

Příručka elektrikáře

IP55

$I_1 = 1,13 I_n$

$I_n \text{ max. } 1:1$

6 000

Vážení čtenáři,

dostáváte do rukou publikaci, která si klade za cíl podat Vám pokud možno co nejjednodušším způsobem informace, s nimiž se setkáváte v každodenní praxi. Zaměřuje se proto na ty nejběžnější otázky a informace ohledně jistění, ochrany, spínání, atd. v bytových instalacích. Na jejich stránkách se dozvíte například o:

- správném přiřazení přístrojů k různým typům vedení
- správné volbě jističů podle jejich vypínacích schopností
- o volbě vypínacích charakteristik podle typu zátěže
- o max. velikosti impedanční smyčky v obvodě s chráničem nebo jističem

V nedávné době byl vydán ke stávajícím normám ochrany před úrazem elektrickým proudem mezinárodně platný zastřešující dokument IEC 61140, který už přijala i Česká republika, a to v podobě ČSN EN 61140. Dokument-norma v obecné formě definuje požadavky na bezpečnost všech elektrických zařízení – zařízení vnitřních elektrických rozvodů, informační techniky, spotřebičů pro domácnost, spotřební elektroniky, zařízení vysokého napětí apod. V „Příručce elektrikáře“ je nová norma rovněž zmíněna a jednoduchým způsobem vysvětlena – kapitola 4.1.

Vzhledem ke svému rozsahu nemůže publikace obsáhnout všechny problémy, se kterými se mohou projektanti, elektroinstalatéři, pracovníci montážních firem nebo obchodů setkat. Doufáme ale, že se stane materiálem-pomocníkem, který každému poskytne informace, jaké hledá - buď zcela nové nebo si v ní bude moci ověřit to, o čem pochybuje či to, co nepovažuje za nutné si pamatovat, ale bude vědět, kde to nalezne.

Přejeme všem čtenářům a uživatelům, aby jim „Příručka elektrikáře“ byla dobrým partnerem a zdrojem co nejvíce potřebných informací.

Kolektiv autorů OEZ

1. Úvod.....	1
2. Obsah	2
3. Jištění.....	4
3.1 Obecně.....	4
3.2 Volba jističe podle vypínací schopnosti.....	7
3.3 Přiřazení jmenovitých proudů jističů k vodičům.....	13
3.4 Volba charakteristiky jističe podle typu zátěže.....	15
3.5 Volba I_n jističů a pojistek pro ochranu proudových chráničů před přetížením a zkratem.....	16
3.6 Jmenovitý proud spouštěče motoru SM1 podle výkonu elektromotoru.....	18
4. Ochrana před úrazem elektrickým proudem.....	19
4.1 Obecně.....	19
4.2 Ochrana při první poruše – ochrana samočinným odpojením od zdroje.....	22
4.2.1 Obecně.....	22
4.2.2 Max. velikost impedanční smyčky a délky vedení v obvodech s jističem v TN síti.....	23
4.2.3 Max. velikost impedanční smyčky v obvodech s proudovým chráničem v TN síti.....	26
4.3 Zvláštní případy – doplňková ochrana.....	26
4.3.1 Obecně.....	26
4.3.2 Místa s "povinným" použitím proudových chráničů.....	26
4.3.2.1 Elektrické venkovní zásuvky a zásuvky napájející venkovní zařízení.....	26
4.3.2.2 Elektrická zařízení v prostorách s vanou nebo sprchou a umývací prostory.....	27
4.3.2.3 Elektrické instalace plaveckých bazénů a fontán.....	28
4.3.2.4 Elektrické podlahové a stropní systémy.....	29
4.3.3 Příklady zapojení proudových chráničů v síti TNC-S.....	30
5. Spínání obvodů.....	31
5.1 Možnosti zvýšení instalovaného příkonu – přednostní relé.....	31
5.2 Doporučená zapojení vybraných spínacích přístrojů.....	32
5.2.1 Impulsní relé IR116K.....	32
5.2.2 Schodišťový spínač trealux 210.....	34
5.3 Spínání světelných obvodů instalačními stykači.....	35
6. Ochrana před účinky přepětí.....	36
6.1 Obecně.....	36
6.2 Jištění svodičů přepětí.....	37
6.3 Doporučené zapojení svodičů přepětí v soustavě TNC-S.....	38
7. Ostatní informace.....	39
7.1 Náhrady starších jističů do 25A.....	39
7.2 Značky na přístrojích.....	41
7.2.1 Jističe pro domovní a podobné instalace.....	41
7.2.2 Proudové chrániče.....	42
7.2.3 Svodiče přepětí.....	43
7.2.4 Elektrické zdroje.....	44
7.2.5 Všeobecné značky.....	44

7.3	Nezáměnné označení jmenovitých proudů jističů LSN, LST – barvy ovládacích páček.....	45
7.4	Kategorie užití spínacích přístrojů.....	46
7.5	Stupně krytí proti nebezpečnému dotyku a vniknutí vody (IPxx).....	47
7.6	Certifikační značky.....	50
8.	Přístroje pro domovní a bytové instalace.....	53
	Jističe.....	54
	Proudové chrániče a proudové chrániče s nadproudovou ochranou.....	55
	Svodiče přepětí.....	56
	Instalační stykače a relé.....	57
	Napájecí zdroje.....	58
	Spouštěče motoru.....	59
	Plastové rozváděče.....	60
	Propojovací systém.....	61

3.1 OBECNĚ

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 nevídaných 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 jističí prvek musí odpojit chráněné zařízení od přívodu elektrického proudu dříve, než by mohlo dojít k jeho poškození vlivem nadměrného oteplení nebo mechanického namáhání. Ochrana elektrických zařízení proti nadproudům je obecně známa pod pojmem **jištění**. Proto jsme si tento pojem vypůjčili i pro název této části příručky.

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. Uvedme si alespoň některé z hlavních:

1) 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 10-ti násobku svého jmenovitého proudu. Obvykle však nepřesahuje 7-mi násobek I_n . Jeho průběh (zánik) je dán charakterem rozběhu, tj. předně vlastnostmi poháněného zařízení. 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 25-ti násobku I_n . Se zvyšujícím se výkonem transformátoru maximální zapínací proud klesá. U distribučních transformátorů výkonu řádově stovek kVA dosahuje zapínací proud cca 12-ti násobku I_n . Zdaleka v neposlední řadě mají tuto vlastnost také obyčejné žárovky. U nich je zapínací nadproud způsoben počáteční nízkou teplotou vlákna a tím i nízkým ohmickým odporem a dosahuje přibližně 8-mi násobku I_n .

2) 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,

jeho oteplení by ani v době špičkového maximálního zatížení nedosahovalo dovolené hodnoty. Jeho pořizovací náklady by byly zbytečně velké. Pripouští 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.

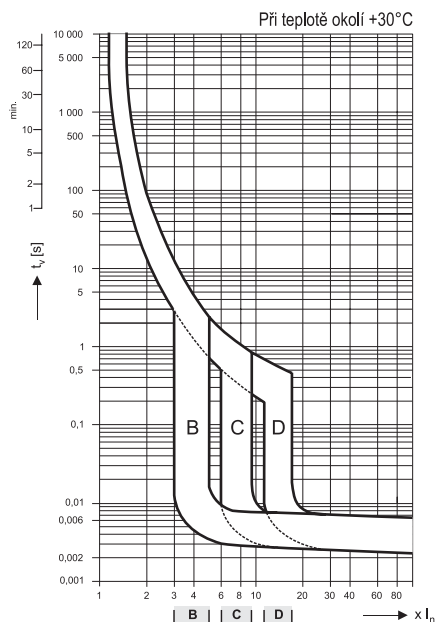
3) Selektivita

Elektrický rozvod se obvykle skládá z mnoha elektrických zařízení a jisticích prvků pro jejich ochranu. Je přirozeným požadavkem, který se stále ve větším měřítku uplatňuje, 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 jisticích prvků vypnul v důsledku nadproudu pouze nejbližší nadřazený jisticí prvek (směrem ke zdroji) a aby ostatní na daný nadproud nereagovaly vypnutím. Takového chování jisticích prvků označujeme jako selektivní (selektivita).

Z uvedených příkladů 1 až 3 je patrné, a přitom jejich výčet není zdaleka úplný, že od reálného jisticího 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 jisticího prvku, byť vyráběn v širokém rozsahu jmenovitých proudů. Proto se vyrábí jisticí prvky s některými odlišnými vlastnostmi pro optimální zajištění požadavků plynoucích z jejich aplikačních oblastí, např. jištění vedení, motorů atd.

Vypínací charakteristika jisticího prvku

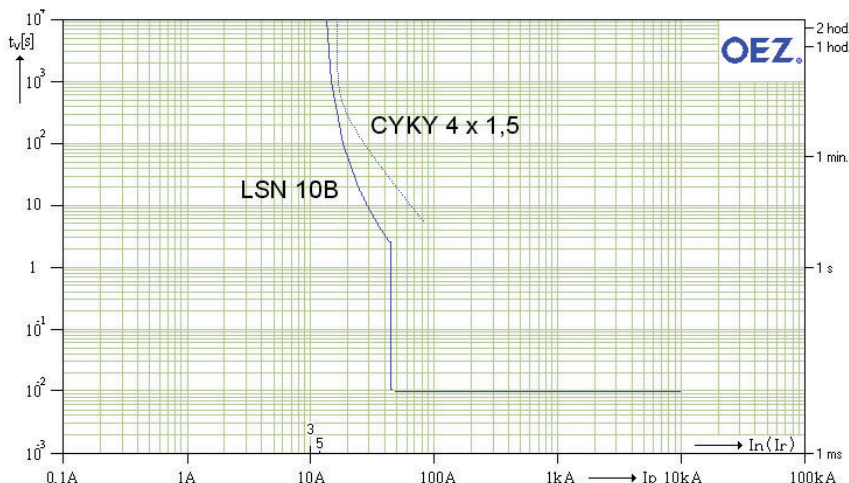
Důležitým způsobem vyjádření vlastností jisticích prvků z hlediska jištění před nadproudy, případně možného selektivního působení v určitém proudovém rozsahu, jsou jejich vypínací charakteristiky, někdy také nazývané jako "charakteristiky čas – proud", případně také "ampérsekundové charakteristiky". Tyto charakteristiky vystihují chování jisticího prvku v závislosti na nadproudech. Konkrétně udávají za jak dlouho jisticí prvek vypne, prochází-li jím určitý proud konstantní velikosti. Udávají se formou tabulky nebo pro větší názornost a snadnější odečítání se vyjadřují graficky v pravouhlých souřadnicích. Osy mají logaritmické stupnice. Proud bývá vyjádřen v násobcích jmenovitého proudu jisticího prvku nebo přímo v ampérech – příklad takové charakteristiky najdete na obr. 1. V některých případech, pro určitá použití, je vhodné vyjádřit vypínací charakteristiku ne jako pásmo, ale jednou čarou. V tom případě "jednočárová" charakteristika prochází 75% proudového pásma.



Obr. 1: Vypínací charakteristiky jističů LSN, LSE a nadproudových ochran proudových chráničů LFI a LFE:

Přetěžovací charakteristika elektrického zařízení

Pro každé elektrické zařízení existuje také charakteristika čas – proud, i když se většinou neuvádí, protože v mnoha případech je obtížné ji stanovit, je to tzv. “přetěžovací charakteristika” nebo někdy také nazývaná jako “charakteristika maximálního přípustného zatížení”. Tato charakteristika vyjadřuje jakým proudem a jak dlouho můžeme zatěžovat elektrické zařízení, přičemž dosáhne - nebo jeho kritická část - právě maximální dovolené teploty. Charakterizuje tedy možnost maximálního přetěžování daného zařízení. Jak vypínací charakteristiku jističového prvku, tak přetěžovací charakteristiku můžeme nakreslit do společného grafu – viz obr. 2.



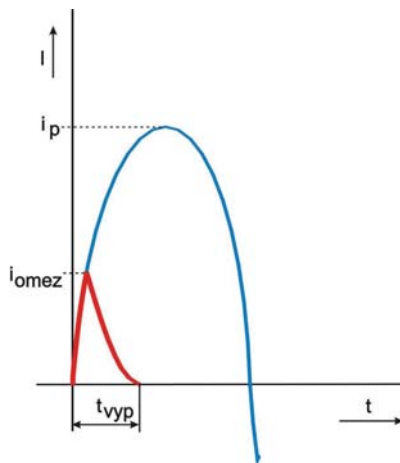
Obr. 2: Vypínací charakteristika jističe LSN 10B a přetěžovací charakteristika jištěného kabelu CYKY 4 x 1,5 mm²; přetěžovací charakteristika kabelu CYKY 4 x 1,5 stanovena v souladu s normami ČSN 33 2000-4-43 a ČSN 33 2000-5-523 pro způsob uložení B, 2 seskupené obvody, teplotu okolí: 30 °C.

Při správně zvoleném jističím prvku leží celá jeho vypínací charakteristika vlevo pod přetěžovací charakteristikou jištěného elektrického zařízení. Je zřejmé, že čím více se blíží charakteristika jističového prvku přetěžovací charakteristice zařízení, tím umožňuje jeho lepší využití. Vzniká ale také větší riziko jeho poškození vlivem případné změny provozních podmínek, např. zvýšení okolní teploty.

Omezení zkratového proudu jističnými prvky

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 el. rozvodu (např. vylomení svorek atd.). Také jejich oteplení může dosáhnout velmi vysokých hodnot. Z fyzikálního hlediska se jedná o krátkodobý, tzv. adiabatický děj, charakteristický tím, že žádná část vzniklé elektrické energie se neodvede do okolí, ale celá se přemění na oteplení elektrického zařízení, případně částí el. rozvodu. Oteplení je přímo úměrné kvadrátu efektivní hodnoty zkratového proudu a době trvání zkratu, tzv. Jouleovu 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 délkou. Z toho vyplývá, že při stejné hodnotě zkratového proudu jsou více ohroženy vodiče malých průřezů.

Vypínací čas běžných jističů 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 Jouleův integrál, a to znamená oteplení, dosáhne značné hodnoty. Pokud jsou tyto hodnoty vzhledem k dovoleným hodnotám jištěného zařízení větší, je třeba použít jističí prvek, který omezí zkratový proud a minimalizuje Jouleův integrál. Omezující jističí prvek vypíná zkratový proud dříve, než může dosáhnout své vrcholové hodnoty. Porovnání průběhu zkratového proudu bez omezení a v případě, že je omezen, je na obr. 3.



Obr. 3: Porovnání průběhu omezeného a neomezeného zkratového proudu; $i_{omez} = i_o$ = vrcholová hodnota omezeného proudu; i_p = vrcholová hodnota neomezeného proudu; t_{vyp} = celkový čas vypnutí zkratového proudu omezujícím jističím prvkem

3.2 VOLBA JISTIČE PODLE VYPÍNAČÍ SCHOPNOSTI

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 jističího prvku musí být stejné nebo lepší než maximální parametry zkratových proudů. Pro jističe musí být tedy splněny tyto podmínky:

a) vypínací schopnost jističe (I_{cn} , I_{cu} , I_{cs}) 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.:

$$I_{cn} \text{ nebo } I_{cu} \text{ nebo } I_{cs} \geq I_k''$$

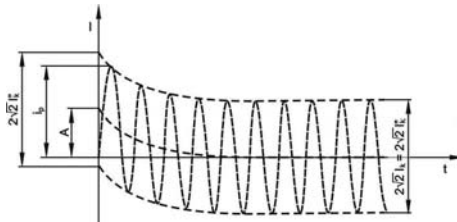
b) zapínací schopnost jističe I_{cm} musí být větší nebo rovna nárazovému zkratovému proudu i_p v daném místě rozvodu, tj.:

$$I_{cm} \geq i_p$$

Význam jednotlivých parametrů najdete v tabulce 1.

TAB. 1: PARAMETRY JISTIČŮ A ZKRATOVÝCH PROUDŮ

Parametry jističů mající vztah ke zkratovým proudům		Parametry zkratových proudů	
Parametr	Popis	Parametr	Popis
I_{cn}	jmenovitá zkratová vypínací schopnost (zkráceně <i>vypínací schopnost</i>), udává se u jističů podle normy ČSN EN 60 898 (jističe MCB)	I_k'' I_k	počáteční rázový zkratový proud (efektivní hodnota) ustálený zkratový proud
I_{cu}	jmenovitá mezní zkratová vypínací schopnost (<i>mezní vypínací schopnost</i>), udává se u jističů podle normy ČSN EN 60 947 (jističe MCCB); jistič po jednom vypnutí a jednom zapnutí proudů velikosti I_{cu} nemusí být schopen další funkce.	$i_p(I_{km})$ $i_p = n \cdot I_k''$	nárazový zkratový proud (vrcholová, tj. maximální hodnota); vypočítá se podle uvedeného vztahu pomocí koeficientu "n", který naleznete v tabulce 2; činitel "n" platí pro obvyklé parametry elektrických rozvodů
I_{cs} $I_{cs} = \dots \% I_{cu}$	jmenovitá provozní zkratová vypínací schopnost (<i>provozní vypínací schopnost</i>); udává se u jističů podle normy ČSN EN 60 947 (jističe MCCB); jistič po jednom vypnutí a dvou zapnutích proudů velikosti I_{cs} musí být schopen další funkce. Udává se v % hodnoty I_{cu} - např. $I_{cs} = 50\% I_{cu}$		Z hlediska vlivu příspěvků zkratových proudů od synchronních a asynchronních strojů dělíme zkraty na: - elektricky vzdálené : $I_k'' = I_k$ (příspěvek se neuplatňuje) - elektricky blízké : $I_k'' > I_k$ (příspěvek není zanedbatelný, v krátké době zaniká a zkratový proud se ustálí na hodnotě I_k)
I_{cm} $I_{cm} = n \cdot I_{cn}(I_{cu})$	jmenovitá zkratová zapínací schopnost (zapínací schopnost), vrcholová hodnota proudů; vypočítá se podle uvedeného vztahu pomocí koeficientu "n", který naleznete v tabulce 2		
i_0	zkratový proud omezený jističem nebo pojistkou (vrcholová hodnota)		



Průběh zkratového proudu elektricky vzdáleného zkratu (většina zkratů)

Pokud vypínací I_{cn} (I_{cu} , I_{cs}) a zapínací I_{cm} schopnost jističe nebo některá z nich je menší než maximální rázový zkratový proud I_k'' a jemu odpovídající nárazový zkratový proud i_p , tzn. když nejsou splněny uvedené podmínky, nemůžeme takový jistič v daném místě rozvodu použít. Řešením je předřadit mu jističí prvek, tzn. směrem ke zdroji instalovat pojistku nebo jistič, který omezí zkratový proud tak, že zkratový zapínací proud I_{cm} jističe bude větší nebo roven omezené hodnotě zkratového proudu i_0 , tj.: $I_{cm} \geq i_0$. Vysvětlení pojmu omezený proud i_0 a omezení zkratového proudu jističími prvky naleznete v kapitole 3.1 odstavec „Omezení zkratového proudu jističími prvky“.

TAB. 2: ČINITEL "n" PRO VÝPOČET I_{cn} a i_p

Zkratová vypínací schopnost I_{cn} , I_{cu} (resp. I_k'') [kA]	Účinník	n
$4,5 \leq I \leq 6$	0,7	1,5
$6 < I \leq 10$	0,5	1,7
$10 < I \leq 20$	0,3	2,0
$20 < I \leq 50$	0,25	2,1
$50 < I$	0,2	2,2

Zjednodušený výpočet zkratových proudů třífázového souměrného zkratu

Největší hodnoty zkratového proudu I_k'' a i_p vzniknou při třífázovém souměrném zkratu. Jsou tedy rozhodující pro volbu jističe z hlediska jeho vypínací schopnosti.

Uvedený výpočet odpovídá ČSN EN 60 909-0 (ČSN 33 3020) a uvažují se tato zjednodušení:

- zanedbává se vliv impedance sítě vn
- neuvažují se příspěvky od synchronních a asynchronních strojů – elektricky vzdálený zkrat

Počáteční rázový zkratový proud I_k'' :

$$I_k'' = \frac{U_n}{\sqrt{3} \times Z_k} \quad \text{kde} \quad Z_k = \sqrt{(R_{kt} + R_{v1} + R_{v2} + \dots R_{vn})^2 + (X_{kt} + X_{v1} + X_{v2} + \dots + X_{vn})^2}$$

U_n ... jmenovité sdružené napětí sítě [V]

Z_k ... impedance zkratovaného obvodu (vliv vn strany se zanedbává) [Ω]

$R_{v1} \div R_{vn}$... rezistence (ohmický odpor) fázových vodičů vedení 1 až n řazených v sérii [Ω]

$X_{v1} \div X_{vn}$... induktivní reaktance fázových vodičů vedení 1 až n řazených v sérii [Ω]

R_{kt} ... rezistence nakrátko 1 fáze transformátoru [Ω]

X_{kt} ... induktivní reaktance nakrátko 1 fáze transformátoru [Ω]

Obvyklé parametry distribučních transformátorů a obvyklé parametry fázových vodičů vícežilových kabelů, které jsou potřeba k výpočtu, najdete v tabulkách 3 a 4. Dále následuje příklad volby typu jističe podle vypínací schopnosti.

TAB. 3: OBVYKLÉ PARAMETRY DISTRIBUČNÍCH TRANSFORMÁTORŮ

Jmenovité napětí	Jmenovitý výkon	Jmenovitý proud	Napětí nakrátko	Počáteční rázový zkratový proud	Nárazový zkratový proud	Rezistence nakrátko jedné fáze	Induktivní reaktance nakrátko jedné fáze
U_n [V]	S_n [kVA]	I_n [A]	u_k [%]	I_k'' [kA]	i_p [kA]	R_{kt} [mΩ]	X_{kt} [mΩ]
420/242	100	137	4	3,44	6,1	31	63,5
	160	220	4	5,5	10,3	16	41
	250	344	4	8,6	16,6	9,2	26,7
			6	5,7	11,1	10	41,1
	400	550	4	13,7	30,3	4,3	16,7
			6	9,1	20,3	5,1	25
	630	866	6	14,4	32,7	2,9	16,6
	1 000	1 375	6	22,9	51,7	1,86	10
400/230	1 600	2 199	6	36,7	82,5	1,17	6,5
	100	144	4	3,61	6,37	28	57
			4	5,77	10,8	14,7	37,2
	250	361	4	9,02	17,5	8,3	24,2
			6	6,01	12,6	9,2	37,3
	400	577	4	14,4	32,5	3,5	15
			6	9,62	21,7	4,2	23,6
	630	909	6	15,2	34,4	2,58	15
	1 000	1443	6	24,1	55,5	1,5	9,48
	1 600	2309	6	38,5	88,6	0,94	5,93

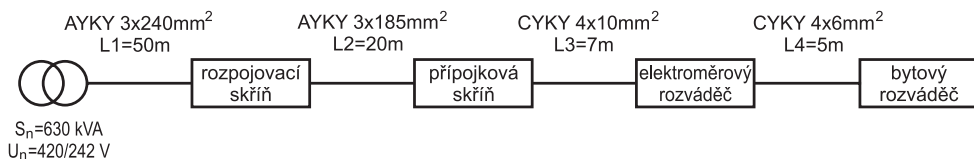
TAB. 4: OBVYKLÉ PARAMETRY FÁZOVÝCH VODIČŮ VÍCEŽILOVÝCH KABELŮ

Průřez vodiče	Materiál a parametry vodiče kabelu (na 1 m délky)			
	Cu		Al	
S [mm ²]	R_v [mW/m]	X_v [mΩ/m]	R_v [mΩ/m]	X_v [mΩ/m]
1,5	12,5	0,114	x	x
2,5	7,5	0,111	12,38	0,111
4	4,7	0,107	7,74	0,107
6	3,1	0,101	5,16	0,101
10	1,88	0,095	3,1	0,095
16	1,17	0,09	1,93	0,09
25	0,75	0,087	1,24	0,089
35	0,54	0,083	0,88	0,086
50	0,376	0,096	0,62	0,086
70	0,269	0,083	0,442	0,083
95	0,198	0,082	0,326	0,082
120	0,157	0,081	0,258	0,081
150	0,125	0,081	0,206	0,081
185	0,102	0,081	0,167	0,081
240	0,078	0,08	0,129	0,081

Příklad volby jističů podle vypínací schopnosti

Zadání: navrhnete vhodné typy jističů z hlediska jejich vypínacích schopností pro elektroměrový rozváděč (hlavní jistič) a bytový rozváděč (jištění koncových rozvodů, tj. světla, zásuvky, sporák atd.) pro rodinný domek. Přívod elektrické energie je proveden z distribučního transformátoru výkonu $S_n = 630$ kVA, $U_n = 420 / 242$ V kabelem AYKY 3x240 mm² délky $L_1 = 50$ m do rozpojovací skříně, dále kabelem AYKY 3x185 mm² délky $L_2 = 20$ m do přípojkové skříně rodinného domku. Odtud přívod pokračuje kabelem CYKY 4x10 mm² délky $L_3 = 7$ m do elektroměrového rozváděče a dále kabelem CYKY 4x6 mm² délky $L_4 = 5$ m do bytového rozváděče - zjednodušené schéma je na obr. 4.

Řešení: vypočítáme zkratové proudy I_k'' a i_p v místě elektroměrového rozváděče a bytové rozvodnice a porovnáme je s odpovídajícími parametry jističů I_{cn} a I_{cm} .

**Obr. 4:** Zjednodušené schéma obvodu od distribučního transformátoru po bytovou rozvodnici (viz příklad)

Zkratové proudy v místě elektroměrového rozváděče:

Impedance nakrátko Z_k

$$Z_k = \sqrt{(R_{kt} + R_{v1} + R_{v2} + R_{v3})^2 + (X_{kt} + X_{v1} + X_{v2} + X_{v3})^2}$$

$$Z_k = \sqrt{(2,9 + 6,45 + 3,34 + 13,16)^2 + (16,6 + 4,05 + 1,62 + 0,66)^2} = 34,55[\text{m}\Omega] = 0,03455[\Omega]$$

Počáteční rázový zkratový proud I_k''

$$I_k'' = \frac{U_n}{\sqrt{3} \times Z_k} = \frac{400}{\sqrt{3} \times 0,03455} = 6692[\text{A}] = 6,7[\text{kA}]$$

Nárazový zkratový proud i_p

$$i_p = n \times I_k'' = 1,7 \times 6,7 = 11,4 [\text{kA}]$$

Zkratové proudy v místě bytového rozváděče:

Impedance nakrátko Z_k

$$Z_k = \sqrt{(R_{kt} + R_{v1} + R_{v2} + R_{v3} + R_{v4})^2 + (X_{kt} + X_{v1} + X_{v2} + X_{v3} + X_{v4})^2}$$

$$Z_k = \sqrt{(2,9 + 6,45 + 3,34 + 13,16 + 23,5)^2 + (16,6 + 4,05 + 1,62 + 0,66 + 0,54)^2} = 47,53[\text{m}\Omega] = 0,04753[\Omega]$$

$$I_k'' = \frac{U_n}{\sqrt{3} \times Z_k} = \frac{400}{\sqrt{3} \times 0,04753} = 4865[\text{A}] = 4,9[\text{kA}]$$

Nárazový zkratový proud i_p

$$i_p = n \times I_k'' = 1,5 \times 4,9 = 7,35 [\text{kA}]$$

Z porovnání hodnot zkratových proudů v místě elektroměrového a bytového rozváděče a parametrů jističů – viz tabulka 5, je patrné, že jističe typů LSN a LST můžeme použít v obou daných místech, jističe LSE pouze v místě bytového rozváděče. S výhodou tak můžeme navrhnout jako hlavní jistič pro elektroměrový rozváděč jistič typu LSN příslušného jmenovitého proudu podle velikosti soudobého odběru a cenově výhodnější jističe LSE pro jištění koncových obvodů v místě bytového rozváděče. V distribučním rozvodu se obvykle nepoužívají transformátory větších výkonů než $S_n = 630 \text{ kVA}$, také délky vedení nebývají výrazně kratší. Možnost použití jističů LSN nebo LST jako hlavních jističů pro elektroměrové rozváděče a použití jističů LSE (případně LSN) pro jištění koncových obvodů tak platí ve většině reálných případů pro domovní a bytové rozvody.

TAB. 5: POROVNÁNÍ HODNOT ZKRATOVÝCH PROUDŮ A PARAMETRŮ JISTIČŮ - VIZ PŘÍKLAD

Jističe		Místo el. rozvodu	
LSN, LST	LSE	Elektroměrový rozváděč	Bytový rozváděč
$I_{cn} = 10 \text{ kA}$	$I_{cn} = 6 \text{ kA}$	$I_k'' = 6,7 \text{ kA}$	$I_k'' = 4,9 \text{ kA}$
$I_{cm} = 17 \text{ kA}$	$I_{cm} = 9 \text{ kA}$	$I_p = 11,4 \text{ kA}$	$I_p = 7,35 \text{ kA}$

3.3 PŘÍRAZENÍ JMENOVITÝCH PROUDŮ JISTIČŮ K VODIČŮM

Správně navržené jištění vedení, tj. přiřazení jističe vhodných parametrů k vodiči, musí zabezpečit jeho dlouhodobou životnost, a to nejen za normálních podmínek provozu, ale i při výskytu možných poruchových stavů. Spočívá v zajištění nepřekročení nejvyšších dovolených teplot izolace vodičů během normálního provozu a poruchových stavů, tj. při přetížení a zkratu. Nejvyšší dovolené teploty a podmínky pro jejich nepřekročení jsou dány normami.

Dovolený zatěžovací proud vodiče - I_z

Norma ČSN 33 2000-5-523 stanovuje nejvyšší dovolené provozní teploty pro jednotlivé druhy izolací vodičů. Pro nejběžnější druh izolace, tj. PVC, je tato teplota 70 °C. V souladu s nimi jsou pak stanovené dovolené zatěžovací proudy I_z vodičů pro konkrétní provozní podmínky, jako např. teplota okolí, způsob uložení, počet zatížených vodičů jednoho vedení, počet seskupených obvodů (vedení) atd. Je zřejmé, že z hlediska normálního provozu musí platit:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

I_b ... výpočtový (požadovaný přenášený) proud

I_n ... jmenovitý proud jističe

I_z ... dovolený zatěžovací proud vodiče

Ochrana vodičů proti přetížení a zkratu

Norma ČSN 33 2000-4-43 stanovuje pro jednotlivé druhy izolací vodičů nejvyšší dovolené teploty při přetížení (pro PVC izolaci je to 120 °C) a zkratu (PVC 160 °C) a podmínky, které musí být splněny, aby nebyly překročeny tyto teploty. Z výše uvedené normy vyplývá:

a) ochrana proti přetížením je zajištěna pro vodiče s izolací PVC, jištěné jističi dle ČSN EN 60 898 (např. jističe typu LSN, LSE, LST), pokud jmenovitý proud jističe není větší než zatěžovací proud jištěného vodiče, tj.:

$$I_n \leq I_z$$

Tato podmínka platí pro vodiče o průřezu rovném nebo větším než 2,5 mm². U vodičů menších průřezů je nutné provést přiřazení na základě porovnání přetěžovací charakteristiky vodiče a vypínací charakteristiky jističe (viz kapitola 3.1, odstavec "Přetěžovací charakteristika elektrického zařízení"). Podmínka platí pro typy charakteristik jističů B, C i D podle normy ČSN EN 60898.

b) ochrana proti zkratům je zajištěna, pokud je splněna podmínka:

$$I^2 t \leq k^2 s^2$$

$I^2 t$... Jouleův integrál

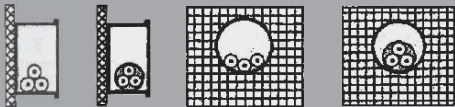
s ... průřez vodiče v mm²

k ... činitel respektující měrný odpor, teplotní koeficient a tepelnou kapacitu vodiče; pro vodiče Cu s PVC izolací $k = 115$ a vodiče Al s PVC izolací $k = 76$

Jističe LSE, LSN a LST zajišťují díky svým velkým omezovacím schopnostem ochranu vedení o průřezu větším než $s = 1$ mm² proti zkratu až do velikosti proudů rovnající se jejich vypínací schopnosti.

Aplikaci uvedené normy na vedení v domovních a podobných instalacích zachycuje tabulka 6, ze které lze například vyčíst, že pro světelný 1 fázový obvod jištěný jističem 10A splňující podmínky ČSN EN 60898 je stanoven minimální průřez 1,5mm² pro vedení s PVC izolací, které je uloženo v trubkách a jeho délka nesmí přesáhnout 16m, aby byl dodržen dovolený úbytek napětí $\Delta u_{dov} = 2\%$.

TAB. 6: DIMENZOVÁNÍ A JIŠTĚNÍ VEDENÍ V DOMOVNÍCH A PODOBNÝCH INSTALACÍCH

Obvody	Jističe podle ČSN EN 60 898 ¹⁾		Vedení						
	Umístění	Jmenovitý proud [A]	Hodnoty uvedené v tabulce platí za těchto předpokladů: · teplota okolí 30 °C; · způsob uložení vedení B, tj. v lištách, trubkách, dutinách apd.; · počet těsně přiléhajících vedení (seskupených obvodů): vodiče s izolací z PVC - 2; vodiče s izolací ze zesíťovaného polyetylénu - 3						
			<div></div>						
			Min. průřez [mm ²]		Maximální délky z hlediska dovolených úbytků napětí Δu_{dov} pro 1f / 3f napájení [m]				
			Cu	Al	osvětlení	vaření, topení	ostatní (zásuvky)	ostatní domovní vedení	
					$\Delta u_{dov} = 2\%$	$\Delta u_{dov} = 3\%$	$\Delta u_{dov} = 5\%$	$\Delta u_{dov} = 2\%$	
Konecové obvody	Bytový rozváděč	6	1,5	(2,5) ²⁾	26 / 52	40 / 80	66 / 112		
		10	1,5	(2,5) ²⁾	16 / 32	24 / 48	40 / 80		
		16	2,5	(4) ²⁾	16 / 32	25 / 50	41 / 82		
		20	4	(6) ²⁾	21 / 42	31 / 62	52 / 104		
Vedení od přípojkové skříně k bytovému rozváděči, hlavní domovní vedení	Elektroměrový rozváděč, přípojková skříně, hlavní domovní rozváděč	25	6	(10) ²⁾				25 / 50	
		32	10	16				33 / 66	
		40	10	16				26 / 52	
		50	16	25				34 / 68	
		63	25	35				42 / 84	
		80	35	50				46 / 92	
		100	50	70				53 / 106	

1) např. jističe LSN, LSE, LST

2) Průřezy hliníkových vodičů menších než 16 mm², které jsou uvedeny v závorkách, se u nových zařízení nemají podle evropské normy používat.

3.4 VOLBA CHARAKTERISTIKY JISTIČE PODLE TYPU ZÁTĚŽE

Z průběhu a definice charakteristik B, C a D podle ČSN EN 60 898 (viz tabulka 7) 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 použití jističů vedení k jištění motorů se nejedná o jištění motorů v pravém slova smyslu, nýbrž o jištění vedení na jejímž konci je motor; pro jištění motorů jsou zde spouštěče 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.

TAB. 7: VYPÍNACÍ CHARAKTERISTIKA JISTIČŮ PODLE ČSN EN 60898

Typ charakteristiky	Tepelná spoušť			Elektromagnetická spoušť	
	Smluvený nevyp. proud I_1 pro $t > 1\text{h}$	Smluvený vyp. proud I_2 pro $t < 1\text{h}$	Proud I_3 pro $1\text{s} < t < 60\text{s}$ a $I_n \leq 32\text{A}$ $1\text{s} < t < 120\text{s}$ a $I_n > 32\text{A}$	Proud I_4 pro $t \geq 0,1\text{s}$	Proud I_5 pro $t < 0,1\text{s}$
B				$I_4 = 3I_n$	$I_5 = 5I_n$
C	$I_1 = 1,13I_n$	$I_2 = 1,45I_n$	$I_3 = 2,55I_n$	$I_4 = 5I_n$	$I_5 = 10I_n$
D				$I_4 = 10I_n$	$I_5 = 20I_n$

t - vypínací doba jističe

3.5 VOLBA I_n JISTIČŮ A POJISTEK PRO OCHRANU PROUDOVÝCH CHRÁNIČŮ PŘED PŘETÍŽENÍM A ZKRATEM

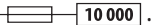
S volbou jmenovitého proudu jističů a pojistek pro ochranu proudových chráničů před přetížením a zkratem je třeba nejdříve vysvětlit jednotlivé pojmy, které s touto problematikou souvisí. Je to jednak *jmenovitý proud* a *jmenovitý podmíněný zkratový proud* proudového chrániče.

Jmenovitý proud – I_n

Jmenovitý proud I_n je hodnota proudu určená výrobcem, který může proudový chránič převádět nepřetržitě. Kontakty tedy může protékat proud I_n po neomezeně dlouhou dobu. Proto v obvodě 16A lze použít nejen proudový chránič 16A, ale i 25, 40 a 63A. V případě, že dojde k přetížení, musí být proudový chránič odpojen od zdroje napájení a to buď jističem nebo pojistkou.

Obecné pravidlo pro volbu I_n jističe nebo pojistky pro ochranu před přetížením nelze říci - velikost a typ předřazené pojistky či jističe je vždy záležitostí zkoušek – proto tyto hodnoty musí uvést každý výrobce ke konkrétnímu typu přístroje. Pro proudové chrániče OEZ najdete tyto hodnoty v tabulce 8.

Jmenovitý podmíněný zkratový proud – I_{nc}

Princip funkce a konstrukce nedovoluje použít proudového chrániče k jištění proti zkratu. K jištění obvodu musíme použít jistič nebo pojistku. Tyto prvky spolehlivě vypnou zkratovaný obvod. Proudový chránič musí snést pouze průchod zkratového proudu. Velikost maximálního průchozího proudu označujeme jako jmenovitý podmíněný zkratový proud I_{nc} . Zkratová odolnost je vyjádřena proudem I_{nc} . Na štítku přístroje je např. $I_{nc}=10\text{kA}$ vyjádřen značkou .

V souvislosti se zkratovou odolností je třeba říci, že proudový chránič má jistou zapínací a vypínací schopnost I_m , což by nás mohlo vést k tomu, abychom ho použili pro jištění před zkraty o velikosti maximálně I_m . To však není možné, protože při zkratu fáze (L) - střední vodič (N) nebo zkratu (L)-(L) chránič vůbec nereaguje, což je sice správná funkce, ale může dojít k poškození obvodu. Je tedy nutné vždy použít jistič nebo pojistku.

Stejně jako u ochrany proudových chráničů před přetížením nelze říci obecné pravidlo ani u volby I_n jističů a pojistek pro ochranu před zkratem - velikost a typ předřazené pojistky či jističe je vždy záležitostí zkoušek – proto tyto hodnoty musí uvést každý výrobce ke konkrétnímu typu přístroje. Pro proudové chrániče OEZ najdete tyto hodnoty rovněž v tabulce 8.

TAB. 8: VOLBA I_n JISTIČŮ A POJISTEK PRO OCHRANU PROUDOVÝCH CHRÁNICŮ PŘED PŘETÍŽENÍM A ZKRATEM

Typ proudového chrániče	Ochrana před přetížením		Ochrana před zkratem (jmenovitý podmíněný zkratový proud Inc)	
	Pojistka gG	Jistič LSN, LST, LSE	Pojistka gG	Jistič LSN, LST Jistič LSE

0FE20

2 pól

0FI20¹⁾

In < 0,1 stupen

In max. 1:1

In max. 1:1

In max. 63 A gG

6 000

In max. 63 A gG

10 000

0FE40

4 pól

0FI40, 41, 42²⁾

In max. 100 A gG

6 000

In max. 100 A gG

10 000

In max. 1:1

In max. 1:1

10 000

6 000

1) Proudový chránič (0FI20) a předřazený jistič (LSN, LST, LSE) o jmenovitých proudtech v poměru max. 1:1 vykazují jmenovitý podmíněný zkratový proud Inc=6 kA; zároveň je zajištěna ochrana proti přetížení proudového chrániče

2) Proudový chránič (0FI40) a předřazená pojistka gG s jmenovitým proudem max. 100 A vykazují jmenovitý podmíněný zkratový proud Inc=10 kA; ochrana proti přetížení proudového chrániče je zajištěna pojistkou gG s jmenovitým proudem o jeden stupeň menší než je jmenovitý proud proudového chrániče

3.6 JMENOVITÝ PROUD SPOUŠTĚČE MOTORU SM1 PODLE VÝKONU ELEKTROMOTORU

TAB. 9: VOLBA SM1 K ELEKTROMOTORU, NASTAVENÍ SPOUŠTÍ

Elektromotor - AC3 [kW]		Typ	I_e [A]	Regulace I_e [A]	Působení zkratové spouště [A]
AC 400 V	AC 500 V				
-	-	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

I_e - spouštěč motoru je nutné nastavit na hodnotu jmenovitého proudu konkrétního motoru

4.1 OBECNĚ

Normy týkající se bezpečnosti elektrické instalace byly do nedávné doby zapracovány v souboru norem ČSN 33 2000. K těmto normám, ale i k ostatním dokumentům elektrotechniky týkající se bezpečnosti, byl v nedávné době vydán zastřešující, mezinárodně platný dokument IEC 61140, který je v současnosti platný i v ČR a to v podobě **ČSN EN 61140 Ochrana před úrazem elektrickým proudem – společná hlediska pro instalaci a zařízení**. Ten v obecné formě definuje požadavky na bezpečnost všech elektrických zařízení – zařízení vnitřních elektrických rozvodů, informační techniky, spotřebičů pro domácnost, spotřební elektroniky, zařízení vysokého napětí atd. Bylo velmi těžké stanovit základní soubor pravidel pro veškerá elektrotechnická zařízení, aby u nich byla vždy zajištěna bezpečnost z pohledu úrazu elektrickým proudem. Může totiž dojít k situaci, kdy bude vyvinut výrobek, na který se dosud známá pravidla nedají aplikovat. Přesto se podařilo najít pravidlo v té nejobecnější podobě – tomuto pravidlu se říká **základní pravidlo ochrany před úrazem elektrickým proudem** a je následující:

„Nebezpečné živé části nesmí být přístupné a přístupné vodivé části se nesmějí stát nebezpečně živými částmi“. K tomu nesmí dojít:

- ani za normálních podmínek provozu elektrického zařízení
- ani za podmínek jedné poruchy

Pravidlo jinými slovy říká, že:

- nebezpečné živé části (tj. živé části, které za stanovených podmínek mohou způsobit úraz el. proudem) musí být vždy uzavřeny krytem nebo pokryty izolací tak, aby se jich nikdo nemohl dotknout a
- všechny vodivé části (tj. neživé ale i další vodivé části), kterých je možné se dotknout, musí být včas vypnuty

Ochrana za

- *normálních podmínek provozu* je zajištěna základní ochranou
- *podmínek jedné poruchy* je zajištěna ochranou při poruše.

Jednotlivé ochranné prostředky pro *základní ochranu* a *ochranu při poruše* jsou v tab. 10, kde je zároveň seznam ochran podle ČSN 33 2000-4-41. V této tabulce se vyskytuje i pojem *zvláštní případy – doplňková ochrana*. To je případ, kdy je vhodné stávající ochrany doplnit dalšími ochrannými prostředky – blíže viz kapitola 4.3

Z tab. 10 je vidět, že v obou normách jsou jednak stejné nebo podobné termíny, ale i termíny zcela rozdílné – zejména v pojmenování ochran. Důležité termíny zaváděné v dnešní době a jejich význam v doposud používané terminologii by měla objasnit tabulka 11. V důsledku systematického sjednocování je připravována změna normy ČSN 33 2000-4-41 (resp. IEC 60364-4-41), která po své revizi bude zaměřena jen na elektrické instalace budov. Norma tedy již nebude rozebírat požadavky na *základní ochranu* (dříve *ochrana před dotykem živých částí*). **Základem normy ČSN 33 2000-4-41 budou požadavky na samočinné odpojení od zdroje -podmínky zůstanou v podstatě stejné jako doposud** - dále se uvažuje, že pro zásuvkové obvody používané laiky budou předepsány proudové chrániče s $I_{\Delta n} \leq 30\text{mA}$ atd. Obdobně se upraví požadavky ostatních základních norem pro jednotlivé druhy elektrických zařízení.

TAB. 10: OCHRANNÉ PROSTŘEDKY PODLE ČSN EN 61140 A ČSN 33 2000 4-41

ČSN EN 61140			ČSN 33 2000 4-41	
Základní ochrana	Ochrana při poruše	Zvláštní případy - doplňková ochrana	Ochrana před nebezpečným dotykem živých částí	Ochrana před nebezpečným dotykem neživých částí
<ul style="list-style-type: none"> ■ Základní izolace ■ Přepážky a kryty ■ Zábrany ■ Ochrana polohou ■ Omezení napětí ■ Omezení ustáleného 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Přídavná izolace ■ Ochranné pospojování ■ Ochranné stínění / Indikace ve vn instalacích a sítích ■ Samočinné odpojení od zdroje 	<p>Tam, kde jiné ochranné prostředky nejsou účinné nebo v případech nepečlivé obsluhy uživatele se jako doplňková ochrana před úrazem elektrickým proudem uznává použití proudových chráničů s $I_{\Delta n} \leq 30\text{mA}$</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Izolací ■ Kryty nebo přepážkami ■ Zábranou ■ Polohou ■ Malým napětím SELV a PELV (FELV) ■ Omezení ustáleného proudu a náboje ■ Doplňková ochrana proudovým chráničem s $I_{\Delta n} \leq 30\text{mA}$ ■ Doplňkovou izolací 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Samočinným odpojením od zdroje pomocí nadproudových jističích prvků a proudových chráničů ■ Použitím zařízení třídy II nebo s rovnocennou izolací ■ Nevodivým okolím ■ Neuzemněným místním pospojováním ■ Elektrickým oddělením

TAB. 11: TERMINOLOGICKÉ VZTAHY

Termíny podle ČSN EN 61140		Termíny podle ČSN 33 2000-4-41
základní ochrana		odpovídá ochraně před dotykem živých částí
ochrana při poruše		odpovídá ochraně před dotykem neživých částí
normální podmínky		mýslí se normální podmínky provozu, kde se uplatňuje základní ochrana, nikoliv prostory normální apod.
podmínky jedné poruchy		uplatňuje se ochrana při poruše - dříve ochrana před dotykem neživých částí
zvláštní případy - doplňková ochrana - ochrana, která může být aplikována spolu s ochranou základní a při poruše, čímž se dosáhne ochrany ve zvláštním případě		odpovídá doplňkové ochraně - ochranné opatření, kterým se při aplikaci k ochraně živých částí dosahuje ochrany zvýšené

I přestože ne všechny ochranné prostředky uvedené v tab. 10 mají souvislost s produkty OEZ, tj. především s jističi, pojistkami a proudovými chrániči, přesto je zde uvádíme, aby bylo zcela zřejmé, že ochrana před úrazem elektrickým proudem není jen záležitostí jističů, pojistek, popř. proudových chráničů. V dalších kapitolách pak jsou informace, které se zabývají vztahem citovaných norem a produktů OEZ.

4.2 OCHRANA PŘI PRVNÍ PORUŠE – OCHRANA SAMOČINNÝM ODPOJENÍM OD ZDROJE

4.2.1 Obecně

Tento způsob ochrany pracuje na principu odpojení vadné části elektrického zařízení od zdroje napájení, přičemž k odpojení musí dojít ve stanoveném čase. Aby došlo k odpojení ve stanoveném čase je třeba k danému napětí sítě U_0 a k proudu odpojovacího prvku I_a , který zabezpečí odpojení ve stanoveném čase, najít velikost impedanční smyčky Z_s (TN a IT sítě), resp. najít odpor zemniče R_a , který nezpůsobí při poruše větší napětí na vodivých částech než dovolené dotykové U_{dl} 12, 24, 50V (TT a IT sítě). K odpojení lze kromě jističů nebo pojistek použít i proudové chrániče. Vztahy pro maximální velikost impedance poruchových smyček Z_s a odporu zemničů R_a pro sítě TN, TT a IT podle ČSN 33 2000-4-41 naleznete v tabulce 12. V dalších kapitolách naleznete konkrétní hodnoty Z_s pro vybrané produkty OEZ – jističe a proudové chrániče.

TAB. 12: VZTAHY PRO VÝPOČET IMPEDANČNÍ SMYČKY Z_s A ODPORU UZEMNĚNÍ R_a				
Sít'		Impedance poruchové smyčky Z_s a odporu uzemnění R_a		Maximální doby odpojení [s] pro napětí sítě AC 230/400 V
Typ	Popis	Pojistka nebo jistič	Proudový chránič	
TN		$Z_s \leq U_0 / I_a$	$Z_s \leq U_0 / I_{\Delta n}$	0,4
TT		$R_a \leq U_{dl} / I_a$	$R_a \leq U_{dl} / I_{\Delta n}$	kontroluje se U_{dl}
IT (2. porucha)	jednotlivé uzemnění	$R_a \leq U_{dl} / I_a$	$R_a \leq U_{dl} / I_{\Delta n}$	kontroluje se U_{dl}
	společné uzemnění	$Z_s \leq U_s / 2 \times I_a$	$Z_s \leq U_s / 2 \times I_{\Delta n}$	0,4
	střední vodič nevyveden			
	střední vodič vyveden	$Z_s \leq U_0 / 2 \times I_a$	$Z_s \leq U_0 / 2 \times I_{\Delta n}$	0,8

Z_s ... max. impedance smyčky zahrnující pracovní vodič k místu poruchy a ochranný vodič mezi místem poruchy a zdrojem [Ω]* - viz obr. 6; v síti IT se uvažují nejméně příznivé poměry při poruše, tzn. uvažují se dvě poruchy na dvou nejvzdálenějších místech, skutečná impedance je dvojnásobkem impedance k místu jedné poruchy. Z tohoto důvodu je ve vzorcích pro IT síť součinitel 2.

R_a ... součet odporu zemniče a ochranného vodiče neživých částí [Ω]

I_a ... proud zajišťující samočinné působení ochranného přístroje [A]

$I_{\Delta n}$... jmenovitý reziduální proud proudového chrániče [A]

U_{dl} ... dovolené dotykové napětí AC 12, 25, 50 V

U_0 ... jmenovité střídavé napětí proti zemi (TN síť) resp. proti střednímu vodiči (IT síť) [V]

U_s ... sdružené napětí sítě [V]

* Poznámka: v oblasti ochrany odpojením od zdroje je zohlednění provozních vlivů, tolerancí a napětového součinitele zatížené sítě ve výpočtech a při měřeních. Pro výpočty se stanovuje konstanta $k_v = 1,25$ a pro měření $k_m = 1,5$. Těmito konstantami je třeba dělit hodnoty Z_s , abychom obdrželi **maximálně přípustné hodnoty impedancí při výpočtu** reálného obvodu $Z_{sv} = Z_s / k_v$ nebo **při měření** hotového rozvodu $Z_{sm} = Z_s / k_m$. Bezpečnostní součinitele k_v, k_m nemusí být použity v případě, že se použijí přesnější výpočtové nebo měřicí metody, případně jejich kombinace. Rovněž nemusí být použity, postupuje-li se podle ČSN IEC 1200-53:1998 (33 2010)

4.2.2 Max. velikosti impedanční smyčky a délky vedení v obvodě s jističem v TN síti

TAB. 13: MAXIMÁLNÍ HODNOTY IMPEDANCÍ OBVODŮ JIŠTĚNÝCH JISTIČI LSE, LSN A LST V TN SÍTI 230/400 V *

Jmenovitý proud jističe I_n [A]	Charakteristika B					Charakteristika C			
	I_a [A]	Z_s [Ω]	Z_{sm} [Ω]	Z_{sv} [Ω]		I_a [A]	Z_s [Ω]	Z_{sm} [Ω]	Z_{sv} [Ω]
2	10	23	15,33	18,4		20	11,5	7,67	9,2
4	20	11,5	7,67	9,20		40	5,75	3,83	4,63
6	30	7,67	5,11	6,12		60	3,83	2,55	3,06
8	40	5,75	3,83	4,6		80	2,88	1,92	2,3
10	50	4,6	3,07	3,68		100	2,3	1,53	1,84
13	65	3,54	2,36	2,83		130	1,77	1,18	1,42
16	80	2,88	1,92	2,3		160	1,44	0,96	1,15
20	100	2,3	1,53	1,84		200	1,15	0,77	0,92
25	125	1,84	1,23	1,47		250	0,92	0,61	0,74
32	160	1,44	0,96	1,15		320	0,72	0,48	0,57
40	200	1,15	0,77	0,92		400	0,58	0,39	0,46
50	250	0,92	0,61	0,74		500	0,46	0,31	0,37
63	315	0,73	0,49	0,58		630	0,36	0,24	0,29
80	400	0,58	0,39	0,46		800	0,29	0,19	0,23
100	500	0,46	0,31	0,37		1000	0,23	0,15	0,18
125	625	0,37	0,24	0,29		1250	0,18	0,12	0,15

* Význam veličin I_a , Z_s , Z_{sm} , Z_{sv} je uveden v kapitole 4.2.1

TAB. 14: MAXIMÁLNÍ DÉLKY L [M] CU VEDENÍ Z HLEDISKA OCHRANY SAMOČINNÝM ODPOJENÍM V TN SÍTÍCH 230/400 V JIŠTĚNÝCH JISTIČI LSE, LSN A LST S CHARAKTERISTIKOU B

Průřez vodiče vedení [mm ²]	Jmenovitý proud jističe [A]															
	2	4	6	8	10	13	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125
1	340	170	113	85	68	52										
1,5		255	170	127	103	78										
2,5			283	212	170	131	106	85	68							
4					272	209	170	136	108	85						
6						314	255	204	163	127	102					
10								341	273	212	170	136				
16									436	341	273	218	173	136		
25 + 16										415	332	266	210	165	133	
35 + 16											374	299	237	186	149	119
50 + 25												454	360	283	227	182
70 + 35													504	397	318	254
95 + 50														558	446	357
120 + 70															602	485

Při výpočtu délek vedení **L** se uvažuje s poklesem napětí na hodnotu 0,8 U_0 a zvýšením rezistivity na hodnotu 1,5 ρ vlivem oteplení při zkratu. Výpočet je proveden podle vzorce vycházejícího z ČSN IEC 1200-53:

kde:
$$L = \frac{0,8U_0 \times S}{1,5\rho(1+m) \times I_a}$$

S ... průřez fázového vodiče v mm²

ρ ... rezistivita (měrný odpor) jádra vodiče – pro Cu je $\rho = 0,018 \Omega\text{mm}^2/\text{m}$

m ... poměr průřezů vodičů fázového k ochrannému (předpokládá se stejný jejich materiál)

I_a ... proud zajišťující samočinné působení ochranného jističe ve stanovené době (0,4 s)

U_0 ... jmenovité střídavé napětí proti zemi (230 V)

TAB. 15: MAXIMÁLNÍ DÉLKY L [M] CU VEDENÍ Z HLEDISKA OCHRANY SAMOČINNÝM ODPOJENÍM V TN SÍTÍCH 230/400 V JIŠTĚNÝCH JISTIČI LSE, LSN A LST S CHARAKTERISTIKOU C

Průřez vodiče vedení [mm ²]	Jmenovitý proud jističe [A]															
	2	4	6	8	10	13	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125
1	170	85	56	42	34	25										
1,5		128	85	64	55	39	31									
2,5			141	106	85	65	53	42	34							
4					136	109	85	68	54	42						
6						157	127	102	81	64	55					
10								170	136	106	80	68				
16									218	170	136	109	86	68		
25 + 16										207	166	133	105	83	66	
35 + 16											186	149	122	89	74	60
50 + 25												226	180	137	114	91
70 + 35													253	199	159	127
95 + 50														278	223	178
120 + 50															301	242

Při výpočtu délek vedení **L** se uvažuje s poklesem napětí na hodnotu $0,8 U_0$ a zvýšením rezistivity na hodnotu $1,5 \rho$ vlivem oteplení při zkratu. Výpočet je proveden podle vzorce vycházejícího z ČSN IEC 1200-53:

$$\text{kde: } L = \frac{0,8U_0 \times S}{1,5\rho(1+m) \times I_a}$$

S ... průřez fázového vodiče v mm²

ρ ... rezistivita (měrný odpor) jádra vodiče – pro Cu je $\rho = 0,018 \Omega \text{mm}^2/\text{m}$

m ... poměr průřezů vodičů fázového k ochrannému (předpokládá se stejný jejich materiál)

I_a ... proud zajišťující samočinné působení ochranného jističe ve stanovené době (0,4 s)

U_0 ... jmenovité střídavé napětí proti zemi (230 V)

4.2.3 Max. velikost impedanční smyčky v obvodě s proudovým chráničem v TN síti

Výpočet max. velikosti impedanční smyčky podle ČSN 33 2000-4-41 pro obvod s proudovým chráničem a pro síť TN je dán vztahem $Z_s \leq U_o / I_{\Delta n}$ – viz kapitola 4.2. Hodnoty uvedené v tabulce 16 platí obecně pro všechny proudové chrániče.

TAB. 16: MAX. VELIKOST IMPEDANČNÍ SMYČKY Z_s V OBVODĚ S PROUDOVÝM CHRÁNIČEM - SÍŤ TN, $U_o=230V$

$I_{\Delta n}$ [A]	Z_s [Ω]
0,01	23 000
0,03	7 667
0,3	767
0,5	460

4.3 ZVLÁŠTNÍ PŘÍPADY – DOPLŇKOVÁ OCHRANA

4.3.1 Obecně

Případ, kdy je vhodné doplnit vlivem zvýšeného rizika úrazu elektrickým proudem (např. dotyk osoby s potenciálem země v prostorách s nízkou impedancí) *základní ochranu* nebo *ochranu při poruše* dalšími ochrannými prostředky, je v praxi stále častější. Podle normy je uznáváno použití proudových chráničů s $I_{\Delta n} \leq 30mA$ jako *doplňková ochrana* před úrazem elektrickým proudem tam, kde jiné ochranné prostředky nejsou účinné nebo v případech nepečlivé obsluhy uživatele. Uvedený způsob doplňkové ochrany v ČSN EN 61140 je obdobou doplňkové ochrany podle ČSN 33 2000-4-41 a je využit především v ustanovení části 7 norem ČSN 33 2000 – viz následující kapitoly. A jak už bylo řečeno, dále se uvažuje, že v ČSN 33 2000-4-41 pro zásuvkové obvody používané laiky budou předepsány proudové chrániče s $I_{\Delta n} \leq 30mA$

4.3.2 Místa s „povinným“ použitím proudových chráničů

Na některé objekty (nebo místnosti v těchto objektech) jsou kladeny požadavky na vybavení elektrické sítě proudovými chrániči. Jedná se o zemědělské stavby, 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 ap. velmi vysoká. Většinou jsou předepisovány proudové chrániče s $I_{\Delta n} \leq 30mA$ jako *doplňková ochrana*. Následuje přehled nejdůležitějších míst souvisejících především s instalacemi bytovými, kde se nasazení proudových chráničů „vyžaduje“.

4.3.2.1 Elektrické venkovní zásuvky a zásuvky napájející venkovní zařízení

Upravuje: ČSN 33 2000-4-47/ Část 4: Bezpečnost/ Kapitola 47: Použití ochranných opatření pro zajištění bezpečnosti

Proudový chránič s $I_{\Delta n} \leq 30mA$ se musí použít

- u všech venkovních zásuvek do 20A včetně a
- u všech zásuvek do 20A včetně, u kterých lze předpokládat, že budou použity pro napájení ručního přenosného nářadí používaného venku

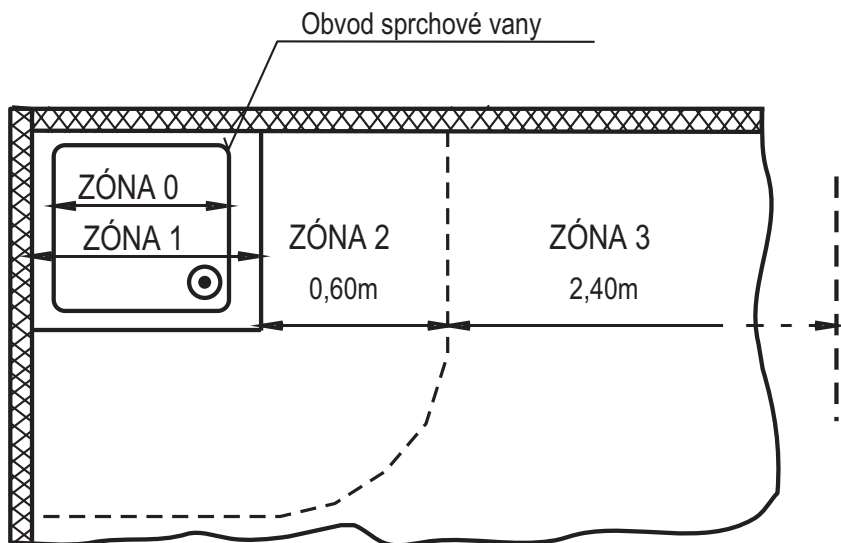
V souvislosti s ochranou těchto zásuvek je třeba se zmínit i o čl. 413.13.9 normy ČSN 33 2000 4-41. Ten říká: „Jestliže se použije chrániče pro samočinné odpojení obvodu mimo zónu vlivu hlavního pospojování, nesmí být neživé části připojeny k síti TN, ale ochranné vodiče musí být spojeny se zemnicem, jehož odpor je přiměřený vybavovacímu proudu chrániče. Takto chráněný obvod se považuje za síť TT ...“ což je článek, který by mohl být aplikován na takto umístěné zásuvky. V tomto případě byla nejednoznačně definována „zóna vlivu hlavního pospojování“ a také přechod na síť TT a s tím spojené vytvoření speciálního zemniče pro ochranný vodič bylo napadáno mnohými odborníky. V současné době (v čase vydání této příručky) se připravuje změna ČSN 33 2000-4-41 kde pojem „zóna vlivu hlavního pospojování“ vypadne a ochranný kolík zásuvky bude spojen s PE vodičem daného objektu.

4.3.2.2. Elektrická zařízení v prostorách s vanou nebo sprchou a umývací prostory

Upravuje: ČSN 33 2000-7-701/ Část 7: Zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech / Oddíl 701: Prostory s vanou nebo sprchou a umývací prostory

Norma se týká požadavků na prostory s koupacími vanami, sprchami, prefabrikovanými sprchovými kabinami s vlastními systémy sprchy a odvodnění a na okolní zóny. V tomto oddílu jsou rovněž požadavky vztahující se na elektrická zařízení v umývacích prostorech (včetně kuchyňských linek). Pro prostory s vanami pro léčebné účely nebo pro tělesně postižené osoby mohou být uplatněny nezbytné speciální požadavky.

Objasnění správné volby ochrany souvisí s vymezením prostorů – tzv. zón podobně jako v předchozích normách. Problém je v tom, že norma poměrně složitě výčtem definuje 3 zóny a pro účel této příručky je zbytečné tento dlouhý výčet opisovat. Pro naši představu, ve kterých místech například v koupelně se sprchou se zóny nacházejí, nám poslouží obr. 5.



Obr. 5: Příklady rozdělení sprchy do zón

Upevněná elektrická zařízení

Proudový chránič s $I_{\Delta n} \leq 30\text{mA}$ se musí použít k ochraně pevně připojených zařízení jsou-li:

- v zóně 1 a jedná-li se o jiné zařízení než ohřívače vody a sprchová čerpadla.
- v zóně 2; příkladem takových zařízení jsou svítidla, ventilátory, vířivé vany ap.

Elektrické zásuvky

Elektrické zásuvky se instalují pouze v zóně 3 a mimo zónu 3 (pokud jsou zásuvky uvnitř místnosti). Pro ochranu musíme vybrat buď:

- proudový chránič s $I_{\Delta n} \leq 30\text{mA}$ nebo
- obvod SELV nebo
- oddělovací transformátor

4.3.2.3 Elektrická instalace plaveckých bazénů a fontán

Upravuje: ČSN 33 2000-7-702/ Část 7: zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech / Oddíl 702: Elektrická instalace plaveckých bazénů a fontán

Norma se týká nádrží plaveckých bazénů, fontán a brodítek a zón je obklopujících, kde je nebezpečí úrazu elektrickým proudem zvýšeno snížením odporu těla a kontaktem s potenciálem země. Pro plavecké bazény určené k léčebným účelům mohou být nezbytné zvláštní požadavky.

Objasnění správné volby ochrany souvisí opět s vymezením prostorů – zón. Norma výčtem definuje 3 zóny a pro účel této příručky definici opět zjednodušíme. Zóna 0 = vnitřek bazénů, zóna 1 = vzdálenost do cca 2,5m od zóny 0, zóna 2 = vzdálenost do cca 1,5m od zóny 1. Použití ochranných opatření k zajištění ochrany před úrazem elektrickým proudem týkající se proudových chráničů:

Obecně

Obvody napájející elektrické zařízení pro obsluhu nádrží bazénů, které budou v provozu pouze, když lidé budou mimo zónu 0, musí být chráněny:

- buď transformátorem zabezpečujícím elektrické oddělení podle 413.5 ČSN 33 2000-4-41
- nebo pomocí SELV
- **nebo chráničem s $I_{\Delta n} \leq 30\text{mA}$**

Zóny 0 a 1 u fontán

Ochrana samočinným odpojením je povolena. V tomto případě se musí použít doplňkové ochrany pomocí **chrániče s $I_{\Delta n} \leq 30\text{mA}$** a musí být splněny požadavky 702.55.N3 (elektrické zařízení musí být chráněno např. pomocí drátového skla, svítidla musí být namontována pevně atd.)

Zóna 2 u fontán

Použije se jedno z těchto ochranných opatření:

- ochrana pomocí SELV se jmenovitým napětím nepřesahujícím AC 25V nebo DC 60 V s tím, že zdroj bezpečného napětí je instalován mimo zóny 0, 1 a 2
- ochrana elektrickým oddělením podle 413.5 ČSN 33 2000-4-41
- ochrana samočinným odpojením od zdroje s použitím **chráničů s $I_{\Delta n} \leq 500\text{mA}$**

Spínací a řídicí přístroje

V zónách 0 a 1 se nesmí instalovat žádné spínací zařízení a příslušenství, s výjimkou malých plaveckých bazénů, kde není možné umístit zásuvky mimo zónu 1. Zde jsou zásuvky dovoleny v zóně 1 pouze jsou-li instalovány mimo dosah paží (tj. 1,25m) od hranice zóny 0 a umístěny nejméně 0,3m nad podlahou a:

- jsou buď chráněny proudovým chráničem s $I_{\Delta n} \leq 30\text{mA}$
- nebo jsou individuálně chráněny elektrickým oddělením (podle 413.5 ČSN 33 2000-4-41) s podmínkou, že transformátor je umístěn mimo zóny 0, 1 a 2

V zóně 2 jsou zásuvky, spínače a příslušenství dovoleny pouze jsou-li:

- buď napájeny individuálně oddělovacím ochranným transformátorem podle 413.5 ČSN 33 2000-4-41
- nebo napájeny obvody SELV
- nebo chráněny proudovým chráničem s $I_{\Delta n} \leq 30\text{mA}$

Elektrická zařízení

V zónách 0 a 1 se mohou instalovat pouze pevná elektrická zařízení speciálně určená pro použití v plaveckých bazénech. V zóně 2 mohou být elektrická zařízení:

- buď třídy II, jde-li o svítidla
- nebo třídy I, jsou-li chráněna proudovým chráničem s $I_{\Delta n} \leq 30\text{mA}$
- nebo napájena oddělovacím ochranným transformátorem podle 413.5 ČSN 33 2000-4-41

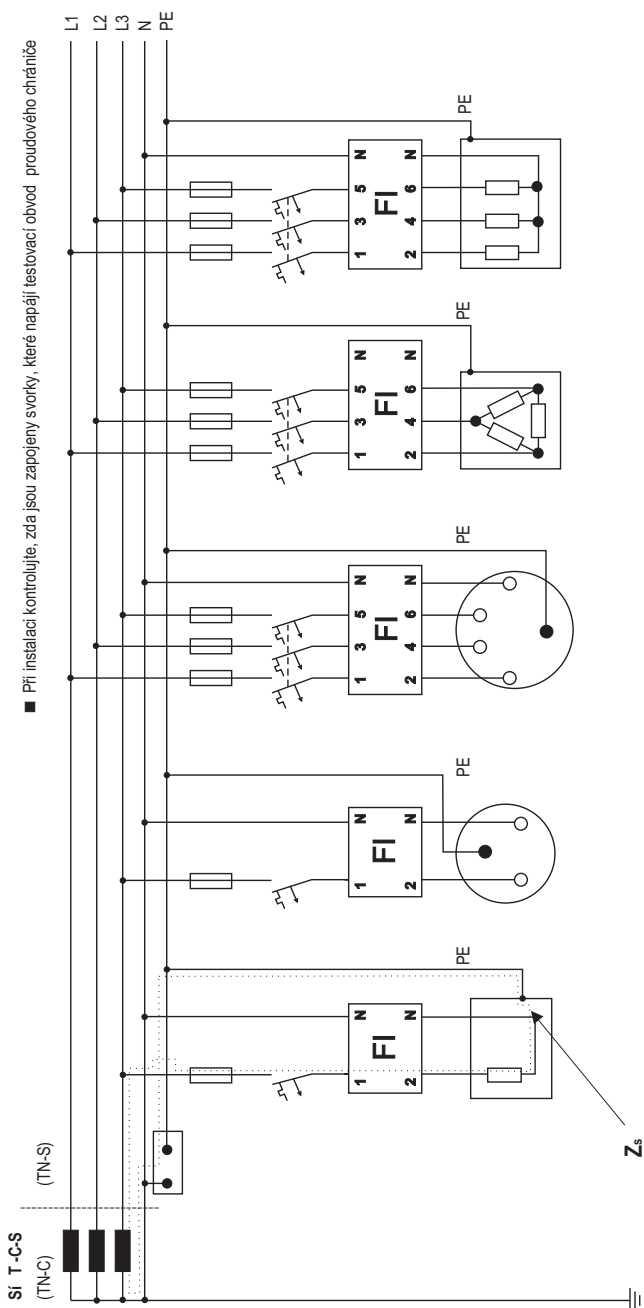
4.3.2.4 Elektrické podlahové a stropní systémy

Upravuje: ČSN 33 2000-7-753/ Část 7: Zařízení jed nouúčelová a ve zvláštních objektech / Oddíl 753: Podlahové a stropní vytápění

Norma se týká instalace elektrických podlahových a stropních topných systémů. Netýká se instalace stěnových topných systémů. Použití ochranných opatření k zajištění ochrany před úrazem elektrickým proudem týkající se proudových chráničů:

- jako ochranného prvku při ochraně samočinným odpojením od zdroje se užije chrániče s $I_{\Delta n} \leq 30\text{mA}$
- napájecí obvody zařízení s třídou ochrany II nebo rovnocennou izolací musí mít přídatnou ochranu tvořenou chráničem s $I_{\Delta n} \leq 30\text{mA}$

4.3.3 Příklady zapojení proudových chráničů v síti TNC-S

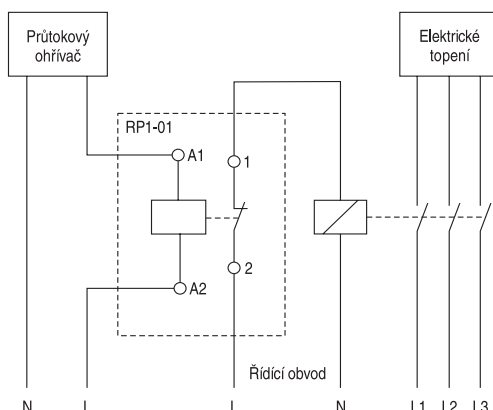


Obr. 6: Příklady zapojení proudových chráničů v síti TNC-S

5.1 MOŽNOST ZVÝŠENÍ INSTALOVANÉHO PŘÍKONU - PŘEDNOSTNÍ RELÉ

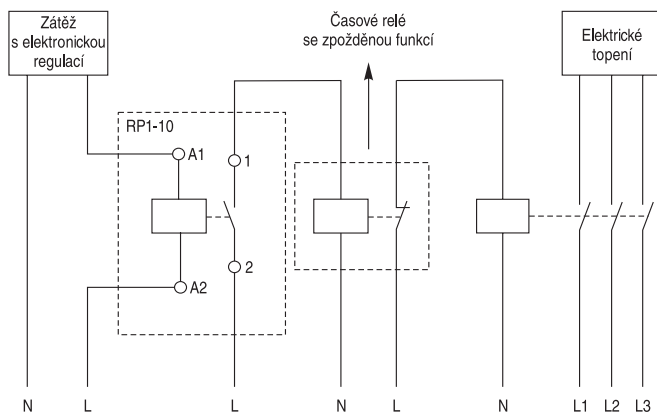
Možnosti zvýšení instalovaného příkonu v bytových instalacích aniž bychom museli změnit velikost hlavního jističe (popř. navíc i průřezy vodičů) lze docílit poměrně jednoduchým způsobem. Tento způsob spočívá v instalaci jednak vlastního spotřebiče, který zvýší zmíněný instalovaný příkon a také v instalaci zařízení, které bude spínat spotřebiče podle předem určené priority, protože je zřejmé, že pokud se pohybujeme s instalovaným výkonem na hranici propustnosti jističe, nemohou běžet všechny spotřebiče zároveň. Jako jeden z takových prvků může být použito přednostní proudové relé RP1. Dále jsou praktické ukázky zapojení s jejich popisem a v tabulce 17 naleznete přiřazení RP1 k výkonům prioritně spínaného spotřebiče.

Při blokování odběru například elektrického kotle (neprioritní spotřebič) při zapnutí průtokového ohřívače vody (prioritní spotřebič) se proudová cívka (svorky A1,A2) zapojuje do obvodu průtokového ohřívače vody a řídicí 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", řídicí rozpínací kontakt přeruší napájení stykače, čímž dojde k odpojení elektrického kotle.



Obr. 7: Příklad zapojení přednostního relé v obvodu průtokového ohřívače

Při prioritním spínání spotřebiče s elektronickou regulací je funkce relé rušena (relé spíná v rytmu elektronické regulace). Z tohoto důvodu doporučujeme do obvodu řídicího kontaktu zapojit časové relé se zpožděnou funkcí.



Obr. 8: Příklad zapojení přednostního relé RP1 s časovým relé

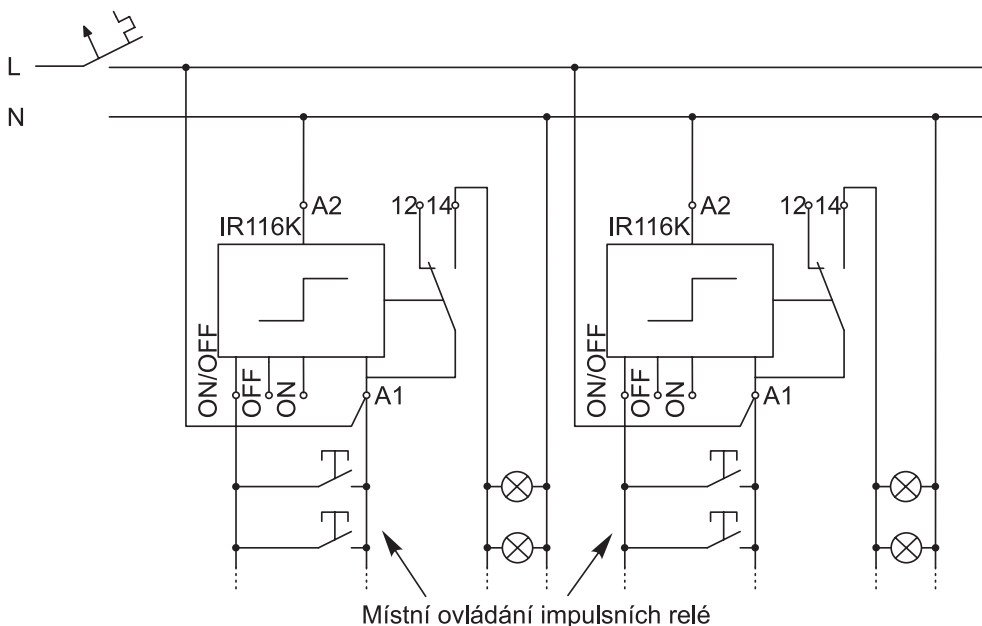
TAB. 17: VÝBĚR RP1 PODLE VÝKONU PRIORITYNĚ SPÍNANÉHO SPOTŘEBIČE

Spotřebič		Relé RP1
Napětí [V]	Výkon [kW]	Proudový rozsah I_n [A]
AC230	1,2÷3,4	5÷15
	2,3÷6,4	10÷28
	6÷14,5	26÷63
AC400	3,4÷10	5÷15
	6,9÷19,3	10÷28
	18÷43,5	26÷63

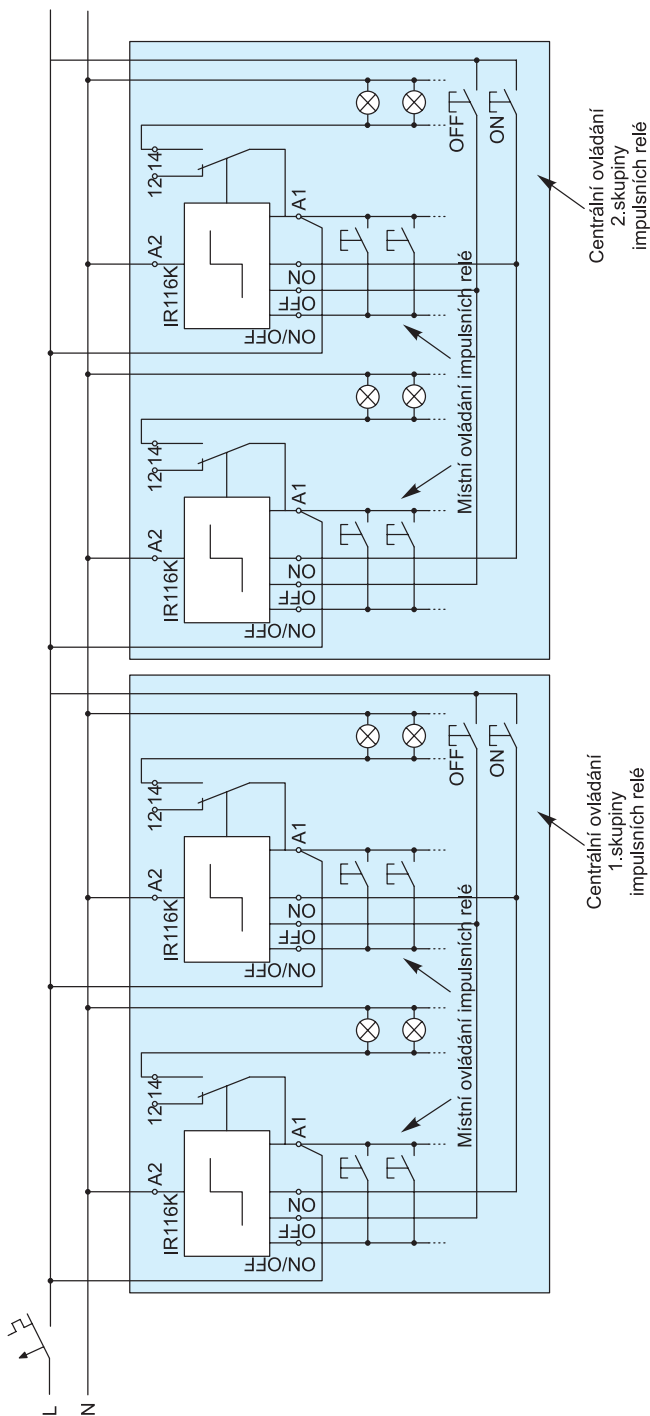
5.2 DOPORUČENÁ ZAPOJENÍ VYBRANÝCH SPÍNACÍCH PŘÍSTROJŮ

5.2.1 Impulsní relé IR116K

Impulsní relé IR116K je určeno ke spínání elektrických obvodů do 16A impulsním povelem – především však k ovládání obvodů osvětlení z více míst na chodbě, schodišti, celém domě apod. Také zvyšuje komfort ovládání – jedním tlačítkem je např. možné vypnout všechna světla v domě při odchodu (využití centrálního ovládání).



Obr. 9: Příklad zapojení impulsních relé - místní ovládání

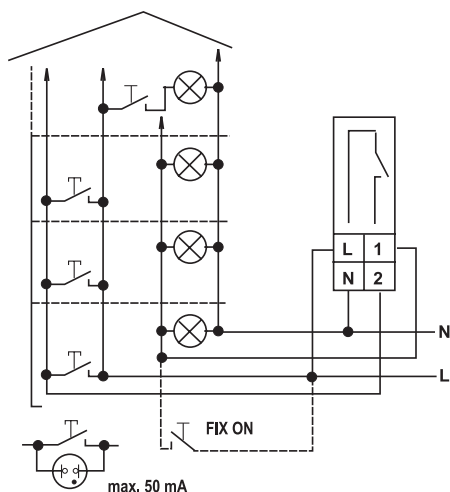


Obr. 10: Příklad zapojení impulsních relé - místní ovládání + centrální ovládání

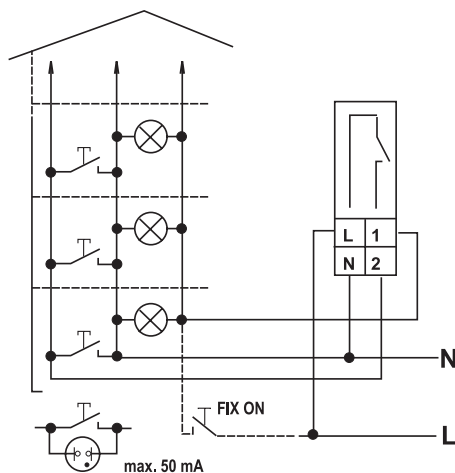
5.2.2 Schodišťový spínač TREALUX 210

Schodišťový spínač trealux210 je určen především k ovládání obvodů osvětlení z více míst na chodbě, schodišti, celém domě apod. Zapojení je možné provést 3 i 4 vodičovým způsobem a ovládacích tlačítek s doutnavkou 1mA je povoleno max. 50ks. Rozsah časového nastavení 0,5 až 20 min.

4-vodičové zapojení



3-vodičové zapojení



Obr. 11: Příklad zapojení schodišťového spínače trealux210

5.3 SPÍNÁNÍ SVĚTELNÝCH OBVODŮ INSTALAČNÍMI STYKAČI

TAB. 18: MAXIMÁLNÍ POČET SVÍTIDEL [ks] ZAPOJENÝCH ZA STYKAČ PŘI AC 230V, 50Hz

Typ svítidla	Výkon [W]	Proud [A]	Kondenzátor [μF]	Typ stykače			
				S20-..	S25-..	S40-..	S63-..
Žárovky	60	0,27		22	28	58	85
	100	0,45		13	17	35	51
	200	0,91		7	8	17	25
	500	2,27		3	3	7	10
Žářivky nekompenzované	11	0,16		60	75	210	310
	85	0,8		11	15	35	60
Žářivky kompenzované sériově	18	0,37	2,7	25	30	90	140
	24	0,35	2,5	25	30	90	140
	65	0,67	5,3	13	16	40	65
Žářivky kompenzované paralelně	18	0,37	2,0	20	20	70	90
	24	0,35	3,0	15	15	55	75
	65	0,67	7	5	5	24	28
Žářivky - duo zapojení	18	0,11		2x50	2x55	2x130	2x200
	24	0,14		2x40	2x44	2x110	2x160
	65	0,35		2x15	2x16	2x40	2x60
Transformátory pro halogenové lampy	20			40	52	110	174
	100			10	12	27	43
	200			5	5	14	23
Nízkotlaké sodíkové výbojky nekompenzované	55	1,5		7	9	22	30
	90	2,4		4	6	13	19
	135	3,5		3	4	10	13
Nízkotlaké sodíkové výbojky kompenzované	55	0,42	20	2	2	8	14
	90	0,63	30	1	1	5	9
	135	0,94	45	1	1	3	6
Vysokotlaké sodíkové výbojky nekompenzované	150	1,8		5	6	11	22
	250	3		4	5	7	13
	330	3,7		3	4	6	10
Vysokotlaké sodíkové výbojky kompenzované	150	0,83	20	2	2	7	14
	250	1,5	33	1	1	4	8
	330	2	40	1	1	3	6

6.1 OBECNĚ

- Ochrana objektů a elektrických zařízení proti účinkům blesku a přepětí se provádí vně a uvnitř každého objektu. Mezi zařízení vnější ochrany patří jímáče blesku, svody, uzemňovací soustavy, bleskojistky apod., mezi opatření vnitřní ochrany patří vyrovnání potenciálů, stínění apod.
- Základem pro realizaci vnitřní ochrany před účinky blesku a přepětí je ochranné vyrovnání potenciálů, tj. připojení veškeré kovové instalace k ekvipotenciální přípojnici EP (EP – místo o stejném napětí). Tím se omezí vznik napěťových rozdílů v elektrické instalaci nad přípustnou mez a následný ničivý výboj
- 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. Na jakou úroveň, to definuje ČSN 33 0420-1 svými kategoriemi přepětí. 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 přepětové vlny a které musí být schopny bez poškození svádět bleskové proudy nebo jejich podstatné části. Z IEC 61312-1 a IEC 61024-1, i když výpočet není přímo dán, lze odvodit, že v nejméně příznivém případě při 2 resp. 4 vodičovém 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 jiskřiště. Svodiče bleskových proudů OEZ řady SJB tyto parametry beze 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 přepětové 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 nezkrusly výsledky měření. Střední ochrana musí být instalována vždy.

3. stupeň – jemná ochrana – třída D

Aby byla zajištěna skutečně spolehlivá ochrana, je třeba, aby předchozí stupeň 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. indukci) nad přijatelnou úroveň. Instalaci svodiče třídy D musí vždy předcházet instalace svodiče třídy C.

6.2 JIŠTĚNÍ SVODIČŮ PŘEPĚTÍ

Jištění svodičů přepětí je nutné, a to 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. V dalších odstavcích jsou informace vztahy k produktům OEZ – přehled nabídky svodičů přepětí najdete v katalogové části.

Jištění svodičů bleskových proudů SJB

Pro jištění svodičů bleskových proudů jsou předepsány pojistky podle tab. 19. Jištění je možné provést dvěma způsoby, a to – viz obr. 12:

- jistit pouze pojistkami F1 v HDS, pokud F1 splňují tabulkou 19 uvedené velikosti. Pokud však při takto provedené instalaci dojde ke svodům a následným zkratovým proudům, může, i přestože svodiče SJB umí zhaset následné zkratové proudy, dojít k přetavení F1 a tím i k přerušení dodávky elektřiny do objektu
- mimo pojistek F1 jistit ještě pojistkami F2 v případě, že F1 jsou příliš velké nebo v případě, že nechceme, aby tak často docházelo k přerušení napájení. V takovém případě musíme mezi F1 a F2 zajistit selektivitu, tzn. že $I_{nF1} \geq 1,6 \times I_{nF2}$. Při těchto poměrech jmenovitých proudů budou pojistky F2 vypínat dříve než pojistky F1 a k přerušení napájení bude docházet méně často. Hodnoty I_{nF2} však budou vycházet nízké a k přetavení pojistek F2 bude docházet častěji. Z tohoto důvodu doporučujeme pojistky F2 vybavit signálními zařízeními*.

Jištění svodičů přepětí SVL, SJL, SVM

Pro jištění svodičů přepětí jsou předepsány pojistky podle tab. 19. Jištění je možné provést dvěma způsoby, a to – viz obr.12:

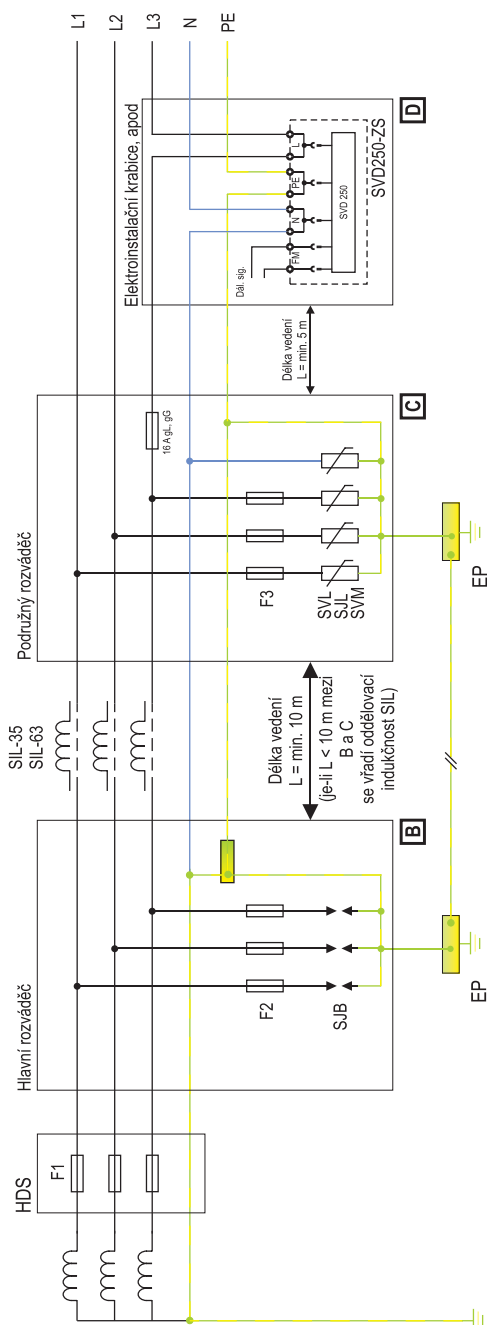
- jistit pouze pojistkami F1 v HDS, pokud F1 splňují tabulkou xy uvedené velikosti. Pokud však při takto provedené instalaci dojde ke svodům a následným zkratovým proudům, může dojít k přetavení F1 a tím i k přerušení napájení.
- mimo pojistek F1 jistit pojistkami F3 v případě, že F1 jsou příliš velké nebo v případě, že nechceme aby tak často docházelo k přerušení napájení. V takovém případě musíme mezi F1 a F3 zajistit selektivitu, tzn. že $I_{nF1} \geq 1,6 \times I_{nF3}$. Při těchto poměrech jmenovitých proudů budou pojistky F3 vypínat dříve než pojistky F1 a k přerušení napájení bude docházet méně často. Hodnoty I_{nF3} však budou vycházet nízké a k přetavení pojistek F3 bude docházet častěji. Z tohoto důvodu doporučujeme pojistky F3 vybavit signálními zařízeními*.

* **Poznámka:** pro jištění a signalizaci v místě doporučujeme použít válcové pojistkové vložky PV... do odpínačů OPV... se světelnou signalizací S-OPV... Odpínače OPV se upevňují na DIN lištu. Pro jištění a signalizaci dálkovou doporučujeme použít např. nožové pojistkové vložky PN... do odpínačů s kontakty dálkové signalizace FH000, LTL.../ES.... Jako ekonomické řešení je možné místo odpínačů LTL.../ES... použít pojistkové spodky pro nožové pojistkové vložky a nožové pojistky vybavit návěšním kontaktem VL50.

TAB. 19: MAX. PŘEDŘAZENÁ POJISTKA PRO SVODIČE PŘEPĚTÍ

Typ svodiče	max. In (A) pojistky gG/gL
SJB440-025	125
SJBpro35	125
SJB400-060	250
SJB260-100	250
SVL	100
SJL	100
SVM	125

6.3 DOPORUČENÉ ZAPOJENÍ SVODIČŮ PŘEPĚTÍ V SOUSTAVĚ TNC-S







Obr. 12: Doporučené zapojení svodičů přepětí v soustavě TNC-S a jistění pojistkami – viz kapitola 6.2.

7.1 NÁHRADY STARŠÍCH JISTIČŮ DO 25A

V provozní praxi se v poslední době 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. U náhrad starších jističů do 25A byste neměli zapomenout nebo určitě vzít na vědomí body 1 až 4 spojené s tabulkou 20.

TAB. 20: PŘEVODNÍ TABULKA NÁHRAD STARŠÍCH JISTIČŮ DO 25 A

Starší jistič		Nový jistič	
typ	obrázek	typ	poznámka
J1K50 ¹⁾		LSN, LSE ²⁾	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, BA511G33	nahradí jistič J1K50 v charakteristice vedení B a motorové A (do AC 690 V)
J1K82 ^{1), 3)}		LSN, LSE ²⁾ +OFI40	nahradí jistič J1K82 v charakteristice vedení B
		SM1+OFI40	nahradí jistič J1K82 v charakteristice motorové A
		BA511-33+OFI40, BA511G33+OFI40	nahradí jistič J1K82 v charakteristice vedení B a motorové A
J7K ^{1), 4)}		LSN, LSE ²⁾	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, BA511G33	nahradí jistič J7K v charakteristice vedení B a motorové A (do AC 690 V)
LSF		LSN, LSE ²⁾	nahradí jistič LSF v charakteristice vedení L a U
		SM1	nahradí jistič LSF v charakteristice motorové K a M

1) Volba charakteristiky

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.

2) Volba jmenovitého proudu

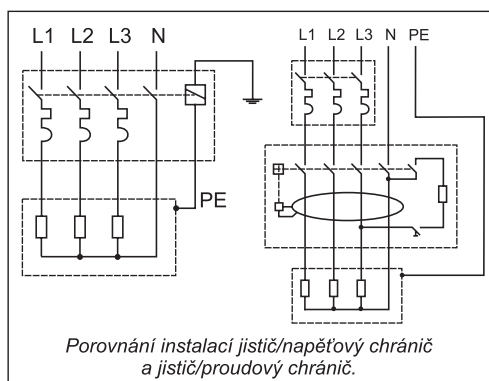
Jističe LSN popř. LSE mají podle ČSN EN 60 898 smluvený nevypínací proud $I_t = 1,13 I_n$ pro $t > 1h$. Jističe J1K50 mají podle ČSN 35 4171 tento proud $I_t = 1,5 I_n$ (pro $I_n \leq 10 A$) nebo $1,4 I_n$ (pro $I_n > 10A$). Proto je potřeba volit velikost jmenovitého proudu I_n u jističe LSN popř. LSE 1,327-krát (pro $I_n \leq 10 A$) nebo 1,239-krát (pro $I_n > 10A$) větší než je velikost jmenovitého proudu I_n jističe J1K50. Tak např. J1K50 s $I_n = 6A$ bude nahrazen jističem 8A atd. viz tabulka 21 (platí i pro další jističe J1K82, J7K, LSF). Pokud bude zvolen $I_{n \text{ starší jistič}} : I_{n \text{ nový jistič}}$ v poměru 1:1 nejedná se o chybné jištění, pouze nebudou zachovány podmínky původního jištění (nový jistič může vypínat dříve). Toto se může týkat případů, kdy nechceme měnit velikost hlavního jističe z důvodu zvýšení poplatků za zvýšení příkonu elektrické energie.

TAB. 21: PŘEVODNÍ TABULKA JMENOVITÝCH PROUDŮ STARÝ/NOVÝ JISTIČ

In [A] původního jističe (ČSN 354171)	In [A] náhradního jističe (ČSN EN 60 898)
6	8
10	13
16	20
20	25

3) Jistič J1K82 – náhrada jističe s integrovaným napěťovým chráničem

J1K82 je 3+N pólový přístroj vybavený ve třech fázích nadproudovými spouštěmi a s integrovaným napěťovým chráničem. Vzhledem k tomu, že se napěťové chrániče již nevyrábí, náhrada může být provedena kombinací jističe a proudového chrániče OFI – viz následující obrázek 13:



Obr. 13: Náhrada J1K82 - jističe s integrovaným napěťovým chráničem

4) Jistič J7K – převodní tabulka mezi velikostí a jmenovitým proudem jističe

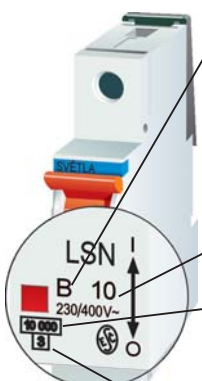
Jistič měl v charakteristice B jmenovité proudy, které odpovídaly číselné velikosti jističe a tyto číselné velikosti byly uvedené na štítku přístroje. Převod mezi číselnou velikostí a jmenovitým proudem jističe je v tabulce 22

TAB. 22: PŘEVODNÍ TABULKA MEZI VELIKOSTÍ A JMENOVITÝM PROUDEM JISTIČE J7K

Velikost jističe	Jmenovitý proud [A]
6	4
9	6
12	8
15	10
17	12
22	16
28	20

7.2 ZNAČKY NA PŘÍSTROJÍCH

7.2.1 Jističe pro domovní a podobné instalace



Typ (vypínací charakteristiky) jističe podle proudového rozsahu vypínání okamžité spouště, např.: B. Norma ČSN EN 60898 rozlišuje vypínací charakteristiky jističe podle proudového rozsahu vypínání okamžité spouště (viz také kapitola 3.4):

typ B	nad $3 I_n$ do $5 I_n$
typ C	nad $5 I_n$ do $10 I_n$
typ D	nad $10 I_n$ do $20 I_n$

Jmenovitý proud jističe v A

Jmenovitá zkratová schopnost v A (vypínací schopnost jističe). Vyjadřuje velikost střídavé složky předpokládaného zkratového proudu vyjádřeného efektivní hodnotou, kterou je jistič schopen vypnout za stanovených podmínek

Třída omezení energie (selektivity). Podle omezení energie (I^2t) zařazuje norma ČSN EN 6089 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 pojistkou. Třída omezení energie odpovídá uvedenému 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.

7.2.2 Proudové chrániče

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 – viz tab. 8 a kapitola 3.5.

Jmenovitý reziduální proud $I_{\Delta n}$ je hodnota rozdílového proudu I_{Δ} nastavená výrobcem (např.: 0,03 A), při které musí proudový chránič za stanovených podmínek vypnout.

Jmenovitý podmíněný zkratový proud I_{nc} – zkratová odolnost

Proudový chránič musí být jištěn proti zkratu předřazenou pojistkou nebo jističem. Výrobce udává tzv. jmenovitý podmíněný zkratový proud I_{nc} proudového chránič ve spojení s uvedeným jističím přístrojem, např.: 10 kA s předřazenou pojistkou s max. $I_n = 100$ A. To znamená, že lze proudový chránič s uvedeným předjištěním použít v místě elektrického rozvodu, kde předpokládaný maximální zkratový proud nepřekračuje hodnotu I_{nc} . Pozn.: Jištění chrániče proti přetížení a zkratu lze provést samozřejmě jedním jističím přístrojem splňujícím oba požadavky, např.: pojistkou $I_n = 20$ A nebo jističem LSN $I_n = 25$ A (viz také kapitola 3.5).



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. obvodů s pulsními měniči).



Proudový chránič – typ AC

Reaguje na střídavé sinusové reziduální proudy – používá se v klasických střídavých sítích. Střídavý reziduální proud musí vyhovět v rozmezí $(0,5 \div 1) I_n$.

Teplota okolí T

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

7.2.3 Svodiče přepětí



B 1. stupeň – hrubá ochrana - třída B

Tuto ochranu zajišťují svodiče bleskových proudů, které zachytí největší díl přepětové vlny a které musí být schopny bez poškození svádět bleskové proudy nebo jejich podstatné části. Jsou většinou konstruovány na bázi jiskřiště.

C 2. stupeň - střední ochrana - třída C

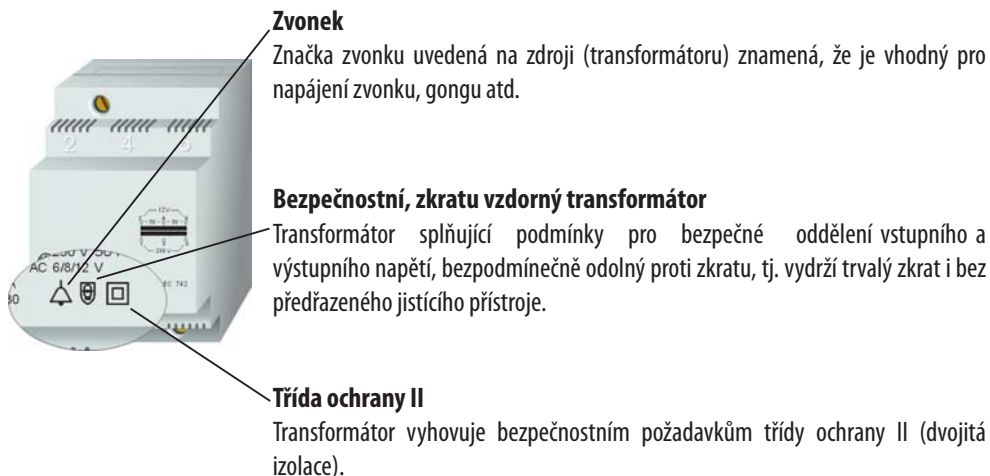
Tuto ochranu zajišťují svodiče přepětí konstruované na bázi varistoru, které musí být schopny bez poškození svádět atmosférická přepětí nebo přepětí od spínacích pochodů v síti. Při odpovídajících podmínkách mohou být instalovány bez předřazeného 1. stupně, např. do hlavního rozváděče. V převážné většině případů se však instalují za svodiče bleskových proudů, které sníží přepětí a energii přepětové vlny

D 3. stupeň - jemná ochrana - třída D

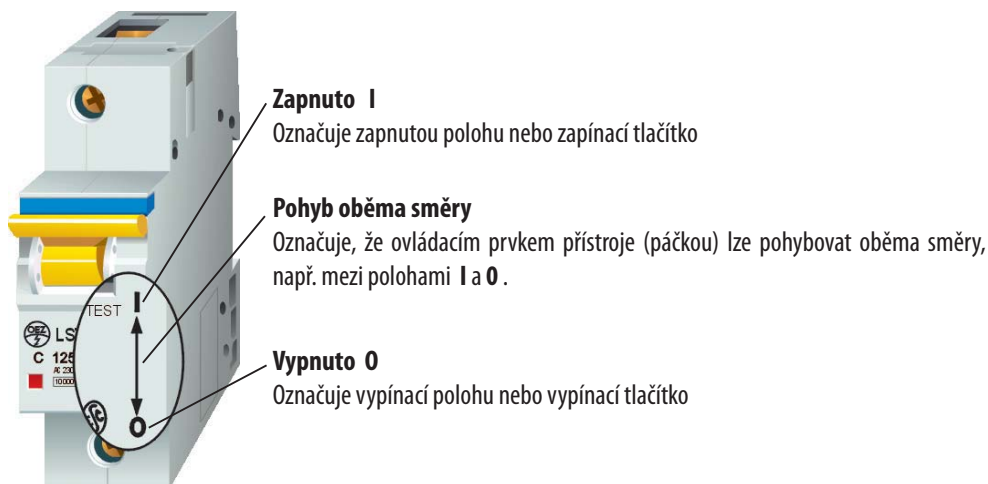
Pro zajištění skutečně spolehlivé ochrany je třeba, aby předchozí stupně B a C byly doplněny posledním stupněm D. Tato ochrana se doporučuje instalovat přímo u chráněného spotřebiče bez dlouhého elektrického vedení od ochrany ke spotřebiči. Instalaci svodiče třídy D musí vždy předcházet instalace svodiče třídy C.

Maximální předřazená pojistka zajišťující ochranu svodiče proti zkratovým proudům (např.: 250 A gG)

7.2.4 Elektrické zdroje















7.2.5 Všeobecné značky



7.3 NEZÁMĚNNÉ OZNAČENÍ JMENOVITÝCH PROUDŮ JISTIČŮ LSN, LST - BARVY OVLÁDACÍCH PÁČEK

Jističe LSN a LST jsou vyráběny s barevnými páčkami, které nezáměnně určují jmenovitý proud jističe. Barvy jsou rovněž v souladu s barvami závitových pojistkových vložek. Ekonomická řada jističů LSE je vyráběna pouze s černými páčkami.

BARVY OVLÁDACÍCH PÁČEK JISTIČŮ LSN, LST																				
Jistič	LSN										LST									
In [A]	0,2-1,6	2	4	6	8	10	13	16	20	25	32	40	50	63	40	50	63	80	100	125
Barva ovládací páky																				
	černá	ružová	hnědá	zelená	světle zelená	červená	písková	šedá	modrá	žlutá	fialová	černá	bílá	měděná	černá	bílá	měděná	stříbrná	červená	žlutá

7.4 KATEGORIE UŽITÍ SPÍNACÍCH PŘÍSTROJŮ

PŘÍKLADY KATEGORIE UŽITÍ PRO SPÍNACÍ A ŘÍDÍCÍ PŘÍSTROJE NN			
druh proudu	kategorie	typické použití	odpovídající předmětová norma ČSN IEC
st	AC-1	Neinduktivní nebo mírně induktivní zátěže, odporové pece	IEC 947-4
	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 svítek	
	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	IEC 947-5
	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 nezátížených stavech	IEC 947-3
	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	
st a ss	A	Ochrana obvodů s neudaným jmenovitým krátkodobým zkušebním proudem	IEC 947-2
	B	Ochrana obvodů s udaným jmenovitým krátkodobým zkušebním proudem	
ss	DC-1	Neinduktivní nebo mírně induktivní zátěže, odporové pece	IEC 947-4
	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	IEC 947-5
	DC-13	Řízení stejnosměrných elektromagnetů	
	DC-14	Řízení stejnosměrných elektromagnetických zátěží s hospodárními odpory v obvodu	
	DC-20	Připojování a odpojování v nezátíženém stavu	IEC 947-3
	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)	

*) Reverzací se rozumí brzdění nebo rychlá změna směru otáčením motoru protiproudem.



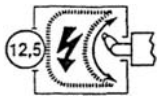




**) Krátkodobým chodem se rozumí napájení motoru jednou nebo opakovaně po krátkou periodu pro zajištění malých pohybů pohonů.

7.5 STUPNĚ KRYTÍ PROTI NEBEZPEČNÉMU DOTYKU A VNIKUTÍ VODY (IPxx)

Označení stupně krytí sestává z charakteristických písmen IP, po nichž následují dvě číslice. První číslice vyjadřuje ochranu před vniknutím pevných předmětů – tabulka 23. Druhá číslice vyjadřuje ochranu proti škodlivému vniknutí vody – tabulka 24. První číslice může obsahovat ještě přídatné písmeno – tabulka 25.

IP X X






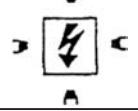
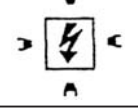


TAB. 23: OCHRANA PŘED VNIKUTÍM PEVNÝCH PŘEDMĚTŮ - PRVNÍ ČÍSICE *

IP	Požadavky	Příklad	Ochrana osob před dotykem nebezpečných částí:
0	Nechráněno		Bez ochrany
1	Není dovoleno úplné vniknutí koule o průměru 50 mm. Dotyk s nebezpečnými částmi není dovolen		Hřbetem ruky
2	Není dovoleno úplné vniknutí koule o průměru 12,5 mm. Článekový zkušební prst musí mít přiměřenou vzdušnou vzdálenost od nebezpečných částí		Prstem
3	Nesmí vůbec vniknout sonda o průměru 2,5 mm		Nástrojem
4	Nesmí vůbec vniknout sonda o průměru 1,0 mm		Drátem
5	Omezené vniknutí prachu dovoleno (žádná škodlivá vrstva)		Drátem
6	Úplná ochrana před vniknutím prachu		Drátem





* první číslice může obsahovat ještě přídatné písmeno – viz tabulka 25

IP X X

TAB. 24: OCHRANA PROTI ŠKODLIVÉMU VNIKUTÍ VODY - DRUHÁ ČÍSLO

IP	Požadavky	Příklad	Ochrana před vodou:
0	Nechráněno		Bez ochrany
1	Chráněno proti svisle padajícím vodním kapkám. Omezené vniknutí dovoleno		Svisle padající kapky
2	Chráněno proti svisle padajícím vodním kapkám při náklonu krytu 15° od svislice. Omezené vniknutí dovoleno		Kapky padající v úhlu 15° od svislice.
3	Chráněno proti kroupení do 60° od svislice. Omezené vniknutí dovoleno		Kroupení
4	Chráněno proti stříkající vodě ze všech směrů. Omezené vniknutí dovoleno		Stříkání ze všech směrů
5	Chráněno proti tryskající vodě ze všech směrů. Omezené vniknutí dovoleno		Tryskání ze všech směrů
6	Chráněno proti intenzivně tryskající vodě. Omezené vniknutí dovoleno		Intenzivní tryskání ze všech směrů
7	Chráněno před účinky ponoření v rozsahu od 15 cm do 1 m		Dočasné ponoření
8	Chráněno proti dlouhodobému ponoření pod tlakem		Trvalé ponoření

TAB. 25: OCHRANA PŘED VNIKUTÍM PEVNÝCH PŘEDMĚTŮ - PŘÍDAVNÉ PÍSMENO PRO PRVNÍ ČÍSLICI

IP	Požadavky	Příklad	Ochrana osob před dotykem nebezpečných částí:
A (pro použití s první číslicí 0)	Při vniknutí koule o průměru 50 mm k přepážce nesmí dojít k dotyku nebezpečných částí		Hřbetem ruky
B (pro použití s prvními číslicemi 0 a 1)	Při vniknutí zkušebního prstu do hloubky maximálně 80 mm nesmí dojít k dotyku nebezpečných částí		Prstem
C (pro použití s prvními číslicemi 1 a 2)	Drát o průměru 2,5 mm a délce 10 mm se nesmí dotknout nebezpečných částí při částečném zasunutí kulové plochy zarážky		Nástrojem
D (pro použití s prvními číslicemi 2 a 3)	Drát o průměru 1,0 mm a délce 100 mm se nesmí dotknout nebezpečných částí při částečném zasunutí kulové plochy zarážky		Drátem

7.6 CERTIFIKAČNÍ ZNAČKY NA PŘÍSTROJÍCH

Na elektrických přístrojích se často setkáváme s velkým množstvím certifikačních značek. Ve zkratce si povíme, co tyto zkratky znamenají a jaký mají smysl.



Pravděpodobně nejrozšířenější značka na výrobcích obecně je v posledních několika letech označení CE, jak je znázorněno na obrázku. Tato značka oznamuje skutečnost, že výrobek splňuje určitá kritéria. Od 24.1.1997 je v platnosti zákon č.22/1997 Sb.“O technických požadavcích na výrobky”. Tento zákon řeší problematiku uvádění na trh výrobků, které mohou ohrozit zdraví, bezpečnost osob, majetek nebo přírodní prostředí. Stanoví základní povinnosti výrobců nebo dovozců takovýchto výrobků. Podle zákona je výrobce nebo dovozce povinen uvádět na trh jen bezpečné výrobky. Definice bezpečného výrobku podle zákona je :

“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 vzhledem k odpovídající vysoké úrovni oprávněného zájmu.”

Podrobněji zákon 22/97 rozvádí jednotlivá nařízení vlády .Jestliže se zabýváme elektrotechnickými přístroji, pak tyto přístroje mají splňovat podle svého charakteru a použití níže vyjmenovaná nařízení vlády, která mají své ekvivalenty v právních nařízeních evropské unie, takzvaných direktivách.

- 168/1997 Sb. Nařízení vlády, kterým se stanoví požadavky na elektrická zařízení nízkého napětí.
- 169/1997 Sb. Nařízení vlády, kterým se stanoví požadavky na výrobky z hlediska elektromagnetické kompatibility.
- 176/1997 Sb. Nařízení vlády, kterým se stanoví technické požadavky na zařízení a ochranné systémy určené pro použití v prostředí s nebezpečím výbuchu.
- 173/1997 Sb. Nařízení vlády, kterým se stanoví vybrané výrobky k posuzování shody (zásuvky a vidlice pro domácnost)
- 178/1997 Sb. Nařízení vlády, kterým se stanoví požadavky na stavební výrobky (součásti pro elektrické rozvody, regulační a měřicí systémy)

Výrobce, který své výrobky touto značkou označuje, musí splnit určitá kritéria, která dávají předpoklad k tomu, že výrobek uváděný na trh je bezpečný. Jednotlivá nařízení vlády stanovují poměrně podrobně povinnosti výrobce. Souběžně s označením na výrobku je vystaveno “Prohlášení o shodě (ES Prohlášení shody)”, jehož náležitosti jsou opět podrobně popsány v citovaných nařízeních vlády.



Tato značka je ochrannou známkou Elektrotechnického zkušebního ústavu Praha. Je jednou z nejstarších značek a s jejím udělováním se započalo v roce 1926. Značka ESČ vyjadřuje shodu vlastností označeného výrobku s normami na elektrickou bezpečnost. OEZ s.r.o. má podepsanou smlouvu s EZÚ Praha o poskytnutí licence na používání značky ESČ na celý výrobní program. Nové výrobky jsou pravidelně předkládány k certifikaci a EZU Praha pravidelnými inspekcemi ve společnosti OEZ s.r.o. kontroluje systém řízení jakosti výroby podle norem ISO.

Obdobnou funkci plní ochranné certifikační známky v jednotlivých státech. Pro ilustraci jsou zde uvedeny ochranné známky, se kterými se můžete nejčastěji setkat na elektrotechnických přístrojích. Mnohé z nich jsou také na přístrojích OEZ s.r.o., případně jsou těmito certifikačními autoritami schváleny.

Německý zkušební a certifikační institut



Slovenský EVPU



Ruský Gost standart



Holandská Kema



Rakouský elektrotechnický svaz



Velká Británie, Certifikační úřad ASTA



Švýcarský federální inspektorát



Norské NEMKO



Finské FIMKO



Polský BBJ



Americký a kanadský UL



PŘÍSTROJE

PRO DOMOVNÍ A BYTOVÉ INSTALACE



Jističe LSE



6 000

In	1-pól				3-pól			
	Charakteristika B		Charakteristika C		Charakteristika B		Charakteristika C	
	[A] Typ	Kód výrobku	Typ	Kód výrobku	Typ	Kód výrobku	Typ	Kód výrobku
6	LSE 6B/1	12400	LSE 6C/1	12402	LSE 6B/3	12401	LSE 6C/3	12403
10	LSE 10B/1	12404	LSE 10C/1	12406	LSE 10B/3	12405	LSE 10C/3	12407
16	LSE 16B/1	12408	LSE 16C/1	12410	LSE 16B/3	12409	LSE 16C/3	12411
20	LSE 20B/1	12412	LSE 20C/1	12414	LSE 20B/3	12413	LSE 20C/3	12415
25	LSE 25B/1	12416	LSE 25C/1	12418	LSE 25B/3	12417	LSE 25C/3	12419
32	LSE 32B/1	12420	LSE 32C/1	12422	LSE 32B/3	12421	LSE 32C/3	12423
40	LSE 40B/1	12424	LSE 40C/1	12426	LSE 40B/3	12425	LSE 40C/3	12427

Jističe LSN



10 000

In	1-pól				3-pól			
	Charakteristika B		Charakteristika C		Charakteristika B		Charakteristika C	
	[A] Typ	Kód výrobku	Typ	Kód výrobku	Typ	Kód výrobku	Typ	Kód výrobku
2	LSN 2B/1	1297	LSN 2C/1	1354	LSN 2B/3	1628	LSN 2C/3	1745
4	LSN 4B/1	1298	LSN 4C/1	1355	LSN 4B/3	1629	LSN 4C/3	1746
6	LSN 6B/1	1299	LSN 6C/1	1356	LSN 6B/3	1630	LSN 6C/3	1747
10	LSN 10B/1	1301	LSN 10C/1	1358	LSN 10B/3	1632	LSN 10C/3	1749
16	LSN 16B/1	1303	LSN 16C/1	1360	LSN 16B/3	1634	LSN 16C/3	1751
20	LSN 20B/1	1304	LSN 20C/1	1361	LSN 20B/3	1635	LSN 20C/3	1752
25	LSN 25B/1	1305	LSN 25C/1	1362	LSN 25B/3	1636	LSN 25C/3	1753
32	LSN 32B/1	1306	LSN 32C/1	1363	LSN 32B/3	1637	LSN 32C/3	1754
40	LSN 40B/1	1307	LSN 40C/1	1364	LSN 40B/3	1638	LSN 40C/3	1755
50	LSN 50B/1	1308	LSN 50C/1	1365	LSN 50B/3	1639	LSN 50C/3	1756
63	LSN 63B/1	1309	LSN 63C/1	1366	LSN 63B/3	1640	LSN 63C/3	1757

Jističe LST



10 000

In	1-pól				3-pól			
	Charakteristika B		Charakteristika C		Charakteristika B		Charakteristika C	
	[A] Typ	Kód výrobku	Typ	Kód výrobku	Typ	Kód výrobku	Typ	Kód výrobku
40	LST 40B/1	12004	LST 40C/1	12024	LST 40B/3	12114	LST 40C/3	12124
50	LST 50B/1	12005	LST 50C/1	12025	LST 50B/3	12115	LST 50C/3	12125
63	LST 63B/1	12006	LST 63C/1	12026	LST 63B/3	12116	LST 63C/3	12126
80	LST 80B/1	12007	LST 80C/1	12027	LST 80B/3	12117	LST 80C/3	12127
100	LST 100B/1	12008	LST 100C/1	12028	LST 100B/3	12118	LST 100C/3	12128
125	LST 125B/1	12009	LST 125C/1	12029	LST 125B/3	12119	LST 125C/3	12129

Proudové chrániče s nadproudovou ochranou **LFE**

6 000

**NOVINKA**

I _n [A]	I _{Δn} [mA]	Charakteristika B		Charakteristika C	
		Typ	Kód výrobku	Typ	Kód výrobku
6	30	LFE 6B/1N/0,03AC	18610	LFE 6C/1N/0,03AC	18613
10	30	LFE 10B/1N/0,03AC	18611	LFE 10C/1N/0,03AC	18614
16	30	LFE 16B/1N/0,03AC	18612	LFE 16C/1N/0,03AC	18616

Proudové chrániče s nadproudovou ochranou **LFI**

10 000



I _n [A]	I _{Δn} [mA]	Charakteristika B		Charakteristika C	
		Typ	Kód výrobku	Typ	Kód výrobku
6	30	LFI 6B/1N/0,03	11786	LFI 6C/1N/0,03	11789
10	30	LFI 10B/1N/0,03	11787	LFI 10C/1N/0,03	11790
16	30	LFI 16B/1N/0,03	11788	LFI 16C/1N/0,03	11791
20	30	LFI 20B/1N/0,03	13259	LFI 20C/1N/0,03	13260
25	30	LFI 25B/1N/0,03	13150	LFI 25C/1N/0,03	13151

Proudové chrániče **OFE**

6 000

**NOVINKA**

I _n [A]	I _{Δn} [mA]	2-pól		4-pól	
		Typ	Kód výrobku	Typ	Kód výrobku
25	30	OFE 25/2/030/AC OFE20	18600	OFE 25/4/030/AC OFE40	18604
	300	OFE 25/2/300/AC OFE 20	18601	OFE 25/4/300/AC OFE40	18605
40	30	OFE 40/2/030/AC OFE20	18602	OFE 40/4/030/AC OFE40	18606
	300	OFE 40/2/300/AC OFE20	18603	OFE 40/4/300/AC OFE40	18607

Proudové chrániče **OFI**

10 000



I _n [A]	I _{Δn} [mA]	2-pól		4-pól	
		Typ	Kód výrobku	Typ	Kód výrobku
16	10	OFI 16/2/010 OFI20	12366		
25	30	OFI 25/2/030 OFI20	12367	OFI 25/4/030 OFI40	12373
	100	OFI 25/2/100 OFI20	13933	OFI 25/4/100 OFI40	12374
40	30	OFI 40/2/030 OFI20	12369	OFI 40/4/030 OFI40	12376
	100	OFI 40/2/100 OFI20	13934	OFI 40/4/100 OFI40	12377

Svodiče bleskových proudů **SJB** – 1. stupeň, třída B



I_{imp} (10/350) μ s [kA]	Typ	Kód výrobku
25	SJB440-025	13002
35	SJBpro35	13019
60	SJB400-060	13001
100	SJB260-100	13000

Svodiče přepětí **SVM, SVL, SJL** – 2. stupeň, třída C



Provedení	Popis	Typ	Kód výrobku
pevné	standard	SVL275	7439
	standard+signalizace	SVL275S	7440
	standard+jiskřiště	SJL275	7441
	standard + jiskřiště + signalizace	SJL275S	7442
s výměnným modulem	standard	SVM275-Z	13004
	standard+signalizace	SVM275-ZS	13005
	výměnný modul	SVM275	13003

Svodiče přepětí **SVD** – 3. stupeň, třída D



Provedení	Popis	Typ	Kód výrobku
na lištu DIN EN 50 022	komplet (základna+výměnný modul)	SVD250M-ZS	13020
	výměnný modul	SVD250M	13021
do elektroinstalačních systémů	komplet (základna+výměnný modul+kryt+držák krytu)	SVD250-ZS	13015
	výměnný modul	SVD250	13016

Instalační stykače S20, S25, S40, S63



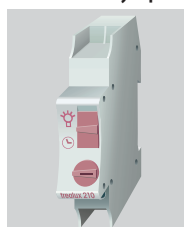
I_n pro AC1 [A]	Řazení kontaktů	Typ	Kód výrobku
20	10	S20-10	11141
	11	S20-11	1182
	20	S20-20	1181
	02	S20-02	11130
25	40	S25-40	11422
	31	S25-31	11421
	13	S25-13	11420
40	40	S40-40	11305
	31	S40-31	11304
63	40	S63-40	11307
	31	S63-31	11306

Přednostní relé RP1



Řazení kontaktů	Pracovní proud I_n [A]	Typ	Kód výrobku
10	5-15	RP1-10/5-15	7420
	10-28	RP1-10/10-28	7421
	26-63	RP1-10/26-63	7422
01	5-15	RP1-01/5-15	7417
	10-28	RP1-01/10-28	7418
	26-63	RP1-01/26-63	7419

Schodišťový spínač Trealux210



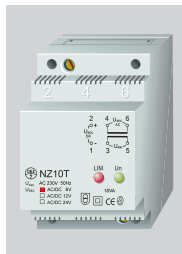
Kontakt	Typ	Kód výrobku
Řazení	Pracovní proud I_n [A]	
10	16	trealux210 13011

Impulsní relé IR116K



Kontakt	Typ	Kód výrobku
Řazení	Pracovní proud I_n [A]	
001	16	IR116K 18236

Zvонkový transformátor **TZ4**, napájecí zdroje **NZ**



Přístroj	Jmenovité napětí		Typ	Kód výrobku
	U _{PRI} [V]	U _{SEC} [V]		
zvонkový transformátor	AC 230	AC 6, 8, 12	TZ4	7443
napájecí zdroj	AC 230	AC/DC 6	NZ10T-06	11171
	AC 230	AC/DC 12	NZ10T-12	11172
	AC 230	AC/DC 24	NZ10T-24	11173
regulovatelný napájecí zdroj	AC 230	AC 24; DC 1,2÷24	NZR10T	11174

Zvonky **MZ** a bzučáky **MB**



Přístroj	Ovládací napětí [V]	Typ	Kód výrobku
zvonek	AC 8÷12	MZ-12	13328
	AC 230	MZ-230	13329
bzučák	AC 8÷12	MB-12	13331
	AC 230	MB-230	13332

Spouštěče motoru **SM1**

I_{ϵ} [A]	regulace I_{ϵ} [A]	Typ	Kód výrobku
0,16	$0,1 \div 0,16$	SM1 - 0,16	11401
0,25	$0,16 \div 0,25$	SM1 - 0,25	11402
0,4	$0,25 \div 0,4$	SM1 - 0,4	11403
0,6	$0,4 \div 0,6$	SM1 - 0,6	11404
1	$0,6 \div 1$	SM1 - 1	11405
1,6	$1 \div 1,6$	SM1 - 1,6	11406
2,5	$1,6 \div 2,5$	SM1 - 2,5	11407
4	$2,5 \div 4$	SM1 - 4	11408
6	$4 \div 6$	SM1 - 6	11409
10	$6 \div 10$	SM1 - 10	11410
16	$10 \div 16$	SM1 - 16	11411
20	$16 \div 20$	SM1 - 20	11412
25	$20 \div 25$	SM1 - 25	11413

Izolační skříně **SI**

Stupeň krytí	Typ	Kód výrobku
IP40	SI-SM1	10091
IP55	SI1-SM1-M	10088
IP55*	SI1-SM1	10092

* krytí IP 55 pro namontování dalšího příslušenství - např. tlačítka nouzového vypínání, uzamykací vložky apod.

Plastové rozváděče pro duté stěny – ERA (IP30)

NOVINKA


Počet řad	Max. počet modulů v řadě (celkem)	Neprůhledné dveře		Průhledné dveře	
		Typ	Kód výrobku	Typ	Kód výrobku
1	14	ERA-14N	15577	ERA-14P	15580
2	14 (28)	ERA-28N	15578	ERA-28P	15581
3	14 (48)	ERA-42N	15579	ERA-42P	15582

Plastové rozváděče pod omítku – ORO (IP40)



Počet řad	Max. počet modulů v řadě (celkem)	Neprůhledné dveře		Průhledné dveře	
		Typ	Kód výrobku	Typ	Kód výrobku
1	4 (4)	ORO-04N	11957	ORO-04P	11962
	8 (8)	ORO-08NX	12790	ORO-08PX	12795
	12 (12)	ORO-12NX	12791	ORO-12PX	12796
2	12 (24)	ORO-24NX	12792	ORO-24PX	12797
3	12 (36)	ORO-36NX	12793	ORO-36PX	12798

Plastové rozváděče na stěnu – COMBI (IP40)



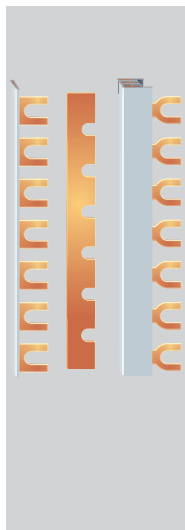
Počet řad	Max. počet modulů v řadě (celkem)	Neprůhledné dveře		Průhledné dveře	
		Typ	Kód výrobku	Typ	Kód výrobku
1	4 (4)	COMBI-04N	11967	COMBI-04P	11972
	8 (8)	COMBI-08N	11968	COMBI-08P	11973
	12 (12)	COMBI-12N	11969	COMBI-12P	11974
2	12 (24)	COMBI-24N	11970	COMBI-24P	11975
3	12 (36)	COMBI-36N	11971	COMBI-36P	11976

Plastové rozváděče na stěnu – ECO (IP55)



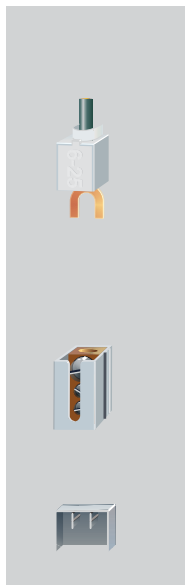
Počet řad	Max. počet modulů v řadě (celkem)	Neprůhledné dveře		Průhledné dveře	
		Typ	Kód výrobku	Typ	Kód výrobku
1	4 (4)	ECO-04N	11977	ECO-04P	11983
	6 (6)	ECO-06N	11978	ECO-06P	11984
	9 (9)	ECO-09N	11979	ECO-09P	11985
	13 (13)	ECO-13N	11980	ECO-13P	11986
2	13 (26)	ECO-26N	11981	ECO-26P	11987
3	13 (39)	ECO-39N	11982	ECO-39P	11988
	19 (57)	ECO-57N	15188	ECO-57P	15187
1	3 (3)			CT3G	129
	4 (4)			CT4G	130

Propojovací lišty



Fáze	Průřez [mm ²]	Max. proud [A/fázi]	Délka [mm]	Příslušenství k	Typ	Kód výrobku
1	12	65	1000	LSN, LSE, OFI	G-1L-1000/12	171
				LSN, LSE	G-1L-1000/12g	170
	16	80	210	LSN, LSE, SVL, SJL	S-1L-210/16iso	13012
	20	95	1000	LSN, LSE, OFI, SVM	G-1L-1000/20	172
	24	100	1000	LSN, LSE	G-1L-27-1000/24	11001
2	16	80	1000	LSN, LSE, OFI	G-2L-1000/16	11179
3	10	63	1000	LSN, LSE, OFI	G-3L-1000/10C	173
	16	80	1000	LSN, LSE, OFI	G-3L-1000/16C	174
				LSN, LSE	G-3L+9-1000/16	11002
				LST, LSN, LSE	S-3L-27-1000/16	11864
	25	100	1000	LST, LSN, LSE	S-3L-27-1000/25	11865
4	16	80	1000	LSN, LSE, OFI	G-4L-1000/16	11180

Připojovací nástavce



Přístroj	průřez vodiče [mm ²]	Příslušenství k	Typ	Kód výrobku
připojovací nástavec	6÷25	LSN, LSN-DC, LSE, ASN	AS/25-GN	177
	16÷50	LSN, LSN-DC, LSE, ASN	AS-AL/CU-16-50	18351
	35÷95	LST, AST, SJB, SVM275, SIL	NP95/3-FH000	13740
	35÷95	LST, AST, SJB, SVM275, SIL	NP95/2-FH000	13741
	35÷95	LST, AST, SJB, SVM275, SIL	NV95/3-FH000	13742
	3x10	LST, AST, SJB, SVM275, SIL	N3x10-FH000	14127
napájecí blok koncová krytka	35	G-1L, G-2L, G-3L, G-4L, S-1L, S-3L-27-1000/16	ES/35 S/G	175
	-	G-3L-1000/10C	EK-C-3	178
	-	G-2L-1000/16, G-3L-1000/10C, S-3L-27-1000/16	EK-C-2+3	181
	-	S-3L-27-1000/25	EK-C-3/36	11176
	-	G-4L-1000/16	EK-C-4/16	11181



OEZ s.r.o.
Šedivská 339
561 51 Letohrad
Česká republika
tel.: +420 465 672 111
fax: +420 465 672 151
e-mail: oez@oez.cz
www.oez.cz

OEZ Slovakia spol. s r.o.
Rybničná 36c
831 07 Bratislava
Slovenská republika
tel.: +421 244 872 766-9
fax: +421 244 872 770
e-mail: info@oez.sk
www.oez.sk

