

# Ochrana před úrazem elektrickým proudem

Ing. Jiří Krajčovič / 2024

## Česká technická normalizace „elektro“

- Zdroj k normám ..... <https://csnonline.agentura-cas.cz/>
- Závaznost norem
- Časová platnost norem, překryv
- Princip harmonizace

(od r.1997 je ČR platným členem CENELEC)

2

## Členění technických norem

### A) Mezinárodní

- ISO normy pro strojírenství, stavebnictví a ostatní obory, kromě elektrotechniky
- IEC normy pro elektrotechniku

### B) Regionální - evropské (EN, HD):

- CEN normy pro strojírenství, stavebnictví a ostatní obory, kromě elektrotechniky
- CENELEC pro elektrotechniku
- ETSI pro telekomunikace

### C) Národní ČSN, DIN, BS, NF, GOST

### D) Organizací (podnikové) – PN, PNE, TNŽ apod.

3

- Členění (číslování) norem

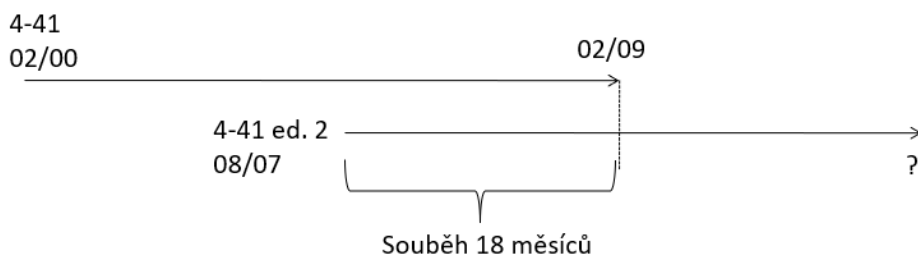
- např. ČSN 332000 (ELEKTRICKÉ INSTALACE BUDOV NÍZKÉHO NAPĚTÍ)
- 332000-4-41 ed.3

část-kapitola, oddíl, článek

část 4: Bezpečnost (OCHRANNÁ OPATŘENÍ PRO ZAJIŠTĚNÍ BEZPEČNOSTI)

Kapitola 41: Ochrana před úrazem elektrickým proudem (1.18)

- Ukázka překryvu norem

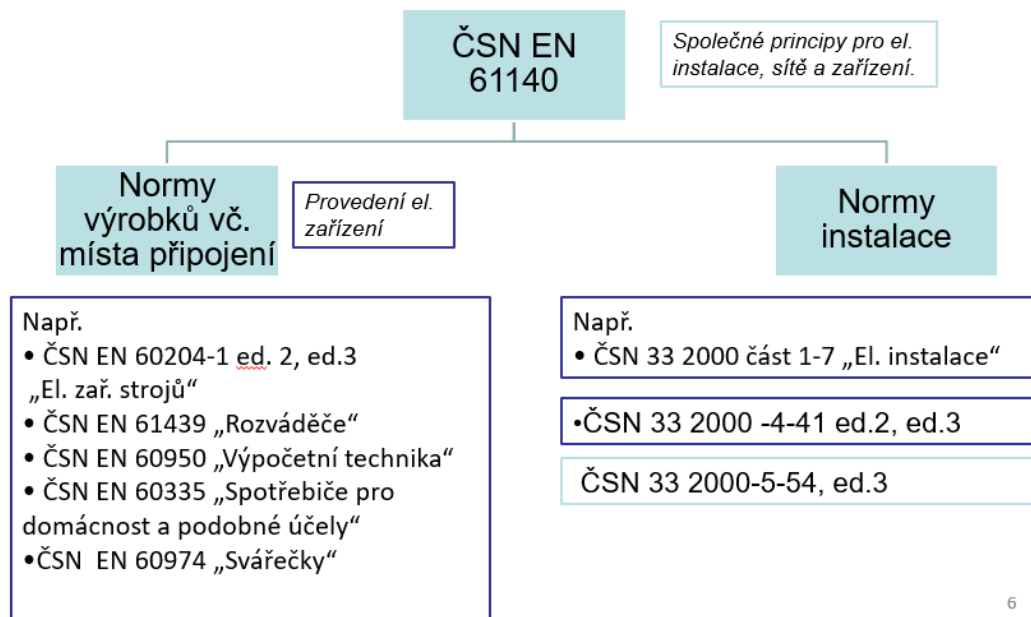


4

- Co z toho vyplývá ?

- Zařízení uvedená do provozu do 08/07
- Zařízení uvedená do provozu od 08/07 do 02/09 (souběh 18 měsíců)
- Zařízení uvedená do provozu od 02/09

5



6

ČSN 33 2000-4-41 ed.2  
Vydána: 08/2007, zrušena: 7.7.2020  
ČSN 33 2000-4-41 ed.3  
Vydána: leden 2018

6

## Historicky

ČSN 34 1010 - ochrana před nebezpečným dotykem

- řešila všechny soustavy, všechna napětí
- Zrušena 1.2.1996
- část nahrazena 4-41 (el. instalace v budovách)
- Norma na el. stanice
- Norma na el. vedení

Dle ČSN 34 1010 jsou postaveny Dukovany i Temelín a **fungují!**  
ČSN 33 3201 „Elektrické instalace nad AC 1 kV<sub>w</sub>“ - zrušena 1.11.2013  
ČSN 33 3210  
ČSN 33 3220  
ČSN 33 3230  
ČSN 33 3231  
ČSN 33 3240

Již není jedna norma, která by vše souhrnně popisovala

7

## Ochrana před úrazem elektrickým proudem

ČSN 34 1010 z července 1966, zrušena 1.2.1996

ČSN 33 2000-4-41 (leden 1996), zrušena únor 2000

ČSN 33 2000-4-41 (únor 2000), zrušena k 1.2.2009

ČSN 33 2000-4-41 ed.2 (srpen 2007)

ČSN 33 2000-4-41 ed.3 (leden 2018)

Souběh obou dvou norem do 7.7.2020, pak již jen ed.3

TNI 33 2000-4-41 – komentář k ČSN 33 2000-4-41 ed.3

ČSN 33 2000-4-41 ed.2 (srpen 2007)

Vydána: 8/2007

Zrušena: 7.7.2020

ČSN 33 2000-4-41 ed.3 (leden 2018)

Vydána: leden 2018

8

**Úraz elektrickým proudem (electric shock)**

fyziologický účinek elektrického proudu procházejícího tělem člověka nebo zvířete

**Kdy dojde k úrazu el. proudem?** Když přes lidské tělo teče proud.

ČSN 34 1010 – ochrana před nebezpečným dotykem.

ČSN 33 2000-4-41 ochrana před úrazem elektrickým proudem.

IEC norma, která popisuje vliv el. proudu na lidský organismus (rozdíl, zda dotyk ruka-ruka, ruka-nohy,... lidské tělo není homogenní)

**Kdy teče pře lidské tělo proud?**

Spojím-li dvě místa o různém potenciálu. Nejde ani tak o ten proud, ale o energii, která projde lidským tělem (čili o dobu !).

**ZÁKLADNÍ OCHRANA – OCHRANA PŘED NEBEZPEČNÝM DOTYKEM ŽIVÝCH ČÁSTÍ (PROVEDENÍ):**

1. **Zabránění průchodu proudu tělem**
2. **Omezení proudu, který může tělem procházet, na bezpečnou hodnotu**

**OCHRANA PŘI PORUŠE (PROVEDENÍ):**

1. **Zabránění průchodu proudu tělem osoby nebo zvířete**
2. **Omezení proudu, který může tělem procházet, na bezpečnou hodnotu**
3. **AOOZ ve stanoveném čase**

9

**Obecná teorie ochrany před úrazem elektrickým proudem**

ČSN EN 61140 – Ochrana před úrazem elektrickým proudem – Společná hlediska pro instalaci a zařízení

Popisuje principy u všech napětí, ale konkrétní hodnoty neuvádí.

Jsou zde jen principy. Podle této normy ochranu neprovedete.

10

**ČSN EN 61140 ed.3**

- Vydání: 10/2016, ruší k 27. 5. 2019 ČSN EN 61140-ed.2 z 3/2003
  - základní principy a požadavky, které jsou společné pro el. instalace, sítě a zařízení, nelze používat samostatně
- Změny oproti předchozím normám:
  - dvě napěťová pásma HV a LV (ELV jako součást LV)
  - lepší rozlišení mezi ochrannými opatřeními a prostředky ochrany
  - zavedení doplňkové ochrany RCD a doplňujícího ochranného pospojování
  - přístroje vhodné pro odpojení požadované pro automatické odpojení od zdroje + odpojování vysokého napětí

11

**Provedení ochrany před úrazem el. proudem**

- Ochrana před úrazem elektrickým proudem se provádí **za normálních podmínek** (ochrana živých částí) **a za podmínek jedné poruchy** (ochrana neživých částí).
- Ochrana za normálních podmínek se provádí pomocí **prostředků základní ochrany**. Ochrana za podmínek jedné poruchy se provádí pomocí prostředků **ochrany při poruše**.

12

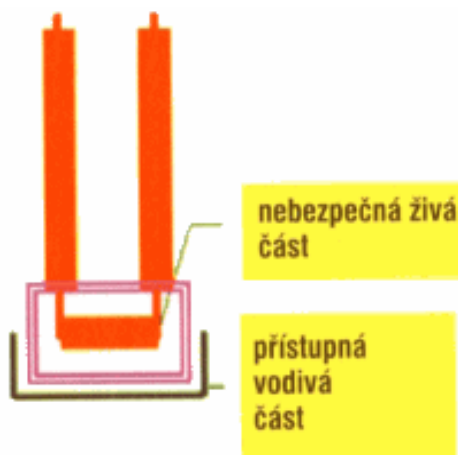
- Některé prostředky současně zajišťují ochranu jak za normálních podmínek, tak ochranu při poruše – **prostředky zvýšené ochrany** (zesílená izolace).

**Zároveň v určitých prostorech může:**

- použití elektrického zařízení zvyšovat nebezpečí úrazu elektrickým proudem (prostory s nízkou impedancí, neodborné zacházení s el. přístroji,..) , **pak se použije RCD do 30mA a/nebo doplňující ochranné pospojování**
- **V elektrických instalacích** se jako nejčastější opatření ochrany před úrazem elektrickým proudem uplatňuje ochranné opatření označované termínem „**automatické odpojení od zdroje**“.

13

## Základní pravidlo ochrany:



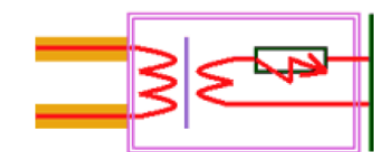
- nebezpečné živé části **nesmějí být (!)** přístupné,
- přístupné vodivé části **nesmějí být (!)** živé,

### a to

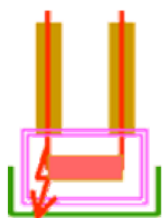
- ani za normálních podmínek,
- ani za podmínek jedné poruchy.

14

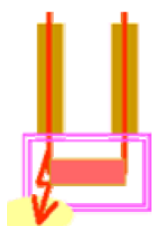
## Vysvětlení pojmu „jedna porucha“



A) *Přístupná část se stala nebezpečnou živou (při poruše omezení dotykového proudu).*



B) *Přístupná vodivá část se stala nebezpečnou živou (v důsledku poruchy základní izolace).*



C) *Nebezpečná živá část se stala přístupnou (např. v důsledku mechanického poškození krytu)*

### POZNÁMKA:

- A) Přístupná, ne však nebezpečná živá část se stane nebezpečnou živou částí
- B) Přístupná vodivá část, která je za normálních podmínek neživá se stane nebezpečnou živou částí
- C) Nebezpečná živá část se stane přístupnou

15

15

## Prostředky základní ochrany

### (doposud ochrany před dotykem živých částí):

- základní izolace
- přepážky a kryty
- zábrany
- ochrana polohou (umístění mimo dosah)
- omezení napětí
- omezení ustáleného dotykového proudu a energie
- řízení potenciálu

16

## Prostředky ochrany při poruše

### (doposud ochrany před dotykem neživých částí):

- přídavná izolace,
- ochranné pospojování,
- ochranné stínění,
- indikace a odpojení ve vysokonapěťových instalacích a sítích
- samočinné (automatické) odpojení,
- jednoduché oddělení (obvodů)
- nevodivé okolí,
- řízení potenciálu.

17

**Prostředky zvýšené ochrany****(zajišťují jak ochranu základní, tak ochranu při poruše):**

- zesílená izolace
- ochranné oddělení obvodů
- zdroj omezeného proudu
- ochranná impedance

18

**Prostředky doplňkové ochrany**

- Doplňková ochrana proudovým chráničem (RCD),  $I_{\Delta n} \leq 30\text{mA}$

- a) základní ochrana je zajištěna základní izolací nebo ochrannými přepážkami nebo kryty a/nebo
- b) ochrana při poruše je zajištěna ochranným pospojováním a automatickým odpojením od zdroje

Jedná se o doplňkovou ochranu v případě poruchy prostředků základní ochrany a/nebo prostředku ochrany při poruše nebo při nedbalosti uživatelů.

19

**Prostředky doplňkové ochrany**

- Doplňková ochrana doplňujícím ochranným pospojováním

Prostředek, s jehož pomocí se nebezpečné dotykové napětí vyruší pospojením předmětů.

- a) Základní ochrana je zajištěna základní izolací nebo ochrannými přepážkami nebo kryty a
- b) Ochrana při poruše je zajištěna ochranným uzemněním, ochranným pospojováním a automatickým odpojením od zdroje v případě poruchy

Opatření pomůže předejít nebezpečnému dotykovému napětí mezi neživými a cizími vodivými částmi, jichž je možno se současně dotknout

20

**Ochranná opatření jsou kombinacemi ochranných prostředků základní ochrany a ochrany při poruše, které zajišťují kompletní ochranu zařízení. Jsou to především:**

- ochrana automatickým odpojením od zdroje
- ochrana dvojitou nebo zesílenou izolací
- ochrana pospojováním
- ochrana elektrickým oddělením
- ochrana nevodivým okolím
- ochrana systémem (sítí) SELV
- ochrana systémem (sítí) PELV
- ochrana omezením ustáleného dotykového proudu a náboje
- doplňková ochrana (proudový chránič, doplňující ochranné pospojování)

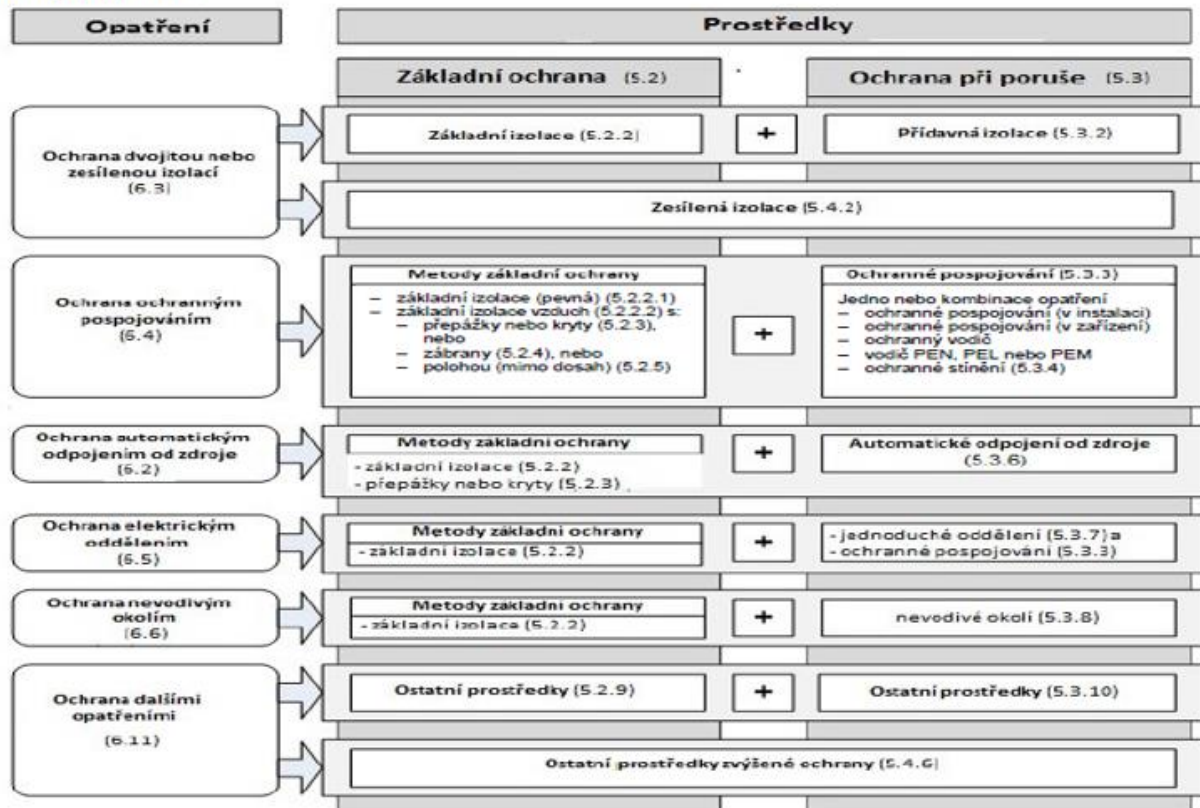
21

## Příloha A (informativní)

## Přehled ochranných opatření podle použitých prostředků ochrany

POZNÁMKA Ne všechna ochranná opatření je možno uplatnit jak pro nízké tak pro vysoké napětí.

Obrázek A.1 znázorňuje vztah mezi ochrannými opatřeními a jejich příslušnými prostředky základní ochrany a ochrany při poruše.

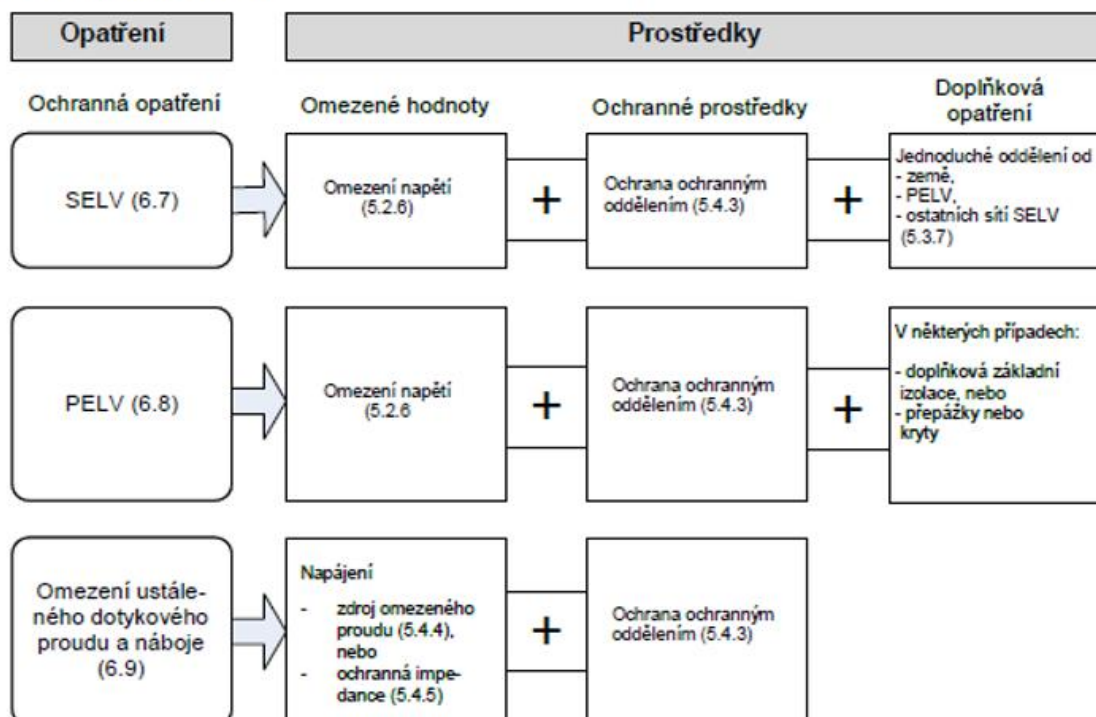


Obrázek A.1 – Ochranná opatření zajišťovaná prostředky základní ochrany a prostředky ochrany při poruše

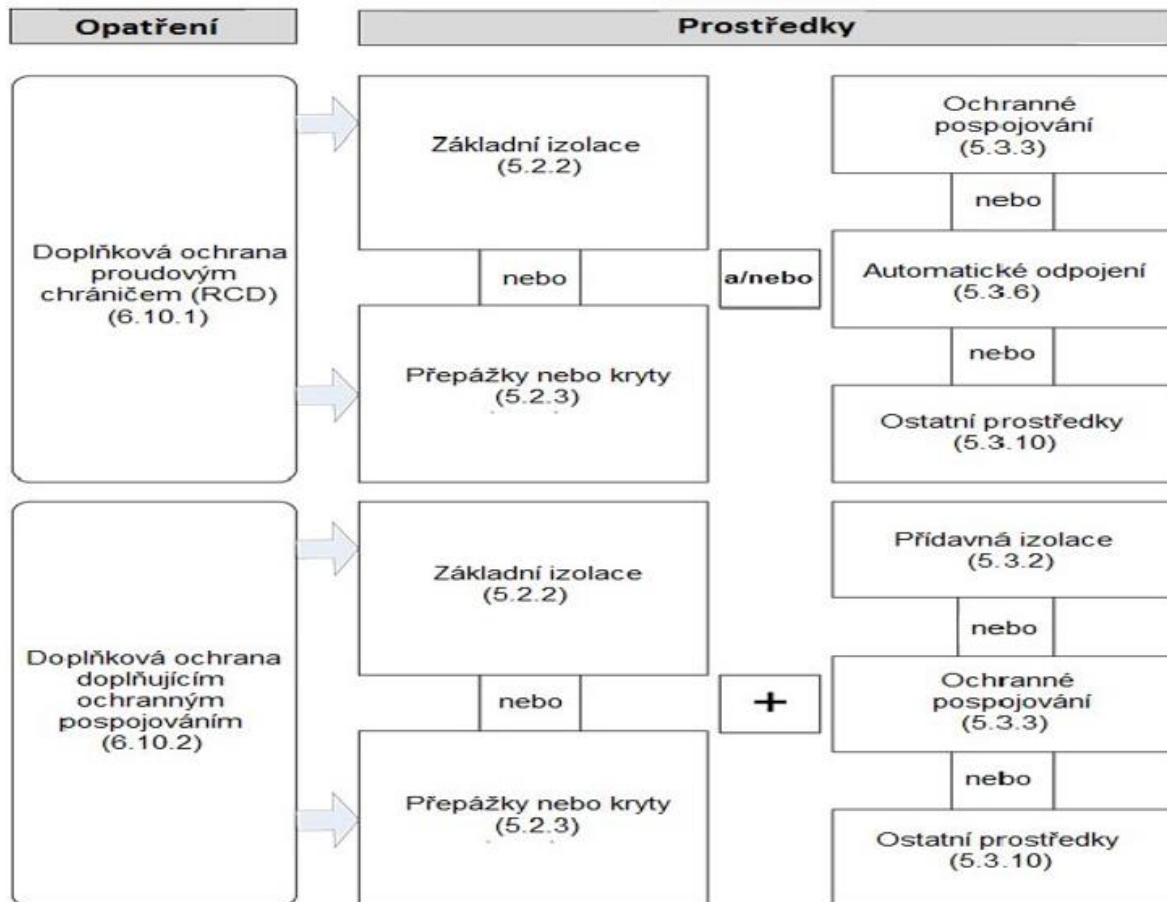
22

ČSN EN 61140 ed. 3

Obrázek A.2 znázorňuje vztah mezi ochrannými opatřeními s omezenými hodnotami elektrických veličin a jim příslušné prostředky ochrany.



Obrázek A.2 – Ochranná opatření s omezenými hodnotami elektrických veličin



Obrázek A.3 – Ochranné opatření: doplňková ochrana (k doplnění základní ochrany a/nebo ochrany při poruše)

## Koordinace elektrického zařízení a ochranných prostředků v elektrické instalaci

### Třídy ochrany elektrických předmětů

- třída ochrany 0
- třída ochrany I
- třída ochrany II
- třída ochrany III

#### Shrnutí:

**Třída ochrany 0:** chráněny pouze živé části, neživé části nejsou chráněny. V ČR není běžně povoleno.

**Třída ochrany I:** mají ochranu živých částí – buď izolací nebo přepážkami a kryty, pokud tam není alespoň poučený, pokud ano může se použít zábrana nebo poloha. Všechny neživé vodivé části přístupné dotyku jsou spojeny do jednoho bodu – ochranná svorka, která je spojena s ochranným vodičem napájecí sítě.

**Třída ochrany II:** s dvojitou nebo rovnocennou izolací

**Třída ochrany III:** na malá, bezpečná napětí

Každý předmět musí být chráněn za normálního stavu i v případě poruchy – říkali jsme tomu ochrana živých částí a ochrana neživých částí.

Předmět třídy ochrany 0 – mají jen základní ochranu, nemají ochranu v případě poruchy. Existují takové předměty? Z každého předmětu třídy ochrany I nebo II udělám třídu ochrany 0, když sundáme kryt. A přitom ty předměty se musejí zkoušet, měřit, nastavovat – člověk, který to dělá musí být chráněn.

Předměty třídy ochrany III – jsou předměty na malá, bezpečná napětí.

Jaké jsou hodnoty malého napětí? 50 VAC, 120 VDC

Jaké jsou hodnoty nízkého napětí? 1000VAC, 1500 VDC

U DC je to jasné.

A AC máme dvě soustavy – izolovanou, uzemněnou.

Kde je těch 1000 V ? Je to fázové napětí nebo je to sdružené napětí ?





V izolované soustavě je jen jedno – sdružené napětí. V uzemněné soustavě mám fázové a sdružené napětí. Fázové do 600V, sdružené do 1000V.

#### ADAPTORY

Do zahraničí kupuji adaptor, skládačka pro připojení spotřebiče třídy ochrany II. Je to skládačka bez ochranného kolíku. Je jedno, do jaké sítě to zapojíte, protože předmět třídy ochrany II je chráněn sám sebou ! Nepotřebuje ochranný vodič !!

26

#### Použití třídy ochrany zařízení v instalaci nn

Třída zařízení	Označení zařízení nebo návody	Podmínky pro připojení zařízení k instalaci
Třída 0	- pouze pro nevodivé okolí; nebo - chráněno el. oddělením	Nevodivé okolí
		El. oddělení zajištěno samostatně (jednotlivě)
Třída I	Označení ochr. svorky nebo písmeny PE, nebo kombinací zelená-žlutá 	Připojení této svorky k ochrannému pospojování instalace
Třída II	Označení značkou 	Nespoléhá na žádné ochranné prostředky instalace
Třída III	označení značkou 	Připojení pouze k síti SELV nebo PELV 

27

#### Dotykové proudy

- Musí se provést taková opatření, aby, pokud se někdo za normálních podmínek dotkne přístupných částí, dotykový proud nepřekročil mez vnímání.

#### Proudy ochranným vodičem

- V instalaci a zařízení musí být provedena taková opatření, aby se nadměrným proudům ochranným vodičem zabránilo ohrožovat bezpečnost nebo normální použití elektrické instalace.

28

#### Meze střídavých složek proudů ochranným vodičem vyvolaných spotřebiči

##### Maximální proud ochranným vodičem pro kmitočty do 1 kHz

Jmenovitý proud spotřebiče	Maximální proud ochranným vodičem
$0 A < I \leq 2 A$	1 mA
$2 A < I \leq 20 A$	0,5 mA/A
$I > 20 A$	10 mA

29

#### Meze stejnosměrných složek proudů ochranným vodičem vyvolaných spotřebiči

##### Maximální stejnosměrný proud ochranným vodičem

Jmenovitý proud spotřebiče	Maximální proud ochranným vodičem
$0 A < I \leq 2 A$	5 mA
$2 A < I \leq 20 A$	2,5 mA/A
$I > 20 A$	50 mA



**Zvláštní podmínky provozu a údržby**

ZAŘÍZENÍ URČENÁ K OVLÁDÁNÍ NEBO SOUČÁSTKY URČENÉ K VYMĚŇOVÁNÍ LAIKY V INSTALACÍCH, SÍTÍCH A ZAŘÍZENÍCH NÍZKÉHO NAPĚTÍ

- při těchto úkonech MUSÍ být zajištěna ochrana před jakýmkoli dotykem nebezpečných živých částí,
- ochrana prostředky umožňující přístup pouze po odpojení od napájení

ZAŘÍZENÍ PROVOZOVANÁ NEBO SOUČÁSTKY URČENÉ K VYMĚŇOVÁNÍ ZNALÝMI NEBO POUČENÝMI OSOBAMI

Ochrana před nahodilým dotykem nebezpečných živých částí musí být zajištěna tam, kde:

- nejsou žádné přepážky nebo kryty, nebo
- přepážky nebo kryty určené pro dosažení přístupu k přístrojům vyžadující ruční ovládání nebo součástkám vyžadující ruční výměnu, musí odejmout osoby znalé nebo poučené

**PŘÍSTROJE PRO ODPOJOVÁNÍ****ZÁSADY:**

Tyto přístroje MUSÍ účinně odpojit příslušný obvod ode všech živých napájecích vodičů.

Poloha kontaktů nebo jiných prostředků odpojení, jestliže jsou v odpojené poloze, musí být buď vně přístroje viditelná, nebo musí být jasně a spolehlivě indikována.

**Minimální impulzní výdržné napětí pro odpojení vztažené ke jmenovitému napětí**

Jmenovité napětí napájecí sítě [V]		Minimální impulzní výdržné napětí [kV]	
Trojfázové sítě	Jednofázové sítě se středním bodem	Kategorie přepětí III	Kategorie přepětí IV
230/400, 277/480 400/690 1000	120 - 240	3 5 8 10	5 8 10 15

33

**Krytí podle ČSN EN 60 529 (dříve ČSN 33 0330, IP XX)**

DNES:

- první číslice 0 – 6 (ochrana proti vniknutí pevných částí a prachu)
- druhá číslice 0 – 8/9 (proti vniknutí vody)
- první písmeno A, B, C, D (ochrana před dotykem)
- druhé písmeno H, M, S, W (H nad 1kV, M,S – škodlivé účinky vody, jestli je zařízení v chodu nebo v klidu, W stanovené povětrnostní podmínky)

KRYTÍ

Měli jsme 33 0330, IP a dvě čísla (první číslice ochrana proti vniknutí pevných částí a před dotykem, druhá proti vniknutí vody)

První od 0 do 6, druhé od 0 do 8

DNES: první číslice od 0 do 6, ochrana proti vniknutí pevných částí a prachu, **dotyk tam není**

Druhá číslice již není od 0 do 8, je tam přidána 9.

34

**PREHLED STUPŇŮ KRYTÍ**

První charakteristická číslice	Stručný popis	Druhá charakteristická číslice	Stručný popis
0	Nechráněno	0	Nechráněno
1	Ochrana proti pevným tělesům větším než 50 mm	1	Ochrana proti kapající vodě
2	Ochrana proti pevným tělesům větším než 12,5 mm a proti dotyku s norm. zkuš. prstem	2	Ochrana proti kapající vodě pod sklonem 15°
3	Ochrana proti pevným tělesům větším než 2,5 mm	3	Ochrana proti kropení
4	Ochrana proti pevným tělesům větším než 1,0 mm	4	Ochrana proti stříkající vodě
5	Ochrana proti prachu	5	Ochrana proti tryskající vodě
6	Prachotěsnost	6	Ochrana proti vlnobití
viz ČSN EN 60947-1 ed. 4		7	Ochrana proti ponoření
		8	Ochrana proti zaplavení
		9	Ochrana proti tryskající vysokotlaké horké vodě

**PŘÍDAVNÁ PÍSMENA**

ČSN EN 60947-1 ed. 4 Spínací a řídicí přístroje

35

**PŘÍDAVNÁ PÍSMENA KE STUPŇŮM KRYTÍ**Přídavné  
písmeno \_\_\_\_\_

Příklad označení: IP 2 3 C S

**A****Chráněno před dotykem hřbetem ruky** - sonda dotyku musí mít přiměřenou vzdušnou vzdálenost od nebezpečné části**B****Chráněno před dotykem prstem** - článkový zkušební prst o průměru 12 mm, délce 80 mm musí mít přiměřenou vzdušnou vzdálenost od nebezpečných částí**C****Chráněno před dotykem nástrojem** - sonda dotyku o  $\varnothing$  2,5mm, délce 100 mm musí mít přiměřenou vzdušnou vzdálenost od nebezpečných částí**D****Chráněno před dotykem drátem** - sonda dotyku o  $\varnothing$  1,0 mm, délce 100 mm musí mít přiměřenou vzdušnou vzdálenost od nebezpečných částí

**DOPLŇKOVÁ PÍSMENA KE STUPŇŮM KRYTÍ**Doplňkové  
písmeno

Příklad označení: IP 2 3 C S

**H**

Zařízení vysokého napětí

**M**

Zkoušeny škodlivé účinky vniklé vody, jsou-li pohyblivé části zařízení (rotor točivého stroje) v pohybu

**S**

Zkoušeny škodlivé účinky vniklé vody jsou-li pohyblivé části zařízení (rotor točivého stroje) v klidu

**W**

Vhodné pro použití za stanovených povětrnostních podmínek; krytí je dosaženo dodatečnými ochrannými vlastnostmi nebo metodami

36 - 37

**Minimální stupeň krytí je IP2X nebo IP XXB. (Horní vodorovné desky IPXXD nebo IP4X)**

- ? Co je přísnější ?
- Rozdíl – je ve zkoušce výrobce na výrobku
- IP2X (zkouší se ocelovou kuličkou o průměru 12,5 mm, která je předepsanou silou vtlačována do otvoru v krytu, zkouška je úspěšná, pokud se kuličkou nedostaneme na živou část)
- IPXXB (zkouší se zkušebním prstem, který má u kořene 12 mm, je 80 mm dlouhý, má naznačené klouby a má nákrůžek. Zkouška je úspěšná, pokud se prstem nedostaneme na živou část.

Poddajný materiál x kulička o průměru 12,5 mm - závěr

Závěr: zkoušky jsou odlišné, při úpravách rozvaděčů nutno znát krytí od výrobce – odpovědnost !!

38

**IP 23D**

- Mimo uzavřené el. provozovny musí být elektrické zařízení chráněno krytem jehož předepsané krytí je IP 23D

Význam:

2 – nedostanu tam kuličku o průměru 12,5 mm

3 – nesmí tam pršet (ochrana proti kropení)

D – drátem o průměru 1 mm se nedostanu na živou část

Žaluzie – pletivo, oka 10x10 mm, zalomené na konci – D

Tak 12,5 mm nebo 1 mm ?? Tady máte kuličku a tady máte drát...

Takhle stavěli trafostanice naši dědové. Jsou to lomené žaluzie doplněné pletivem o oku 10x10 mm.

Pletivo garantuje že tam nestrčíte kuličku, žaluzie jsou šikmo, tak tam nebude pršet, žaluzie zalomené – nestrčíte tam drát.

PRAKTICKÉ použití – používá se desítky let.

Objímka se závitem E27, pokud je žárovka, tak se na živou část nedostaneme.

Pokud není – pak se prstem dostanu na živou část.

Objímka bez žárovky má menší krytí než objímka se žárovkou.

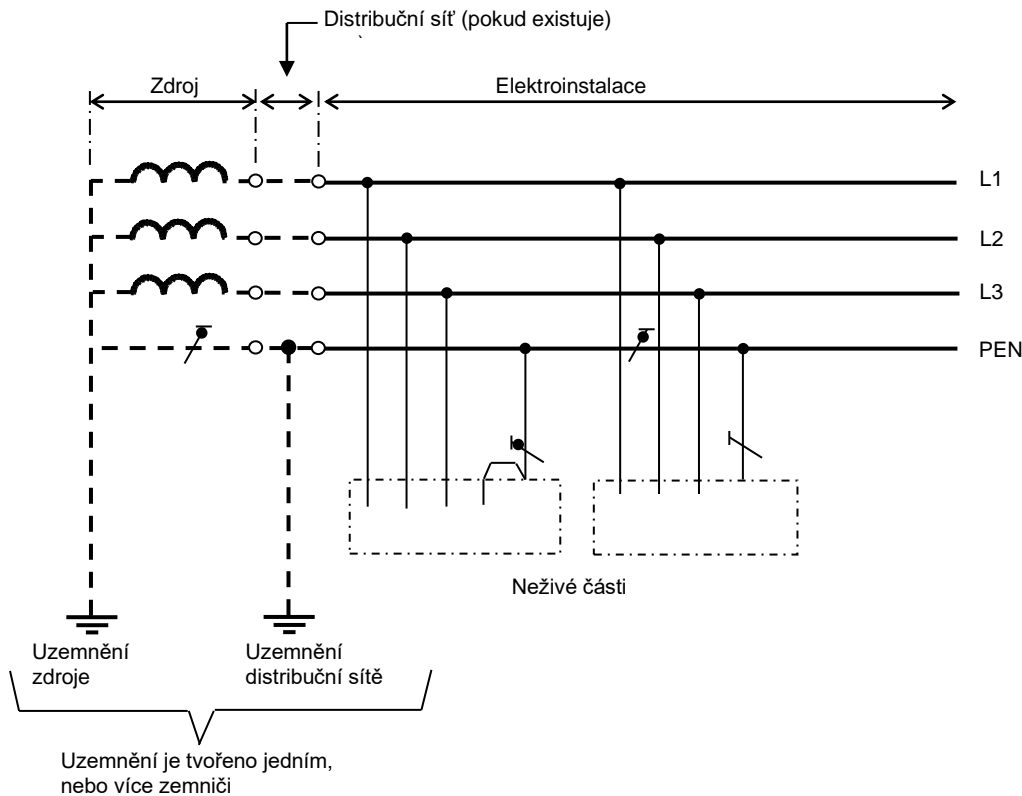
39

**TN (TN-C, TN-S, TN-C-S)**

TT

IT

**Síť TN-C**



PEN slučuje funkci ochranného vodiče PE a N, kterému se dnes říká nulový (má nulový potenciál proti zemi, je přizemňován)

Kdy mohou použít společný PEN vodič? 10 mm<sup>2</sup> CU, 16 mm<sup>2</sup> Al

Jediná odchylka je v 5-54, minimální odbočka k elektroměru je Cu 6 nebo 16 mm<sup>2</sup> Al. PRE mají PEN přes elektroměr, je to kvůli nim.

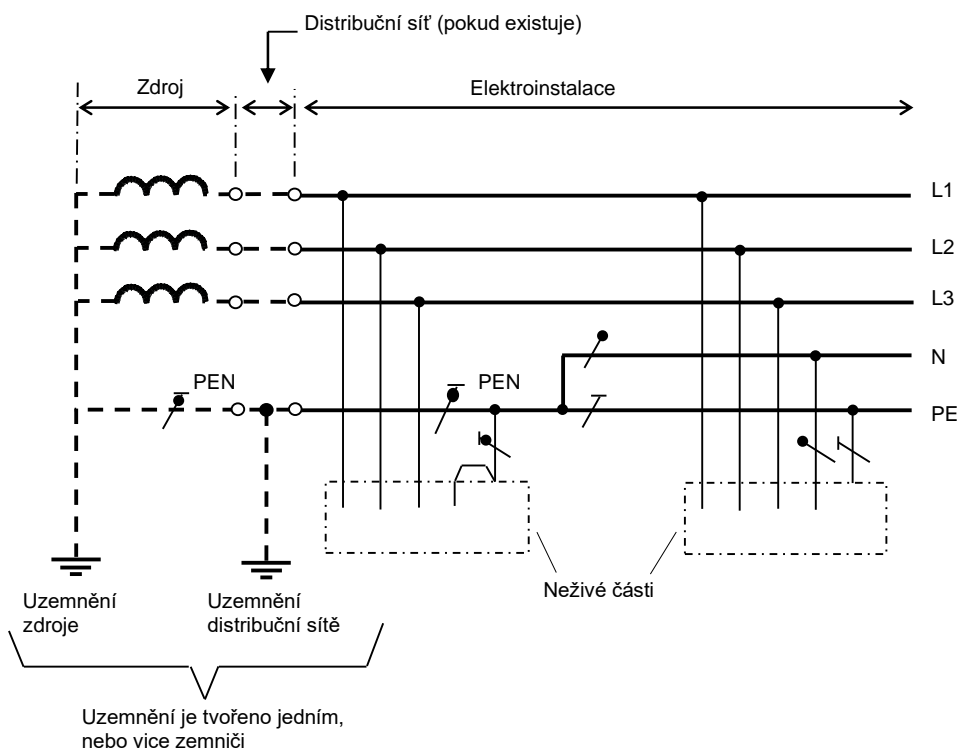
Proč 16 mm<sup>2</sup> Al? Proč tam není 10 mm<sup>2</sup> Al ?

Protože od ty doby, co jsme v CENELEC (od R 1997) máme minimální průřez PRO pevné instalace je 1,5 mm<sup>2</sup> CU a 16 mm<sup>2</sup> Al

Do té doby jsme měli 1,5 mm<sup>2</sup> Cu a 2,5 mm<sup>2</sup> Al

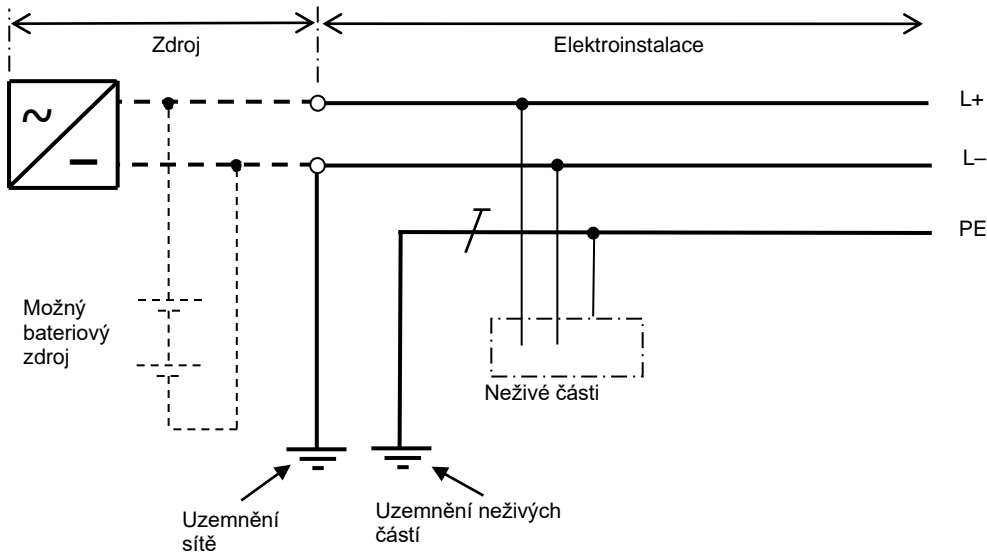
41

**Síť TN-S**

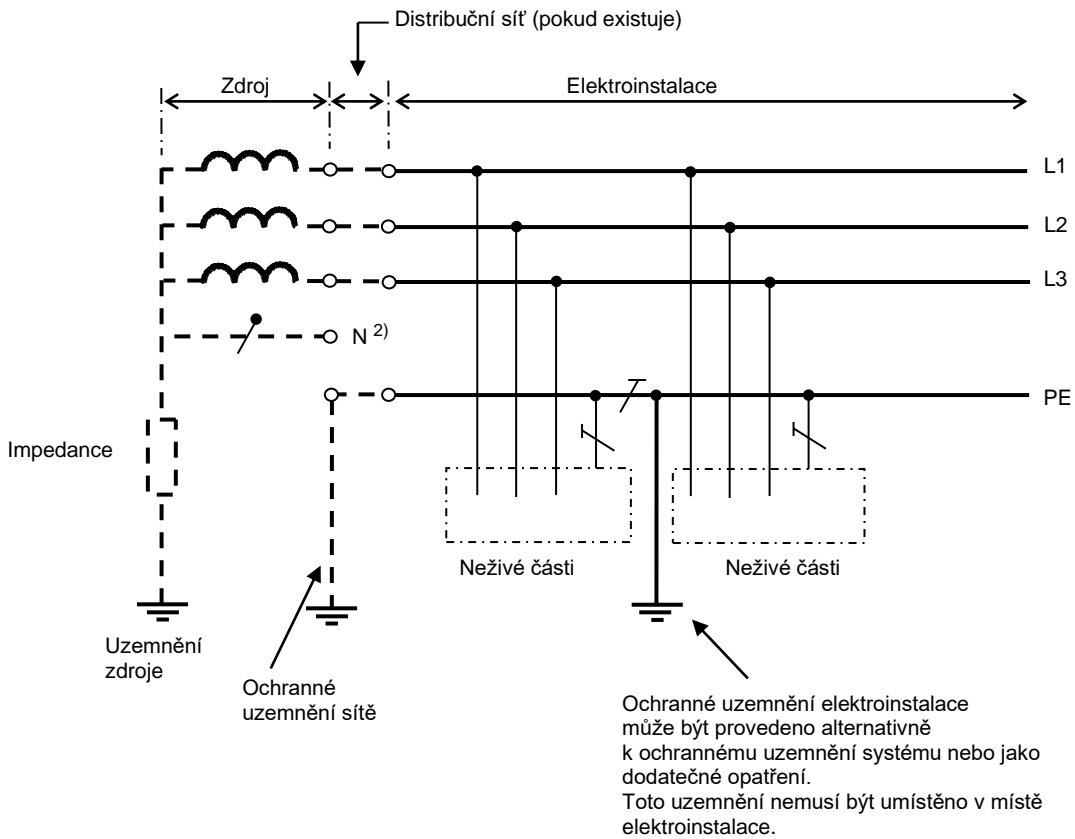


42

**Síť TT (DC)**



**Síť IT**



*Výhody na vn – provozují s první poruchou, omezením je dimenze tlumivky*

*Výhody na nn – zdravotnictví, technologické procesy – výbuchy, ...hlídače izolačního stavu, nelze druhou poruchu*

## Elektrické instalace nízkého napětí - Část 4-41: Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti - Ochrana před úrazem elektrickým proudem

S účinností od 7.7.2020 nahrazuje ed.2 ze srpna 2007, která do uvedeného data platí souběžně s touto normou.

### Změny oproti předchozí normě

Tabulka 41.1 pro doby odpojení (která dříve platila pro koncové obvody do 32 A) nyní platí  
a) pro koncové obvody s proudem max. 32 A s pevně připojenými spotřebiči bez zásuvek  
b) pro koncové obvody s proudem max. 63 A, jestliže je v nich jedna nebo více zásuvek

Rozsah jmenovitých proudů zásuvek, které musí být opatřeny doplňkovou ochranou pomocí proudových chráničů RCD (30 mA) byl rozšířen na zásuvky až do 32 A (dříve do 20 A).

V prostorech pro samostatnou domácnost v sítích TN a TT musí být proudové chrániče RCD (30 mA) použity i pro světelné obvody.

Úplně byla vypuštěna Příloha NA, která rozdělovala prostory na normální, nebezpečné a zvláště nebezpečné.

Byly vypuštěny tabulky bezpečných napětí a dotykových napětí.

Úplně byla vypuštěna Příloha NB, která uváděla podmínky pro uzemňování vodiče PEN.

46

### Obecné požadavky:

Ochranné opatření se musí sestávat z vhodné kombinace opatření pro zajištění základní ochrany a nezávislého opatření pro zajištění ochrany při poruše, nebo musí být použita zvýšená ochrana, která zajišťuje jak základní ochranu, tak ochranu při poruše.

Doplňková ochrana je specifikována jako část ochranných opatření za určitých podmínek vnějších vlivů a ve zvláštních objektech dle odpovídající části norem ČSN 33 2000-7-7xx.

V každé části instalace se musí uplatňovat jedno nebo více ochranných opatření, přičemž se berou do úvahy podmínky vnějších vlivů.

Různá ochranná opatření, která jsou uplatněna ve stejné instalaci nebo její části nebo v zařízení se nesmí vzájemně ovlivňovat tak, aby porucha jednoho ochranného opatření mohla narušit ostatní ochranná opatření.

### Obecně jsou povolena následující ochranná opatření:

- automatické odpojení od zdroje;
- dvojitá nebo zesílená izolace;
- elektrické oddělení pro napájení jednoho spotřebiče;
- malé napětí SELV a PELV.

47

## ČSN 33 2000-4-41 ed.3

### PŘEHLED OCHRANNÝCH OPATŘENÍ

411: Automatické odpojení od zdroje

412: Dvojitá nebo zesílená izolace

413: Elektrické oddělení

414: Malé napětí zajišťované SELV a PELV

415: Doplňková ochrana

48

## ČSN 33 2000-4-41 ed.3

### 411. Ochranné opatření: automatické odpojení od zdroje

a) základní ochrana je zajištěna:  
- základní izolací živých částí nebo  
- přepážkami nebo kryty a

b) ochrana při poruše je zajištěna:  
- ochranným pospojováním a  
- automatickým odpojením v případě poruchy

Kde je to určeno, uplatní se ještě doplňková ochrana proudovým chráničem s vybavovacím reziduálním proudem do 30 mA.

### Požadavky na ochranu při poruše

#### a) ochranné uzemnění

Neživé části musí být spojeny s ochranným vodičem a toto spojení musí splňovat přesně stanovené podmínky odpovídající způsobu uzemnění sítě. Vodiče ochranného uzemnění musí odpovídat normě ČSN EN 33 2000-5-54 ed. 3 *Elektrické instalace nízkého napětí - Část 5-54: Výběr a stavba elektrických zařízení - Uzemnění a ochranné vodiče*. Každý obvod musí obsahovat ochranný vodič, který je připojený k příslušné uzemňovací svorce.

#### b) ochranné pospojování

V každé budově musejí být vstupující kovové části, které jsou náchylné přivést nebezpečný rozdíl potenciálů, a které nejsou součástí elektrické instalace, spojeny s hlavní uzemňovací svorkou (resp. ochrannou přípojnici - MET) vodiči ochranného pospojování;

Mezi příklady takových kovových částí mohou patřit:

- kovová potrubí zajišťující napájení budovy např. plynem, vodou, systémy dálkového vytápění;
- konstrukční cizí vodivé části;
- přístupná konstrukční výztuž betonu.

Pokud jsou takové části přiváděny do budovy z venku, musí být pospojovány pokud možno co nejbližší k místu, kde vstupují do budovy.

Kovová potrubí vstupující do budovy, která mají na svém vstupu izolační vložku, s ochranným pospojováním spojená být nemusí.

50

### Požadavky na ochranu při poruše

#### c) automatické odpojení v případě poruchy

Ochranný přístroj musí automaticky vypnout přívod vodiče vedení do obvodu nebo zařízení v případě poruchy o zanedbatelné impedanci mezi vodičem vedení a neživou částí nebo ochranným vodičem v obvodu nebo zařízení v požadované době.

Přístroj musí být vhodný alespoň pro odpojení vodiče vedení.

V síti IT se v případě jedné poruchy mezi živou a neživou částí nebo živou částí a zemí automatické odpojení nevyžaduje.

**Maximální doby odpojení**

Sít	120 V < U <sub>0</sub> ≤ 230 V [s]		230 V < U <sub>0</sub> ≤ 400 V [s]	
	AC	DC	AC	DC
TN	0,4	1	0,2	0,4
TT	0,2	0,4	0,07	0,2

Maximální doby odpojení uvedené v tabulce platí pro koncové obvody nepřekračující

- 63 A - pokud je v obvodu jedna nebo více zásuvek
- 32 A - pokud obvod napájí pouze pevně připojené spotřebiče

51

### Požadavky na ochranu při poruše – doby odpojení

**V síti TN** je pro obvody, pro které neplatí výše uvedená tabulka (tj. nad 32 A, případně nad 63 A) a také pro distribuční obvody dovolena doba odpojení nepřesahující **5 s**.

**V síti TT** je pro obvody, pro které neplatí výše uvedená tabulka (tj. nad 32 A, případně nad 63 A) a také pro distribuční obvody dovolena doba odpojení nepřesahující **1 s**.

Pokud nedosáhnou AOOZ ve výše uvedených časech – doporučení 5-53 ed.2 proudový chránič.

Tam, kde použití proudového chrániče není vhodné, MUSÍ se:

a) V případě poruchy se sníží napětí na 50 VAC nebo 120 VDC

b) Musí být zajištěno doplňující ochranné pospojování, kde napětí mezi částmi současně přístupnými dotyku NESMÍ překročit 50VAC nebo 120 VDC

52

**DOPLŇKOVÁ OCHRANA:**

**Doplňková ochrana**

Doplňková ochrana proudovými chrániči (RCD) do 30 mA, musí být ve střídavých sítích zajištěna pro:

- zásuvky s jmenovitým proudem do 32 A, které mohou být užívány laiky a jsou určeny pro všeobecné použití\*;
- mobilní zařízení určená pro venkovní použití, jejichž jmenovitý proud nepřekračuje 32 A.

Tato podmínka také platí pro sítě IT v nichž je poruchový proud v případě první poruchy větší než 15 mA.

**Doplňující požadavky pro světelné obvody v sítích TN a TT**

V prostorech určených pro samostatnou domácnost\*\* musí být doplňková ochrana pomocí proudového chrániče (RCD), jehož jmenovitý reziduální pracovní proud nepřekračuje 30 mA, zajištěna pro AC koncové obvody napájející svítidla.

Zásuvky pro všeobecné použití NEjsou:

- zásuvky určené pro použití pod dohledem znalé nebo poučené osoby, např. v některých komerčních nebo průmyslových provozech nebo;
- zvláštní zásuvky určené pro připojení speciálního druhu zařízení, např. zásuvky pro zařízení výpočetní techniky nebo pro chladničky, tj. zásuvky pro napájení zařízení, jehož nežádoucí vypnutí by mohlo být příčinou ZNAČNÝCH ŠKOD.

**Síť TN - automatické odpojení v případě poruchy**

Pro zajištění včasného odpojení musí impedance poruchové smyčky splňovat následující obecný požadavek:

$$Z_s \times I_a \leq U_0$$

- kde  $Z_s$  - impedance poruchové smyčky v ohmech [ $\Omega$ ]  
 $I_a$  - proud v ampérech [A] vyvolávající automatické odpojení v době stanovené v této normě  
 $U_0$  - jmenovité střídavé nebo stejnosměrné napětí vodiče vedení vůči zemi ve voltech [V].

Jelikož se měření provádí při pokojové teplotě malými proudy, je vhodné, aby se při ověřování vzalo do úvahy zvýšení odporu vodičů se zvýšením teploty při poruše, jak předepisuje norma ČSN 33 2000-6 ed. 2 v příloze D.

Proto se musí počítat s koeficientem 1,5 ve kterém je zahrnut součinitel oteplení vedení a je v něm zahrnut i vliv kolísání napětí v síti.

Podmínky se považují za splněné, pokud impedance poruchové smyčky vyhovuje vztahu:

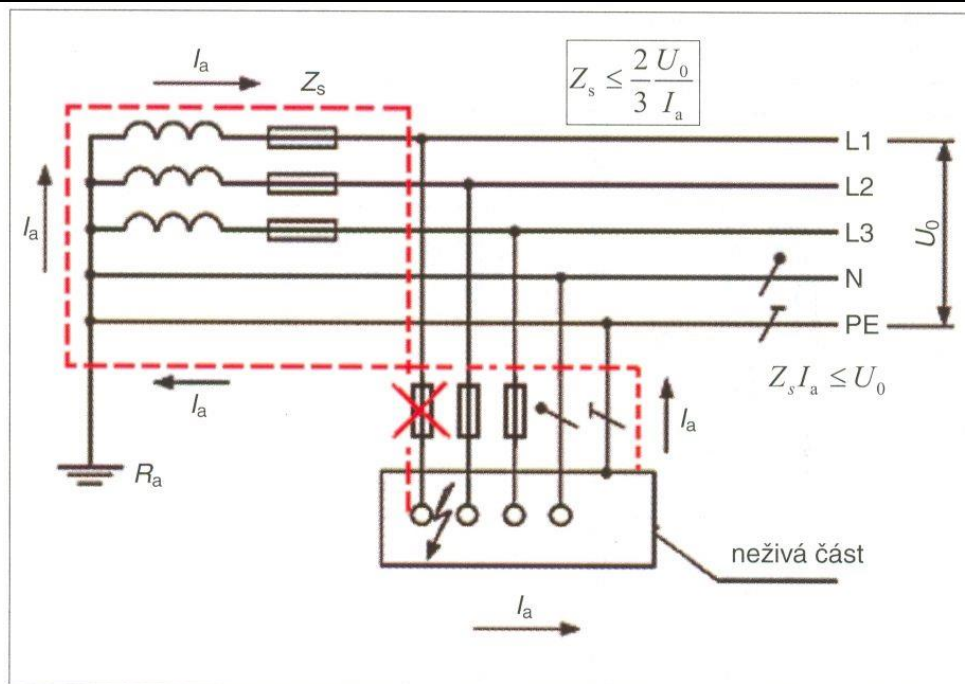
$$Z_{s(m)} \leq \frac{2}{3} \times \frac{U_0}{I_a} \quad \text{respektive} \quad 1,5 \times Z_{s(m)} \times I_a \leq U_0$$

kde  $Z_{s(m)}$  - naměřená impedance poruchové smyčky v ohmech [ $\Omega$ ],

V sítích TN se mohou k automatickému odpojení při poruše použít následující ochranné přístroje:

- nadproudové ochranné přístroje;
- proudové chrániče (v síti TN-C se proudový chránič používat nesmí).

Pokud je pro ochranu při poruše použit proudový chránič, měl by být obvod také chráněn nadproudovým ochranným přístrojem v souladu s normou ČSN 33 2000-4-43.



Obr. 6. Síť TN – znázornění poruchové smyčky



- z funkčních důvodů se používá napětí do 50 VAC nebo 120 VDC, ale nejsou splněny požadavky SELV, PELV

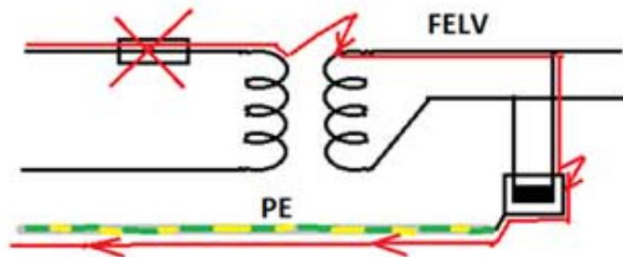
Základní ochrana musí být zajištěna buď základní izolací odpovídající jmenovitému napětí vstupního primárního obvodu, nebo přepážkami nebo kryty;

#### Ochrana při poruše

Neživé části zařízení obvodu FELV se musí spojovat s ochranným vodičem vstupního obvodu zdroje za předpokladu, že je vstupní obvod chráněn automatickým odpojením od zdroje.

Zdrojem sítě FELV musí být buď transformátor alespoň s jednoduchým oddělením vinutí nebo vyhovující požadavkům na ochranu při poruše ochranného opatření elektrickým oddělením.

Vidlice pro obvody FELV nesmí být možné zasunout do zásuvek jiných sítí o jiných napětích. Do zásuvek FELV nesmí být možné zasunout vidlice sítí o jiných napětích. Zásuvky obvodů FELV musí mít ochranný kontakt.



56

## 412. OCHRANNÉ OPATŘENÍ – DVOJITÁ NEBO ZESÍLENÁ IZOLACE

Jedná se o ochranné opatření u něhož:

- základní ochrana je zajištěna základní izolací, ochrana při poruše přidavnou izolací, nebo
- základní ochrana i ochrana při poruše jsou zajištěny zesílenou izolací mezi nebezpečnými živými částmi a přístupnými částmi.

Jestliže se ochranné opatření dvojitou nebo zesílenou izolací má uplatnit jako jediné ochranné opatření (kde celá instalace nebo obvod mají obsahovat pouze zařízení s dvojitou nebo zesílenou izolací), musí se zajistit, že v zapojení není možno bez oprávnění provádět změny.

Toto ochranné opatření proto nesmí být uplatněno v žádném obvodu, který obsahuje zásuvku s uzemňovacím kontaktem.

Grafická značka el. zařízení:



57

## KRYTY ZAŘÍZENÍ TŘÍDY OCHRANY II – PODMÍNKY:

Elektrické zařízení připravené k provozu, jehož vodivé části jsou od živých částí odděleny pouze základní izolací, musí být uzavřena v izolačním krytu zajišťujícím stupeň ochrany minimálně IPXXB nebo IP2X

Platí následující požadavky:

- izolačním krytem nesmějí procházet vodivé části, které mohou přenášet napětí;
- izolační kryt nesmí obsahovat žádné šrouby nebo jiné upevňovací prostředky, které by mohly být odstraněny nebo u nichž je pravděpodobné, že by mohly být odstraněny během instalování a údržby a jejichž nahrazení kovovými šrouby nebo jinými upevňovacími prostředky by mohlo narušit izolaci krytu.

Vodivé části, které jsou uzavřeny v izolačním krytu, se nesmí spojit s ochranným vodičem.

Ochranné vodiče však mohou krytem procházet, například proto, aby sloužily dalším elektrickým zařízením, jejichž napájecí obvod také prochází krytem. Všechny takové vodiče a jejich svorky musejí být izolovány, jako by se jednalo o živé části. Jejich svorky musí být označeny jako ochranné svorky (PE).

Obvod napájející jednotlivá zařízení třídy ochrany II musí mít také ochranný vodič vedený ke každému bodu instalace a ke každému bodu připojení, kde musí být také ukončený.

Tento požadavek dává uživateli možnost, nahradit zařízení třídy ochrany II zařízením třídy ochrany I. (Nemusí být dodrženo v případě, kdy je v celé instalaci použito jenom ochranné opatření pomocí dvojitě nebo zesílené izolace.)

58

**413: OCHRANNÉ OPATŘENÍ – ELEKTRICKÉ ODDĚLENÍ**

Při použití ochranného opatření elektrické oddělení je

- základní ochrana zajištěna základní izolací živých částí nebo přepážkami a kryty
- ochrana při poruše je zajištěna tím, že oddělený obvod je oddělen jednoduchým oddělením od ostatních obvodů a od země

Kromě případu popsaného v další části normy musí být toto opatření omezeno pouze na jeden spotřebič, který bude napájený z jednoho neuzemněného zdroje s jednoduchým oddělením.

Oddělené obvody se musí napájet ze zdroje, který má alespoň jednoduché oddělení a jehož napětí není vyšší než 500 V.

(Na vstupu transformátoru max. 1000 V a na výstupu max. 500 V)

Živé části odděleného obvodu nesmějí být v žádném bodě spojeny s jiným obvodem ani se zemí ani s ochranným vodičem.

Aby se splnily podmínky elektrického oddělení, musí být provedena taková opatření, aby mezi obvody bylo dosaženo základní izolace.

Ohebné kabely a šňůry musí být viditelné po celé délce na všech svých částech, na nichž je nebezpečí jejich mechanického poškození

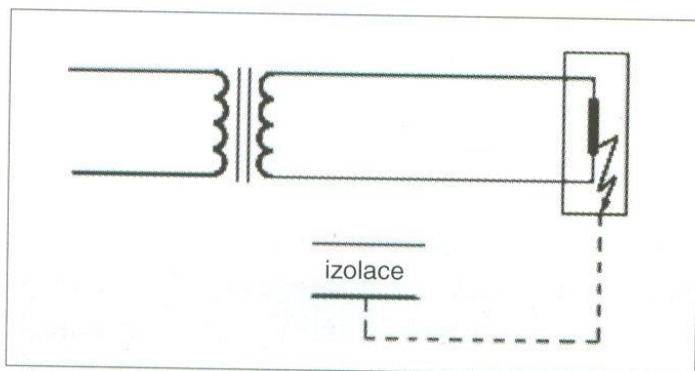
Ochranné oddělení se zpravidla používá tam, kde jsou vytvořeny speciální podmínky, které sice na jedné straně představují zvýšené riziko,

avšak na druhé straně je z provozních důvodů nezbytné pracovat s „normálním“ napětím (230 V).

Sem patří např.:

- proudové okruhy pro provoz elektrického nářadí (vrtačky, brusky, nýtovací kladiva apod.),
- práce v těsných prostorách nebo zónách s vodivými stěnami (stavba lodí nebo potrubí, nádrže, jámy, šachty apod.),
- provoz speciálních přístrojů v prostorách využívaných k lékařským účelům.
- laboratoře měření (autotransformátor, za ním oddělovací trafo, pracovní lavice 0-230V)

59



Obr. 9. Princip ochrany elektrickým oddělením

60

**414: OCHRANNÉ OPATŘENÍ: OCHRANA MALÝM NAPĚTÍM SELV, PELV**

Použití SELV a PELV je považováno za ochranné opatření, které je účinné za jakýchkoliv okolností.

U obvodů SELV a PELV je napětí omezeno horní mezí napěťového pásma I, tj. 50 V AC nebo 120 V DC.

Mezi živými částmi a zemí musí mít obvody SELV základní izolaci.

Nesmějí být spojeny se zemí, ani s živými částmi, ani s ochrannými vodiči jiných obvodů.

Živé části obvodů SELV a PELV musí být odděleny ochranným oddělením od sebe navzájem. Je také zapotřebí dodržet ochranné oddělení od obvodů FELV a od obvodů s vyšším napětím.

Zásuvky a vidlice v sítích SELV a PELV musí splňovat tyto požadavky:

- zásuvky musí vylučovat použití vidlice pro jiné napětí;
- vidlice nesmí být možné zasunout do zásuvek sítí o jiném napětí;
- vidlice a zásuvky v sítích SELV nesmějí být vybaveny kontaktem pro ochranný vodič.

**(podle ČSN 33 2000-4-41 ed. 3, čl. 414.4.4)**

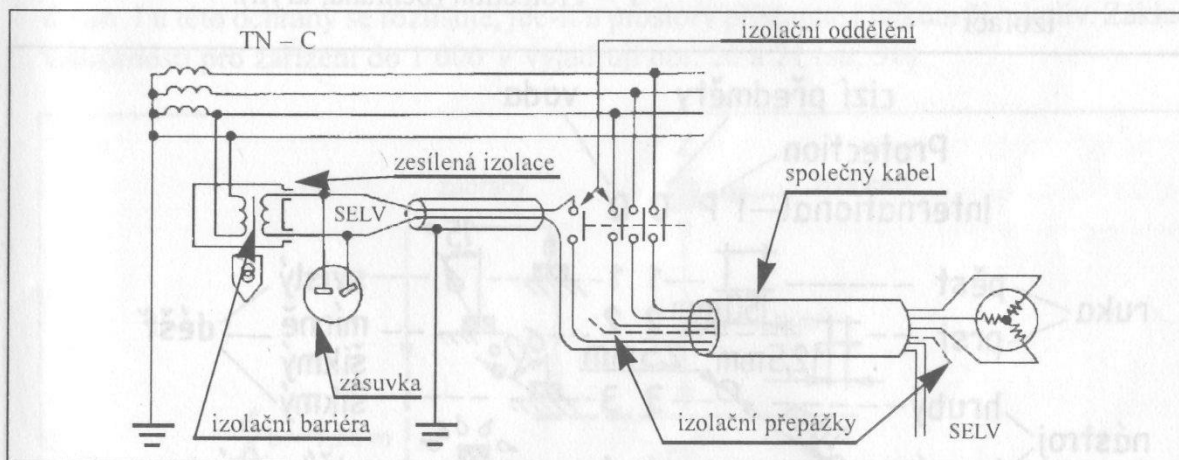
Neživé části obvodů SELV se nesmějí spojit se zemí nebo s ochrannými vodiči, ani s neživými částmi jiného obvodu.

61

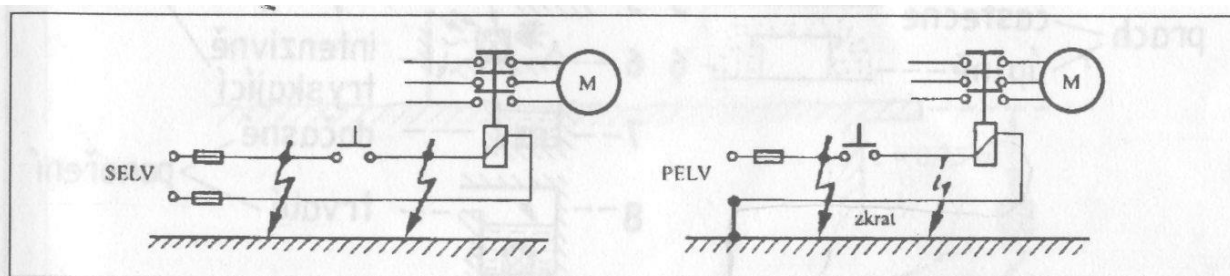
Základní ochrana není pro obvody SELV a PELV všeobecně nutná za normálních podmínek suchého prostředí pro:

- obvody SELV, u kterých jmenovité napětí nepřekračuje 25 V AC nebo 60 V DC;
- obvody PELV, u kterých jmenovité napětí nepřekračuje 25 V AC nebo 60 V DC a neživé části a/nebo živé části jsou pomocí ochranného vodiče spojeny s hlavní uzemňovací přípojnici.

Ve všech ostatních případech se základní ochrana nevyžaduje, jestliže jmenovité napětí sítí SELV nebo PELV nepřekračuje 12 V AC nebo 30 V DC.



Obr. 15 Ochrana bezpečným napětím v provedení SELV



Obr. 16 Vyloučení samovolného spuštění stroje použitím ovládacího napětí PELV

## Ochrana obvodu SELV a PELV - SHRUTÍ

### Ochrana malým bezpečným napětím (ELV)

#### Obvody SELV

izolovaná soustava - jištěny oba vývody za bezpečnostním transformátorem

dvoupólové spínání (aby dvojitý zkrat nezpůsobil rozběh stroje)

Nemusím chránit živé a neživé části když jsou do poloviční hodnoty malého napětí, tj. 25VAC a 60VDC

#### Obvody PELV

uzemněná soustava - jištěn jeden vývod, druhý je uzemněn

jednopolové spínání

Nemusím chránit živé a neživé části když jsou do poloviční hodnoty malého napětí, tj. 25VAC a 60VDC v prostorách suchých a studených, jinak jdu zase na polovinu, tj., 12VAC a 25 VDC.

TZN: poloviční napětí, dvojnásobný proud, čtyřnásobné ztráty. To je daň za jednoduchost !!

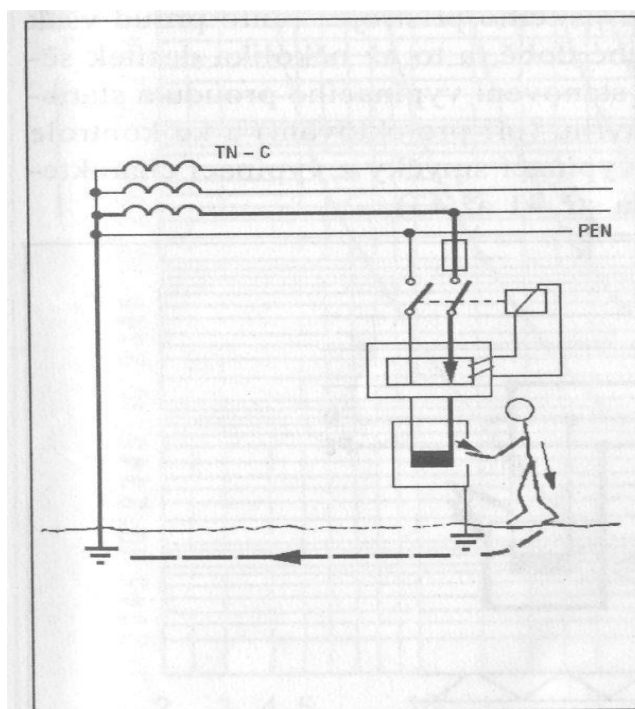
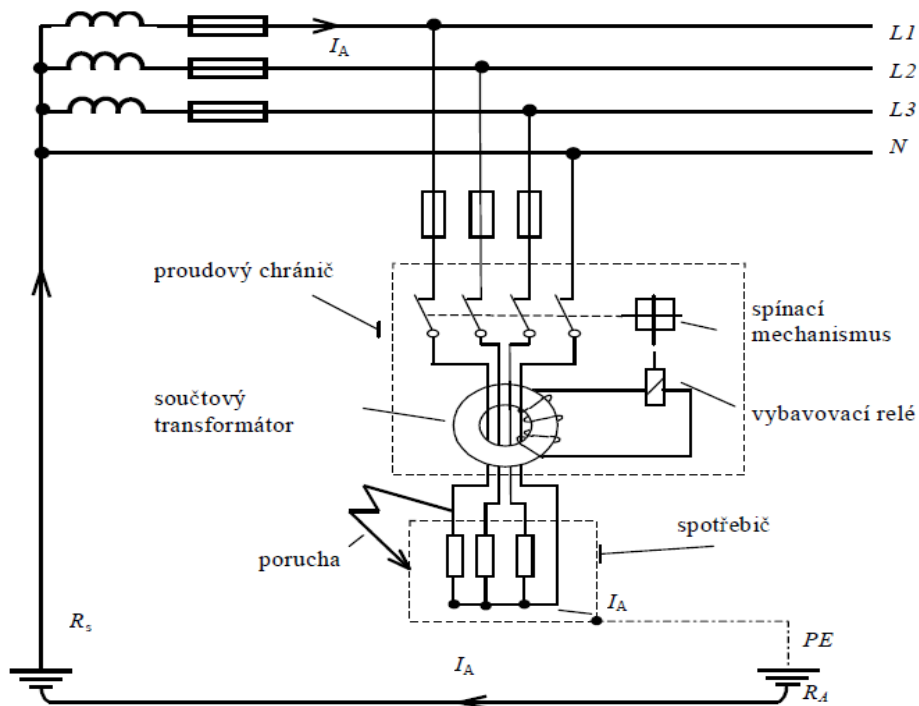
415. DOPLŇKOVÁ OCHRANA: PROUDOVÉ CHRÁNIČE RCD

Použití proudových chráničů se jmenovitou citlivostí max. 30 mA je považováno za doplňkovou ochranu pro případ selhání základní ochrany nebo ochrany při poruše nebo při neopatrnosti uživatelů

Doplňková ochrana proudovým chráničem se nepovažuje za výhradní ochranné opatření a nezbavuje nutnosti uplatnit jedno z těchto ochranných opatření:

- automatické odpojení od zdroje
- dvojitá nebo zesílená izolace
- elektrické oddělení
- ochrana malým napětím SELV a PELV

Princip ochrany proudovým chráničem:

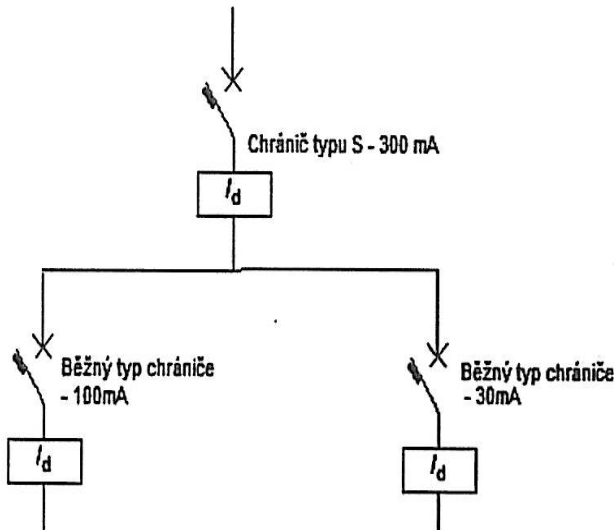


Obr. 22 Dotyk živé části při ochraně proudovým chráničem

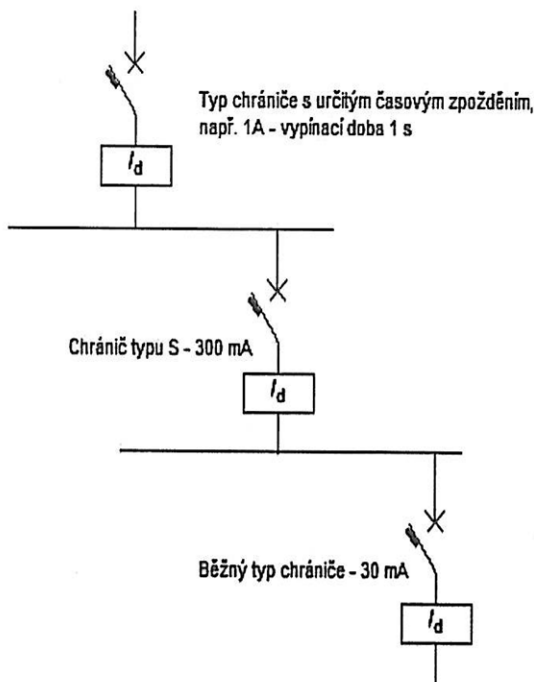
**Proudové chrániče**

- V AC sítích – ochrana při poruše
- Prostředek doplňkové ochrany (nejprve je nutné uplatnit prostředky základní ochrany)
- POZOR na vhodný výběr RCD (typ stanovený výrobcem):
  - Zachování selektivity (množství zařízení za společným chráničem)
  - Trvale unikající proudy by neměly překročit  $1/3$  hodnoty  $I_{\Delta n}$  RCD (pulsní zdroje – pro odrušení filtry, které zvyšují proud v ochranném vodiči – nežádoucí vybavení)
  - POZOR na sycení jader ss složkami
  - Odolnost proti rázovým proudům
  - Z hlediska bezpečnosti – pro každý jednotlivý koncový světelný obvod samostatný RCD
  - Požadavek na uživatelskou kontrolu – TEST FUNKCE (ČSN 33 1310 ed.2)

69



Obrázek 17 – Příklad obvodů se dvěma úrovněmi selektivity



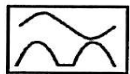
Obrázek 18 – Příklad obvodů se třemi úrovněmi selektivity

Staveniště – vstup chráničové relé (velké proudy, standardně se chránič vyrábí do 125A, chráničové relé na vyšší proudy, lze nastavit i rozdílové proudy).

Selektivní chránič – vypnutí pozdrženo o 40 ms, tzn., stihne vypnout chránič blíže k poruše



Chrániče, které jsou vhodné pro použití v elektrických zařízeních, v nichž se vyskytují jak střídavé, tak i pulzující stejnosměrné reziduální proudy jsou chrániče typu A. Používá se pro ně tato značka



Poměrně málo se používají chrániče, které kromě toho, že reagují jak na střídavé, tak i pulzující stejnosměrné reziduální proudy, reagují také na hladké stejnosměrné reziduální proudy. Jsou to chrániče typu B.

#### 415. DOPLŇKOVÁ OCHRANA: DOPLŇUJÍCÍ OCHRANNÉ POSPOJOVÁNÍ

Doplňující ochranné pospojování se považuje ze doplnění ochrany při poruše.

Doplňující ochranné pospojování musí zahrnovat všechny neživé části upevněných zařízení současně přístupné dotyku a cizí vodivé části, včetně hlavních kovových armatur železobetonu (pokud je to proveditelné). Systém ochranného pospojování musí být spojen s ochrannými vodiči všech zařízení včetně těch, které se připojují do zásuvek.

Odpor  $R$  mezi neživými částmi současně přístupnými dotyku a cizími vodivými částmi musí splňovat následující podmínku:

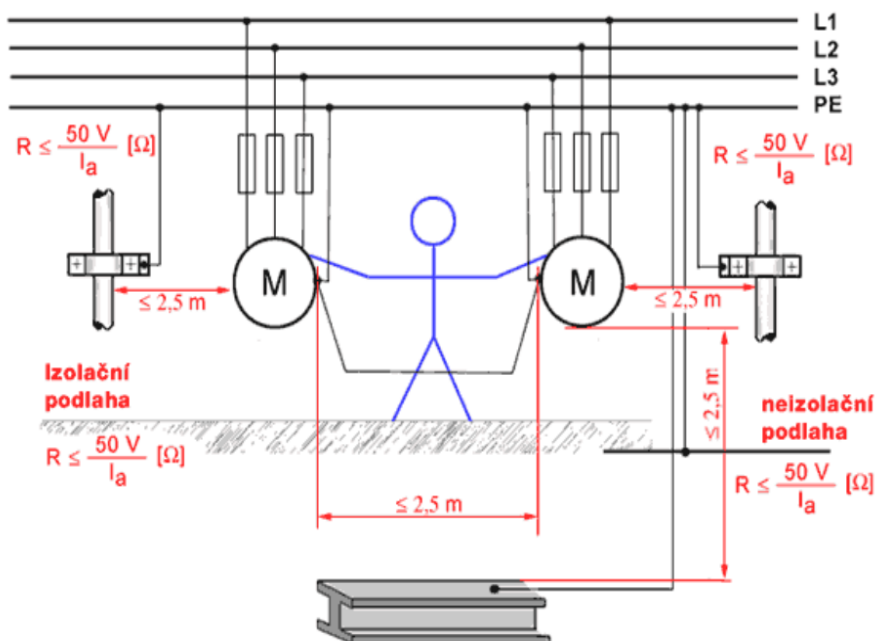
ve střídavých sítích:  $R \leq \frac{50 \text{ V}}{I_a}$  [Ω]      respektive  $R \times I_a \leq 50 \text{ V}$

ve stejnosměrných sítích:  $R \leq \frac{120 \text{ V}}{I_a}$  [Ω]      respektive  $R \times I_a \leq 120 \text{ V}$

kde  $I_a$  je vypínací proud prvků v A

- pro nadproudové jističí přístroje je to proud zajišťující odpojení do 5 s

- pro proudové chrániče (RCD) je to  $I_{\Delta n}$



U zařízení musí izolace vyhovět požadavkům příslušných norem pro elektrická zařízení. Živé části musí být zcela pokryty izolací, kterou je možno odstranit pouze jejím zničením.

### POŽADAVKY NA PŘEPÁŽKY NEBO KRYTY

Živé části musí být uvnitř krytů nebo za přepážkami zajišťujícími stupeň ochrany alespoň IPXXB nebo IP2X. Vyjímkou jsou případy, kdy se větší otvory objeví během výměny částí, jako tomu je u určitých objímek žárovek nebo pojistek nebo kde jsou větší otvory zapotřebí, aby umožnily řádnou funkci zařízení podle příslušných požadavků na zařízení.

Vodorovné horní povrchy krytů nebo přepážek, které jsou snadno přístupné, musí zajišťovat krytí alespoň IPXXD nebo IP4X.

Odstranit přepážky nebo otevřít kryty nebo odstranit části krytů, musí být možné pouze

- s použitím klíče nebo nástroje, nebo
- po odpojení napájení živých částí před jejichž dotykem přepážky nebo kryty poskytují ochranu, přičemž napájení může být obnoveno pouze po obnoveném umístění nebo opětovém vetknutí přepážek nebo krytů, nebo
- jestliže vnitřní přepážka zajišťující stupeň ochrany alespoň IPXXB nebo IP2X brání dotyku živých částí, přičemž odstranění této přepážky je možné pouze s použitím klíče nebo nástroje.

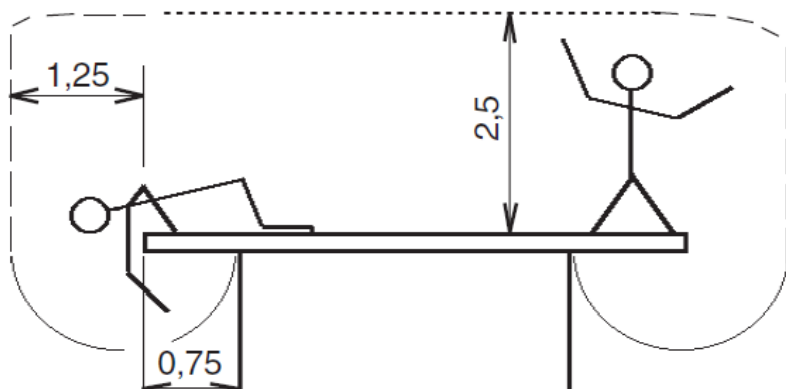
### UMÍSTĚNÍ MIMO DOSAH – OCHRANA POLOHOU

Ochrana určená pouze k tomu, aby bránila nahodilému dotyku živých částí.

Jestliže dvě části nejsou od sebe dále než 2,5 m, předpokládá se, že jsou současně přístupné dotyku.

Na místech, kde se běžně manipuluje s objemnými nebo dlouhými vodivými předměty, se musí vzdálenosti těmto předmětům přizpůsobit.

### ZÓNA DOSAHU RUKY (rozměry v m)



76

### OCHRANA ZÁBRANOU

Zábrany musí bránit

- neúmyslnému přiblížení těla k živým částem a
  - nahodilému dotyku živých částí během činnosti zařízení pod napětím v běžném provozu.
- Zábrany nejsou určeny k zabránění úmyslnému dotyku při záměrném obejítí zábrany.

Zábrany mohou být odstraněny bez použití klíče nebo nástroje, ale musí být zajištěny tak, aby se zabránilo jejich neúmyslnému odstranění.

### OCHRANA NEVODIVÝM OKOLÍM

Ochranné opatření má zabránit současnému dotyku částí, které mohou mít vlivem porušení základní izolace živých částí různý potenciál.

V prostorech s nevodivým okolím nesmí být použit žádný ochranný vodič.

Odpor izolačních podlah a stěn (měřený za podmínek stanovených v ČSN 33 2000-6) nesmí být v žádném bodě měření menší než:

- 50 kΩ tam, kde jmenovité napětí instalace není vyšší než 500 V, nebo
- 100 kΩ tam, kde jmenovité napětí instalace je vyšší než 500 V.

Jestliže je v libovolném bodě odpor menší než stanovená hodnota, považují se podlahy a stěny z hlediska ochrany před úrazem elektrickým proudem za cizí vodivé části.

U se téměř nepoužívá, možná zkušební, vývojová pracoviště.

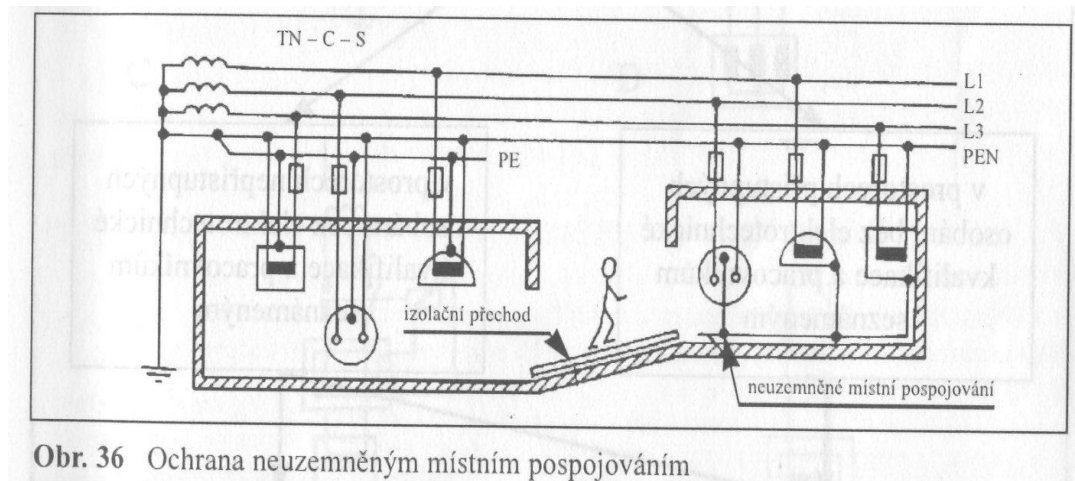
Dozor – znalá osoba

**OCHRANA NEUZEMNĚNÝM MÍSTNÍM POSPOJOVÁNÍM****ZÁSADY:**

Vodiče pospojování musí vzájemně spojit všechny neživé části a cizí vodivé části, které jsou současně přístupné dotyku.

Soustava místního pospojování nesmí být v elektrickém spojení se zemí, ani přímo, ani prostřednictvím neživých nebo cizích vodivých částí.

Musí být provedena taková opatření, aby osoby vstupující do místa chráněného pospojováním, nemohly být vystaveny nebezpečnému rozdílu potenciálu, zvláště když je s neuzemněným pospojováním spojena vodivá, od země izolovaná podlaha.



Obr. 36 Ochrana neuzemněným místním pospojováním

81 - 82

**ELEKTRICKÉ ODDĚLENÍ PRO NAPÁJENÍ VÍCE NEŽ JEDNOHO SPOTŘEBIČE**

Účelem tohoto opatření je, aby se při dotyku neživých částí, které by v důsledku poruchy základní izolace obvodu mohly být pod napětím, zabránilo vzniku proudů způsobujících úraz.

Neživé části odděleného obvodu se musí navzájem spojit izolovanými vodiči neuzemněného pospojování. Takové vodiče se nesmějí spojit s ochrannými vodiči nebo neživými částmi jiných obvodů nebo s cizími vodivými částmi.

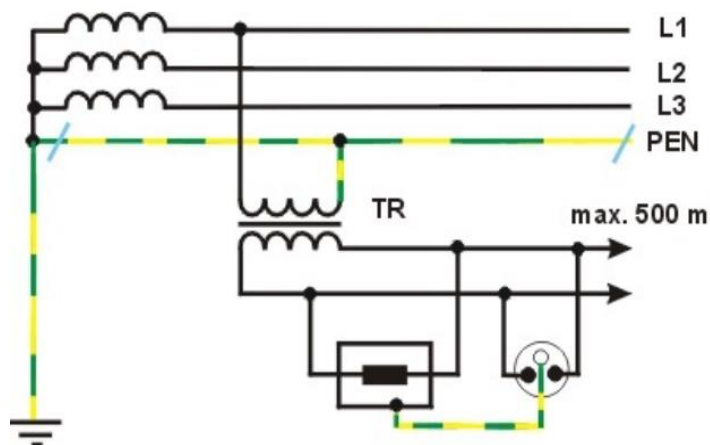
Všechny zásuvky musí mít ochranný kontakt, který je spojený se soustavou pospojování neuzemněného místního pospojování.

JE DOPORUČENO, by součin jmenovitého napětí obvodu ve voltech a délky rozvodu v metrech nepřesáhl 100 000 a aby délka rozvodu nepřesáhla 500 m

**PRINCIP:**

Sek. strana oddělovacího TR, u každého z vodičů, nemá proti zemi napětí (NENÍ UZEMNĚNO). Při dotyku pouze jednoho z vodičů a současném spojení vodivého podkladu, není tělo vystaveno nebezpečnému napětí.

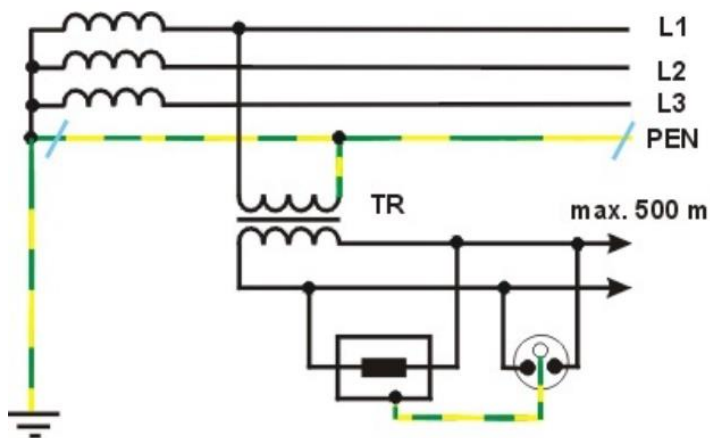
Výjimečné použití, né laikem, dozorovat  
Laboratoře, servis, oprava zařízení I.třídy.



83



Za normálních okolností vykazují pracovní (fázové) vodiče L1, L2 a L3 veřejné elektrické sítě napětí 230V proti zemi. Tomuto napětí by byl vystaven také člověk stojící na elektricky vodivém podkladu, kdyby se vlivem chyby izolace dostal do kontaktu s pracovním vodičem L1, L2 nebo L3. Na sekundární straně oddělovacího transformátoru se objevuje výstupní napětí  $U = 230 \text{ V}$ , avšak proti zemi u každého z vodičů je napětí nulové. Z toho však také vyplývá, že dotkne-li se člověk stojící na elektricky vodivém podkladu pouze jednoho z těchto dvou přívodů (výstupů oddělovacího transformátoru), nemůže být jeho tělo vystaveno žádnému nebezpečnému napětí.



84

## PODMÍNKY PRO INSTALACE VE ZVLÁŠTNÍCH PROSTORÁCH

NAPŘÍKLAD vliv vody AD2 až AD4, dle ed.2 prostory zvlášť nebezpečné

Za určitých podmínek vnějších vlivů a v určitých zvláštních prostorách může být doplňková ochrana určena jako součást obvyklých ochranných opatření.

Podmínky pro instalaci ve zvláštních prostorách jsou vždy uvedeny v odpovídající části 7 HD 60364 V ČR jsou to normy řady ČSN 33 2000-7-7xx. (Například pro koupelny, bazény, sauny, ....)

V normě ČSN 33 2000-4-41 ed. 3 totiž už není Příloha NA!

Není tam tudíž ani rozdělení na prostory normální, nebezpečné a zvlášť nebezpečné.

Není tam ani tabulka, která předepisovala stupně ochrany v jednotlivých prostorech.

Proto musíme používat údaje uvedené v normách ČSN 33 2000-7-7xx.

85

## ČSN 33 2000-4-41 ed.2 !!

### BEZPEČNÁ JMENOVITÁ NAPĚTÍ S OHLEDEM NA ČLENĚNÍ PROSTORŮ A ZPŮSOB DOTYKU

(podle ČSN 33 2000-4-41 ed. 2, Tabulka NA.3) - v ČSN 33 2000-4-41 ed. 3 již Příloha NA není

Prostory	Při dotyku částí (při obsluze)	Nejvyšší bezpečná malá napětí živých částí [V]	
		Střídavá	Stejnoseměrná
normální i nebezpečné	živých krytů	25	60
		50	120
zvlášť nebezpečné	živých krytů	-	-
		12	25 (30)

(podle ČSN 33 2000-4-41 ed. 3, čl. 414.4.5)

Základní ochrana není pro obvody SELV a PELV všeobecně nutná za normálních podmínek suchého prostředí pro:

- obvody SELV, u kterých jmenovité napětí nepřekračuje 25 V AC nebo 60 V DC;
- obvody PELV, u kterých jmenovité napětí nepřekračuje 25 V AC nebo 60 V DC a neživé části a/nebo živé části jsou pomocí ochranného vodiče spojeny s hlavní uzemňovací přípojnici.

Ve všech ostatních případech (tedy i v prostorách zvlášť nebezpečných) je vyhovující, jestliže jmenovité bezpečné malé napětí sítí SELV nebo PELV nepřekračuje 12 V AC nebo 30 V DC.

86

## Uzemnění a ochranné vodiče

Norma předepisuje požadavky na uzemnění a pospojování elektrických instalací především z hlediska bezpečnosti jejich uživatelů při užívání elektrických zařízení.

- Požadavky na uzemnění elektrických instalací AC nad 1kV jsou popsány v ČSN EN 50522.

Definice vybraných pojmů

- **zemnič** - vodivá část, která může být uložena v daném vodivém prostředí, např. v betonu v elektrickém styku se zemí nebo v půdě
- **ochranný vodič** - vodič určený pro zajištění bezpečnosti, např. pro ochranu před úrazem elektrickým proudem
- **vodič ochranného pospojování** - ochranný vodič zabezpečující ochranné pospojování

89

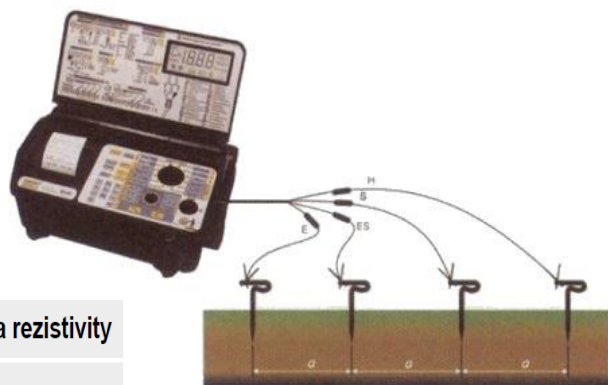
Uspořádání uzemnění

- **Uzemnění** se zřizuje pro ochranu před úrazem elektrickým proudem, pro ochranu před bleskem a přepětím a pro správnou funkci elektrických zařízení.
- Požadavky na ochrannou funkci mají vždy přednost.
- Uzemnění je tvořeno **zemniči** uloženými v zemi, **uzemňovacími přívody** a **hlavní ochrannou svorkou nebo přípojnici**.

**Zemniče** se dělí na náhodné a strojené.

90

Podle rezistivity půdy a požadované hodnoty odporu uzemnění se zvolí jeden nebo více vhodných zemničů nebo se rozhodne o rozsahu uzemnění.



charakter půdy	průměrná hodnota rezistivity
sytá orná půda, vlhký kompaktní břeh	50 $\Omega$ m
chudá orná půda, štěrk, tvrdý břeh	500 $\Omega$ m
holá kamenitá půda, suchý písek, neproniknutelná skála	3000 $\Omega$ m

91

Vhodná provedení uzemnění pro různé případy

Provedení uzemnění z hlediska ochrany při poruše

- V síti TN mají mít jednotlivá uzemnění vodiče PEN nebo PE odpor uzemnění nejvýše 15 Ohmů
- Není však třeba klást zemničí pásky o celkové délce větší než 20m nebo jiné rovnocenné zemniče.

Provedení uzemnění z hlediska snížení dotykových a krokových napětí

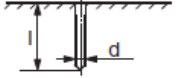
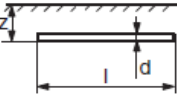
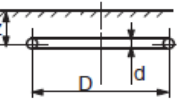
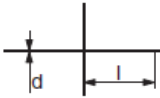
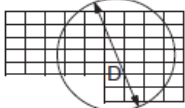
- Pro snížení dotykových napětí se ukládá jeden páskový nebo drátový vodič do hloubky 30 až 40 cm ve vzdálenosti 1 m od vodivé konstrukce

92

Provedení uzemnění páskovými popřípadě drátovými zemniči

- Pokud jsou zemniče kladeny do kabelových rýh, ukládají se na dno výkopu, a to nejméně 10 cm pod kabel nebo vedle kabelu.
- Pokud se klade zemnič ve tvaru paprsku hvězdy, mají být jednotlivé paprsky rozděleny pravidelně, přičemž úhel mezi nimi nemá být menší než 60 stupňů.
- Norma definuje minimální rozměry zemničů uložených v půdě nebo betonu uplatňované z hlediska předcházení korozi a k zajištění mechanické pevnosti

**Vzorce pro výpočet zemního odporu strojených zemničů**

a) tyč		$R = 0,9 \frac{\rho}{l}$	Tento vzorec platí když je $l \gg d/2$ ( $l = 1$ až $3$ m).
b) páskový nebo drátový vodič		$R = 2 \frac{\rho}{l}$	Tento vzorec platí když je $l \gg d$ a zároveň $z \ll l/4$ ( $l = 10$ až $50$ m).
c) páskový nebo drátový vodič v kruhu		$R = 2,1 \frac{\rho}{l}$	Tento vzorec platí když je $D \gg d$ a zároveň $z \ll 2/d$ a zároveň $D/z \gg 10$
d) páskový nebo drátový vodič paprskový		$R = 0,7 \frac{\rho}{l}$	Tento vzorec platí když je $l/4 \gg d$ a zároveň $l < 30$ m
e) mřížová síť		$R = \frac{\rho}{2D} + \frac{\rho}{l}$	$l =$ celková délka vodičů

Zemniče jsou vyvedeny ze země **uzemňovacími přívody**.

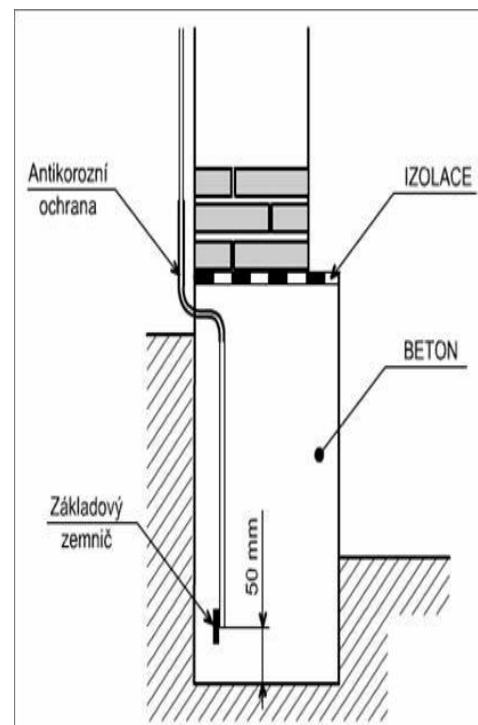
Venkovní část uzemňovacího přívodu v místech s nebezpečím poškození (např. při průchodu zdí, průchodu do země) se musí vhodně chránit obložení nebo uložením do trubek.

Uzemňovací přívody spojují zemniče s **hlavní ochrannou svorkou** nebo **přípojnicí**, ke které musí být dále připojeny vodiče ochranného pospojování, ochranné vodiče a uzemňovací přívody pracovního uzemnění, pokud to přichází v úvahu.

Minimální rozměry: nesmí mít průřez menší než  $6 \text{ mm}^2$  Cu a  $50 \text{ mm}^2$  Fe. Hliníkové vodiče se nesmí použít.

Pokud systém ochrany před bleskem spojen se zemničem, pak alespoň  $16 \text{ mm}^2$  Cu nebo  $50 \text{ mm}^2$  Fe

**Zemniče a uzemňovací přívod**



**Pasivní ochrana**

Všechny spoje zemničů a podzemní spoje uzem. přívodů a přechody ocelových zemničů a uzem. přívodů mezi dvěma rozdílnými prostředími, se **musí chránit proti korozi pasivní ochranou** (např. asfaltovou zálivkou, licí pryskyřicí, antikor. páskou ...) až do těchto vzdáleností:

- ✓ Při přechodu z půdy na povrch v délce minimálně 30 cm pod povrch a 20 cm nad povrch
- ✓ Při přechodu z betonu do půdy minimálně 30 cm v betonu a 100 cm v půdě
- ✓ Při přechodu z betonu na povrch minimálně 10 cm v betonu a 20 cm nad povrchem



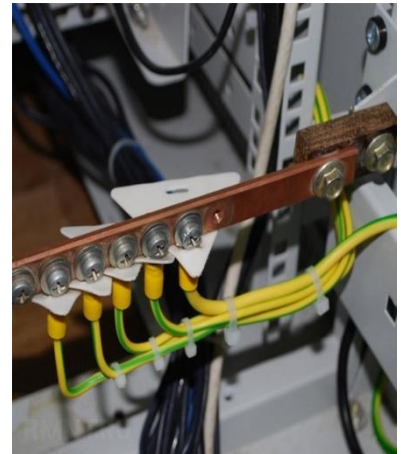
Při přemostování dilatačních spár – přemostění spáry a alespoň 20 cm v betonu na obou stranách spáry

96

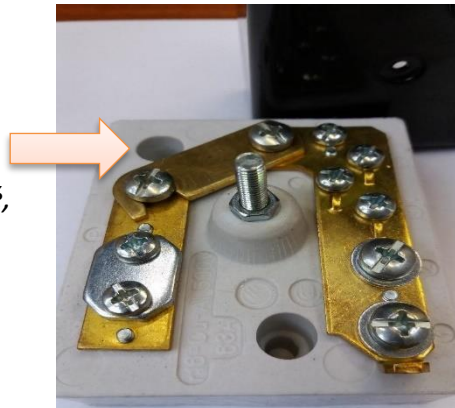
**Ochranné vodiče**

Každý ochranný vodič je vždy přímo nebo přes jiné ochranné vodiče spojen s ochrannou svorkou nebo přípojnicí a musí být označen podle ČSN 33 2000-5-51 ed. 3 barevnou kombinací zelená/žlutá. Tato kombinace barev nesmí být použita pro žádný jiný účel.

- ✓ Průřez každého ochranného vodiče musí splňovat podmínky pro automatické odpojení od zdroje a musí být schopen vydržet předpokládaný poruchový proud.



- ✓ Vhodnými spoji je třeba zachovat elektrickou spojitost mezi ochrannými vodiči.
- ✓ Spoje jsou dovoleny svařované, pájené, šroubované, nýtované, zdiřkové nebo jiné jim rovnocenné.



97

**Ochranné vodiče**

- ✓ Ochranný vodič může být i holý a nemusí být veden společně s krajními vodiči.
- ✓ Jestliže je pro ochranu před úrazem elektrickým proudem použit nadproudový ochranný prvek, měl by ochranný vodič být součástí stejného vedení jako pracovní vodiče.

**Typy ochranných vodičů**

- ✓ vodiče v mnohožilových kabelech,
- ✓ izolované nebo holé vodiče ve společném obložení s pracovními vodiči,
- ✓ upevněné holé nebo izolované vodiče.

98

**Minimální průřezy ochranných vodičů**

Průřez vodiče vedení S [mm <sup>2</sup> ] Cu	Minimální průřez odpovídajícího ochranného vodiče [mm <sup>2</sup> ] Cu	
	Ochranný vodič je ze stejného materiálu, jako vodič vedení	Ochranný vodič není ze stejného materiálu, jako vodič vedení
S ≤ 16	S	$\frac{k_1}{k_2} \times S$
16 < S ≤ 35	16 <sup>a</sup>	$\frac{k_1}{k_2} \times 16$
S > 35	$\frac{S^a}{2}$	$\frac{k_1}{k_2} \times \frac{S}{2}$

*k<sub>1</sub>, k<sub>2</sub> jsou koeficienty vodiče vedení a ochranného vodiče určené na základě materiálů vodičů a izolace, které jsou uvedeny v příloze A této normy.*

<sup>a</sup> Redukce vodiče PEN je dovolena pouze v souladu s pravidly pro dimenzování nulových vodičů **ČSN 33 2000-5-52**

**Náhodné ochranné vodiče**

- Vodivé části a předměty, které jsou primárně určeny pro jinou funkci než funkci ochranného vodiče
- Vyhovují svými vlastnostmi a umístěním

**Mohou být:**

- Kovové pláště kabelů, stínění kabelů, pancéřování kabelů, drátěné pletivo, koncentrické vodiče, kovové instalační trubky
- Kovové kryty nebo kostry elektrických předmětů a jiných zařízení



**Kovové části, které se jako ochranné vodiče nebo vodiče ochranného pospojování nesmějí použít:**

- ✓ kovová vodovodní potrubí,
- ✓ potrubí obsahující hořlavé plyny nebo kapaliny,
- ✓ konstrukční části vystavené za normálního provozu mechanickým namáháním,
- ✓ pohyblivá nebo poddajná kovová vedení, pokud pro účel ochranných vodičů nejsou přímo navržena,
- ✓ pohyblivé kovové části,
- ✓ kabelové lávky a kabelové žebříky.

**Vodiče PEN, PEL, PEM**

Označení PEL a PEM je použito pro funkci ochranného a nulového vodiče v sítích DC.

PEL - v síti s dvěma vodiči s uzemněným pólem

PEM - v síti s třemi vodiči s uzemněným středem.

Jako vodiče PEN, PEL nebo PEM se nesmějí používat cizí vodivé části.

- ✓ Funkce ochranného a nulového vodiče je sloučena. Mohou se používat pouze v pevných instalacích a z důvodu mechanické pevnosti nesmí mít průřez menší než 10 mm<sup>2</sup> mědi nebo 16 mm<sup>2</sup> hliníku. Tyto vodiče musí mít izolaci na jmenovité napětí vodičů vedení.

**Vodiče ochranného pospojování**

Vodiče hlavního pospojování nesmějí mít průřez menší, než je polovina největšího průřezu použitého ochranného vodiče instalace.

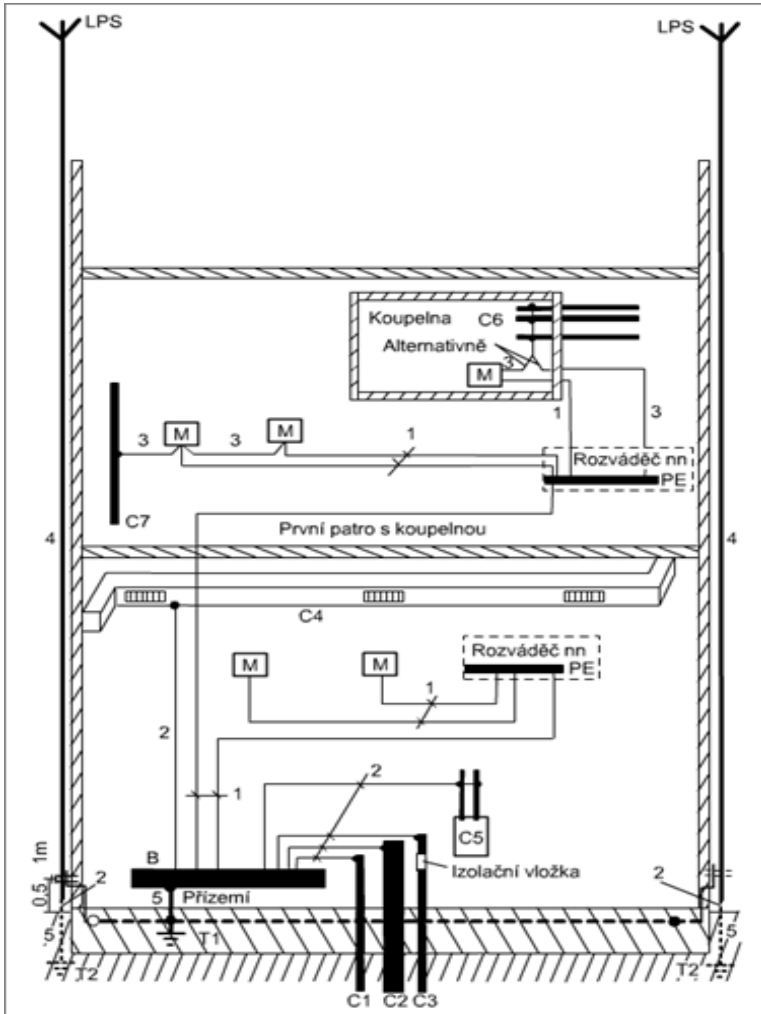
U měděného vodiče je dovolený nejmenší průřez 6 mm<sup>2</sup> a nemusí být větší než 25 mm<sup>2</sup>.

Je-li vodič z jiného materiálu musí zajistit stejnou vodivost jako vodič měděný.

Vodiče doplňujícího pospojování spojující:

- ✓ dvě neživé části, nesmějí mít vodivost menší, než je vodivost tenčího z ochranných vodičů připojených k neživým částem,
- ✓ neživé a cizí vodivé části, nesmějí mít vodivost menší, než je polovina vodivosti odpovídající průřezu příslušného ochranného vodiče.

**Znárodnění uzem. soustavy, ochranných vodičů a vodičů ochran. pospojování**



**M** Neživá část

**C** Cizí vodivá část

**C1** Vodovodní potrubí, kovové, přívod zvenku

**C2** Odpadní vodovodní potrubí, kovové, odpad ven

**C3** Plynové potrubí s izolační vložkou, kovové, přívod zvenku

**C4** Klimatizace

**C5** Systém vytápění

**C6** Vodovodní potrubí, kovové, např. v koupelně

**C7** Cizí vodivé části v dosahu ruky od neživých částí

**B** Hlavní ochranná (uzemňovací) svorka

**T** Zemnič

**T1** Základový zemnič

**T2** Zemnič pro LPS, pokud je třeba

**LPS** Soustava ochrany před bleskem

**PE** Přípojnice pro ochranné vodiče

**1** Ochranný vodič

**2** Vodič ochranného pospojování ochranný vodič zabezpečující ochranné pospojování

**3** Vodič doplňujícího pospojování

**4** Svod hromosvodu (LPS)

**5** Uzemňovací přívod

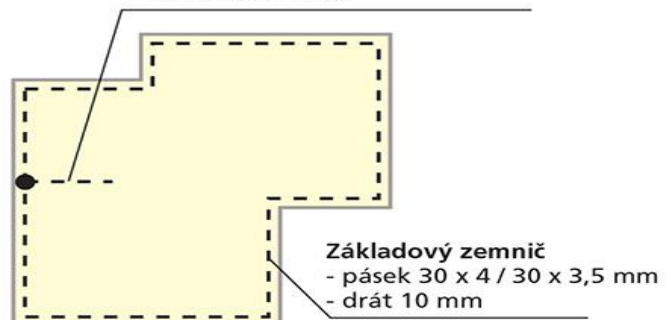
**Dokumentace uzemnění**

- je součástí dokumentace el. zařízení
- Vypracován situační plán, ze kterého by mělo být patrné následující:
  - a) Způsob uzemnění a umístění zemničů
  - b) Rozměry zemničů
  - c) Hloubka uložení zemničů
  - d) Spojení zemničů
  - e) Umístění kontrolních jímek



**Připojovací vodiče**

- minimální délka 1,5 m, výrazné označení
- nerezavějící ocel, pásek 30 x 3,5 mm
- nerezavějící ocel, drát d = 10 mm
- drát FeZn s izolací PVC d = 10/13 mm
- uzemňovací bod



**Základový zemnič**

- pásek 30 x 4 / 30 x 3,5 mm
- drát 10 mm

**Impedance poruchové smyčky**

**Příklad z praxe:**

Po výměně zásuvky v obývacím pokoji jsme vhodným přístrojem naměřili hodnotu impedance smyčky 0,8 Ohmů. Zásuvkový obvod je jističen jističem s charakteristikou typu B, vedení je provedeno kabelovým vedením CYKY 3Cx2,5 mm<sup>2</sup>.

Nyní je potřebné výpočtem ověřit, zda uvedená hodnota vyhovuje, tj. zda bude splněna podmínka pro samočinné odpojení od zdroje napájení v předepsaném čase do 0,4 s (předepsaná hodnota pro obvody s napětím 230V).

**ŘEŠENÍ**

1. **PODMÍNKA:** Podle normy ČSN 33 2000-4-41, ed.3 musí být impedance poruchové smyčky v souladu s hodnotou použitého jističoho prvku, aby v případě zkratu mezi fázovým vodičem a chráněnými neživými částmi došlo k odpojení vadného obvodu v předepsaném čase.

2. Pro splnění této podmínky musí být splněn vztah:

3. Úprava vztahu do známé podoby:

4. Impedanci smyčky zjistíme změřením skutečné hodnoty vhodným měřicím přístrojem. Změřenou hodnotu vynásobíme bezpečnostním koeficientem 1,5 (vliv nejistoty měření a úbytku napětí).

Pak:  $Z_s = 1,5 \times Z_{sm} = 1,5 \times 0,8 = 1,2$  Ohmů

Pozn.: bezpečnostní koeficient je uveden v normě ČSN 33 2000-6 ed.2 (článek D.6.4.3.7.3)

5. Za hodnotu napětí  $U_0$  dosadíme 230V

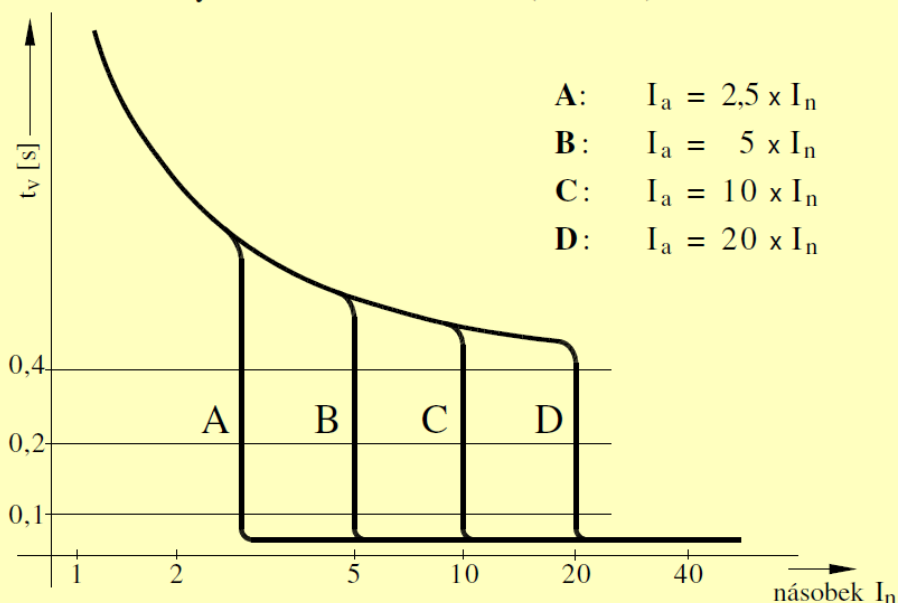
6. Proud nutný pro samočinné odpojení v předepsaném čase  $I_a$  **odpovídá u jističů předepsanému nastavení zkratové spouště**. Hodnotu zjistíme tak, že jmenovitý proud jističe vynásobíme součinitelem podle použité vypínací charakteristiky, tj. pro jistič s charakteristikou B to je 5x:  $I_a = 5 \times I_n = 80A$

106 - 108

**Přibližné vypínací charakteristiky**

viz ČSN EN 60898-1

s využitím ČSN EN 60898 (35 4170)



- A:  $I_a = 2,5 \times I_n$
- B:  $I_a = 5 \times I_n$
- C:  $I_a = 10 \times I_n$
- D:  $I_a = 20 \times I_n$

**Určení jističů**

- A - el. obvody se zařízeními, která jsou citlivá na proudové rázy (zařízení s polovodiči)
- B - el. obvody se zařízeními, které nezpůsobují proudové rázy (jištění vedení)
- C - el. obvody se zařízeními, které způsobují proudové rázy (žárovkové skupiny, vedení s motory)
- D - el. obvody se zařízeními s vysokými proudovými rázy (transformátory, 2-pólové motory)

1. krok - napíšeme známý vzoreček:

$$Z_s \leq \frac{U_0}{I_a}$$

2. krok - dosadíme zjištěné hodnoty:

$$1,5 \times 0,8 \Omega \leq \frac{230 \text{ V}}{5 \times 16 \text{ A}}$$

3. krok - provedeme předchozí naznačené výpočty:


$$1,2 \leq 2,875$$

Vyhodnocení: Jelikož jsme na konci ověřování (ve třetím kroku) obdrželi zápis, který je pravdivý, naměřená hodnota impedance smyčky vyhovuje.

Pozn.: max. hodnota Zsm je 2,875/1,5=1,9 Ohm

110

### Vzor výrobního štítku na ER

Výrobce:	Aleš Novák Elektroinstalace Lesní 12, 269 01 Rakovník		
Typ:	EZ-BR-3SL-25-230-12		
Výrobní číslo:	654321	I <sub>nA</sub>	40 A
Datum výroby:	04/2015	IP	IP40
Dle norem:	ČSN EN 61439-1 ed. 2, ČSN EN 61439-3		

A ukázka z roku 1970...



111



Značky a značení - svítidla

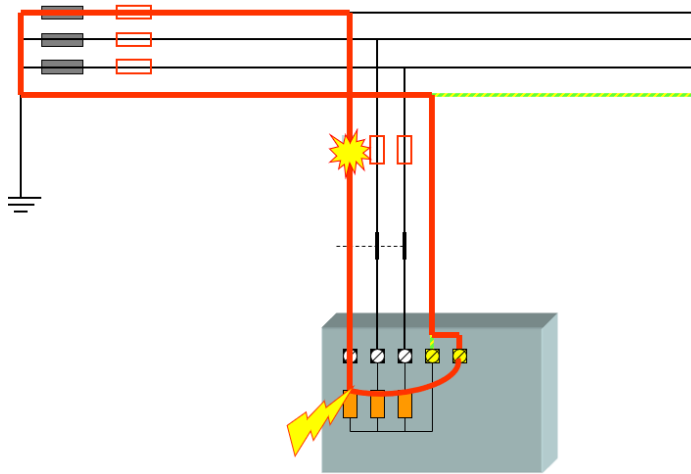
	Svítidla s omezenou teplotou povrchu.		Svítidla určená pro vysokotlaké sodíkové výbojky s vnějším zapalovacím zařízením.
	Svítidla s možností přímé montáže na normálně hořlavé hmoty. viz ČSN 33 2000-4-42 ed. 2		Svítidla určená pro vysokotlaké sodíkové výbojky s vnitřním zapalovacím zařízením
	Svítidla vhodná pro montáž na nehořlavé podklady, nebo do nich, která mohou být opatřena tepelnou izolací.		Bezpečnostní ochranný transformátor (bezpodmínečně nebo podmínečně) odolný proti zkratu.
	Svítidla nevhodná pro přímou montáž na hořlavé hmoty.		Samostatný předřadný přístroj.
	Předřadné přístroje/transformatory s ochranou před tepelnými účinky (třída P).		Použití tepelně odolných napájecích kabelů, propojovacích kabelů, nebo vnějších šňůr (počet žil není určen).
	Samostatný předřadný přístroj s možností přímé montáže na normálně hořlavé hmoty.		Svítidla určená pro použití se světelnými zdroji se zrcadlovým vrchlíkem.
	Varování před použitím světelných zdrojů se studeným svazkem „cool beam“.		Jmenovitá nejvyšší teplota okolí.
	Minimální vzdálenost od osvětlovaných předmětů/objektů (m).		Svítidla určená pouze pro použití wolframových, halogenových žárovek s vlastním krytem.
	Svítidla pro těžký provoz.		Rozbité nebo prasklé ochranné clony ihned vyměňte. (obdélníkové nebo kruhové)
	Svítidlo je vhodné pro montáž na stěnu i na strop.		Svítidlo je vhodné jen pro vyznačený světelný zdroj.
	Svítidlo je vhodné jen pro montáž na strop.		Svítidlo není vhodné pro vyznačený světelný zdroj.
	Svítidlo je vhodné jen pro montáž na stěnu.		Přípustné je použití výhradně běžné žárovky s průměrem 60 mm. Žárovka o průměru 45 mm nesmí být u tohoto svítidla použita.
	Žárovky pro toto svítidlo nesmí mít vyšší než předepsaný výkon.		Stmívání se nepřipouští.
	Třída krytí I. Svítidlo má svorku pro uzemnění - ochranný vodič musí být připojen na takto označenou svorku.		Třída krytí II. Svítidlo má dvojitou izolaci - není třeba uzemňovat.

Typy proudových chráničů, jejich užití

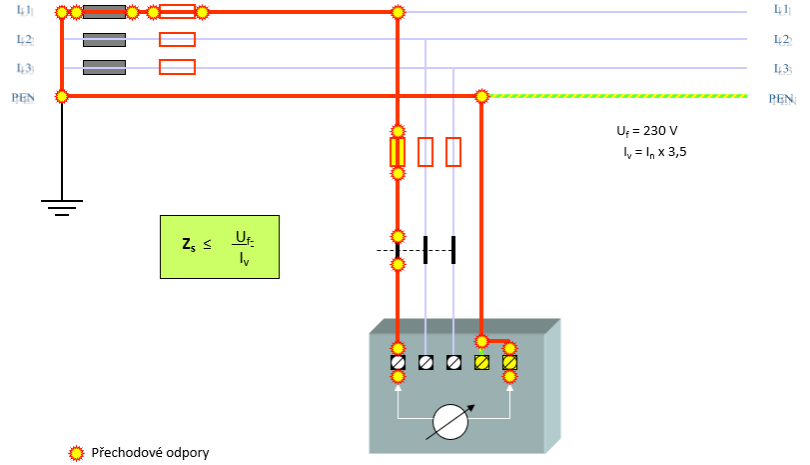
	<b>AC</b>	jen na střídavé reziduální proudy	vybrané spotřebiče v domácnosti- mikrovlnná trouba, konvice, el. topení, vnitřní i venkovní osvětlení, čerpadlo bazén,...
	<b>A</b>	střídavé reziduální proudy, pulsující stejnosměrné reziduální proudy do 6mA (malé hodnoty hladkého stejnosměrného reziduálního proudu)	myčka, klimatizace, PC, fén, LED osvětlení, pračka, sušička
	<b>F</b>	střídavé reziduální proudy, pulsující stejnosměrné reziduální proudy do 10mA, složené reziduální proudy	TČ
	<b>B</b>	střídavé reziduální proudy do 1kHz, pulsující stejnosměrné reziduální proudy do 10mA, složené reziduální proudy, hladké stejnosměrné reziduální proudy	Nabíjecí stanice, H
	<b>B+</b>	stejně podmínky jako B, frekvenční rozsah rozšířen na 20 kHz	Průmysl, H

PREZENTACE VYBRANÝCH PORUCHOVÝCH STAVŮ

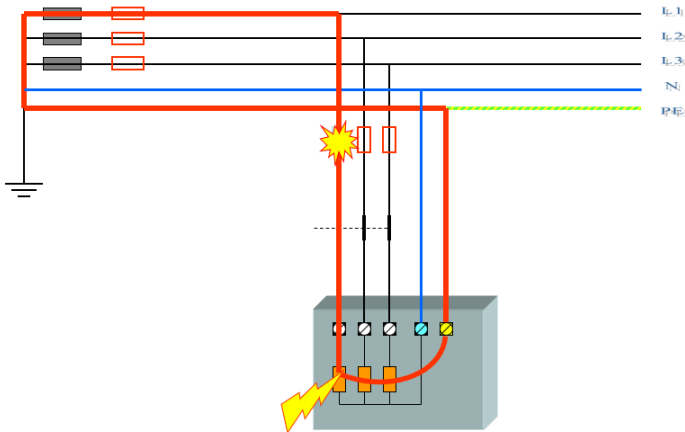
Síť TN - C



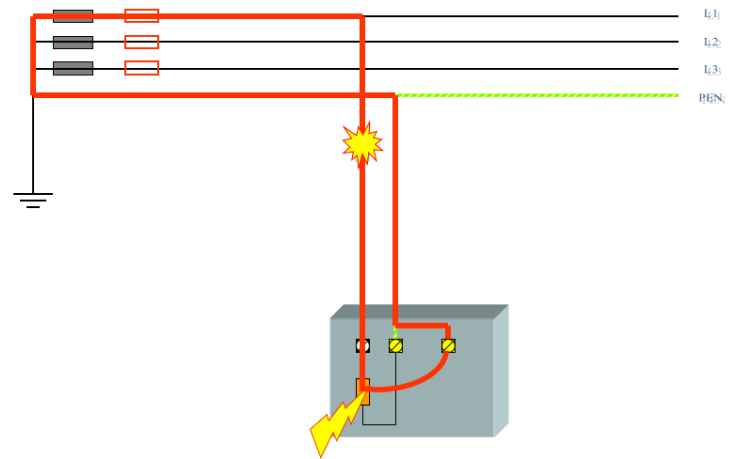
Síť TN - C



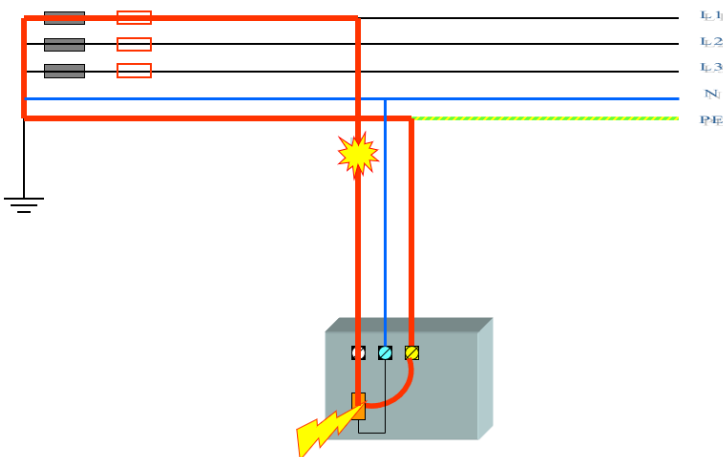
Síť TN - S



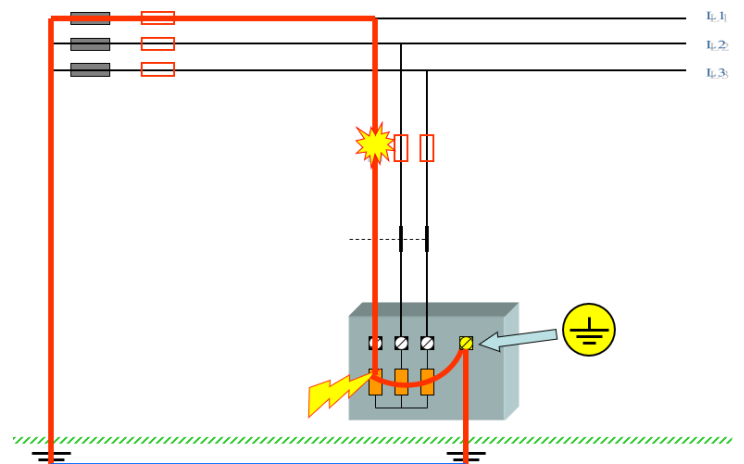
Síť TN - C



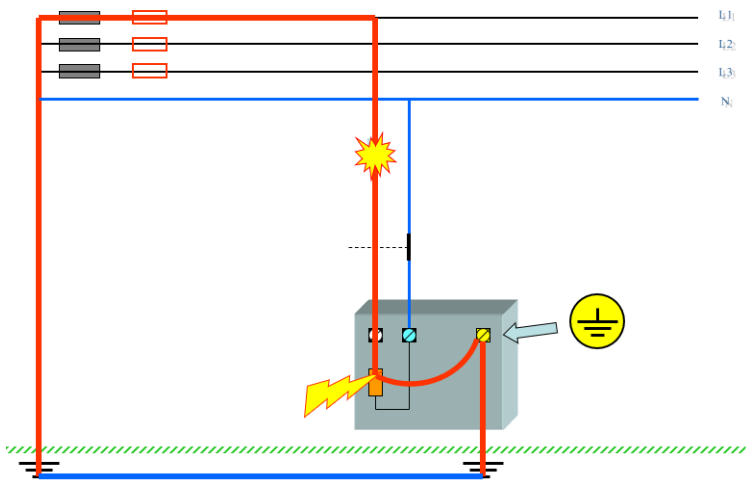
Síť TN - S



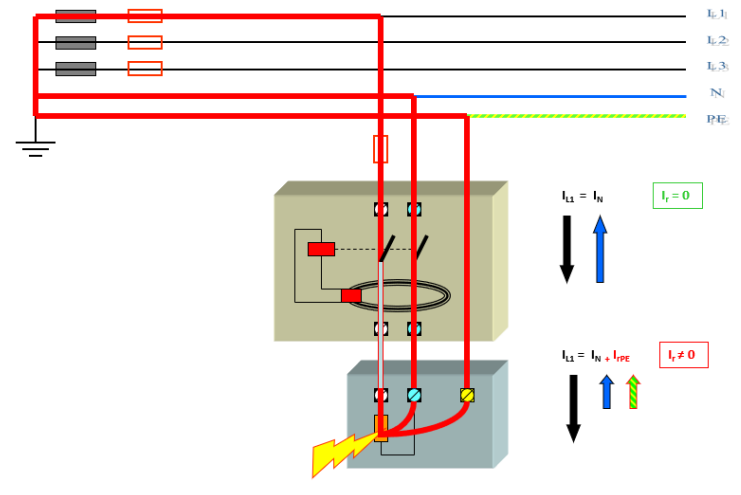
Síť TT



Sít TT



Sít TN - S



Sít TN - S

