 0 a 1. V případě, že je zdroj umístěn v zóně 2, musí být jeho napájecí obvod vybaven proudovým chráničem s $I_{\Delta n} \leq 30$ mA.
- **Automatické odpojení od zdroje** s použitím proudových chráničů s $I_{\Delta n} \leq 30$ mA.
- **Elektrické oddělení**, kde transformátor zabezpečující toto oddělení je mimo zóny 0, 1, přičemž oddělovací zdroj může napájet pouze jedno zařízení.

V **zónách 0 a 1 u plaveckých bazénů** je dovolena pouze ochrana pomocí SELV, výjimku tvoří EZ určená pro zónu 1, která splňuje tuto normu.

V **zónách 0 a 1 u fontán** může být použito:

- SELV bez omezení napětí dle definice v úvodu kapitoly; nebo
- automatické odpojení od zdroje; nebo
- elektrické oddělení.

V **zóně 2** plaveckých bazénů a přírodních vodních nádrží, jezer ve štěrkovnách a obdobných pobřežních prostorech (u fontán není zóna 2) se použije některé nebo některá z těchto ochranných opatření:

- SELV, nebo
- automatické odpojení od zdroje, nebo
- elektrické oddělení.

10.4.3 Volba a montáž elektrických zařízení

Elektrická zařízení musí mít alespoň tato krytí, která určuje následující tabulka 10.1.

Tabulka 10.1: Minimální stupeň ochrany krytem.

Zóna	Bazén čištěný proudem vody	Bazén bez čištěný proudem vody
0	IPX5 / IPX8 (odolnost při čištění / ponoření)	IPX8
1	IPX5	IPX4
2	IPX5	IPX4 / IPX2 (vnější / vnitřní bazén)

Elektrické podlahové vytápění musí být chráněno pomocí SELV nebo automatickým odpojením od zdroje. Mohou být použity pouze topné kabely nebo topné rohože mající kovový oplet, ovinutý pásek. Tento vodivý obal musí být připojen k ochrannému vodiči napájecího obvodu. Toto neplatí, pokud je použito napájení SELV.

10.4.4 Systém vedení

V **zónách 0 a 1** nesmějí být instalovány odbočovací krabice kromě případů, kdy je třeba v zóně 1 instalovat tyto krabice pro obvody SELV. Vedení nesmí mít kovové krytí na přístupných částech. Nepřístupné kovové krytí kabelů se připojí k doplňujícímu ochrannému pospojování. Vedení v těchto zónách mohou být určena pouze k napájení zařízení v těchto zónách.

V **zóně 0** se nesmějí instalovat žádná spínací zařízení ani zásuvky.

V **zóně 1** mohou být nainstalovány spínací a řídící přístroje včetně zásuvek, které jsou napájeny SELV.

V **zóně 2** jsou zásuvky a spínače povoleny, pouze jsou-li jejich napájecí obvody chráněny některým z následujících ochranných opatření:

- SELV, nebo
- automatickým odpojením od zdroje, nebo
- elektrickým oddělením.

Vedení v zóně 2, nebo ve zdech, stropech a podlahách ohraničujících zóny 0, 1 a 2 musí být:

- uloženo v minimální hloubce 5 cm pod povrchem stěny, nebo
- chráněno proudovým chráničem s $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$, nebo
- napájeno SELV, nebo
- chráněno elektrickým oddělením.

10.4.5 Elektrická zařízení plaveckých bazénů

V zónách **0 a 1** lze instalovat pouze pevná elektrická zařízení speciálně určená pro užití v plaveckých bazénech. Přitom je nutno respektovat dále uvedené požadavky.

Upevněná elektrická zařízení určená k čištění bazénu v zónách 0 a 1 musí být napájena SELV.

Napájecí čerpadla, nebo další elektrická zařízení určená pro použití v plaveckých bazénech umístěná v místnosti plaveckého bazénu, ve stejné úrovni podlahy plaveckého bazénu, nebo umístěná u plaveckého bazénu a přístupná přes otvor s dvířky (nebo dveřmi), budou chráněna jedním z následujících ochranných opatření:

- SELV.
- Elektrické oddělení za těchto podmínek:
 - pokud je použito elektrické zařízení k napouštění či doplňování plaveckého bazénu, pak propojení musí být provedeno nevodivým potrubím;
 - dvířka otvoru, nebo dveře místnosti lze otevřít jen s pomocí klíče či nástroje;
 - všechna elektrická zařízení v prostoru budou mít stupeň ochrany krytem minimálně IPX5.
- Automatické odpojení od zdroje za těchto podmínek:
 - pokud je použito elektrické zařízení k napouštění či doplňování plaveckého bazénu, pak propojení musí být provedeno nevodivým potrubím nebo musí být připojeno k doplňujícímu pospojování;
 - dvířka otvoru nebo dveře místnosti lze otevřít jen s pomocí klíče či nástroje;
 - všechna elektrická zařízení v prostoru budou mít stupeň ochrany krytem minimálně IPX5.

Elektrické osvětlení pod vodou nebo ve styku s vodou musí být upevněno a musí splňovat požadavky na svítidla pro plavecké bazény (podle EN 60598-2-18).

Osvětlení ponořené pod vodou, umístěné ve vodotěsných uzavřených otvorech nádrže a obsluhované ze zadu (obslužné kabelové tunely), musí být instalováno tak, aby nedošlo k úmyslnému ani neúmyslnému vodivému spojení mezi jakoukoliv neživotu částí zařízení a jakoukoliv vodivou částí konstrukce otvoru.

Upevněná elektrická zařízení v zóně 1 navržená pro použití v plaveckých bazénech a jiných nádržích (např. filtry, čerpadla trysek) je povoleno použít za těchto podmínek:

- Zařízení musí být umístěno v izolačním krytu zajišťujícím alespoň třídu ochrany II nebo s touto třídou ekvivalentní izolační vlastnosti a ochranu proti mechanickému úderu střední síly. Takové kryty zajišťuje obvykle výrobce zařízení.
- Toto zařízení by mělo být přístupné pouze po otevření poklopou (nebo dveří) za použití klíče nebo nástroje. Otevřením poklopou (nebo dveří) se musí odpojit veškeré živé vodiče. Napájecí kabel a hlavní jistič musí být instalovány tak, aby jejich ochrana odpovídala třídě ochrany II.
- Napájecí obvod tohoto zařízení by měl být chráněn:

- SELV, nebo
- automatickým odpojením od zdroje, nebo
- elektrickým oddělením.

U malých plaveckých bazénů (není zóna 2) mohou být v zóně 1 na zdech a stropě umístěna svítidla s jiným napájením než SELV, pokud je obvod chráněn automatickým odpojením od zdroje a svítidla jsou svým dolním okrajem umístěna minimálně 2 m nad dolním okrajem zóny 1.

10.4.6 Elektrická zařízení pro fontány

Pro fontány platí následující doplňující požadavky:

- kabely pro elektrická zařízení v zóně 0 musí být instalovány mimo nádrž a vést k elektrickým zařízením uvnitř nádrže nejkratší možnou cestou,
- kabely a vodiče v zónách 0 a 1 se instalují v nekovových trubkách s dostatečnou mechanickou ochranou,
- vhodnost kabelu na stálý styk s vodou musí být deklarován výrobcem.

EZ v zónách 0 a 1 mají být mechanicky chráněny, např. drátěným sklem nebo mřížemi, které mohou být odstraněny pouze pomocí náradí.

Svítidla v zónách 0 a 1 musí odpovídat EN 60598-2-18, elektrická čerpadla normě EN 60335-2-41.

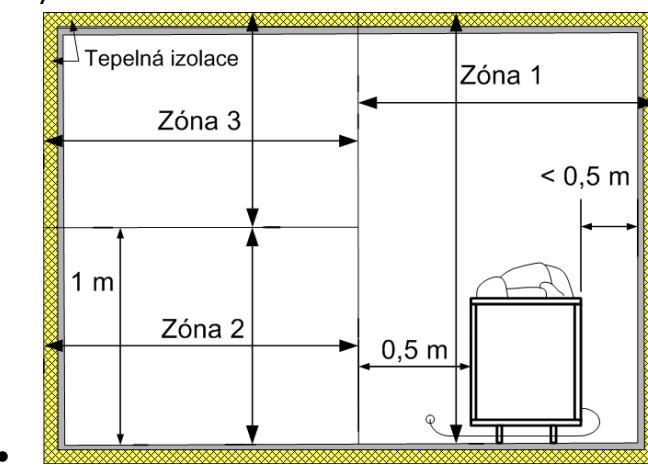
10.5 Elektrická zařízení v saunách

Tato kapitola neplatí pro instalaci v prefabrikovaných saunových kabinách. Požadavky podle normy ČSN 33 2000-7-703 ed. 2 na elektrická zařízení v saunách vycházejí z těchto předpokladů:

- v důsledku zvýšené teploty se v saunách zvyšuje nebezpečí požáru,
- zároveň, protože se při využívání sauny k relaxaci snižuje elektrický odpor lidského těla, se zvyšuje i nebezpečí úrazu elektrickým proudem.

Prostor sauny je rozdělen na tři zóny viz obrázek 10.10.

- Zóna 1 je okolo kamen (do vzdálenosti 0,5 m) a sahá až do stropu, a to až na studenou stranu tepelné izolace podhledu (pokud jsou kamna u stěny, je tato zóna ohraničena studenou stranou tepelné izolace stěny). Zóna 1 je vyhrazena pouze pro saunová kamna.
- Zóna 2 (navazující v horizontálním směru na zónu 1 obdobně jako zóna 3) sahá do výšky 1 m od podlahy. Na elektrická zařízení v zóně 2 se nekladou z hlediska odolnosti vůči horku zvláštní požadavky.
- Zóna 3 je nad zónou 2 a dosahuje až ke stropu (na studenou stranu tepelné izolace podhledu). V zóně 3 musí být užito zařízení s minimální odolností do teploty 125 °C a izolace vodičů musí mít odolnost do teploty 170 °C.



• Obrázek 10.10: Zóny v sauně.

Pokud je pro ochranu před úrazem použito SELV, musí se pro ochranu živých částí použít zábrany, nebo krytí alespoň IPXXB nebo IP2X, nebo izolaci zkoušenou napětím AC 500 V po dobu 1 minuty.

Kromě obvodu saunových kamen musí být všechny obvody v sauně chráněny doplňkovou ochranou citlivým proudovým chráničem $I_{\Delta n} \leq 30$ mA. Krytí elektrických zařízení musí být minimálně IP 24 (tam, kde se používá k čištění proud vody, IP X5). Elektrické rozvody se mají přednostně provést mimo zóny na studené straně tepelné izolace. Kovové trubky a kabely s kovovými pláštěmi jsou nepřípustné.

Spínací zařízení pro saunová kamna se stejně jako saunová kamna umístí v místnosti sauny podle pokynů výrobce. Jiná spínací zařízení (pro osvětlení apod.) se umísťuje vně místnosti. V místnosti se saunovými kamny nesmí být zásuvkové vývody. Pokud je součástí sauny bazén nebo sprcha, je třeba postupovat i podle kapitol 10.2 až 10.4. Není dovolena ochrana polohou, zábranou, nevodivým okolím ani neuzemněným místním pospojováním.

Podle vyhlášky musí být saunové topidlo také zajištěno proti nahodilému dotyku saunujících se osob a nadměrné sálání tepla do prostoru musí být omezeno konstrukčně nebo kryty. Místnost musí být dostatečně větratelná s možností regulace. Místnost musí být dostatečně osvětlena (minimálně 40 lx) a opatřena nouzovým osvětlením.

10.6 Elektrická zařízení v zemědělství

Požadavky jsou stanoveny v ČSN 33 2000-7-705 ed. 2. Týkají se těch částí zemědělských a zahradnických zařízení, ve kterých se chovají zvířata (stáje, drůbežárny, vepříny apod.) nebo zpracovávají, skladují, popř. se upravují zemědělské produkty (seníky, sklady slámy, umělých hnojiv, sýpky a přípravný krmiva) nebo místa pro pěstování rostlin (např. ve sklenících). Nevztahují se na objekty, které nejsou zemědělské, i když jsou součástí zemědělského závodu, a nevztahují se ani na rozvody v domovní a obdobné části.

Požadavky na elektrická zařízení v zemědělských a zahradnických provozech vycházejí z toho, že v zemědělských závodech působí řada vlivů. Ty jsou odlišné od vlivů působících na elektrická zařízení v jiných provozech. Proto i požadavky na elektrická zařízení jsou většinou přísnější než je obvyklé.

Na elektrická zařízení v zemědělství → proto je zde zvýšené nebezpečí úrazu
působí **vlhkost** (AB5, AB7), **kyseliny** a **soli** (AF4)

→ a také zvýšené nároky na odolnost kovových materiálů proti korozii

Elektrická zařízení jsou obklopena → nebezpečí požáru
hořlavými látkami a prachy nebo hořlavé látky dokonce zpracovávají (BE2)

V zemědělství se pracuje → zvláštní požadavky na ochranu před úrazem elektrickým proudem
s užitkovými zvířaty a z toho vyplývají

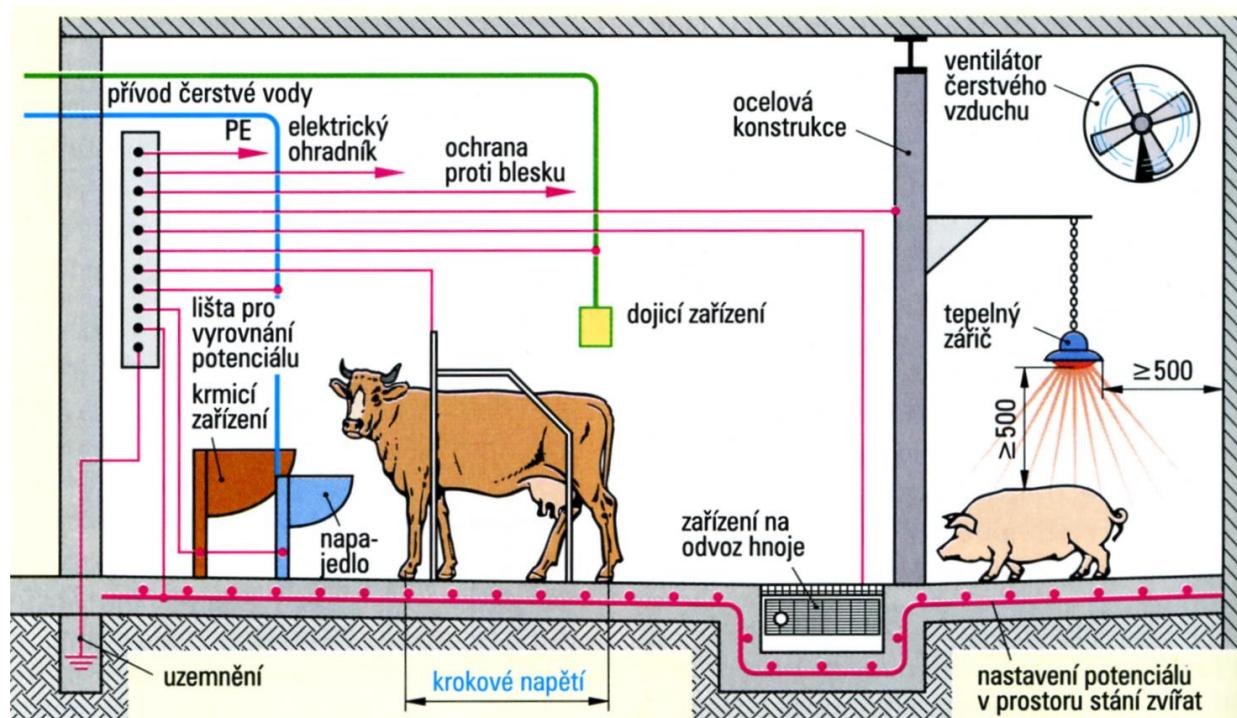
→ a též na **zajištění bezporuchového chodu** elektrických zařízení používaných v provozech pro intenzívní chov zvířat, popř. omezení poruchy a možnost jejího rychlého odstranění.

10.6.1 Ochrana před úrazem elektrickým proudem

Protože na elektrická zařízení působí výše uvedené vlivy, zajišťuje se zvýšená ochrana před úrazem elektrickým proudem. Obvody napájející zásuvky do 32 A musí být chráněny proudovými chrániči s $I_{\Delta n} \leq 30$ mA a zásuvky nad 32 A včetně musí být chráněny proudovými chrániči s $I_{\Delta n} \leq 100$ mA. Všechny ostatní obvody musí být chráněny proudovými chrániči s $I_{\Delta n} \leq 300$ mA (pro zvýšení spolehlivosti je možné užít typ S, nebo zpozděný typ). V případě napájení sítí TN musí být použito sítě TN-S a to i v příslušných objektech.

V prostorách, které jsou pro pracovníky i pro zvířata z hlediska úrazu elektrickým proudem **zvláště nebezpečné** (mokré, kyselé a slané, tj. především tam, kde se pracuje s chlévkou mrvou apod.), se zřizují obvody s bezpečným malým napětím (SELV). U obvodů SELV bez ohledu na to, jak malé je jejich napětí, musí být zajištěna ochrana před dotykem jejich živých částí:

- izolací (zkoušenou napětím 500 V po dobu 60 s), nebo
- kryty nebo přepážkami zajišťujícími stupeň ochrany IP 2X nebo IP XXB.



Obrázek 10.11: Pospojování v zemědělském objektu.

V místech, kde jsou zvířata, se provede **pospojování**, které bude odolné mechanickému namáhání, elektrolytickým účinkům a korozi, a to:

- všech vodivých prvků, kterých se zvířata mohou dotknout,
- zabudovaných kovových mříží v podlaze,
- všech vodivých částí uložených na povrchu nebo pod povrchem (výztuže betonu a jímek, ...),
- doporučuje se připojit i odnímatelné dílce,
- ochranného vodiče elektrické instalace.

10.6.2 Ochrana před vznikem požáru

Instalace se chrání buď jako celek nebo po částech proudovým chráničem s $I_{\Delta n} \leq 300$ mA (pro zvýšení spolehlivosti je možné užít typ S, nebo zpozděný typ). Samozřejmostí přitom zůstává řádné jištění jednotlivých obvodů nadproudovými jisticími prvky. V případě nebezpečí iniciace požáru od vodičů s malým napětím je třeba vodiče oddělit přepážkou nebo pouzdrem s krytím minimálně IP XXD nebo IP4X nebo přídavnou izolací k základní izolaci.

Otopná zařízení musí být pevná a udržovat dostatečnou vzdálenost od hořlavých materiálů i od zvířat. Pro sálavá otopná zařízení je to alespoň 0,5 m, pokud výrobce nestanoví jinak.

V prostorech s nebezpečím požáru (sklady sena, slámy, obilí) je nutno splnit opatření předepsaná pro místa s nebezpečím požáru zpracovávaných nebo skladovaných hmot. Především je tam však třeba omezit elektrické instalace na nejnižší možnou míru.

10.6.3 Výběr elektrických zařízení

V normálním provozu musí být krytí el. zařízení alespoň **IP 44**. V prostorech s výskytem tryskající vody, jemným prachem nebo se středními otřesy je nutno volit krytí vyšší. Pokud zařízení nemá potřebné krytí, musí být umístěno v pouzdře s příslušným krytím.

Veškerá zařízení musí být mimo dosah hospodářských zvířat, nebo musí být konstrukčně řešena tak, aby nemohlo dojít ke zranění zvířat.

V místech přístupných hospodářským zvířatům musí být **vedení** uloženo nepřístupně pro zvířata a zároveň chráněno před mechanickým poškozením. Venkovní vedení musí být z izolovaných vodičů. Tam, kde se pohybují zemědělské stroje, musí být vedení uložené s dostatečnou mechanickou ochranou alespoň 0,6 m pod povrchem, v případě orné půdy 1 m, nebo samonosným kabelem alespoň 6 m nad terénem.

Zásuvky používané v zemědělství musí vyhovět požadavkům na vidlice a zásuvky pro průmyslové použití.

Svítidla se připevňují tam, kde nemohou být prachem, senem apod. zakryta (zafoukána). V prostorech s nebezpečím požáru hořlavých hmot (sena, slámy) je nejlépe svítidla vůbec neumísťovat a oddělit je od tohoto prostoru např. skleněnou stěnou (např. luxfery). Svítidla určená pro místa s nebezpečím požáru nebo hořlavého prachu, a tedy se sníženou povrchovou teplotou, jsou označena značkou . Taktéž označené svítidlo i jeho zdroj musí mít krytí alespoň IP 54. Značení svítidel pro jednotlivé povrchy je v kapitole 9.6.1.

10.6.4 Spínací zařízení a rozvaděče

Instalace každé budovy nebo samostatného funkčního celku musí být samostatně odpínatelná vlastním označeným přístrojem. Musí být použity přístroje pro odpojení všech živých vodičů (včetně nulového). Přístroje pro odpojování zařízení, především s bezpečnostními obvody nebo pro **nouzové zastavení**, nesmí být v dosahu hospodářských zvířat, nebo tam, kde by zvířata mohla bránit jejich přístupu. Přístroje pro **nouzové zastavení** nesmí vypínat zařízení sloužící k zajištění bezpečnosti (odsávání nebezpečných látek, osvětlení apod.).

Spínací zařízení **svítidel** na půdách se senem, slámou apod., **el. topidel** a podobných zařízení musí být vybaveno zřetelnou **signalizací zapnutého stavu**.

Rozvaděče se v zemědělských objektech umísťují v blízkosti hlavního vstupu do objektu, popř. tam, odkud je nejsnadnější obsluha s ohledem na rozmístění technologického zařízení. **Hlavní vypínač** musí být snadno přístupný a musí být jako takový i označen. Rozvaděče ve venkovním prostoru musí být ve venkovním provedení anebo v krytí alespoň IP 43 (pod přístřeškem alespoň IP 21). Do náročnějšího prostředí se rozvaděče umísťují, jen je-li to nezbytně nutné a splňující požadavky na krytí i ochranu povrchu (např. před korozí).

10.6.5 Na co dát pozor

Elektrická ohrazení pastvin apod. je nutno umísťovat dostatečně daleko od elektrických venkovních vedení. U elektrických zařízení pro intenzívní chov zvířat je nutno zajistit náhradní napájení v případě výpadku sítě, popř. alespoň náhradní větrání. Při větším počtu větráků se jejich napájení rozděluje na více obvodů.

Podle místních provozních podmínek je třeba zajistit **pravidelnou údržbu** elektrického zařízení. V prostorech, které jsou náročnější z hlediska usazování prachu nebo provzdušněných hořlavých hmot, je třeba zvláště dbát na pravidelné čištění povrchu i vnitřku zařízení, kabelových žlabů apod.

Pro provádění **pravidelných revizí** nestanoví ČSN 33 1500 žádné speciální lhůty pro zemědělské provozy. Je však třeba pamatovat na to, že tato norma předepisuje:

- pro prostředí vlhké, se zvýšenou korozní agresivitou, prašné s prachem nehořlavým, s biologickými škůdci – lhůtu 3 roky,
- pro prostředí mokré a s extrémní korozní agresivitou – lhůtu 1 rok,
- venkovní pod přístřeškem – lhůtu 4 roky,
- pro prostředí pasivní s nebezpečím požáru, objekty z hořlavého materiálu – lhůtu 2 roky.

10.7 Elektrická zařízení na staveništích a demolicích

Požadavky na zařízení jsou stanoveny v ČSN 33 2000-7-704 ed. 2, požadavky na rozvaděče v ČSN EN 61439-4 (35 7107). Norma platí pro provedení dočasné elektroinstalace používané po dobu výstavby nových objektů či demolic (neplatí pro elektrická zařízení administrativních prostor stavenišť (například kanceláří, šatén).

Elektrické zařízení může být napájeno i z několika zdrojů včetně zdrojových soustrojí. Přednostně se používá napájení ze sítí TN-S, popř. TT. Síť TN-C by měla být omezena na pevné části instalace. Neživé části v síti TT a ochranný vodič, popř. vodič PEN v síti TN, by se měly při založení stavby připojit k jejím základovým zemničkám. Jako ochrana živých částí se přednostně uplatňuje ochrana izolací a kryty nebo přepážkami.

Zásuvky do 32 A včetně musí být:

- chráněny proudovým chráničem s $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$, nebo
- napájeny bezpečným malým napětím SELV nebo PELV, přičemž musí být splněny požadavky na základní ochranu bez ohledu na napětí, nebo
- chráněny elektrickým oddělením, kdy každá zásuvka je napájena ze samostatného oddělovacího ochranného transformátoru.
- Zásuvky nad 32 A se vybaví proudovým chráničem $I_{\Delta n} \leq 500 \text{ mA}$, který může sloužit i jako vypínač. Vidlice a zásuvky nad 16 A musí být v průmyslovém provedení a musí být dodržen sled fází. Jmenovitý proud zásuvek musí být minimálně 16 A.
- Použité kabely musí být ohebné z chloroprenové pryže pro středně těžké mechanické zatížení v suchém, vlhkém a mokrém prostředí. Kabely nemají být pokládány přes cesty. Tam, kde je to nutné, musí se zajistit ochrana proti poškození a styku s konstrukcí dalších zařízení.

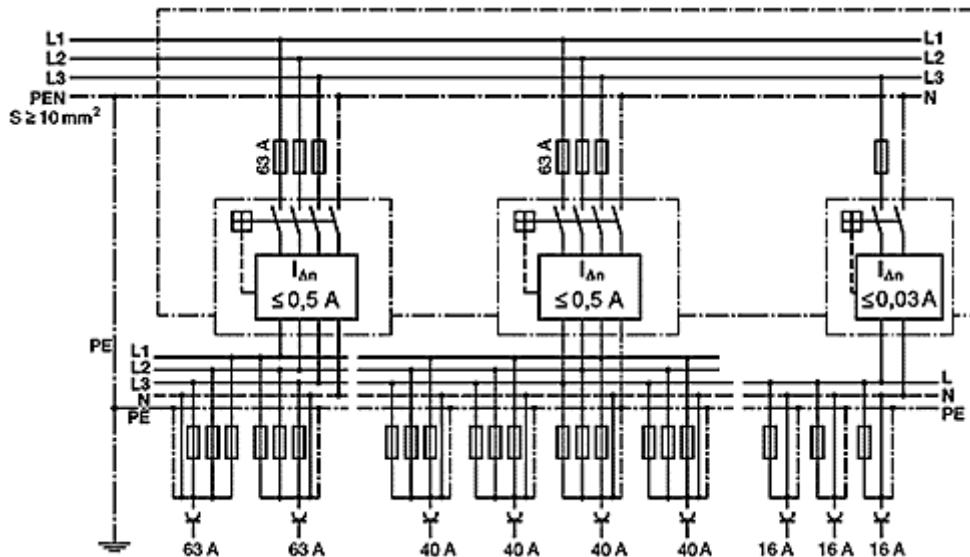
Staveniště rozvaděče musí splňovat požadavky na krytí nejméně IP 44 včetně zásuvek. Pokud mohou být dveře zavřené v průběhu používání, může být ovládací plocha za dveřmi v krytí IP 21. Mechanická pevnost – odolnost proti úderu – je zkoušena ocelovou koulí o hmotnosti 0,5 kg spadlé z výšky 1,2 m a další).

Každý staveniště rozvaděč musí být vybaven přístrojem pro odpojování a spínání na straně napájení. Hlavní spínač musí být snadno přístupný. Odpojovací přístroje silových přívodů musí být zajistitelné ve vypnuté poloze (např. visacím zámkem nebo uzamčením v krytu). V době mimo provoz musí být vypnuto, pokud jeho vypnutí neohrozí bezpečnost osob nebo provozu. Pokud nejsou odpojeny hlavním vypínačem, musí být odpojeny vysunutím vidlic ze zásuvek.

Každý staveniště rozvaděč musí být vybaven podpěrami pro postavení na vodorovnou plochu nebo systémem pro upevnění na stěnu. Musí obsahovat:

- nadproudovou ochranu,
- ochranu před nebezpečným dotykem neživých částí a
- příslušné zásuvky.

Podmínky pro prozatímní odběrné místo, a tedy staveniště rozvaděč s měřením, jsou stanoveny jednotlivými distributory. Obecně má být elektroměrový rozvaděč (ER) umístěný na veřejně přístupném místě. Vzdálenost od místa připojení má být co nejblíže k místu připojení, v kabelové síti do vzdálenosti 3 m, u venkovních vedení do vzdálenosti 10 m od místa připojení.



Obrázek 10.12: Příklad zapojení staveništěního rozváděče TN-S.

10.8 Elektrická zařízení v omezených vodivých prostorách

Požadavky jsou stanoveny v ČSN 33 2000-7-706 ed. 2. Týká se prostor uvnitř nádrží, kotlů, ale i jiných těsných prostor, kde je pravděpodobné, že se člověk částí svého těla dotkne vodivých okolních částí.

Pro stísněné prostory se nedovoluje používat ochranu zábranou nebo polohou. **Elektrické ruční nářadí** a přenosné měřicí přístroje je dovoleno používat pouze napájené:

- bezpečným malým napětím SELV, nebo
- z elektricky oddělených obvodů určených pro připojení pouze jediného zařízení.

Elektrické ruční lampy se napájejí bezpečným malým napětím.

Upevněné zařízení se chrání:

- automatickým odpojením od zdroje, kdy doplňující pospojování musí spojovat neživé části upevněného zařízení a cizí vodivé části v prostoru, nebo
- SELV, nebo
- PELV, kde doplňující pospojování musí spojovat neživé části upevněného zařízení a cizí vodivé části v prostoru a spojovat je spolu se zemí systému PELV, nebo
- napájením z elektricky oddělených obvodů určených pro připojení pouze jediného zařízení, nebo
- provedením elektrického zařízení jako zařízení třídy ochrany II nebo s přídavnou izolací a chráněným proudovým chráničem, jehož jmenovitý vybavovací rozdílový proud nepřekračuje 30 mA.

Pro **bezpečné nebo izolační zdroje** (ochranné nebo oddělovací transformátory apod.) platí, že musí být umístěny mimo omezený vodivý prostor, pokud nejsou součástí pevné instalace v omezeném vodivém prostoru.

Pro zařízení a jeho napájení z obvodů SELV musí být zajištěno krytí alespoň IP XXB nebo IP 2X nebo izolace odstranitelná pouze jejím zničením. Vyžaduje-li určité zařízení (např. pro účely měření) **pracovní uzemnění**, musí se s ním uvnitř prostoru pospojovat všechny neživé a cizí vodivé části.

10.9 Elektrická zařízení v karavanech a obytných přívěsech

Požadavky jsou stanoveny v ČSN 33 2000-7-721. Požadavky platí pro elektroinstalaci a zařízení určené pro ubytování, ale ne pro části určené k silničnímu provozu. Jmenovité napájecí napětí může být maximálně AC 230 V pro 1f nebo AC 400 V pro 3f. V případě stejnosměrného napětí nesmí napětí překročit DC 48 V.

V karavanech a obytných automobilech není povolena ochrana před dotykem živých částí: zábranou, polohou, nevodivým okolím, neuzemněným místním pospojováním ani elektrickým oddělením. Ochrana elektrickým oddělením smí být použita u zásuvky pro holicí strojky. Prostřednictvím ochranného pospojování se musí připojit k ochrannému vodiči všechny kovové konstrukční prvky přístupné z vnitřku karavanu.

V případě ochrany malým napětím **SELV a PELV** se obvykle používá napětí 12 V, 24 V, 42 V a 48 V a to DC nebo AC.

Je-li použita **ochrana automatickým odpojením** od zdroje, musí být každý napájecí vývod vybaven vlastním proudovým chráničem s $I_{\Delta n} \leq 30$ mA. Koncové obvody musí být chráněny proti nadproudů a odpojovány musí být všechny živé vodiče.

Vedení může být provedeno buď jednožilovými kabely v trubkách a lištách, nebo pomocí ohebných kabelů. Mohou se používat vodiče s minimálním průřezem 1,5 mm². U vedení je třeba dbát na ochranu proti mechanickému poškození, které může být způsobeno vibracemi a ostatním mechanickým namáháním. Poškození může nastat od ostrých hran průchodů, které musí být chráněny. Vodiče, které nejsou uloženy v trubkách a lištách, a ohebné trubky se upevňují nekovovými příchytkami. U horizontálně vedených vodičů je maximální vzdálenost příhytek 25 cm a u vertikálních vedení je maximální vzdálenost příhytek 40 cm. Ochranný vodič musí být součástí kabelu, nebo musí být uložen společně s živými vodiči v trubce či kanálu.

Schránkou na plynové tlakové lahve nesmí procházet žádné vedení ani zde nesmí být žádné EZ. Mohou zde být nainstalovány pouze zařízení malého napětí (ELV) pro kontrolu plynového zařízení, které nejsou potenciálním zdrojem požáru. Pokud je nutné, aby schránkou vedení procházelo, musí být v elektroinstalační trubce, která odolává mechanickým namáháním vzniklým silně velkými rázy (těžké průmyslové provozy) bez viditelného poškození.

Karavan (obytný přívěs) musí být vybaven **hlavním vypínačem** umístěným uvnitř na snadno dosažitelném místě. Vypínač musí odpojovat všechny živé vodiče. Pokud je instalace tvořena jedním, koncovým obvodem, může být použit jistič. Na štítku v blízkosti hlavního vypínače musí být uveden postup připojování a odpojování, včetně popisu kontroly a upozornění na pravidelné revize.

Přívodka karavanu nebo obytného automobilu musí odpovídat požadavku na zásuvkové spojení s ochranným kontaktem pro průmyslové použití. Musí být snadno přístupná z vnějšku ve výšce maximálně 1,8 m. Musí mít stupeň krytí min. IP 44 a nesmí výčnívat z karoserie. Musí být užito flexibilního kabelu nebo šňůry délky 25 m s ochranným vodičem. Minimální průřez vodičů pro připojení určuje následující tabulka 10.2.

Tabulka 10.2: Minimální průřez ohebných kabelů a šňůr pro připojení karavanu.

Jmenovitý proud [A]	Minimální průřez vodičů [mm ²]
16	2,5
25	4
32	6
63	16
100	35

Všechny **spotřebiče**, na které může působit vlhkost, musí být v krytí minimálně IP 44. Každá zásuvka nn, jiná než jednoduchá zásuvka, musí být chráněna zabudovaným elektrickým oddělením. Zásuvky mn musí mít viditelné označení napětí. Svítidla musí být upevněna přímo

ke kostře nebo k opláštění karavanu. Závěsná svítidla musejí být zabezpečena proti nebezpečím při pohybu karavanu. Karavany představují objekty, ve kterých se mohou souběžně vyskytovat dvě napájecí sítě (obvykle 12 V DC a silová instalace pro připojení k rozvodné síti). Svítidla určená pro kombinované dvojí napájení musí splňovat požadavky příslušných norem.

Problematika elektrické instalace v karavanech a obytných přívěsech má ještě více pravidel, která jsou významná především pro výrobce nebo rozsáhlejší rekonstrukce.

11 Ochrana před bleskem a přepětím

Nenajde li blesk na cestě dobře elektricky vodivé spojení, mohou se předměty, kterými protéká, zahřát až na teploty vznícení a vznikne požár. Prochází-li bleskový proud vlhkým dřevem nebo zdivem, může explodovat rychle se vypařující vlhkost, čímž dochází k poškození nebo i zničení stavebních konstrukcí. Prochází-li bleskový proud elektrickou instalací, ničí ji svými účinky tepelnými i dynamickými. Ničivé účinky mohou mít i proudy indukované ve smyčkách vedení v okolí úderu blesku.

Veškerá elektronická zařízení jsou choulostivá i na relativně malá přepětí, ke kterým při úderu blesku dochází. Může tak dojít k jejich zničení, v lepším případě k narušení funkce (výpadky výpočetní techniky a telekomunikací apod.) To všechno jsou přímé škody na budově a na zařízení. Často jsou mnohem výraznější následné škody z přerušení výroby, nutnosti přestěhovat se atd.

Blesk může způsobit poškození stavby, jejích obyvatel a obsahu, včetně poruch vnitřních systémů. Poškození a poruchy mohou také zasáhnout okolí stavby. Míra tohoto zasažení závisí na vlastnostech stavby a na charakteristikách úderu blesku.

Hlavní charakteristické vlastnosti stavby z hlediska účinků blesku zahrnují konstrukci (např. dřevěná, železobetonová), účel (obytný dům, nemocnice), obyvatele a obsah (osoby a zvířata, explozivní materiály), připojené inženýrské sítě, existující nebo připravovaná ochranná opatření, míru rozšíření nebezpečí (stavba s problémy evakuace).

Účinky blesku závisí na typu stavby:

Obytný dům – průraz elektrických instalací a požár. Škoda je obvykle omezena na objekty exponované v místě úderu nebo na cestě bleskového proudu. Dochází k poruchám elektrického a elektronického zařízení a instalovaných systémů (například televizorů, počítačů, modemů, telefonů atd.).

Zemědělská stavba – prvotní riziko požáru a nebezpečná krovová napětí stejně jako hmotné škody. Následným rizikem jsou ztráty elektrické energie a ohrožení života dobytku v důsledku poruchy elektronického řízení větracích a krmicích systémů, atd.

Neexistují žádná zařízení nebo metody, které by umožňovaly modifikovat přírodní atmosférické úkazy do té míry, že by mohly zabránit výbojům blesku. Údery blesku do staveb, nebo v jejich blízkosti, jsou nebezpečné pro lidi, samotné stavby, jejich obsah a instalace. Proto je nutné použítí opatření pro ochranu před bleskem. Základ je uveden v normě ČSN EN 62305-1 ed. 2.

Přepětím se obecně rozumí krátkodobé napětí rozdílných frekvencí mezi vodiči nebo mezi vodičem a zemí převyšující nejvyšší hodnotu provozního napětí. Ne všechna přepětí nutně musí způsobit škodu na elektrických či elektronických zařízeních. Ta jsou totiž provedena s jistou odolností vůči přepětí (tabulka 11.2), která je u jednotlivých typů zařízení ověřována příslušnými zkouškami podle mezinárodních norem.

11.1 Vznik přepětí

Příčinou vzniku impulsního přepětí mohou být:

11.1.1 Úder blesku (LEMP – lightning electromagnetic pulse)

Přímý úder blesku

Průměrná hodnota bleskového proudu v podmínkách ČR je okolo 40 kA, ojediněle se však mohou vyskytnout proudy převyšující 200 kA. Udeří-li blesk přímo do objektu, ve zlomku sekundy se objeví velmi vysoké impulsní napětí na zemním odporu uzemňovací soustavy a odtud na ochranných vodičích a všech ostatních částech hlavního pospojování. Současně se mohou indukovat vysoká přepětí i v rozměrných smyčkách vedení, která nejsou spojena s hlavním pospojováním. Doba nárůstu bleskového proudu na maximum je přibližně 10 μ s.

Úder blesku do vedení nn nebo sdělovacích vedení

Při vzdáleném úderu blesku se po vedení šíří rychlostí blízké rychlosti světla přepěťové impulsy s velmi vysokou vrcholovou hodnotou řádově desítek kV.

Úder blesku do vedení vysokého napětí

Přenos impulsního přepětí do rozvodu nízkého napětí není zcela tlumen v transformátorech (je to velmi rychlý děj). Další možné cesty jsou galvanickou vazbou přes společné uzemnění vn a nn sítě, indukční vazbou mezi vn a nn přívody a kapacitní vazbou mezi vinutími.

Bleskový výboj mezi mraky

Při výboji mezi mraky se indukuje impulsní přepětí na všech vedeních a dostává se tak do objektu. Následky jsou obdobné jako při úderu do vedení.

Nepřímý úder blesku

Při úderu blesku vzdáleného až 1 km může ve všech vedeních vstupujících do objektu vzniknout impulsní přepětí galvanickou vazbou přes uzemnění, popř. indukční i kapacitní vazbou na galvanicky spolehlivě oddělených vedeních.

11.1.2 Ostatní přepětí

Spínací přepětí (SEMP – switching electromagnetic pulse)

Vznikají při zapínání a vypínání velkých indukčních i kapacitních zátěží v síti a při zkratech v distribuční síti nn. Rovněž spínací přepětí ze sítí vn a vvn se mohou projevit v sítích nn, kam se přenášejí kapacitními a indukčními vazbami.

Elektrostatický výboj (ESD – electrostatic discharge)

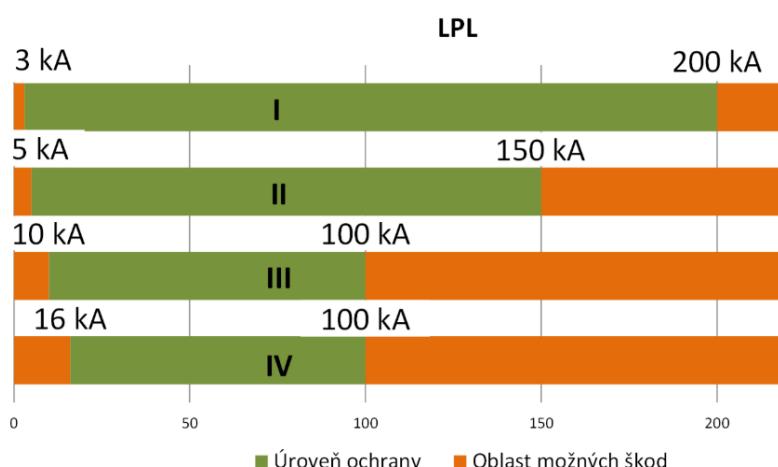
Při mechanickém tření dvou izolačních materiálů vzniká na nich elektrostatický náboj. Může to být v technologickém procesu, nebo i např. při pohybu osob na dobře izolované podlaze. Náboj vybitý do uzemněných předmětů způsobí přepětí řádově až desítky kV.

Nukleární výbuch (NEMP – nuclear electromagnetic pulse)

Při nukleárném výbuchu vznikne mimo jiných účinků nukleární elektromagnetický impuls. Nelze jej zanedbat při ochraně zařízení důležitých pro obranu státu. Časový průběh NEMP se liší od impulsů přepětí vyvolaných atmosférickými a spínacími jevy – nárůst proudu je daleko strmější, uvádí se 10 ns. Proto i ochrana je náročnější.

11.2 Hladiny ochrany před bleskem (LPL)

Jsou zavedeny čtyři hladiny ochrany před bleskem (I až IV). Pro každou LPL je stanoven soubor maximálních a minimálních parametrů bleskového proudu. Pro nás nejdůležitější údaje, tedy hodnoty bleskových proudů, před kterými je daná LPL chráněna, zobrazuje obrázek 11.1.



Obrázek 11.1: Výsledná oblast bleskových proudů, před kterou chrání jednotlivé hladiny LPL.

Příklad – hladiny ochrany před bleskem se aplikují na tyto budovy:

LPL I: strategické budovy, elektrárny, chemická výroba, ...;

LPL II: muzea, školy, supermarkety;

LPL III: bytové domy, zemědělské objekty, administrativní budovy;

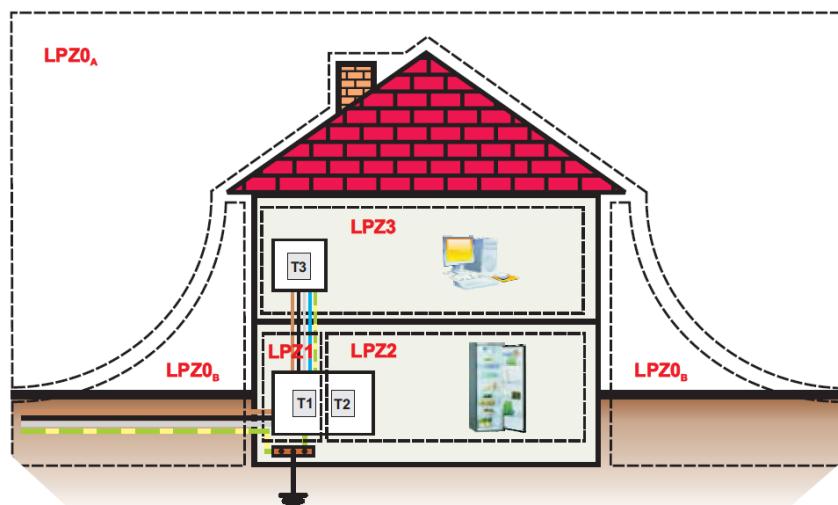
LPL IV: rodinné domy apod.

11.3 Zóny ochrany před bleskem (LPZ)

Systém ochrany před bleskem – LPS

kompletní systém používaný pro snížení hmotných škod způsobených údery blesku do stavby (skládá se jak z vnějšího, tak i z vnitřního systému ochrany před bleskem).

Ochranná opatření jako LPS, stínící vodiče, magnetická stínění a SPD určují zóny ochrany před bleskem (LPZ). LPZ s vyšším číslem podstatně více omezují LEMP než ty s nižším číslem. S ohledem na ohrožení bleskem jsou definovány následující LPZ (viz obrázek 11.2).



Obrázek 11.2: Realizace zón bleskové ochrany (LPZ) v objektu pomocí stínění a svodičů na jejich rozhraní [21].

LPZ 0A zóna, kde je ohrožení přímým úderem blesku a plným elektromagnetickým polem blesku. Systémy mohou být vystaveny plnému nebo dílčímu impulznímu bleskovému proudu.

LPZ 0B zóna chráněná proti přímým úderům blesku, ale ve které je hrozba plného elektromagnetického pole blesku. Systémy mohou být vystaveny dílčím impulzním proudům blesku.

LPZ 1 zóna, kde je impulzní proud omezen rozdělením proudu a izolačním rozhraním nebo SPD na rozhraní. Prostorové stínění může zeslabit elektromagnetické pole blesku.

LPZ 2 zóna (a větší), kde může být impulzní proud dále omezen rozdělením proudu a izolačním rozhraním nebo dalšími SPD na rozhraní. Další prostorové stínění může být použito pro další zeslabení elektromagnetického pole blesku.

Základním předpokladem účinné koncepce zón bleskové ochrany je dokonalé vyrovnání potenciálu na rozhraní zón doplněné svodičí.

Chráněná stavba musí být uvnitř LPZ 0B nebo vyšší. Toho se dosáhne pomocí systému ochrany před bleskem (LPS). Vnější LPS zachytí úder blesku a svede jej do země. Vnitřní LPS zabrání jiskření uvnitř stavby, použitím ekvipotenciálního pospojování nebo dostatečné vzdálenosti s. Více v kapitole 11.4.

Ochrana před LEMP pro snížení rizika poruchy vnitřních systémů musí omezovat rázovou vlnu blesku. Chráněný systém musí být umístěn uvnitř LPZ 1 nebo vyšší. Toho se dosáhne pomocí elektrických a elektronických opatření ochranných systémů (SPM) (stínění, vhodné trasování spojů). Pro kovové části a systémy křížující hranice LPZ musí být na hranicích zajištěno pospojování. Podrobnosti v kapitole 11.5.

11.4 Systémy ochrany před bleskem

Hlavní a nejúčinnější ochranu stavby tvoří systém ochrany před leskem (LPS). Obvykle je složen ze dvou systémů:

1. **Vnější LPS** slouží k:

- zachycení úderu blesku do stavby (jímače),
- svedení bleskového proudu bezpečně do země (soustavy svodů)
- rozptýlení bleskového proudu v zemi (uzemňovací soustava).

2. Vnitřní LPS zabraňuje nebezpečným jiskřením uvnitř staveb použitím

- ekvipotenciálního pospojování nebo
- dostatečné vzdálenosti (tím dosažení potřebné izolace) mezi vnějšími součástmi LPS a elektrickými součástmi uvnitř stavby.

Norma ČSN EN 62305 ed. 2 stanovuje čtyři třídy LPS (I až IV). Třída LSP odpovídá LPL (hladině ochrany před bleskem) definovaným. Třída LPS určuje parametry blesku, před kterým je stavba chráněna, poloměr valící se koule, vzdálenost mezi svody a minimální délka zemničů. Pro správný technický a ekonomický návrh LPS je třeba koordinace jednotlivých kroků během projektování a montáže s postupy projektování a realizací celé stavby.

11.4.1 Vnější systém ochrany LPS

Vnější LPS bývá většinou uchycen ke stavbě. Izolovaný (oddálený) LPS od stavby by měl být použit v případě, že tepelné a výbušné účinky v místě úderu nebo ve svodech mohou způsobit škody (např. stavby s hořlavou krytinou nebo prostředím s nebezpečím výbuchu).

Náhodné součásti z vodivých materiálů, které zůstanou součástí stavby (např. vzájemně propojená ocelová výztuž, kovové opláštění stavby, atd.) smí být použity jako části LPS.

Jímací soustava může být vytvořena kombinací následujících částí:

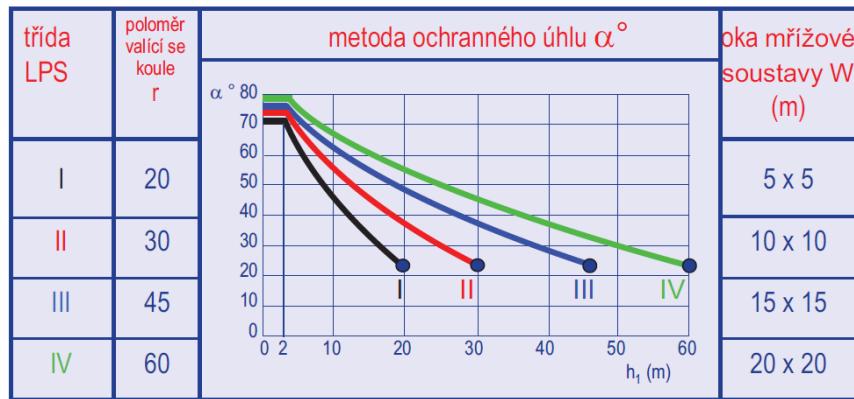
- jímacích tyčí (včetně samostatně stojících stožárů);
- zavěšených lan;
- mřížových vodičů.

Součásti jímací soustavy instalované na střeše musí být umístěny na rozích, exponovaných místech a hranách (především na horních dílech fasád) podle následujících metod a hodnot v závislosti na třídě LSP, viz obrázek 11.3:

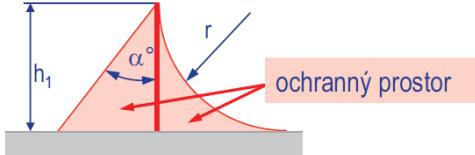
- metoda ochranného úhlu (jednoduché tvary budov);
- metoda valící se koule (vhodná pro všechny případy);
- metoda mřížové soustavy (rovinné plochy).

Princip jednotlivých metod zobrazuje obrázek 11.4.

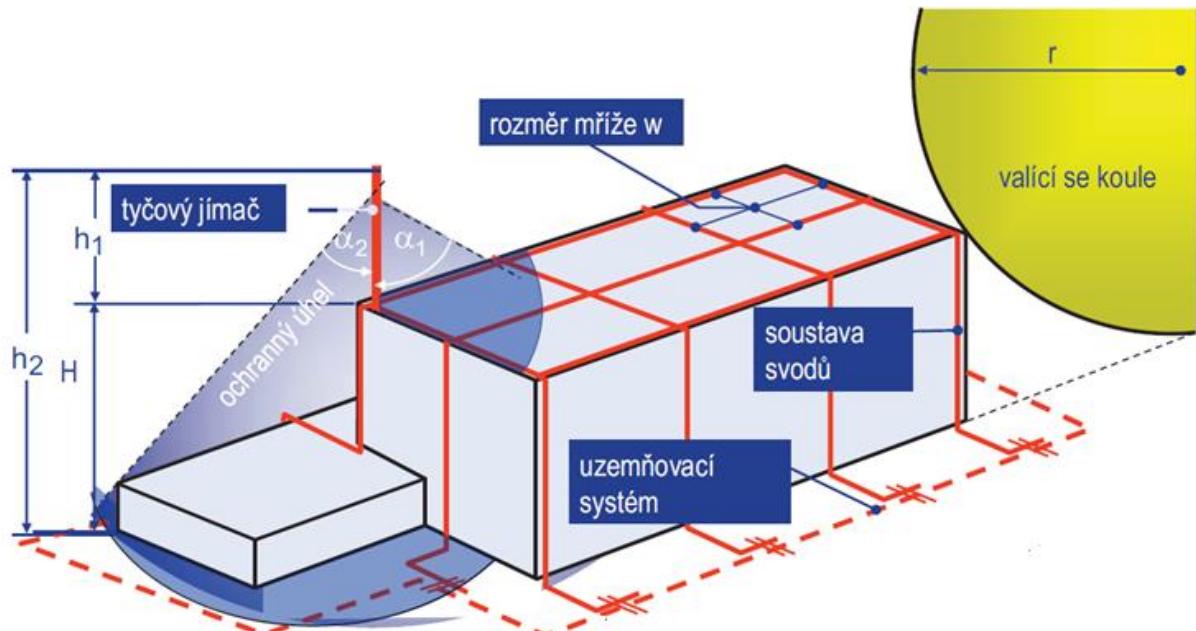
Pokud je střecha z nehořlavého materiálu, mohou být vodiče jímací soustavy položeny na střeše stavby. Je-li střecha z lehce hořlavého materiálu, je třeba věnovat péči dodržení vzdálenosti mezi jímací soustavou a materiélem střechy. Lehce hořlavé součásti stavby nesmí být v přímém kontaktu s částmi hromosvodu a nesmí se nacházet přímo pod kovovou krytinou, která může být při úderu blesku propálena.



h_1 : výška jímací soustavy od povrchu
 r : poloměr valící se koule
 α : ochranný úhel

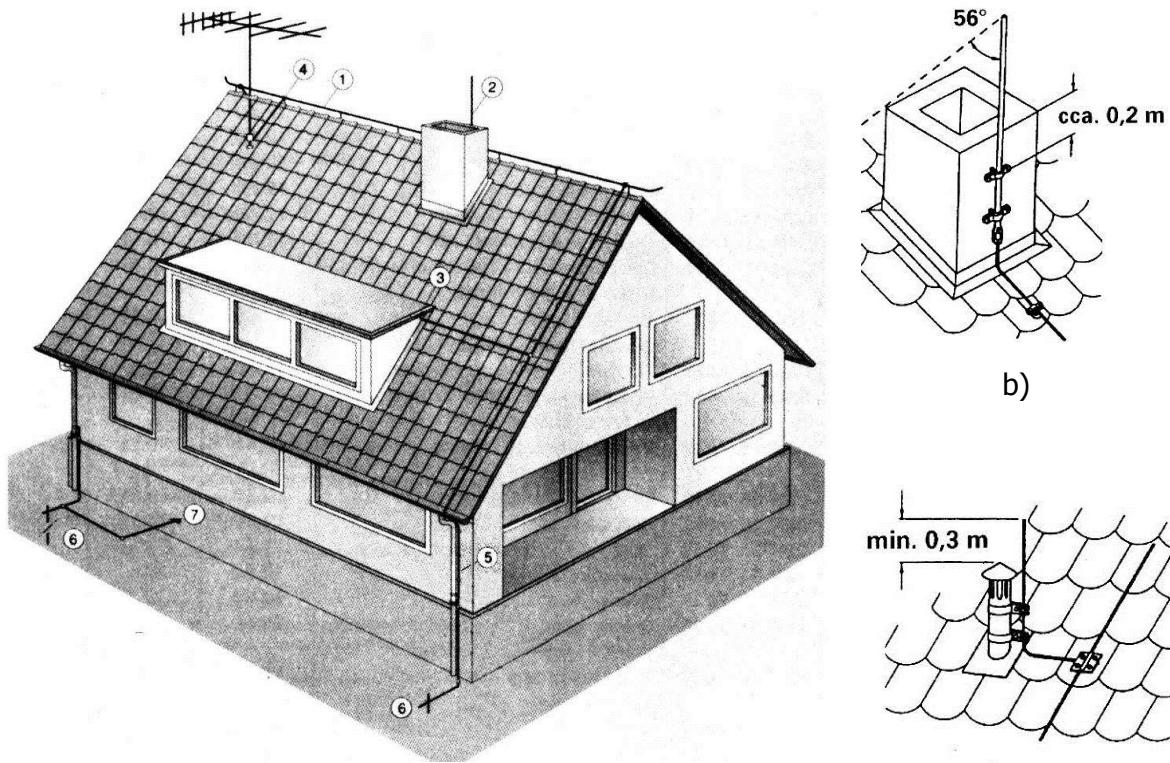


Obrázek 11.3: Maximální hodnoty valící se koule, velikost ok a ochranného úhlu podle třídy LPS.



Obrázek 11.4: Princip metod ochranného úhlu, valící se koule a mřížové soustavy.

Svody musí mít více paralelních drah, délka dráhy proudu by měla být co nejkratší a mělo by být provedeno ekvipotenciální pospojování k vodivým součástem stavby. Svody musí být rozmištěny pokud možno tak, aby bylo vytvořeno přímé pokračování jímací soustavy. Mělo by být zabráněno vytvoření instalačních smyček. Svody neoddáleného LPS od stavby smí být instalovány na stěnu nebo do ní, jen pokud je stěna z nehořlavého materiálu. Je-li stěna z lehce hořlavého materiálu a zvýšení teploty svodů je nebezpečné, musí být svody umístěny tak, aby vzdálenost mezi svody a stěnou byla větší než 0,1 m. Součásti pro uchycení se smí dotýkat stěny. Zkušební spojky by měly být umístěny na každém připojení svodu k uzemňovací soustavě a spojku musí být možné rozpojit pro účely měření.



1) hřebenová jímací soustava, 2) pomocný jímač, 5) svod,
6) tyčový zemnič, 7) přívod k hlavní ochranné přípojnici.

a)

c)

Obrázek 11.5: a) Příklad konstrukce hromosvodu, b) pomocný jímač na komíně, c) pomocný jímač na nekovovém vyústění ventilace.

11.5 Vnitřní ochrana před bleskem

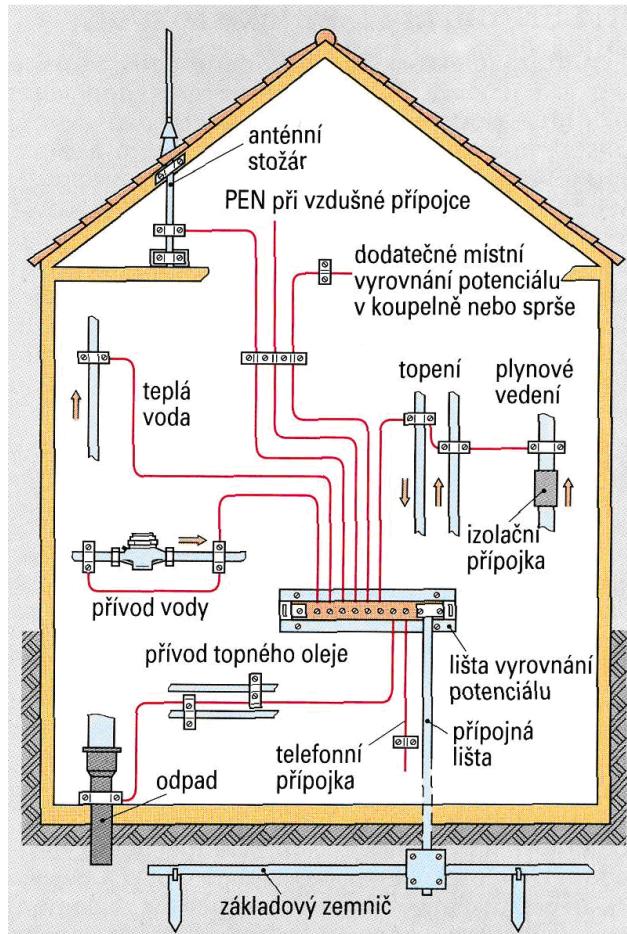
Základem pro realizaci vnitřní ochrany před účinky blesku a přepětí je ochranné vyrovnání potenciálů, tj. připojení veškeré kovové instalace k ekvipotenciální přípojnicí EP (hlavní ochranné svorce). Tím se omezí vznik napěťových rozdílů v elektrické instalaci nad přípustnou mez a následný ničivý výboj.

Ekipotenciální pospojování proti blesku – vyrovnání potenciálů se dosáhne propojením LPS s kovovými instalacemi, vnitřními systémy a vnějšími vodivými částmi a vedeními připojenými ke stavbě. Vzájemné spojení může být provedeno buď vodiči pospojování, nebo přepěťovými ochranami (SPD), anebo oddělovacími jiskřičti (ISG). Je-li instalováno ekvipotenciální pospojování proti blesku s vnitřními systémy, může část bleskového proudu téct do těchto systémů a musí se k tomu přihlížet.

Pro vnější LPS, který není izolován, musí být **ekvipotenciální pospojování** proti blesku instalováno ve sklepě nebo přibližně v úrovni terénu a tam, kde nejsou splněny požadavky na izolaci. Ekipotenciální pospojování proti blesku musí být provedeno pokud možno co nejkratším a nejpřímějším způsobem. Vodiče PE a PEN v sítích TN musí být připojeny k LPS buď přímo, nebo přes SPD.

Elektrická izolace mezi jímací soustavou nebo svody na jedné straně a kovovými částmi stavby, kovovými instalacemi a vnitřními systémy na straně druhé může být dosaženo zajistěním dostatečné vzdáleností s. Vzdálenost s se počítá na základě třídy LPS, materiálu izolace, bleskovém proudu a délce jímací soustavy.

Pospojování na stejný potenciál se u neživých částí EZ a ostatních vodivých konstrukcí realizuje připojením na tzv. hlavní ochrannou svorku (nebo také ekvipotenciální přípojnici), viz obrázek 11.6. Vedení uvnitř budovy mohou být rozsáhlá a vytvářejí smyčky, do kterých se může při úderu blesku indukovat proud nebezpečných hodnot. Proto se využívá i lokálního pospojování poblíž citlivých zařízení. Pracovní vodiče všech druhů vedení se připojují na ekvipotenciální přípojnici přes svodiče přepětí.



Obrázek 11.6: Provedení pospojování v domě.

11.6 Ochrana proti přepětí

Přepětí vyvolané bleskem je z uvedeného výčtu (samozřejmě vyjma NEMP) energeticky nejobsažnější a má nejničivější účinky. Ochrana budov a zařízení v nich je proto zbudována především s ohledem na ochranu před atmosférickým přepětím včetně jeho nejničivějšího projevu, tj. části bleskového proudu, který pronikl do elektrické instalace. Proto ochrana proti přepětí není myslitelná bez dokonalé ochrany před bleskem. Normy rozlišují **vnější ochranu před bleskem** (hromosvod) a **vnitřní ochranu před bleskem** (ochrana proti přepětí) a vyžadují zřízení obou.

Svodiče bleskových proudů a přepětí jsou prvky vnitřní ochrany, k EP přípojnici připojují silová elektrická vedení nepřímo přes jiskřiště a varistory a omezují přepětí. Omezení přepětí svodiči bleskových proudů a přepětí se provádí standardně ve 3 stupních, přičemž každý stupeň musí přepětí zmenšit. Stupně svodičů 1 až 3 se instalují na rozhraní jednotlivých zón charakterizovaných kategorií přepětí.

1. stupeň – hrubá ochrana – třída B

Tuto ochranu zajišťují svodiče bleskových proudů, které zachytí největší díl přepěťové vlny a které musí být schopny bez poškození svádět bleskové proudy nebo jejich podstatné části. I když výpočet není přímo dán, lze odvodit, že v nejméně příznivém případě při 2 resp. 4vodičovém silovém přívodu musí svodiče bleskových proudů svést 50kA/pól resp. 25kA/pól impulsního proudu s tvarem vlny 10/350 μ s. Těchto parametrů mohou dosáhnout pouze přístroje konstruované na bázi jiskřiček. Svodiče bleskových proudů OEZ řady SJB tyto parametry bez zbytku splňují.

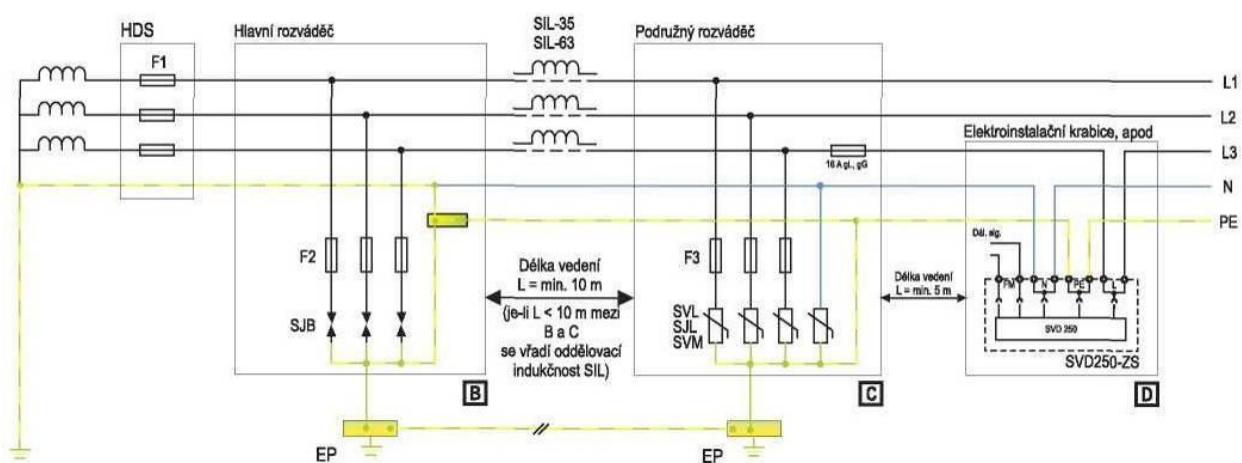


2. stupeň – střední ochrana – třída C

Tuto ochranu zajišťují svodiče přepětí konstruované na bázi varistoru, které musí být schopny bez poškození svádět atmosférická přepětí nebo přepětí od spínacích pochodů v síti s tvarem vlny 8/20 μ s. Při odpovídajících podmínkách mohou být instalovány bez předřazeného 1. stupně např. do hlavního rozváděče. V převážné většině případů se však instalují za svodiče bleskových proudů, které sníží přepětí a „useknou“ energii přepěťové vlny – zkrátí vlnu 10/350 μ s na tvar 8/20 μ s. Svodiče přepětí jsou dimenzovány na určitý tepelný výkon. Budou-li se v síti vyskytovat energeticky bohatá nebo příliš častá přepětí, může dojít k překročení tepelného výkonu a svodič přepětí se odpojí svým tepelným odpojovacím zařízením. Po svém odpojení jsou svodiče přepětí nefunkční a je nutné je vyměnit. Odpojení je signalizováno opticky nebo dálkově. Při měření izolace je nutné svodiče přepětí odpojit od země, aby nezkreslovaly výsledky měření. Střední ochrana musí být instalována vždy.

3. stupeň – jemná ochrana – třída D

Aby byla zajištěna skutečně spolehlivá ochrana, je třeba, aby předchozí stupně B a C doplnil stupeň poslední – stupeň D. Základním prvkem jemné ochrany jsou varistory a supresorové diody schopné svádět přepětí s tvarem vlny 8/20 μ s. Tuto ochranu doporučujeme instalovat přímo u chráněného spotřebiče bez dlouhého elektrického vedení od ochrany ke spotřebiči. V opačném případě, kdy je za posledním stupněm dlouhé vedení ke spotřebiči, se může ve vodičích zvýšit napětí (např. indukcí) nad přijatelnou úroveň. Instalaci svodiče třídy D musí vždy předcházet instalace svodiče třídy C.



Obrázek 11.7: Doporučené zapojení svodičů přepětí v soustavě TN-C-S.

Jištění svodičů přepětí je nutné z toho důvodu, že přes tyto prvky při jejich působení prochází následný zkratový proud, který musí být přerušen. Obecné pravidlo přiřazení pojistky k příslušnému typu svodiče neexistuje a hodnoty pojistky ke svodiči se určují na základě zkoušek konkrétních typů přístrojů.

Tabulka 11.1: Svodiče přepětí.

Třída požadavků	Funkce	Rozhr. LPZ	Maximální ochranná úroveň	Impulsní proud svodiče	Schopnost absorpcie energie
Typ I (B) (svodič bleskových proudů, tzv. hrubá ochrana)	Ochranné zařízení pro vyrovnaní potenciálů v ochraně před účinky blesků při přímých nebo blízkých úderech.	0 → 1	4 kV (kat. přepětí III)	50 kA	až 60 J
Typ II (C) (svodič přepětí, tzv. střední ochrana)	Ochranné zařízení proti přepětí vzniklých následkem vzdálených úderů blesku nebo při spínání.	1 → 2	2,5 kV (kat. přepětí II)	10 kA	až 1800 J
Typ III (D) (přepěťová ochrana, tzv. jemná ochrana)	Zařízení k přepěťové ochraně koncových spotřebičů, zapojených zpravidla do zásuvek.	2 → 3	1,5 kV (kat. přepětí I)	1 kA	1 J

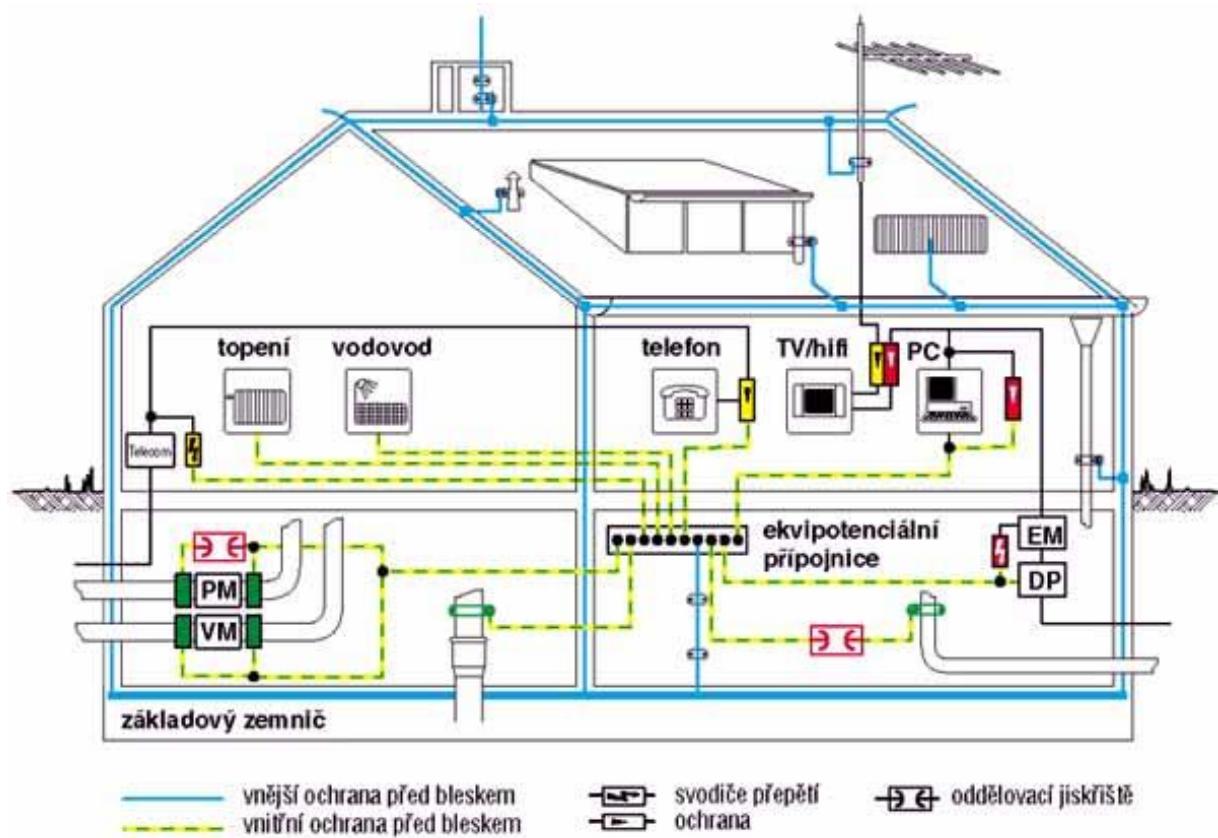
11.6.1 Odolnost vůči impulsnímu přepětí

Pro zařízení napájená z distribuční sítě nízkého napětí je užíván princip koordinace izolačních vlastností, v němž jsou stanoveny **kategorie impulsní odolnosti** (kategorie přepětí). Ty rozlišují stupeň odolnosti s ohledem na očekávanou nepřetržitost provozu a na přijatelné riziko poruchy. Odolnost v jednotlivých kategoriích je charakterizována jmenovitým impulsním výdržným napětím (to je takové, které za stanovených podmínek nezpůsobí průraz izolace). Zařízení jsou pak zařazena do příslušné kategorie impulsní odolnosti. Pro jmenovité napětí zavedené v České republice je uváděna tabulka 11.2.

Tabulka 11.2: Jmenovité impulsní výdržné napětí zařízení různých kategorií pro instalace 230/400V.

Kategorie impulsní odolnosti	IV	III	II	I *)
Umístění zařízení	na začátku instalace	část pevné instalace	určené k připojení k pevné instalaci	speciální chráněné zařízení
Maximální impulsní napětí	6 kV	4 kV	2,5 kV	1,5 kV

*) Zařízení impulsní výdržné kategorie I je určeno k připojení k pevné instalaci, ochranné prvky jsou však mimo ně (buď v pevné instalaci, nebo mezi ní a zařízením).



Obrázek 11.8: Koncepce koordinované vnější a vnitřní ochrany před přepětím LEMP.

Tabulka 11.3: Ochrana před bleskem [12].

Praktická pomůcka

22

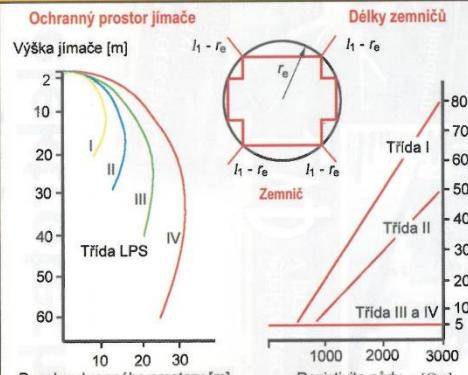
OCHRANA PŘED BLESKEM PODLE Souboru ČSN EN 62305

© IN-EL Praha, 2008

Třída LPS	Příklady chráněných objektů
I	prostory s Ex a výbušinami, řídící věže letišť, výpočetní centra, telekomunikační ústředny, sdělovací sítě
II	prostory s nebezpečím požáru (výroba a zpracování dřeva, barev a laku, plastů), výškové stavby >100 m, nemocnice (ambulanční a lůžková části), operační a provozní pracoviště hasičů a policie, speciální skladы, akvaparky
III	kryté i nekryté bazény, nádraží, mosty a budovy úřadů nad 2 000 m ² ; objekty nad 10 000 m ² , seníky, skladы slámy, povrchové stavby dolí (vrátne a ležní věže), stavby na exponovaných místech (zříceniny, horské chaty, titulní tabořiště, kempy), ubytovny, hotely, penziony nad 60 lůžk., restaurace nad 200 m ² , kulturně významné stavby (kostely s věží, hrady a zámky, muzea, archivy), provozní budovy nemocnic, letišť; zdravotnické objekty (pečovatelské domy apod.)
IV	stodoly, stáje, obydlí, sila, skladы, budovy úřadů pod 2 000 m ² , montované dočasně stavby, hotely a penziony pod 60 lůžk.

Třída LPS	Maximální velikost ok mřížkové soustavy [m]	Vzdálenosti mezi svody [m]
I	5 × 5	8 až 12
II	10 × 10	
III	15 × 15	12 až 18
IV	20 × 20	16 až 24

Svody obvykle na každém rohu stavby rovnoramenně rozmištěno po obvodu. Minimální však dva svody.



(*): Minimální tloušťka pásku je 2 mm.
(**): Minimální průměr pramene lana je 1,7 mm.

Uzemnění:

Doporučuje se odpor uzemnění max. 10 Ω, není však třeba klást zemnič delší než je odvozeno z délky l_1 podle grafu Délky zemničů.

Přímo se rozeznávají dvě uspořádání:

A – tyč nebo pások u každého svodu:

– pásek nesmí být kratší než l_1 , účinná délka tyče v zemi nesmí být kratší než $l_1/2$.

B – obvodový (nebo základový) zemnič na vnější straně objektu:

– střední poloměr r_e plochy, která je uzavřena obvodovým (nebo základovým) zemničem, nesmí být menší než hodnota l_1 , tj. $r_e \geq l_1$. Pokud je požadovaná hodnota l_1 větší než poloměr r_e plochy, je třeba dodatečně instalovat vodorovné nebo svislé (či šikmé) zemniče, každý o délce l_1 , pokud jde o vodorovné, a $l_1/2$, pokud o svislé (či šikmé) zemniče. Tyto délky jsou rovny:

$$l_1 = l_1 - r_e \text{ a } l_1 = (l_1 - r_e)/2$$

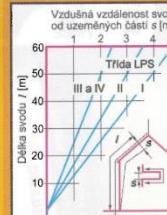
Přímo se doporučuje, aby počet dodatečných zemnič nebyl menší než počet svodů (alespoň však dva) a aby s obvodovým zemničem byly spojeny v místě připojení svodů.

Izolace vnější jímající soustavy od jiných zařízení

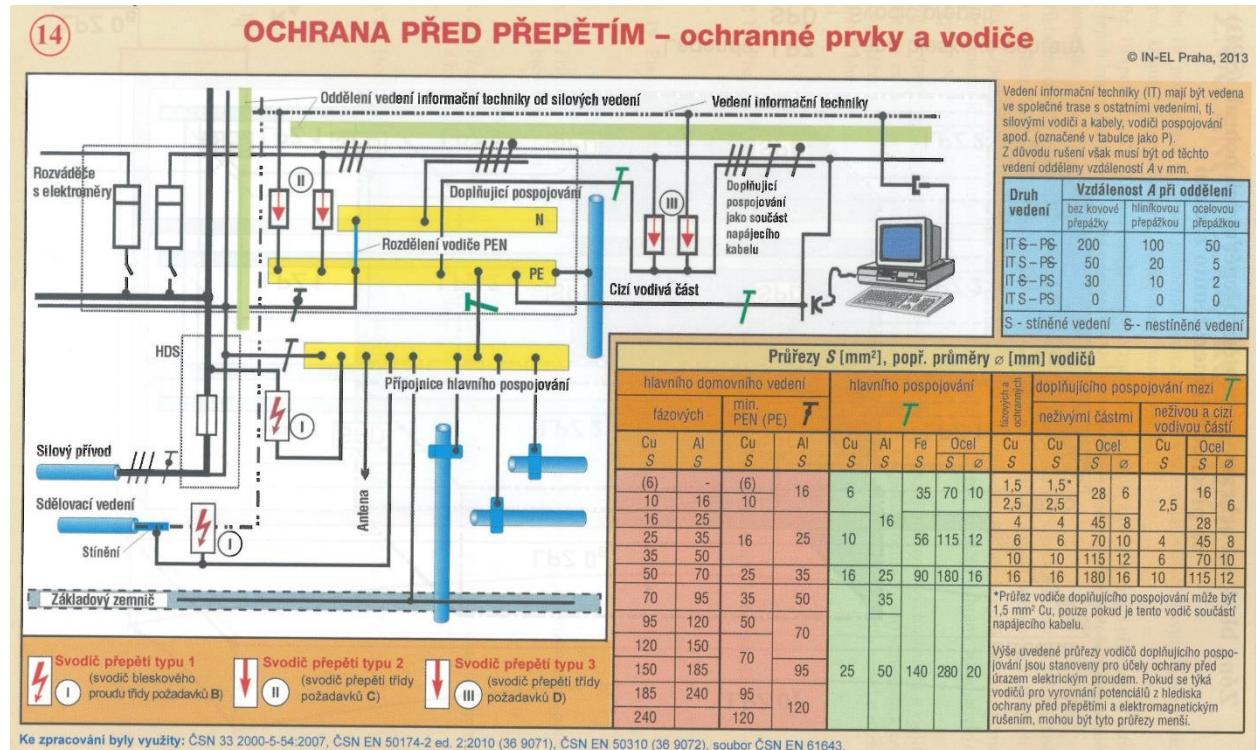
Závislost požadované vzdálenosti s mezi vnější jímající soustavou a vnitřními kovovými částmi a instalacemi na délce svodu / je pro jeden svod znázorněna na obrázku. Pokud se tato vzdálená vzdálenost zjištíme na objektu s více svody, je menší, a záleží na uspořádání svodů i zemničů.

Není však menší než vzdálenost odečtená na obrázku dělená počtem svodů n . Jestliže jsou svod a vnitřní kovové části a instalace odděleny zdí z betonu nebo cihel, násobí se ještě tato vzdálenost

dvěma. Uvedená vzdálenost odečtená z obrázku je i vzdálenost s mezi krajními body smyčky délky l na svodu (viz též obrázek).



Tabulka 11.4: Ochrana před přepětím – ochranné prvky a dimenzování vodičů [12].



Ke zpracování byly využity: ČSN 33 2000-5-54:2007, ČSN EN 50174-2 ed. 2:2010 (36 9071), ČSN EN 50310 (36 9072), soubor ČSN EN 61643.

12 Revize

Nejběžnější skupinou elektrotechnických výrobků jsou elektrické spotřebiče, k nimž se řadí např. svítidla, zařízení informační techniky, přístroje spotřební elektroniky, měřicí a laboratorní přístroje a rovněž elektrické ruční nářadí. Jsou v každé domácnosti, používají je řemeslníci, najdeme je ve výrobních závodech, na stavbách, v zemědělství i v administrativě.

Působením vnějších vlivů, způsobem používání i přirozeným stárnutím materiálu může během provozu nastat situace, kdy spotřebič již není bezpečný. Proto se bezpečnost elektrických spotřebičů a elektrické instalace, ke které se spotřebiče připojují, musí pravidelně ověřovat kontrolami a revizemi podle ČSN 33 1500, ČSN 33 1600 ed. 2 a ČSN 33 2000-6.

Základní pojmy:

- **Prohlídka** – prezkomání elektrické instalace s využitím všech smyslů, zda je řádně provedena.
- **Revize** – všechna opatření, kterými se ověruje shoda hotové elektrické instalace s příslušnými požadavky (obsahuje prohlídku, zkoušení a vypracování zprávy).
- **Údržba** – všechny technické a administrativní činnosti včetně kontroly pro zachování požadovaných funkcí daného předmětu.

12.1 Výchozí revize elektrické instalace

Každá instalace musí být před tím, než ji uživatel uvede do provozu, revidována, tedy během své výstavby nebo po jejím dokončení. Revize se provádí též po dokončení oprav. Revize elektrické instalace se provádí podle normy ČSN 33 2000-6.

Součástí **výchozí revize** musí být kontrola, zda zjištěné výsledky odpovídají předepsaným požadavkům. Revize musí být provedena také po doplnění či změně stávající instalace. Revizi musí provádět osoby znalé, které jsou pro provádění revizí kvalifikované.

Prohlídka musí být provedena před zkoušením, většinou bez napětí. Prohlídkou se ověří, zda trvale připojené elektrické předměty:

- vyhovují bezpečnostním požadavkům (informací výrobce a značení),
- jsou řádně zvoleny a instalovány,
- nejsou viditelně poškozeny a neohrožují tak bezpečnost.

Prohlídka zahrnuje ověření:

- a) Způsobu ochrany před úrazem elektrickým proudem.
- b) Použití protipožárních přepážek a jiných opatření na ochranu před šířením ohně a před tepelnými účinky.
- c) Volby vodičů s ohledem na proudovou zatížitelnost a úbytek napětí a odpovídající způsob jejich spojování. Např. zda prostředky spojování odpovídají vodičům. Pro ověření je možné měřit odpor spojení, který by neměl být větší než odpor vodičů délky 1 m a průřezu rovném nejmenšímu průřezu spojovaných vodičů.
- d) Volby, seřízení a vhodného umístění ochranných, kontrolních, odpojujících a spínacích přístrojů.
- e) Volby předmětů, zařízení a ochranných opatření přiměřených k vnějším vlivům.
- f) Označení nulových a ochranných vodičů a jejich parametrů včetně vodičů ochranného a doplňujícího pospojování.
- g) Zapojení jednopólových spínacích přístrojů ve vodičích vedení (tj. fázových nebo krajních vodičích).
- h) Vybavení schématy, varovnými nápisy nebo dalšími podobnými informacemi.
- i) Označení obvodů, přístrojů jistících před nadproudými, spínačů, svorek atd.
- j) Přístupnosti zařízení z hlediska jeho ovládání, značení a údržby.

Po prohlídce následuje **zkoušení** pomocí měřicích a kontrolních přístrojů. Zkušební přístroje a metody se musí volit v souladu s normou nebo mohou být i jiné, ale nesmí poskytovat nižší stupeň bezpečnosti. Musí být provedena taková opatření, aby při revizi nedošlo k ohrožení osob nebo užitkových zvířat a poškození majetku či zařízení, ani v případě poruchy. Zkoušení se provádí v tomto pořadí:

- 1. Spojitost ochranných vodičů a spojitost hlavního a doplňujícího pospojování.**
- 2. Izolační odpor elektrické instalace** se musí měřit mezi každým pracovním vodičem a ochranným vodičem spojeným se zemničem a musí splňovat hodnoty viz tabulka 12.1. Pracovní vodiče (fázové vodiče a nulový vodič) se mohou navzájem spojit. Izolační odpor se doporučuje ověřit i mezi pracovními vodiči navzájem. Přístroje, které ovlivňují měření (přepěťové ochrany), nebo přístroje, které mohou být měřením poškozeny, se odpojí. Pokud je jejich odpojení prakticky neprovézitelné, je možné snížit zkušební napětí na 250 V DC. Měření se musí provádět v instalaci, která je odpojena od zdroje.

Tabulka 12.1: Minimální hodnoty izolačního odporu.

Minimální izolační odpory		
Zařízení	Měřicí napětí	Izolační odpor
Sítě a přístroje pro malá napětí SELV a PELV	250 V DC	$\geq 0,5 \text{ M}\Omega$
Sítě a přístroje pro napětí do 500 V včetně FELV	500 V DC	$\geq 1,0 \text{ M}\Omega$

U topných prvků v podlahách nesmí izolační odpor klesnout pod $250 \text{ k}\Omega$ pro napětí 230 V a $400 \text{ k}\Omega$ pro napětí 400 V.

- 3. Ochrana SELV a PELV nebo elektrickým oddělením obvodů.** Měřením izolačního odporu se ověří oddělení živých částí těchto obvodů od živých částí ostatních obvodů a od země (u obvodu PELV se dočasně odpojí propojení se zemí). Izolační odpor musí splňovat hodnoty viz tabulka 12.1.

4. Automatické odpojení od zdroje.

Ověření funkčnosti ochrany u sítí TN se ověří:

- Změřením impedance poruchové smyčky – provádí se i v případě použití proudových chráničů, protože se ověruje, zda je zajištěno automatické odpojení obvodu i při poruše před chráničem a zda je zajištěna spojitost vodičů obvodu. Je vhodné měřit i impedance smyčky fázový vodič – nulový vodič. Orientační velikosti impedance určuje tabulka 12.3 podle maximální doby odpojení, viz tabulka 12.2.
- Ověřením charakteristik nebo účinnosti předřazeného ochranného přístroje. U nadproudových ochranných přístrojů prohlídkou (tj. ověřením jmenovitých proudů a typů pojistek). U proudových chráničů prohlídkou a zkušebním zařízením. Mimo jiné se u proudových chráničů doporučuje ověřit dobu odpojení. Doba odpojení se však musí ověřit v případě již použitých proudových chráničů nebo pokud přístroj slouží pro odpojení.
- Měřením odporu zemniče s využitím dvou pomocných zemničů (sond).
- Měření impedance poruchové smyčky musí splnit podmínu

$$Z_s \leq \frac{2}{3} \cdot \frac{U_0}{I_a}, \quad (12.1)$$

- která bere v úvahu zvýšení odporu vodičů při jejich oteplení. Z_s je impedance poruchové smyčky (zdroj, vodič vedení a ochranný vodič), I_a je proud vyvolávající odpojení ve stanovené době a U_0 je napětí vůči zemi. Při pravidelných revizích se

doporučuje zjišťovat, zda se impedance nezvýšila. Případné zvýšení se doporučuje ověřovat měřením teploty těchto spojů.

5. **Doplňková ochrana** se ověřuje prohlídkou a zkouškou.
6. **Zapojení přístrojů** – v případech, kde je zakázáno zapojovat jednopólové spínací přístroje do nulového vodiče, se musí provést zkouška.
7. **Kontrola pořadí fází** se musí ověřit u vícefázových obvodů.
8. **Funkční a provozní zkoušky.** Ochranné přístroje se musí podrobit funkčním zkouškám v případech, kdy je třeba prokázat, že jsou rádně instalovány a seřízeny.
9. **Úbytek napětí** je možno určit měřením impedance obvodu nebo pomocí nomogramů (grafy maximálních délek kabelů v závislosti na zatěžovacím proudu).

Po dokončení revize nové instalace nebo doplnění nebo změny stávající instalace musí být zpracována **zpráva o výchozí revizi**. Tento dokument musí obsahovat podrobnosti o rozsahu instalace a záznam prohlídky a výsledků zkoušek. Zpráva může obsahovat doporučení na opravy a vylepšení. Zpráva by měla doporučit lhůtu první pravidelné revize.

Tabulka 12.2: Maximální doby odpojení podle ČSN 33 2000-4-41 ed. 2.

Sít'	50–120 V	121–230 V	231–400 V	Nad 401 V			
	AC	AC	DC	AC	DC	AC	DC
TN	0,8 s	0,4 s	5 s	0,2 s	0,4 s	0,1 s	0,1 s
TT	0,3 s	0,2 s	0,4 s	0,07 s	0,2 s	0,04 s	0,1 s

Tabulka 12.3: Informativní hodnoty maximální impedance smyčky, aby byl splněn požadavek automatického odpojení v síti TN.

Jmenovitý proud [A]	Jistič char. B	Impedance smyčky [Ω]				
		Požadovaná doba vypnutí do 0,4 s			Požadovaná doba vypnutí do 5 s	
		Jistič C	Jistič D	Pojistka gG	Jistič C a D	Pojistka gG
6	5,11	2,56	1,28	3,33	2,85	5,48
10	3,07	1,53	0,77	1,92	1,71	3,3
13	2,36	1,18	0,59	1,8	1,43	2,78
16	1,92	0,96	0,48	1,41	1,07	2,36
20	1,53	0,77	0,38	1,06	0,86	1,8
25	1,23	0,61	0,31	0,85	0,68	1,39
32	0,96	0,48	0,24	0,57	0,53	1,02
40	0,77	0,38	0,19	0,48	0,3	0,81

12.2 Pravidelná revize elektrické instalace

Každá elektrická instalace by měla být pravidelně revidována a, pokud je to možné, musí se vzít v úvahu záznamy a doporučení z předchozích revizí. Revizi musí provést osoba znalá, která je pro provádění revizí kvalifikovaná. Při pravidelné revizi se provádí podrobné přezkoumání instalace. Pokud není k dispozici předchozí zpráva, je třeba provést podrobnější přezkoumání. Pokud to situace vyžaduje, provede se jenom částečná demontáž pro potřeby měření. Provádějí se zkoušky a měření podle předchozí kapitoly, včetně ověření požadavků na dobu odpojení. Musí být zaznamenány jakékoli závady či zhoršení stavu nebo nebezpečné podmínky.

Další měření se provádějí, aby se:

- zajistila bezpečnost osob a užitkových zvířat vůči účinkům úrazu a popálení elektrickým proudem;
- zajistila ochrana před poškozením majetku ohněm nebo teplem vzniklým při poruše instalace;
- zamezilo ohrožení bezpečnosti poškozenou nebo narušenou instalací;
- určily závady v instalaci a odchylky od požadavků normy, jejichž následkem by mohlo dojít ke vzniku nebezpečí.

Lhůty pravidelných revizí instalace se určují podle druhu instalace a zařízení, jejího použití a způsobu provozu. Zpráva o revizi by měla doporučovat lhůtu následující revize. Provádění pravidelných revizí bytů a rodinných domů není v ČR předepsáno. Je však vhodné tyto revize provádět, i když s delšími intervaly (např. 10 let). Revize elektrické instalace se důrazně doporučuje při výměně nájemníků nebo majitelů, při zvýšení nebo zvýšení hodnoty rezervovaného příkonu. Z hlediska základní charakteristiky instalací je možné doporučit lhůty pro revizi v jednotlivých objektech a prostorech, které udává tabulka 12.4.

Tabulka 12.4: Doporučené lhůty revizí.

Prostory	Doporučená lhůta
staveniště a demolice	0,5 roku
prostory plaveckých bazénů a fontán	1 rok
prostory s vanou nebo sprchou a umývací prostory	
místnosti se saunovými kamny	3 roky
zemědělská a zahradnická zařízení	
venkovní osvětlení	4 roky

Pro vnitřní společné prostory bytových domů platí lhůta revizí 5 let, pokud rozvody odpovídají současným požadavkům (zatížitelnost, průřezy vodičů,...). Pro hlavní domovní vedení a vedení na schodištích apod., která jsou provedena podle dříve platných požadavků, se doporučuje lhůta 2 roky (u bytových domů pro invalidy se doporučuje 1 rok).

O provedené pravidelné revizi musí být zpracována zpráva, která musí obsahovat podrobnosti o revidované instalaci, závady a výsledky zkoušek. Zpráva může obsahovat doporučení oprav a vylepšení.

12.3 Elektrické spotřebiče

Pro spotřebiče v domácnosti nejsou stanoveny žádné lhůty, avšak provedení revize zajistí správnou spolehlivost a bezpečnost. Při provádění kontrol a revizí elektrických spotřebičů je třeba respektovat příslušné požadavky obsažené v průvodní dokumentaci obsahující návod výrobce pro montáž, manipulaci a údržbu tak, aby bylo spolehlivě ověřeno, že kontrolovaný a revidovaný spotřebič svými parametry odpovídá průvodní technické dokumentaci výrobce a je ve stavu, který neohrožuje bezpečnost osob, hospodářských zvířat ani věcí. Při revizi elektrických spotřebičů se postupuje podle normy ČSN 33 1600 ed. 2.

Základní pojmy:

- Zkouška chodu** – ověření funkce ovládacích prvků a poslechové posouzení hlučnosti.
- Připevněný spotřebič** – spotřebič, který je určen k používání, když je připevněn k podložce nebo jiným způsobem trvale zajištěn na určitém místě.
- Nepřipevněný spotřebič** – spotřebič, který není připevněný.
- Spotřebič držený v ruce** – určený k tomu, aby byl během normálního používání držen v ruce, přičemž případný motor nebo elektrický pohon je nedílnou součástí spotřebiče.

Kontroly nepřipevněných elektrických spotřebičů provádí jejich uživatel před jejich použitím. Lhůty pravidelných revizí elektrických spotřebičů držených v ruce a nepřipevněných spotřebičů stanovuje tabulka 12.5.

Tabulka 12.5: Lhůty revizí elektrických spotřebičů (ČSN 33 1600 ed. 2).

Skupina spotřebičů podle užívání		Třída	Spotřebiče držené v ruce	Přenosné spotřebiče
A	pronajímané	Všechny	Vždy před vydáním uživateli a dále podle skupiny užívání	
B	používané venku	Třídy I	3 měsíce	6 měsíců
		Třídy II a III	6 měsíců	
C	používané ve výrobě uvnitř budov	Třídy I	6 měsíců	24 měsíců
		Třídy II a III	12 měsíců	
D	používané ve veřejně přístupných prostorách	Všechny	12 měsíců	24 měsíců
E	používané v administrativě	Všechny	12 měsíců	36 měsíců

Rozsah **kontrol** elektrických spotřebičů:

- Prohlídka** – při prohlídce se elektrický spotřebič důkladně prohlédne, zda nejsou poškozeny kryty a držadla. Pohyblivé přívody nesmí mít poškozenou, zpuchřelou nebo nadměrně ztvrdlou izolaci. U vstupu do spotřebiče musí být přívod opatřen ochrannou návlačkou a musí být zajištěn proti vytržení. Vidlice, nástrčka a pohyblivá zásuvka nebo přívodka nesmějí být poškozené. Pevně připojený pohyblivý přívod u elektrického ručního náradí a elektrických spotřebičů třídy ochrany II a III musí být neoddělitelně spojen s vidlicí. Větrací otvory nesmějí být zaprášené nebo zakryté. Evidenční či jiné označení umožňující jednoznačnou identifikaci spotřebiče nesmí chybět.
- Zkouška chodu** – ověřuje, zda ovládací a bezpečnostní prvky plní spolehlivě svoji funkci. V případě spotřebiče vybaveného motorem musí být jeho chod pravidelný, bez nadměrného hluku a jiskření na komutátoru.

Jednotlivé kroky při **revizích** je třeba provádět v určeném pořadí. Postup revize je stanoven takto:

- Prohlídka při revizi** – zjistí se třída ochrany spotřebiče, zda je přívod ke spotřebiči s ochranným vodičem, a podle toho se volí další postup revize. Provede se prohlídka podle předchozího bodu. Podrobnější prohlídka se provádí zpravidla při revizi po opravě spotřebiče. Zjišťuje se, zda jsou připojovací svorky dotažené. Ploché násuvné spoje musí mít spolehlivý elektrický i mechanický styk. Vnitřní vedení nesmí mít poškozenou izolaci. Spínač a další ovládací prvky nesmí snižovat ochranu před nebezpečným dotykem a musí umožňovat zapnutí/vypnutí spotřebiče. Pokud je použito odblokovací tlačítko, musí být funkční. Motor nesmí být zjevně zaprášený a musí mít dostatečně dlouhé kartáče (obvykle delší než 5 mm) a lanka kartáčů, kabelová oka, pružiny nesmějí být poškozeny. Odrušovací kondenzátor není zjevně poškozený a připojovací vodiče nejsou holé. Topný článek nesmí mít rozbité nebo prasklé keramické držáky topných vodičů, korálky vývodů nesmějí chybět. Pohyblivý přívod musí být správně zapojený.
- Měření spotřebičů, které je možné odpojit:
 - Měření odporu ochranného vodiče** – se provádí u elektrických spotřebičů třídy ochrany I, prodlužovacích přívodů a odpojitelních přívodů. Měří se odpor mezi ochrannou zdírkou vidlice a přístupnými neživými částmi spojenými s ochranným vodičem či ochranným kontaktem na druhém konci prodlužovacího přívodu. Odpor

ochranného vodiče nesmí být větší než $0,2 \Omega$ při délce přívodu do 3 m. K tomuto odporu se připočte $0,1 \Omega$ na každé další 3 m délky přívodu. V žádném případě však nesmí být překročena hodnota 1Ω . Během měření se doporučuje s kabelem pohybovat.

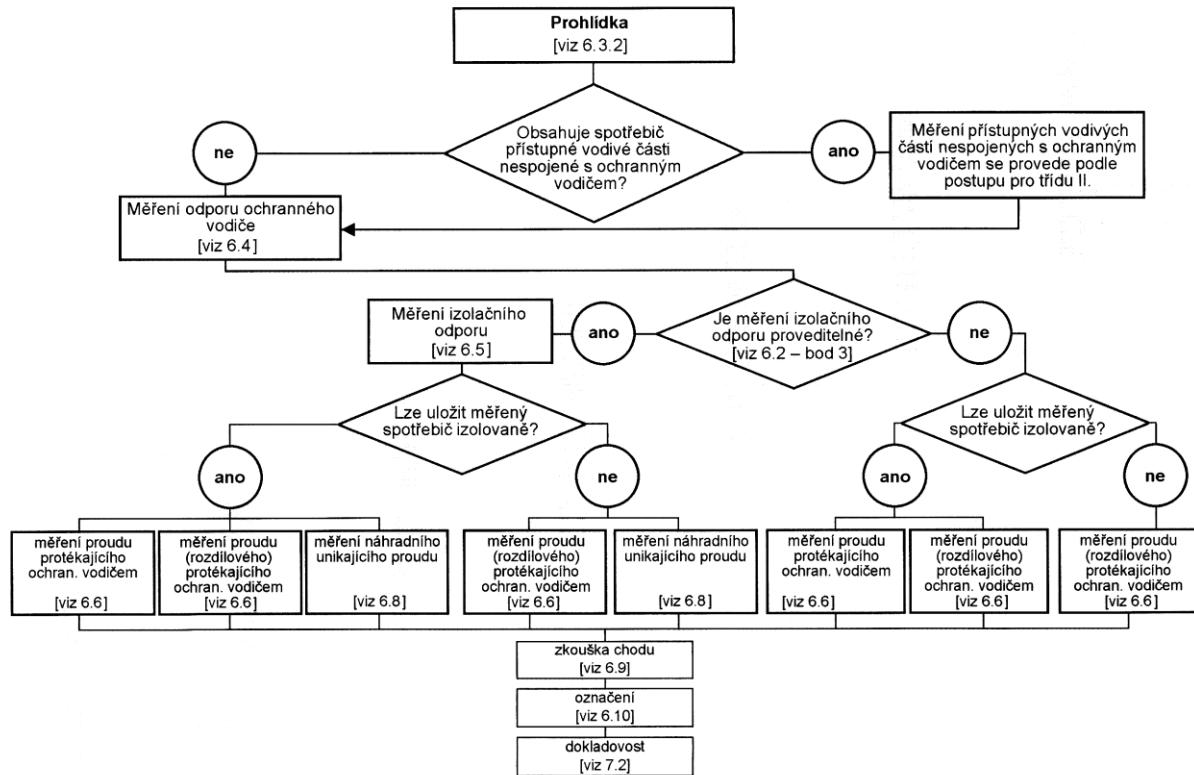
- **Měření izolačního odporu** – se zjišťuje stejnosměrným proudem se jmenovitým napětím nejméně 500 V při zatížení 1 mA po dobu 5 s až 10 s. Při měření musí být zapnuty všechny spínače a regulátory. Měření se neprovede, pokud je spotřebič vybaven spínáním, které při odpojení síťového napájení znemožní změření izolačního odporu celého spotřebiče, nebo pokud se jedná o spotřebič, který by mohl být poškozen. Izolační odpor se měří mezi živými částmi a neživými částmi či přístupnými vodivými částmi. Izolační odpor nesmí být menší než hodnoty, které udává tabulka 12.6.
 - **Měření unikajících proudů ochranným vodičem** spotřebičů třídy ochrany I – měří se proud při přiložení síťového napětí. Proud protékající ochranným vodičem nemá překročit hodnotu 3,5 mA. U tepelných spotřebičů, jejichž výkon je větší než 3,5 kW, nesmí být větší než 1 mA na 1 kW.
 - **Měření dotykového proudu** spotřebičů třídy ochrany II – u spotřebiče připojeného na síťové napětí se přikládá jeden pól měřicího přístroje na povrch přístupných vodivých částí měřeného spotřebiče a druhý pól se připojí k ochrannému vodiči (PE). Dotykový proud na vodivých částech přístupných dotyku nesmí překročit hodnotu 0,5 mA.
3. Měření spotřebičů, které není možné odpojit:
 - Měření odporu ochranného vodiče.
 - **Měření náhradního unikajícího proudu.** Používá se samostatný zdroj poskytující napětí 25 až 250 V. V případě, že se použije napětí nižší než jmenovité, musí být změřený unikající proud přepočítán na hodnotu při jmenovitém napětí spotřebiče. Unikající proud spotřebičů třídy ochrany I nesmí překročit hodnotu 3,5 mA. Unikající proud spotřebičů třídy ochrany II nesmí být vyšší než 0,5 mA.
 4. **Kontrola vývodů** – u připojení k bezpečnému malému napětí, které je generováno ve spotřebiči, se ověřuje, zda není překročena mezní dovolená hodnota.
 5. **Zkouška chodu** – ověřuje, zda ovládací a bezpečnostní prvky plní spolehlivě svoji funkci. V případě spotřebiče vybaveného motorem musí být jeho chod pravidelný, bez nadměrného hluku a jiskření na komutátoru.
 6. **Kontrola označení elektrického spotřebiče.**
 7. **Vypracování dokladu o provedení revize** – dokladem o revizích spotřebičů může být buď zvláštní karta pro jednotlivý spotřebič, nebo protokol o revizi.

Tabulka 12.6: Hodnoty izolačních odporů.

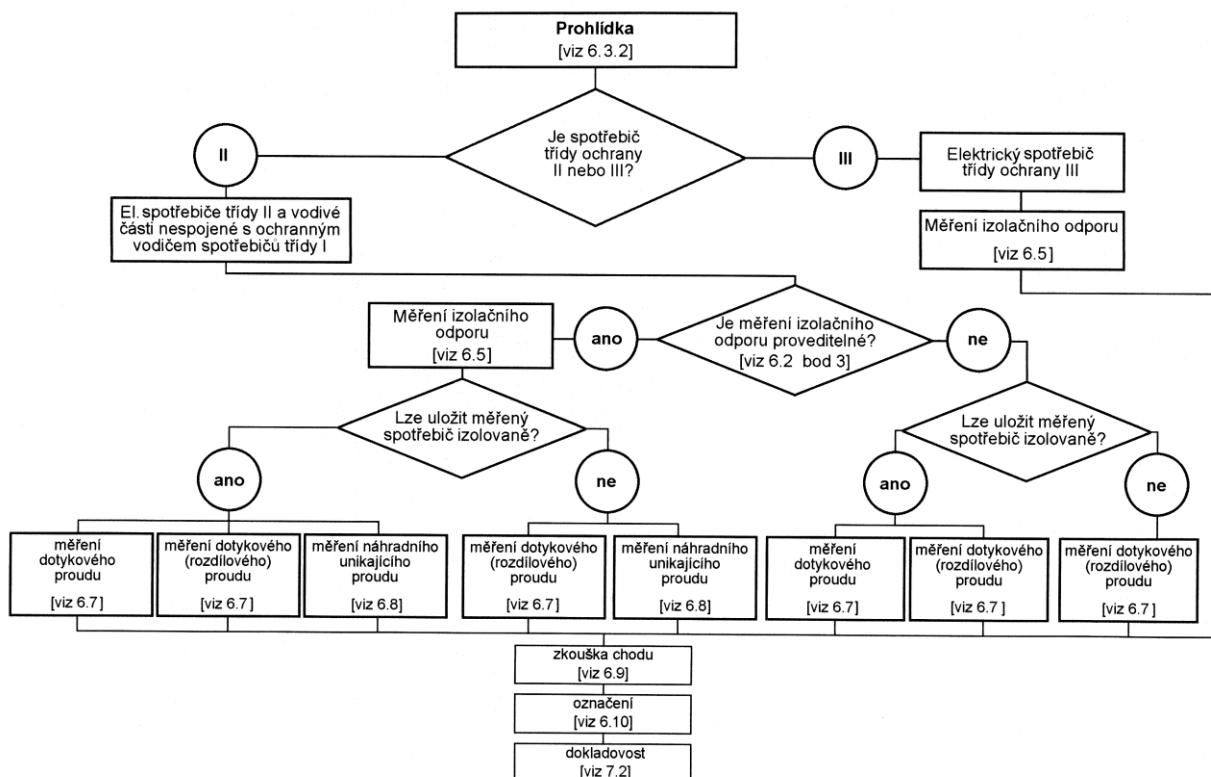
Spotřebič třídy ochrany	Izolační odpor spotřebičů držených za provozu v ruce	Izolační odpor spotřebičů, které nejsou za provozu drženy v ruce	
I	$2 \text{ M}\Omega$	teplné nad $3,5 \text{ kW}$	$0,3 \text{ M}\Omega$
II	$7 \text{ M}\Omega$ (svítidla $4 \text{ M}\Omega$)	ostatní	$1 \text{ M}\Omega$
III	$0,25 \text{ M}\Omega$		$0,25 \text{ M}\Omega$
Prodlužovací a odpojitelné přívody mezi žilami			$7 \text{ M}\Omega$

Kabelové navijáky, odpojitelné přívody a prodlužovací přívody a jejich příslušenství se musí rovněž podrobit zkouškám, a to podle situací, při nichž by mohlo dojít k ohrožení.

Schematicky znázorňuje postup při revizích dle normy obrázek 12.1 a obrázek 12.2.



Obrázek 12.1: Postup při revizi spotřebiče třídy ochrany I podle ČSN 33 1600 ed. 2.



Obrázek 12.2: Postup při revizi spotřebiče třídy ochrany II a III podle ČSN 33 1600 ed. 2.

13 Rekonstrukce

Při rekonstrukcích elektrických rozvodů v bytových objektech a jiných objektech občanské vybavenosti je nutno mít na paměti především rozdíl mezi opravou elektrického zařízení (tj. zajištění bezpečnosti a funkčnosti elektrických rozvodů bez vlivu na jejich věcné a morální zastarávání) a rekonstrukcí (tj. zhodnocení elektrického zařízení objektu na současně platná kritéria tohoto zařízení). Z tohoto pohledu je nutno vycházet při aplikaci požadavků elektrotechnických předpisů, to znamená, že při rekonstrukcích je bezpodmínečně nutno vycházet ze současně platných předpisů, které ovšem akceptují nová zařízení určená pro bytovou výstavbu (např. vřívé vany s elektrickým pohonem a ovládáním). Při konzervaci starého stavu pouhou opravou nelze tato nová elektrická zařízení připojovat bez rizika úrazu elektrickým proudem.

Klasickým nepochopením základních bezpečnostních kritérií je například odstranění části doplňujícího pospojování v koupelně (spojujícího např. rám dveří s ostatním pospojováním) při opravě, bez užití proudového chrániče pro vybrané obvody v koupelně s odůvodněním, že ČSN 33 2000-7-701 ed. 2 toto připojení již nevyžaduje.

Investoři mají obvykle v úmyslu provést rekonstrukci tak, aby byla co nejlacinější; např. pouze rekonstrukci přívodu do bytu a zásuvkového obvodu koupelny tak, aby byla zajištěna doplňková ochrana pomocí citlivého proudového chrániče. To však může být tím nejhodnějším řešením pouze v případech, kdy jsou ostatní části instalace dobře zachovalé. Pokud je instalace celkově zchátralá (izolace vodičů jeví známky degradace, přívody k vypínačům jsou ulámané, zdířky zásuvek vypálené apod.), je třeba provést celkovou rekonstrukci instalace.

Z toho vyplývá i postup přípravy oprav a rekonstrukce elektrických rozvodů:

- provedení revize elektrických rozvodů v bytových objektech (rozvodů na společných komunikacích i v bytech) za účelem stanovení naléhavosti a rozsahu nutných zásahů do elektrických rozvodů,
- vyhodnocení poznatků získaných revizí z hlediska bezpečnostního, technického i morálního a rozhodnutí o hloubce zásahu (údržba, částečná rekonstrukce, celková rekonstrukce),
- provedení určeného zásahu.

Důležité a nutné je rovněž zvážit dopad užití rozvodu TN-C-S. Z německé praxe vyplývá, že je vhodné rozdělit rekonstrukci elektrických silnoproudých rozvodů alespoň do dvou na sebe navazujících etap. Jako první etapa se provede kompletní rekonstrukce elektrických rozvodů na společných komunikacích (HDV, rozvody pro osvětlení schodiště, sklepní prostory atd.). Ve druhé etapě se provádí rekonstrukce bytů.

Pro rekonstrukci elektrických rozvodů je nutno vypracovat „Protokol o určení vnějších vlivů“.

Poznámka: Cílem revize provedené před rekonstrukcí je určit nedostatky nejen z hlediska okamžitého stavu bezpečnosti elektrické instalace, ale i jejích dalších nedostatků (využitelnosti, degradace materiálů, poruchovosti, dalšího předpokládaného nepříznivého vývoje).

13.1 Historická provedení instalací a jejich bezpečnost v současnosti

Dle [13] se s nejstarším způsobem provedení elektrických rozvodů v dřevostavbách dnes lze setkat již jen výjimečně, převážně jen u ponechaných „mrtvých“ vedení. Jedná se o použití kroucených vodičů (jádra vodičů byla měděná, na nich byla základní pryžová izolace a na povrchu textilní oplet, tyto vodiče byly stočeny do šroubovice) upevněných na povrchu stěn na porcelánové roubíky. Přístroje (spínače, zásuvky) u tohoto způsobu rozvodu měly vesměs základní monturu a kryt z porcelánu a celková sestava přístroje byla namontovaná na dřevěnou destičku upevněnou na stěnu. Použité zásuvky byly obvykle vybaveny vestavenou pojistkou a rovněž neměly ochranný

kolík. Takto provedené rozvody je v současné době nutno považovat za naprosto nevyhovující, jak z hlediska ochrany před úrazem elektrickým proudem, tak z hlediska nebezpečí požáru.

Pozdější variantou těchto rozvodů bylo uložení vodičů do povlakové trubky. Vodiče měly korpus tvořen ze svinutého papíru syceného asfaltem, doplněného ovinutým kovovým páskem.

Elektroinstalační krabice jak odbočné, tak přístrojové byly tvořeny kovovým pláštěm vyloženým izolací z papírové hmoty napuštěné rovněž asfaltovou hmotou. Tyto krabice se ukládaly do nehořlavého lože, například sádrového, o tloušťce stěny minimálně 5 mm. Tento systém se bez velkých změn využíval až do počátku šedesátých let minulého století, kdy byl ukončen pro zdravotní rizika dělníků ve výrobě tohoto úložného materiálu. Pokud se tento způsob provedení elektroinstalace nachází v objektu a je funkční, nelze ho rovněž považovat za vyhovující, a to především v dřevěných objektech, a to i z hlediska degradace vlastností použitých izolačních hmot s ohledem na stáří rozvodu.

V šedesátých letech minulého století došlo k rychlému rozvoji chemického průmyslu v oblasti plastů vhodných pro elektrotechnický průmysl, a to především na bázi měkčeného PVC. V počátku využití těchto vodičů při jejich kladení na hořlavé podklady panovala obava, že by vodič (kabel) ve své celistvé, průběžné části mohl iniciovat požár a z tohoto důvodu se elektrické rozvody (samotné vedení, odbočné i přístrojové krabice, svítidla atd.) podkládaly nehořlavou izolační podložkou, například lignátem nebo distančním uložením.

Tato obava u průběžného vedení se však nepotvrdila, takže zůstal požadavek na podkládání (distančního uložení) pro odbočné přístrojové krabice, svítidla a další elektrická zařízení, pokud toto není přímo určeno pro montáž na hořlavý podklad.

Při rekonstrukci nebo zásahu do části elektrické instalace je možné provést revizi pouze na upravenou část. Rozšíření elektrického obvodu nn, které nevyžaduje změnu jištění, není třeba revidovat. V tomto případě postačuje záznam o kontrole s podpisem pověřeného pracovníka. Elektrické zařízení, na kterém byla provedena oprava, která může mít vliv na bezpečnost, musí být prověřeno kontrolou a o kontrole musí být vyhotoven záznam.

Pokud se v elektrické instalaci setkají **vodiče** s barevným označením podle dřívějších předpisů a norem s barevným označením v současnosti platné normy, musí se:

- Ochranný vodič označený světlešedou barvou označit na koncích kombinací barev zelená/žlutá (např. návlačkami). Je nutné ověřit správnost konců.
- Nulový vodič označený světlešedou barvou označit na koncích světlemodrou barvou (např. návlačkami). Je nutné ověřit správnost konců.
- Pokud v elektrickém zařízení nejsou již (například u starších instalací) barevně rozlišitelné vodiče nulové a ochranné od vodičů fázových, lze je výjimečně na všech koncích označit izolačními návlačkami příslušné barvy, nebo stejně spolehlivým způsobem (omotáním izolační páskou). Je nutné ověřit správnost konců. Toto samozřejmě neplatí pro nově zhotovené části rekonstrukce.

Při styku ochranného vodiče označeného kombinací barev zelená/žlutá s ochranným vodičem označeným zelenou barvou není nutné přeznačení konců vodiče. Od tohoto označení lze upustit u spojů v odbočných místech (např. v odbočných krabicích nebo rozvodkách), pokud není nutné tyto spoje upravovat.

14 Schémata

Zapojení a funkce elektrických zařízení znázorňují různá schémata zapojení, která rozlišujeme na jedno- a vícepólová. Jednopólová schémata neinformují o konkrétní funkci zapojení, pouze o vzájemném propojení prvků. Příkladem jednopólového zapojení je přehledové schéma (tabulka 14.1), zvláštním případem pak instalační schéma, sloužící ke znázornění umístění prvků a vedení instalace ve zjednodušeném půdorysu.

Tabulka 14.1: Příklady schémat – blokové, rozložené a přehledové.

schéma zapojení s blokovým uspořádáním	schéma zapojení s rozloženým uspořádáním	přehledové schéma
	<p>jednoduché spínání</p>	<p>E1</p>
	<p>sériové spínání</p>	<p>E1 E2</p>
	<p>skupinové spínání</p>	<p>E1 E2</p>
	<p>alternativní vodič</p> <p>střídavé spínání</p>	<p>E1</p>
	<p>křížové spínání</p>	<p>E1</p>

14.1 Označování vedení

Vedení se značí podle následující tabulky.

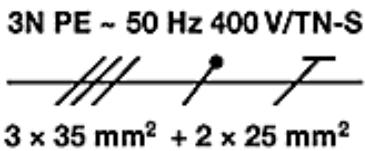
Tabulka 14.2: Označování vedení.

Trojfázové vedení se středním a ochranným vodičem	
Jednofázové vedení se středním a ochranným vodičem	
Trojfázové vedení s vodičem PEN	

14.2 Označování druhů sítí

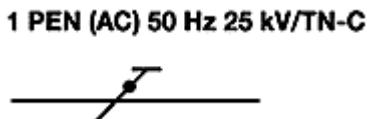
Obrázek 14.1 označuje trojfázovou (3) síť se samostatným středním (N) a ochranným (PE) vodičem se střídavým (50 Hz) napětím 400 V s uzemněným středním bodem (T) s přímým spojením neživých částí s uzemněným bodem sítě (N), v níž je funkce ochranného vodiče

zajišťována vodičem vedeným odděleně od středního vodiče (S). Tři fázové vodiče mají průřez 35 mm² střední a ochranný vodič mají průřez 25 mm².



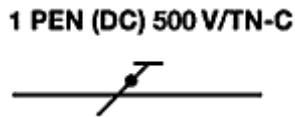
Obrázek 14.1: Označení sítě TN-S.

Obrázek 14.2 označuje síť s jedním (1) pracovním vodičem a vodičem PEN na střídavé (AC) napětí 25 kV s uzemněným středním bodem (T) s přímým spojením neživých částí s uzemněným bodem sítě (N), v níž je funkce ochranného a středního vodiče sloučena do jediného vodiče (C).



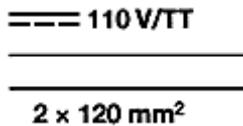
Obrázek 14.2: Označení sítě TN-C.

Obrázek 14.3 označuje síť s jedním (1) pracovním vodičem a vodičem PEN na stejnosměrné (DC) napětí 500 V s uzemněným středním bodem (T) s přímým spojením neživých částí s uzemněným bodem sítě (N), v níž je funkce ochranného a středního vodiče sloučena do jediného vodiče (C.).



Obrázek 14.3: Označení sítě TN-C.

Obrázek 14.4 označuje síť se dvěma (2) pracovními vodiči 120 mm² na stejnosměrné (DC) napětí 110 V s uzemněným středním bodem (T) a přímým spojením neživých částí se zemí (T). (Ochranný vodič je veden mimo síť přímo od neživé části k zemniči.)



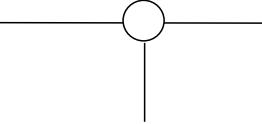
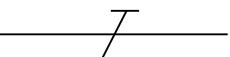
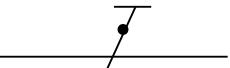
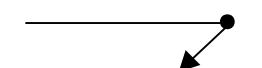
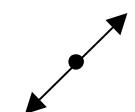
Obrázek 14.4: Označení sítě TT.

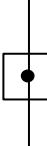
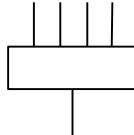
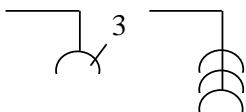
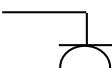
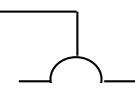
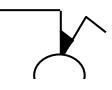
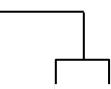
14.3 Značky pro situační schémata

Nejčastěji používané značky jsou v následující tabulce.

Tabulka 14.3: Výběr značek pro situační elektrická schémata.

Číslo	Značka	Název
Vedení		
11-03-01	— —	Vedení v zemi
11-03-02	~~	Vedení pod vodou
11-03-03	○ —	Venkovní (nadzemní) vedení na podpěrách

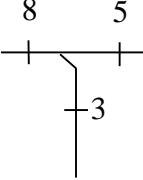
Číslo	Značka	Název
11-03-04		Vedení v kabelovém kanálu Vedení v trubce Doplňující informace mohou být uvedeny nad čarou představující kabelový kanál, například počet kanálů
Krabice pro účastnické odbočky a výstupy		
11-08-01		Odbočovací krabice Značka je znázorněna s jedním odbočujícím vedením 1. Čára uvnitř kruhu může být nahrazena označením. 2. Čára, znázorňující odbočující napájení, může být vynechána, jestliže dojde k nejasnosti výkladu.
11-08-02		Koncová krabice
11-08-03		Krabice pro zasmýčkování vedení
Označení specifických vodičů		
11-11-01		Nulový (střední) vodič
11-11-02		Ochranný vodič
11-11-03		Sloučený střední a ochranný vodič PEN vodič
11-11-04		Příklad: Trojfázové vedení se středním a ochranným vodičem
Elektrická vedení		
11-12-01		Stoupací vedení směrem vzhůru
11-12-02		Stoupací vedení směrem dolů
11-12-03		Probíhající stoupací vedení
11-12-04		Krabice; všeobecná značka
11-12-05		Rozvodná krabice

Číslo	Značka	Název
11-12-06		Přípojková skříň Značka znázorňuje i vedení
11-12-07		Rozvodné místo Značka je znázorněna s pěti vedeními
Zásuvky		
11-13-01		Zásuvka (silnoproudá) Všeobecná značka
11-13-02		Vícenásobná zásuvka (silnoproudá) Značka znázorňuje trojitou zásuvku, nebo tři zásuvky vedle sebe
11-13-04		Zásuvka (silnoproudá) s ochranným kontaktem
11-13-05		Chráněná zásuvka (silnoproudá) s víčkem
11-13-06		Zásuvka (silnoproudá) se spínačem
11-13-07		Zásuvka (silnoproudá) blokovaná spínačem
11-13-08		Zásuvka (silnoproudá) s oddělovacím transformátorem např.: pro holící strojek
11-13-09		Zásuvka pro sdělovací zařízení Všeobecná značka Pro rozlišení různých typů zásuvek může být použito označení podle příslušných norem IEC nebo ISO: ☺ – reproduktor TP – telefon FX – telefax M – mikrofon FM – frekvenční modulace TV – televize TX – telex

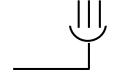
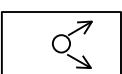
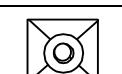
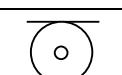
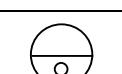
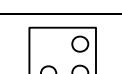
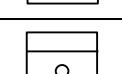
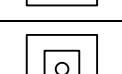
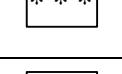
Spínače		
11-14-01		Spínač Všeobecná značka
11-14-02		Spínač se světelnou signalizací
11-14-03		Jednopólový spínač s časovým omezením
11-14-04		Dvoupólový spínač
11-14-05		Sériový spínač
11-14-06		Střídavý přepínač
11-14-07		Křížový přepínač
11-14-08		Stmívač
11-14-09		Tahový spínač
11-14-10		Tlačítko
11-14-11		Tlačítko s vestavěnou signálkou
11-14-12		Tlačítko chráněné před neúmyslným uvedením v činnost, např. pomocí rozbitného skleněného krytu
11-14-13		Časovací zařízení

11-14-14		Časový spínač
11-14-15		Spínač ovládaný klíčem
Světelné vývody a jejich zařízení		
11-15-01		Světelný vývod Značka je znázorněna se světelným zdrojem
11-15-02		Světelný vývod nástěnný Značka je znázorněna se světelným zdrojem a přívodem zleva
11-15-03		Světelný zdroj, všeobecná značka Značka může být doplněna dle ČSN EN 60617-8 č.08-10-01
11-15-04		Svítidlo obecná značka Zářivka obecná značka
11-15-05		PŘÍKLADY: Svítidlo třemi zářivkami Svítidlo s pěti zářivkami
11-15-06		
11-15-07		Světlomet Všeobecná značka
11-15-10		Předřadník výbojkových světelných zdrojů Užívá se jen tehdy, není-li přístroj zabudován ve svítidle
11-15-11		Svítidlo nouzového osvětlení ve zvláštním obvodu
11-15-12		Svítidlo nouzového osvětlení obsahující vlastní zdroj
Různá elektrická zařízení		
11-16-01		Zásobník horké vody Značka je znázorněna s přívodem
11-16-02		Ventilátor Značka je znázorněna s přívodem
11-16-03		Elektrické hodiny kontrolní (píchací)

Uložení a vývody vedení		
211-01-01	_____	Pevné vedení (na povrchu i zapuštěné) v trubkách, na izolátorech apod., též venkovní nebo kabelové vedení
211-01-03		Pohyblivé vedení <i>POZNÁMKA</i> – Lze kreslit od ruky. Při kreslení dlouhého vedení se kreslí ze začátku a na konci, popř. na vhodných místech v průběhu vedení
211-01-04		Vedení na povrchu (na omítce)
211-01-06		Vedení v omítce
211-01-10		Vedení v kabelovém kanále
211-01-12		Vedení na kabelovém roštu
211-01-16		Dvojitý vývod
211-01-17		Trojítý vývod
Vedení silnoproudá		
211-02-01	_____	Vedení pro světelné obvody <i>POZNÁMKA</i> – Převládá-li ve výkresu jiné vedení, (např. pro motory), lze kreslit převládající vedení značkou 211-02-01. Vedení pro světelné obvody lze pak odlišit popisem nebo barevně
211-02-02	-----	Vedení pro zásuvkové obvody
211-02-03	-----	Ochranné vedení
211-02-04	-----	Vedení pro ovládání, signalizaci a měření
211-02-05	-----	Vedení pro motory
211-02-06	--- --- -	Vedení pro nouzové osvětlení
Počet vedení		
211-04-01		Vícenásobné vedení vyjádřené tloušťkou čáry <i>POZNÁMKA</i> – Svazek vedení se kreslí minimálně trojnásobnou tloušťkou čáry, než je tloušťka jednotlivých vedení
211-04-02		Dvojnásobné a n-násobné vedení <i>POZNÁMKA</i> – Písmeno n se nahradí číslicí udávající počet paralelních vedení. Při dvojnásobném a trojnásobném vedení lze vyjádřit počet vedení počtem kolmých čárek.

211-04-03		Odbočení z vícenásobného vedení s vyznačením směru
211-05-01		Krabice, rozvodná skříň, s uvedením strany přístupu 1) Z jedné strany 2) Ze dvou stran
Svítidla		
211-06-01		Svítidlo se spínačem
211-06-02		Svítidlo s oddělenými obvody
211-06-04		Výbojkové svítidlo
Přístroje pro elektrické rozvody		
211-07-01		Jednopólový vypínač
211-07-02		Trojpólový vypínač
211-07-07		Jednopólový vypínač se signálkou
211-07-08		Sporáková kombinace Trojpólový vypínač se signálkou
211-07-09		Koncový spínač (spínač ovládaný kladkou, popř. vačkou)
211-07-10		Odstředivý spínač
211-07-11		Plovákový spínač
211-07-12		Tlakový spínač
211-07-13		Spínač dálkově ovládaný nebo servokontakt

211-07-14		Tepelný spínač – termostat
211-07-22		Zásuvka – všeobecná značka s příkladem napojení z krabicové rozvodky
211-07-23		Zásuvka – všeobecná značka, příklad průběžného napojení
211-07-24		Zásuvka třífázová, s kombinovaným ochranným a středním kontaktem – čtyřpólová
211-07-25		Zásuvka třífázová, s ochranným kontaktem a kontaktem středním – pětipólová
211-07-26		Zásuvka s nezáměnnými kontakty
211-07-29		Anténní zásuvky Všeobecná značka
211-07-31		Vidlice (zástrčka) s vyznačením pohyblivého přívodu
211-07-33		Vidlice (zástrčka) s ochranným kontaktem
211-07-34		Tavná pojistka, též pojistka jednopólová Všeobecná značka
211-07-35		Tavné pojistky ve třech fázích
211-07-37		Jednopólový jistič
211-07-38		Trojpólový jistič
211-07-42		Trojpólový stykač
211-07-46		Tlačítkový ovládač se dvěma tlačítky
211-07-48		Tlačítkový ovládač se dvěma tlačítky a dvěma vestavěnými signálkami

Elektrické spotřebiče		
211-10-01		Elektrické spotřebiče – všeobecná značka
		<i>Příklad:</i> Elektrický spotřebič popsaný v legendě pod číslem 13
211-10-02		Tepelný spotřebič Všeobecná značka
211-10-03		Elektrické zařízení, např. s elektromotorem
211-10-04		Elektrické zařízení s elektromotorem a elektrickým topením
211-10-05		Teplometr, tepelný zářič Všeobecná značka s vyznačením napojení
211-10-06		Infrazářič
211-10-07		Sušička
211-10-08		Pračka
211-10-09		Mycí stroj na nádobí
211-10-10		Elektrický pařák
211-10-11		Pánev na smažení
211-10-12		Elektrický sporák
211-10-13		Mikrovlnný sporák
211-10-14		Elektrická pečící trouba
211-10-15		Elektrická ohřívací deska
211-10-16		Chladnička, mraznička <i>POZNÁMKA</i> – Počet hvězdiček musí být v souladu s ČSN EN ISO 7371 (10/97)
211-10-17		Kombinovaná chladnička <i>POZNÁMKA</i> – Jako u značky č. 211-10-16

211-10-18		Transformátor
211-10-19		Kondenzátorová baterie
211-10-20		Usměrňovač
211-10-21		Baterie (akumulátorová nebo galvanická)
Hromosvod a uzemnění		
211-11-01	_____	Viditelné vedení hromosvodu
211-11-02	-----	Zakryté vedení hromosvodu
211-11-03		Jímací tyč nebo zakončení jímacího vedení jako jímač
211-11-04	—○—	Vodivé spojení Všeobecná značka
211-11-05	—○—	Odbočení Všeobecná značka
211-11-06	—○—	Dvojité odbočení Všeobecná značka
211-11-07	—○—	Zkušební svorka
211-11-08	—○—	Zkušební svorka ve skříňce na objektu
211-11-09	—○—	Zkušební svorka ve skřínce s ochranným poklopem umístěná v zemi
211-11-10		Deskový zemnič
211-11-11		Tyčový zemnič
211-11-12		Paprskový (drátový) zemnič

14.4 Grafické značky na elektrických předmětech

Nejčastěji používané grafické značky jsou v následující tabulce.

Tabulka 14.4: Značky na elektrických předmětech podle ČSN IEC 417 (34 55 55).

Značka	Význam	Značka	Význam	Značka	Význam
	Zapnuto		Pojistka, pojistková skříň		Uzemnění
○	Vypnuto		Bezpečnostní transformátor		Bezšumová zemnická svorka
○	Příprava zapnutí		Spojení s kostrou		Ochranné uzemnění
○ ○	Přepínač „zapnuto – vypnuto“ se dvěma ustálenými polohami		Ekvipotenciální spojení		Zařízení třídy ochrany II (dvojitá izolace)
○/○	Přepínač „zapnuto – vypnuto“ s jednou ustálenou polohou		Pohyb jedním směrem		Zařízení třídy ochrany III
— —	Poloha „zapnuto“ pro tlačítko (stlačeno)		Pohyb oběma směry		Oddělovací transformátor
— —	Poloha „vypnuto“ pro tlačítko (vysunuto)		Pohyb oběma směry s omezením		Zdroj stejnosměrného napětí
•↔	Nesoučasný účinek nebo působení k referenčnímu nebo od referenčního bodu		Účinek nebo působení jedním směrem od referenčního bodu		Poloha článků a baterií
•→←	Současný účinek nebo působení k referenčnímu nebo od referenčního bodu		Účinek nebo působení jedním směrem k referenčnímu bodu		Měnič – usměrňovač střídavého proudu na stejnosměrný, náhradní zdroj proudu

Značka	Význam	Značka	Význam	Značka	Význam
— — —	Stejnosměrný proud	↔•	Účinek nebo působení oběma směry od referenčního bodu		Řízení – regulace
~	Střídavý proud	→•←	Účinek nebo působení oběma směry k referenčním u bodu		Kladný pól
Značka	Význam	Značka	Význam	Značka	Význam
~	Stejnosměrný i střídavý proud		Nebezpečné napětí	—	Záporný pól
	Vstup (energie nebo signálu)		Výstup (energie nebo signálu)		k montáži na duté stěny nebo nábytek
	k montáži na omítku		k montáži do betonu		osvětlovací těleso pro výbojky k montáži na nebo do hořlavé hmoty
	osvětlovací těleso do nábytku pro výbojky do těžko nebo nesnadno hořlavých hmot		odolné před úderem míče		pro ztížené podmínky
	stmívač		elektroměr		bezpečnostní transformátor odolný proti zkratu
	svítidlo s omezenou povrchovou teplotou		samostatný předřadník		měnič s povrchovou teplotou omezenou na 110 °C
	osvětlovací těleso pro žárovky a výbojky do nábytku o neznámé hořlavosti		osvětlovací těleso s omezenou povrchovou teplotou		

14.5 Schvalovací značky na elektrických předmětech

Výrobce nebo dovozce je povinen podle zákona č. 22/1997 Sb. uvádět na trh v České republice jen bezpečné výrobky. **Bezpečným výrobkem** je výrobek, který za běžných nebo rozumně předvídatelných podmínek užití nepředstavuje po dobu stanovené nebo obvyklé použitelnosti žádné nebezpečí nebo jeho užití představuje pouze minimální nebezpečí, které lze považovat za přijatelné při užívání výrobku.

Před uvedením stanoveného výrobku na trh je povinen vydat písemné prohlášení o shodě. Výrobky, které se svými parametry shodují se stanovenými požadavky, se označují značkou shody, viz tabulka 14.5.

V současné době zkouší převážnou část elektrotechnických výrobků Elektrotechnický zkušební ústav v Praze 8. Jeho logo (tabulka 14.5 a)) sloužilo jako schvalovací značka do roku 1993, kdy bylo podle Vyhlášky č. 232/1993 Sb. nahrazeno značkou b). V současnosti se podle zákona č. 22/1997 Sb. používá schvalovací značka c). Značka d) se používá k označení elektrotechnických výrobků, které odpovídají evropským směrnicím. Všechny výrobky uváděné v EU na trh od 1. 1. 1995 musí být opatřeny touto značkou.

Tabulka 14.5: Některé schvalovací značky na elektrických předmětech.

 <i>a) Logo EZÚ – dřívější schvalovací značka pro elektrotechnické výrobky</i>	 <i>b) Novější schvalovací značka</i>
 <i>c) Česká značka shody (CCZ)</i>	 <i>d) Značka shody užívaná v EU (CE)</i>

15 Ostatní

15.1 Bezpečnostní požadavky pro zařízení užívaná laiky

Tyto požadavky definuje norma ČSN 33 1310 ed. 2, která zahrnuje požadavky pro **bezpečné užívání elektrických instalací nn a elektrických spotřebičů**. Norma a požadavky nejsou určeny pro osoby v pracovně-právním vztahu. Instalace a spotřebiče musí být provedeny tak, aby činnost s nimi nevyžadovala odborné znalosti. Takováto instalace a spotřebiče musí být využívány jen k účelům, pro které byly vyrobeny.

Instalace a spotřebiče mohou být napájeny jen ze **zdrojů mn a nn**. Stupeň ochrany krytím musí být minimálně IP 2X. Výjimku tvoří objímky svítidel a závitové pojistky, jejichž výměna je povolena pouze ve vypnutém stavu. Živé části, neživé části a části, které je třeba držet rukou, musí mít provedenu ochranu před úrazem elektrickým proudem dle ČSN 33 2000-4-41 ed. 2 (kapitola 9).

S každým elektrickým spotřebičem nebo instalací musí být dodána **průvodní dokumentace**, která musí obsahovat všeobecná poučení o správném a bezpečném užívání, např. určené prostředí, kde je možné spotřebič používat. Přesný výčet požadavků na dokumentaci uvádí norma, např. zapnutí a vypnutí, postup při údržbě, výměna světelných zdrojů, pokyny pro uvedení do provozu. Každý spotřebič, nebo některé části instalace (např. rozvaděč), musí mít patrné ujištění o shodě, k čemuž je dostatečná **značka shody**, např. CE.

S prodlužovacími přívody musí být dodáváno bezpečnostní upozornění: „Nezasahujte do zapojení“. U prodlužovacích přívodů na svinovací cívce musí být vyznačeno maximální proudové zatížení při svinutém a rozvinutém stavu.

Při předání bytových prostor vlastníkovi nebo nájemci musí být předáno seznámení o správném a bezpečném užívání elektrické instalace. Seznámení může provádět pouze osoba s příslušnou elektrotechnickou kvalifikací. Seznámení musí být provedeno prokazatelnou formou (obsah, datum a podpisy). Osoba, která byla seznámena, je povinna seznámit další osoby, které budou instalaci spolu s ní využívat. Obsah seznámení opět uvádí norma, např. doporučení zaslepování zásuvek přístupních dětem, test proudových chráničů, atd.

15.2 Písmenný kód v elektrotechnice

Kód uvedený v následující tabulce je určen obecně pro použití v technické dokumentaci zařízení, instalací a výrobků. V tabulce je proveden výběr typických příkladů pro elektrotechniku. Tabulka je určena především pro projektanty a konstruktéry, důležitá však je i pro pracovníky montáže, provozu a údržby.

Tabulka 15.1: Písmenný kód pro elektrotechniku.

Písmenný kód	Účel předmětu	Příklady typických elektrických předmětů nebo prvků
B	Přeměna vstupní proměnné (vlastnosti, stavu nebo události) na signál pro další zpracování.	Čidla, detektory, měřicí transformátory, měřicí členy, ochranná relé, mikrofony, kamery.
C	Ukládání náboje, energie, ale i materiálu nebo informací.	Kondenzátory, ale i akumulátory, paměti (např. v počítači), magnetofony, záznamníky.
E	Generování zářivé nebo tepelné energie.	Světelné či tepelné zdroje (svítidlo, zářivka, žárovka, radiátor, boiler), ale i lasery.
F	Ochrana toku energie, signálů, zařízení (ale i personálu) před	Pojistka, miniaturní jistič, tepelné relé (spoušť) na přetížení, ale i bleskojistka, Faradayova klec, katodová ochrana.

	nebezpečnými či nežádoucími stavý.	
G	Zdroje energie (materiálu), ale i signálů.	Generátory, dynama, palivové a sluneční články, suchá baterie (vlnový generátor, signální generátor).
H	Signální zařízení	Bzučáky, sirény, signální světla.
K	Zpracování signálů nebo informací (pro jiné než ochranné účely).	Stykače, relé, ale i elektronky, tranzistory, nově též analogové i binární integrované obvody, mikroprocesory (fázovací a synchronizační soupravy, regulátory, filtry, zpožďovací členy).
L	Rezervováno.	Dříve tlumivky a reaktory (přemístěno pod R).
M	Dodávání mechanické energie	Motory (spouštěče).
N	Zesilovače, regulátory.	Měřicí zesilovač.
P	Měření a zkoušení – podávání informací.	Ampérmetr, voltmetr, wattmetr, elektroměr, indikátory, čítače, signální zařízení (ale i synchronoskop, tiskárna, zvonek, hodiny).
Q	Řízené spínaní, změna toku energie, signálů nebo materiálů (pro spínaní v řídicích obvodech viz třídy K a S).	Vypínač, odpojovač, zkratovač, startér motoru, výkonový stykač, tyristor, výkonový tranzistor, vypínač/jistič (pro jištění viz F).
R	Omezení toku energie (ale i informací nebo materiálu).	Rezistor, tlumivka, dioda.
S	Převod ručního působení na signál k dalšímu zpracování.	Spínače pro řídicí obvody (ovládače, tlačítka, voliče, řadiče, ale i klávesnice, myš, světelné pero).
T	Změna parametrů energie při zachování jejího druhu.	Výkonové i měřicí transformátory, převodníky AC/DC (ale také demodulátory, měniče kmitočtu, signálu, antény, měřicí transduktory, zesilovače, telefonní přístroje).
U	Držení předmětů v určité dané poloze.	Izolátor (dříve se používalo pro modulátory, diskriminátory, demodulátory, měniče kmitočtu, kodéry, invertory – viz T).
V	Zpracování (úprava).	Filtr.
W	Vedení energie, signálů, materiálu nebo i produktů.	Vodiče, kabely, přípojnice/sběrnice, vlnovody (ale i průchodky, informační sběrnice, optická vlákna).
X	Spojování.	Svorky, zdířky, konektory, svorkovnice.
Y	Elektricky ovládaná mechanická zařízení.	Otvírač dveří, elektromagnetická spojka, vodní ventil.

15.3 Základní elektrotechnické pojmy

Vnější vlivy se rozdělují na

- mechanické,
- atmosférické,

- jiné.

Elektrický stroj – měnič elektrické energie, který mění elektrickou energii na mechanickou nebo naopak. (Mezi elektrické stroje se řadí též transformátory, což jsou statické měniče elektrické energie převádějící pouze parametry elektrické energie, tj. její napětí a proud, bez změny kmitočtu.)

Elektrický přístroj (předmět) – soubor součástí využívající elektromagnetickou energii k vykonání požadované funkce.

Elektrický spotřebič – zařízení, které využívá elektrickou energii přeměnou v jinou formu energie (ČSN 34 5101, 1017).

Výrobek (ve smyslu Zákona č. 22/1997 Sb.) – jakákoliv věc, která byla vyrobena, vytěžena nebo jinak získána bez ohledu na stupeň jejího zpracování a je určena k uvedení na trh.

Zařízení (především v technickém smyslu) – je celek sestavený ze součástí nebo částí tak, aby plnil předem daný účel.

Elektrické zařízení (ve smyslu ČSN 33 0010 ed. 2) – zařízení, které ke své činnosti nebo působení využívá účinků elektrických nebo elektromagnetických jevů. Elektrické zařízení (nebo jeho části) se skládá z elektrických obvodů, elektrické instalace a elektrických předmětů (další viz ČSN 33 0010 ed. 2).

Elektrické zařízení (ve smyslu Vyhlášky č. 50/1978 Sb.) – zařízení, u nichž může dojít k ohrožení života, zdraví nebo majetku elektrickým proudem, a zařízení určená k ochraně před účinky atmosférické nebo statické elektřiny.

Vyhrazené elektrické zařízení – zařízení pro výrobu, rozvod, přeměnu a spotřebu elektrické energie a zařízení pro ochranu před atmosférickou elektřinou.

Elektrická síť – soubor jednotlivých vzájemně propojených elektrických stanic, venkovních a kabelových vedení pro přenos a rozvod elektrické energie.

Elektrická instalace – sestava vzájemně spojených elektrických předmětů, mající koordinované charakteristiky, sloužící k plnění jednoho nebo několika určených úkolů.

Začátek elektrické instalace – bod, ve kterém se elektrická energie předává do elektrické instalace.

Střední vodič (značka N) – vodič připojený na střed (uzel) zdroje, schopný přispět k přenosu elektrické energie.

Pracovní vodič – vodič proudové soustavy sloužící k přenosu energie při provozu zařízení.

Teplota okolí – teplota vzduchu nebo jiného média, ve kterém má být zařízení používáno.

Napájecí systém pro případ nouze; nouzový napájecí systém – napájecí systém určený k udržení takových zařízení v provozu, která jsou nezbytná pro bezpečnost osob. Napájecí systém zahrnuje zdroj a obvody až k napájecím svorkám zařízení. V určitých případech může též zahrnovat napájené zařízení.

Záskokové napájecí zařízení – napájecí zařízení, určené k udržení instalace nebo části instalace v činnosti v případě přerušení normálního napájení, z důvodů jiných, než je bezpečnost osob.

(Elektrický) obvod (dané instalace) – sestava elektrických předmětů v zařízení napájená ze stejného začátku (bodu) a jištěná před nadproudem stejným jistícím prvkem (stejnými jistícími prvky).

Obvod hlavního domovního vedení – obvod pro napájení rozvaděčů (rozvodnic) odběru.

Koncový obvod (budovy) – obvod připojený přímo k předmětu napájenému proudem nebo k zásuvce.

(Elektrický) spotřebič – zařízení určené k přeměně elektrické energie v jiný druh energie, např. světlo, teplo, pohon.

Spínací a řídicí zařízení – zařízení určené pro zapojení do elektrického obvodu, kde plní jednu nebo více následujících funkcí: ochranu, řízení, oddělení, spínání.

Přenosné zařízení – zařízení, kterým se během užívání pohybuje, nebo kterým lze snadno pohybovat z místa na místo, i když je připojeno k síti. Za přenosná zařízení se považují např. zařízení, která mají bud' hmotnost menší než 18 kg, nebo jsou opatřena kolečky, válečky a rukojetí pro snadnou manipulaci.

Zařízení držené v ruce – přenosné zařízení, které je během obvyklého užívání drženo v ruce, v němž je elektrický pohon (motor), pokud jej obsahuje, jeho nedílnou součástí.

Nepřenosné zařízení – zařízení upevněné nebo bez rukojetí pro přenášení, jehož hmotnost je taková, že s ním nelze snadno pohybovat.

Upevněné zařízení – zařízení připevněné k podstavci nebo jinak zajištěné na určeném místě.

Živá část – vodič, včetně vodiče středního, nebo vodivá část určená k tomu, aby při obvyklém užívání byla pod napětím; podle dohody však nezahrnuje vodič PEN.

Neživá část – vodivá část elektrického zařízení, které se lze dotknout a která není obvykle živá, ale může se stát živou v případě poruchy.

POZNÁMKA: Vodivá část elektrického zařízení, která se může stát živou pouze v případě poruchy prostřednictvím neživé části, se nepovažuje za neživou část.

Cizí vodivá část – vodivá část, která není součástí elektrické instalace a která může přivést potenciál, obvykle potenciál země.

Úraz elektrickým proudem – patofiziologický účinek elektrického proudu procházejícího tělem člověka nebo zvířete.

Dotyk živé části; přímý dotyk – dotyk osob nebo hospodářských zvířat s živými částmi.

Dotyk neživých částí; nepřímý dotyk – dotyk osob nebo hospodářských zvířat s neživými částmi, které se staly v případě poruchy živými.

Proud způsobující úraz – proud protékající tělem člověka nebo zvířete, jehož vlastnosti mohou být příčinou patofiziologických účinků.

Unikající proud (v instalaci); svodový proud – proud unikající do země nebo do cizích vodivých částí v elektricky nepoškozených obvodech.

POZNÁMKA: Tento proud může mít kapacitní složku, jejíž část vyplývá z úmyslného použití kondenzátorů.

Rozdílový proud – algebraický součet proudů protékajících všemi živými vodiči obvodu v místě elektrické instalace.

Části současně přístupné dotyku – vodiče nebo vodivé části, jichž se může současně dotknout člověk, nebo pokud to přichází v úvahu, hospodářské zvíře.

POZNÁMKA: Současně přístupnými částmi mohou být: živé části, neživé části, cizí vodivé části, ochranné vodiče, zemniče.

Dosah ruky – prostor v okolí kteréhokoliv bodu na ploše, kde lidé obvykle stojí nebo se pohybují, sahající do vzdálenosti, kam může člověk sám dosáhnout rukou v kterémkoliv směru.

Kryt – část zajišťující ochranu zařízení před určitými vnějšími vlivy a ve všech směrech ochranu před dotykem živých částí.

Přepážka – část zajišťující ochranu před dotykem živých částí z každého obvyklého směru přístupu.

Zábrana – část bránící nahodilému dotyku živých částí, avšak nebránící dotyku živých částí záměrnou činností.

Nebezpečná živá část – živá část, která za stanovených podmínek působení vnějších vlivů může způsobit úraz elektrickým proudem.

Ochrana omezením ustáleného proudu a náboje – ochrana před úrazem elektrickým proudem navržená v obvodě nebo zařízení tak, aby byl ustálený proud a náboj za normálních podmínek a při poruše omezen pod nebezpečnou úroveň.

Základní izolace – izolace živých částí určená k vytvoření základní ochrany před úrazem elektrickým proudem.

POZNÁMKY:

- 1 Základní izolace nezahrnuje nutně izolaci použitou výlučně pro funkční účely.
- 2 Základní izolace není dostatečným ochranným prostředkem před úrazem elektrickým proudem; musí být ještě doplněna některou z přídavných ochran.

Přídavná izolace – nezávislá izolace přidaná k základní izolaci za účelem zajištění ochrany před úrazem elektrickým proudem v případě poruchy základní izolace.

Dvojitá izolace – izolace zahrnující jak základní, tak i přídavnou izolaci.

Zesílená izolace – izolace nebezpečných živých částí zajišťující stejný stupeň ochrany před úrazem elektrickým proudem jako izolace dvojitá.

Zařízení třídy ochrany 0 – elektrické zařízení, jehož ochrana před úrazem elektrickým proudem je založena na základní izolaci. Zařízení tedy nemá žádné prostředky pro připojení neživých částí k ochrannému vodiči v pevném rozvodu. Ochrana v případě poruchy je zajištěna okolím.

Zařízení třídy ochrany I – elektrické zařízení, jehož ochrana před úrazem elektrickým proudem není založena pouze na základní izolaci, ale zahrnuje další bezpečnostní opatření. To spočívá v možnosti připojení neživých částí k ochrannému vodiči v pevném rozvodu tak, aby se ani v případě poruchy základní izolace neživé části (vodivé části přístupné dotyku) nemohly stát živými.

Zařízení třídy ochrany II – elektrické zařízení, které nemá prostředky pro připojení ochranného vodiče. Jeho ochrana před úrazem elektrickým proudem nezávisí na podmínkách instalace a není zajištěna jen základní izolací, ale kromě ní i přídavným opatřením. Tím je přídavná nebo zesílená izolace.

Zařízení třídy ochrany III – elektrické zařízení, jehož ochrana před úrazem elektrickým proudem je založena na připojení ke zdroji SELV, u kterého se vyšší napětí než SELV nevyskytuje.

15.4 Identifikace podzemních vedení barevnými fóliemi

Barvy jsou určeny normou ČSN 73 6006 (vyd. 8.2003). Kromě vodičů a kabelů a jejich žil se označují i trasy podzemních vedení. K označení slouží výstražná fólie, která se klade nad vedení. Výstražnou fólií z plastu se označují nejen vedení elektrická, ale i vodovody, plynovody apod. Účelem tohoto označení je především při provádění výkopových prací upozornit, že se pod daným místem nalézá vedení, a tudíž je nutno postupovat opatrně. Důležité je vědět, jaké vedení je v označené trase uloženo. Proto se k označení různých vedení používají fólie příslušné barvy.

Tabulka 15.2: Barevné značení tras různých vedení.

Barva	Vedení technického vybavení
oranžová	sdělovací kably
červená	silnoproudé kably
modrá	železniční zabezpečovací a sdělovací kably
bílá	vodovodní potrubí
žlutá	plynové potrubí
zelená	teplovodní a horkovodní rozvody
hnědá	dálkovody hořlavých kapalin
černá	dálkovody hořlavých zkapalněných uhlovodíkových plynů
šedivá	potrubí stok a kanalizačních přípojek

Barevné provedení fólie může být doplněno nápisem – např. vodovod, kanalizace, nebo symbolem – např. pro silové kabely symbolem blesku.

Výstražná fólie má být s přesahem na obě strany od vnějších okrajů chráněného vedení (široká má být alespoň 5 cm) a klade se nejméně 20 cm nad nejvyšším bodem vedení technického vybavení (pro kabely se uvádí 20 až 30 cm), nejmenší hloubka fólie pod povrchem je předepsána 20 cm.

15.5 Zkratky používané v elektrotechnice

Zkratky, které se běžně používají, jsou v následující tabulce.

Tabulka 15.3: Zkratky v elektrotechnice.

Zkratka	Anglický význam	Český význam
AC (a.c.)	alternating current	střídavý proud
CAD	Computer Aided Design	Počítačem podporovaný návrh (projektová činnost). Např. AutoCAD firmy Autodesk. Ltd.
CB	circuit breaker	jistič, vypínač
CPS	control and protective switching device (or equipment)	řídicí a ochranný spínací přístroj (nebo zařízení)
CNC	Computerised Numerical Control	číslicové řízení realizované programem (počítače)
DC (d.c.)	direct current	stejnosměrný proud
ELCB	earth leakage circuit breaker	vypínač zemních unikajících proudů
ELV	extra low voltage	malé napětí
EMC	electromagnetic compatibility	elektromagnetická kompatibilita (slučitelnost)
EP		evipotenciální přípojnice
FELV	functional extra low voltage	funkční malé napětí
GFCI	ground fault circuit interrupter	vypínač zemních poruchových proudů
HDS		hlavní domovní skříň
HOP		hlavní ochranná přípojnice
HV	high voltage	vysoké napětí
IMD	insulation monitoring device	hlídáč izolačního stavu
ISDN	Integrated Service Digital Network	Mezinárodní označení pro veřejnou komunikační síť budoucnosti (přenos textu, obrazu, kabelové televize, rozhlasu atd.).
LV	low voltage	nízké napětí
MDRC	modular DIN rail components	součástky na DIN lištu
MCB	miniature circuit breaker	malý jistič
mn		malé napětí
NC	numerical Control	číslicové řízení (dříve obecně používané)
nn		nízké napětí
PAS	PotentialAusgleichsSchiene (něm.)	přípojnice vyrovnání potenciálu
PELV	protective extra low voltage	ochranné malé napětí
PIM	permanent isolation monitor	hlídáč izolačního stavu

Zkratka	Anglický význam	Český význam
PLC (několik z mnoha možných významů)	power line converter	výkonový měnič
	power line carrier communication	vf přenos po silovém vedení
	programmable logic controller	programovatelný řadič
PRCB	portable RCB	adaptér s proudovým chráničem do zásuvky
p. u.	per unit	poměrná jednotka – vyjadřuje poměrnou hodnotu vztaženou ke jmenovité nebo základní hodnotě
RCBO	residual current circuit-breaker with overcurrent protection	proudový chránič s nadproudovou ochranou (chránič + jistič)
RCCB	residual current circuit-breaker	proudový chránič bez vestavěné nadproudové ochrany
RCD	residual current device	proudový chránič
RCM	residual current monitoring device	přístroj pro monitorování reziduálního proudu
	residual current monitor	hlídáč reziduálních proudů
RMS (r.m.s.)	root-mean-square	efektivní hodnota
SELV	safety extra low voltage	bezpečné malé napětí
SMD technologie		automatické osazování součástek
SRCD	socket outlet RCD	zásuvka s proudovým chráničem
SPD	surge protective device	přepěťová ochrana
VLF	very low frequency	velmi nízká frekvence
vn		vysoké napětí
vvn		velmi vysoké napětí

Literatura

- [1] STEINBAUER, M.; KALÁB, P. *Elektrické instalace*. Brno: Ing. Zdeněk Novotný, CSc. Ondráčkova 105, 628 00 Brno, 2009. s. 1-130. ISBN: 978-80-214-3839- 2.
- [2] Soubor norem ČSN. *Třída 01: Obecná třída*. Praha: Český normalizační institut, 2014.
- [3] Soubor norem ČSN. *Třída 06: Topení, průmyslové pece, vařidla a topidla*. Praha: Český normalizační institut, 2014.
- [4] Soubor norem ČSN. *Třída 33: Elektrotechnika – elektrotechnické předpisy*. Praha: Český normalizační institut, 2014.
- [5] Soubor norem ČSN. *Třída 34: Elektrotechnika*. Praha: Český normalizační institut, 2014.
- [6] Soubor norem ČSN. *Třída 35: Elektrotechnika*. Praha: Český normalizační institut, 2014.
- [7] Soubor norem ČSN. *Třída 36: Elektrotechnika*. Praha: Český normalizační institut, 2014.
- [8] Soubor norem ČSN. *Třída 73: Navrhování a provádění staveb*. Praha: Český normalizační institut, 2014.
- [9] MAREK, Jan. EATON ELEKTROTECHNIKA S.R.O. *EATON TOUR 2014: Pojistkové systémy Eaton* [Prezentace]. Brno, 2014, 27 s.
- [10] Správné spojování mědi a hliníku. *Elektrika.cz* [online]. 12.05.2009. 2009 [cit. 2015-01-14]. Dostupné z: <http://elektrika.cz/data/clanky/spravne-spojovani-medi-a-hliniku>.
- [11] PRAKAB.CZ. *Katalog produktů* [online]. 2014. vyd. Praha, 2014 [cit. 2015-01-14]. Dostupné z:
http://www.prakab.cz/fileadmin/content/prakab/Service/Katalog_cz/Prakab-CZ-2014.pdf
- [12] KŘÍŽ, Michal. *Praktické pomůcky a tabulky pro elektrotechniky*. 2., aktualiz. a dopl. vyd. Praha: IN-EL, 2013, 60 s. Elektro (IN-EL). ISBN 978-80-86230-92-4.
- [13] DVOŘÁČEK, Karel. *Elektrické instalace v dřevostavbách a provozech pro zpracování dřeva*. 1. vyd. Praha: IN-EL, 2013, 67 s. Elektro (IN-EL). ISBN 978-80-86230-93-1.
- [14] DEHN + SÖHNE GMBH + CO.KG. *Přepěťové ochrany, Hromosvody a uzemnění: Zkrácený katalog 2011*. 2011. vyd. Tiskárna Kleinwachter, 2011.
- [15] L. P. ELEKTRO S.R.O. *Základy legislativy a technických požadavků pro elektrotechniku 2014: sborník přednášek č. 71*. 2014. vyd. Brno: L. P. Elektro s.r.o., 2014. ISBN 978-80-87616-19-2.
- [16] KOUDLÝK, Ctirad a Vladimír MEDUNA. *Kladení vedení*. Ostrava, 2003. Dostupné z: fei1.vsb.cz/kat420/vyuka/TZB/kladeni%20_vedeni.pdf. Skripta. VŠB - TU Ostrava.
- [17] RYBKA, Michal. EATON CORPORATION. *EATON Tour 2014: Představení nových typů rozvodnic, výroba rozváděčů dle nových souborů norem ČSNrozváděčů dle nových souborů norem ČSN EN 61439 a aplikace na rozváděče Eaton* [Prezentace]. 2014. vyd. 2014, 31 s.
- [18] DVOŘÁČEK, Karel. Nové TNI a normy řady 7 ČSN 333200 - odlišnosti, zásady a použití v práci revizního technika. *Elektrika.cz* [online]. 2009. vyd. 2009 [cit. 2015-01-14]. Dostupné z: <http://elektrika.cz/data/clanky/nove-tni-a-normy-rady-7-csn-333200-odlisnosti-zasady-a-pouziti-v-praci-revizniho-technika/view?searchterm=60335-2-105>

- [19] DVORÁČEK, Karel. Rozsah platnosti a předmět ČSN 33 2000-7-705. *Elektrika.cz* [online]. 2007. vyd. 2007 [cit. 2015-01-14]. Dostupné z: <http://elektrika.cz/data/clanky/rozsah-platnosti-a-predmet-csn-33-2000-7-705>
- [20] L. P. ELEKTRO S.R.O. *Legislativa v elektrotechnice 2014 pro RT EZ: Sborník přednášek č. 72.* 2014. vyd. Brno: L. P. Elektro s.r.o., 2014. ISBN 978-80-87616-20-8.
- [21] OEZ. *Příručka elektrikáře.* 2009. vyd. Letohrad: OEZ, 2009.

Související české technické normy:

- [22] ČSN 06 1008 Požární bezpečnost tepelných zařízení.
- [23] ČSN 33 0010 ed. 2 Elektrická zařízení - Rozdělení a pojmy.
- [24] ČSN 33 0165 ed. 2 Značení vodičů barvami a nebo číslicemi - Prováděcí ustanovení.
- [25] ČSN 33 1310 ed. 2 Bezpečnostní požadavky na elektrické instalace a spotřebiče určené k užívání osobami bez elektrotechnické kvalifikace.
- [26] ČSN 33 1500 Elektrotechnické předpisy. Revize elektrických zařízení.
- [27] ČSN 33 1600 ed. 2 Revize a kontroly elektrických spotřebičů během používání.
- [28] ČSN 33 2000-1 ed. 2 Elektrické instalace nízkého napětí - Část 1: Základní hlediska, stanovení základních charakteristik, definice.
- [29] ČSN 33 2000-4-41 ed. 2 Elektrické instalace nízkého napětí - Část 4-41: Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti - Ochrana před úrazem elektrickým proudem.
- [30] ČSN 33 2000-4-42 ed. 2 Elektrické instalace nízkého napětí - Část 4-42: Bezpečnost - Ochrana před účinky tepla.
- [31] ČSN 33 2000-4-43 ed. 2 Elektrické instalace nízkého napětí - Část 4-43: Bezpečnost - Ochrana před nadproudy.
- [32] ČSN 33 2000-4-482 Elektrotechnické předpisy - Elektrická zařízení - Část 4: Bezpečnost - Kapitola 48: Výběr ochranných opatření podle vnějších vlivů - Oddíl 482: Ochrana proti požáru v prostorách se zvláštním rizikem nebo nebezpečím.
- [33] ČSN 33 2000-5-51 ed. 3 Elektrické instalace nízkého napětí - Část 5-51: Výběr a stavba elektrických zařízení - Všeobecné předpisy.
- [34] ČSN 33 2000-5-54 ed. 3 Elektrické instalace nízkého napětí - Část 5-54: Výběr a stavba elektrických zařízení - Uzemnění a ochranné vodiče.
- [35] ČSN 33 2000-6 Elektrické instalace nízkého napětí - Část 6: Revize.
- [36] ČSN 33 2000-7-701 ed. 2 Elektrické instalace nízkého napětí - Část 7-701: Zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech - Prostory s vanou nebo sprchou.
- [37] ČSN 33 2000-7-706 ed. 2 Elektrické instalace nízkého napětí - Část 7-706: Zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech - Omezené vodivé prostory.
- [38] ČSN 33 2130 ed. 2 Elektrické instalace nízkého napětí - Vnitřní elektrické rozvody (Datum zrušení 31. 1. 2016).
- [39] ČSN 33 2312 ed. 2 Elektrické instalace nízkého napětí - Elektrická zařízení v hořlavých látkách a na nich.
- [40] ČSN 34 0350 ed. 2 Bezpečnostní požadavky na pohyblivé přívody a šňůrová vedení.
- [41] ČSN 73 0833 Požární bezpečnost staveb - Budovy pro bydlení a ubytování.
- [42] ČSN 73 0848 Požární bezpečnost staveb - Kabelové rozvody.

- [43] ČSN 73 0862 Stanovení stupně hořlavosti stavebních hmot (dnes již neplatná norma).
- [44] ČSN EN 1363-1 Zkoušení požární odolnosti - Část 1: Základní požadavky.
- [45] ČSN EN 13501-1 + A1 Požární klasifikace stavebních výrobků a konstrukcí staveb – Část 1: Klasifikace podle výsledků zkoušek reakce na oheň.
- [46] ČSN EN 60529 Stupně ochrany krytem (krytí - IP kód).
- [47] ČSN EN 60664-1 ed. 2 Koordinace izolace zařízení nízkého napětí - Část 1: Zásady, požadavky a zkoušky.
- [48] ČSN EN 60849 Nouzové zvukové systémy.
- [49] ČSN EN 60898-1 Elektrická příslušenství - Jističe pro nadproudové jištění domovních a podobných instalací - Část 1: Jističe pro střídavý provoz (AC).
- [50] ČSN EN 61140 ed. 2 Ochrana před úrazem elektrickým proudem - Společná hlediska pro instalaci a zařízení.
- [51] ČSN EN 61439-1 ed. 2 Rozváděče nízkého napětí - Část 1: Všeobecná ustanovení.
- [52] ČSN EN 61558-2-6 ed. 2 Bezpečnost transformátorů, tlumivek, napájecích zdrojů a podobných výrobků pro napájecí napětí do 1 100 V - Část 2-6: Zvláštní požadavky a zkoušky pro bezpečnostní ochranné transformátory a pro napájecí zdroje obsahující bezpečnostní ochranné transformátory.
- [53] ČSN EN 62305-1 ed. 2 Ochrana před bleskem - Část 1: Obecné principy.
- [54] ČSN EN 62305-2 ed. 2 Ochrana před bleskem - Část 2: Řízení rizika.
- [55] ČSN EN 62305-3 ed. 2 Ochrana před bleskem - Část 3: Hmotné škody na stavbách a ohrožení života.
- [56] ČSN EN 62305-4 ed. 2 Ochrana před bleskem - Část 4: Elektrické a elektronické systémy ve stavbách.
- [57] ČSN IEC 60050-826 Mezinárodní elektrotechnický slovník - Část 826: Elektrické instalace.
- [58] ČSN IEC/TS 60479-1 Účinky proudu na člověka a domácí zvířectvo - Část 1: Obecná hlediska.