

Bezpečnost práce na elektrických zařízeních

Ing. Jiří Kubín, Ph.D.
doplnil: Ing Martin Černík, Ph.D. (2020)



Rozdělení osob podle elektrotechnické kvalifikace

- **související norma – ČSN 61140**
- **laik** - osoba, která není ani znalá ani poučená.
- **osoba poučená** – osoba přiměřeně poučená osobami znalými nebo pod jejich dohledem, aby jí bylo umožněno rozeznat rizika a vyhnout se nebezpečím, která elektřina může způsobit,
- **osoba znalá** – osoba s odpovídajícím vzděláním a zkušenostmi, umožňujícími rozeznat rizika a vyhnout se nebezpečím, která elektřina může způsobit,

Rozdělení osob podle elektrotechnické kvalifikace (vyhláška č. 50/1978 Sb.)

- **§ 3 Pracovníci seznámení** - Pracovníci seznámení jsou ti, kteří byli organizací v rozsahu své činnosti seznámeni s předpisy o zacházení s elektrickým zařízením a upozorněni na možné ohrožení těmito zařízeními. Prokazatelný doklad o provedeném seznámení (zápis) se ukládá do osobního spisu pracovníka

Rozdělení osob podle elektrotechnické kvalifikace

- **§ 4 Pracovníci poučení** Pracovníci poučení jsou ti , kteří byli organizací v rozsahu své činnosti poučení o předpisech pro činnosti na elektrických zařízeních, školení v této činnosti, upozornění na možné ohrožení elektrickými zařízeními a seznámení s poskytováním první pomoci při úrazech elektrickým proudem. Rozsah školení je dán náplní budoucí činnosti, znalosti pracovníků poučených jsou ověřovány ve lhůtách předem stanovených organizací. Prokazatelný doklad o provedeném seznámení (zápis) se ukládá do osobního spisu pracovníka

Rozdělení osob podle elektrotechnické kvalifikace

- **§ 5 Pracovníci znalí** Pracovníci znalí jsou ti, kteří mají odborné vzdělání (vyučení, nebo dosažení středního odborného vzdělání popř. úplného středního vzdělání, nebo úspěšné absolvování vysoké školy a to vše v některém z oborů elektrotechniky) a po zaškolení složili zkoušku v rozsahu stanoveném organizací.

Rozdělení osob podle elektrotechnické kvalifikace

- **§ 6 Pracovníci pro samostatnou činnost** - Pracovníci pro samostatnou činnost jsou pracovníci s vyšší kvalifikací, kteří splňují požadavky odborného vzdělání, minimální požadované praxe a složením další zkoušky prokázali znalosti potřebné pro samostatnou činnost. Zkoušku nebo přezkoušení (nejméně jednou za tři roky) je povinna zajistit organizace. Organizace vydá vyzkoušenému pracovníkovi pro samostatnou činnost osvědčení o složené zkoušce.

Rozdělení osob podle elektrotechnické kvalifikace

- **§ 7 Pracovníci pro řízení činnosti** - Pracovníci pro řízení činnosti jsou pracovníci s vyšší kvalifikací, kteří splňují požadavky odborného vzdělání, minimální požadované praxe a složením další zkoušky prokázali znalosti potřebné pro řízení činnosti. Zkoušku nebo přezkoušení (nejméně jednou za tři roky) je povinna zajistit organizace. Organizace vydá vyzkoušenému pracovníkovi pro řízení činnosti osvědčení o složené zkoušce.

Rozdělení osob podle elektrotechnické kvalifikace

- **§ 8 Pracovníci pro řízení činnosti prováděné dodavatelským způsobem a pracovníci pro řízení provozu** Pracovníci pro řízení činnosti jsou pracovníci s vyšší kvalifikací, kteří splňují požadavky odborného vzdělání, minimální požadované praxe a složením další zkoušky prokázali znalosti potřebné pro danou kvalifikaci. Zkoušku nebo přezkoušení (nejméně jednou za tři roky) je povinna zajistit organizace. Organizace vydá vyzkoušenému pracovníkovi dle § 8 osvědčení o složené zkoušce.

Rozdělení osob podle elektrotechnické kvalifikace

- **§ 9 Pracovníci pro provádění revizí** (vyhláška č. 50/1978 Sb.) Pracovníci pro provádění revizí („revizní technici“ jsou pracovníci znalí s vyšší kvalifikací, kteří splňují požadavky odborného vzdělání, minimální praxe a na žádost organizace složili zkoušku před některým příslušným orgánem dozoru. Pro provádění zkoušek a přezkoušení revizních techniků platí zvláštní předpisy vydané příslušnými orgány dozoru. Revizním technikům vydá osvědčení o vykonané zkoušce příslušný orgán dozoru s uvedením druhu a napětí elektrického zařízení a třídy objektu.

Rozdělení osob podle elektrotechnické kvalifikace

- **§ 10 Pracovníci pro samostatné projektování a pracovníci pro řízení projektování** (vyhláška č. 50/1978 Sb.) Pracovníci pro samostatné projektování a pracovníci pro řízení projektování jsou ti, kteří mají odborné vzdělání a praxi určenou zvláštními předpisy a složili zkoušku se znalostí předpisů k zajištění bezpečnosti práce a technických zařízení a z předpisů souvisejících s projektováním. Zkoušku nebo přezkoušení (nejméně jednou za tři roky) je povinna zajistit organizace. Zkoušku nebo přezkoušení provede organizací pověřená alespoň tříčlenná komise. Organizace vydá vyzkoušenému pracovníkovi dle § 10 osvědčení o vykonané zkoušce.

Rozdělení osob podle elektrotechnické kvalifikace

- **§ 11 Kvalifikace ve zvláštních případech** (vyhláška č. 50/1978 Sb.) Absolventi vysokých škol některého z oborů elektrotechniky a přírodovědeckých fakult, oboru fyzika, kteří pracují jako učitelé v laboratořích škol všech stupňů, se považují na svých pracovištích za pracovníky pro řízení činnosti, pokud složili zkoušku v rozsahu daném organizací. Učitelé, kteří používají při výuce ve školách elektrická zařízení pod napětím, se považují pro tuto činnost za pracovníky pro samostatnou činnost, musí však být v používání zařízení prokazatelně zaškoleni a jejich znalosti bezpečnostních předpisů, souvisejících s jejich činností musí být ověřovány nejméně jednou za tři roky. Zkoušku nebo přezkoušení provede organizací pověřená alespoň tříčlenná komise. Prokazatelný doklad o provedeném seznámení (zápis) se ukládá do osobního spisu pracovníka

Normy pro bezpečnost zařízení

Soubor norem ČSN 33 2000

- Základní sada norem – popisuje instalace nízkého napětí v budovách
- Tento soubor obsahuje normy, které čítají několik set stran a je rozdělen do základních částí:
- **Část 2: Definice,**
- **Část 3: Stanovení základních charakteristik,**
- **Část 4: Bezpečnost** (př. ČSN 33 2000-4-41)
- **Část 5: Výběr a stavba elektrických zařízení,**
- **Část 6: Revize**
- **Část 7: Zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech.**



Normy pro bezpečnost zařízení Soubor norem ČSN 33 2000

- Bezpečnost zařízení – část ČSN 33 2000-4-41 ed. 3
- Související mezinárodní normy
 - IEC 60364-4-41:2005, HD 60364-4-41:2017
- Náplň – Požadavky na základní ochranu, Požadavky na ochranu při poruše, sítě, FELV apod.

Rozdělení napětí (ČSN EN 60038)

- malé napětí
 - střídavé do 50 V, stejnosměrné do 120 V
- nízké napětí
 - střídavé proti zemi 600 V, mezi fázemi do 1000 V
 - stejnosměrné do 1500 V
- vysoké napětí
 - střídavé - 1 – 35 kV
- velmi vysoké napětí
 - od 45 kV výše



Prostory a klasifikace vnějších vlivů

- Klasifikací vnějších vlivů a přiřazení prostorů z hlediska nebezpečí úrazu elektrickým proudem vlivem prostředí se podrobně zabývá norma ČSN 33 2000-5-51. „Elektrické instalace nízkého napětí – Výběr a stavba elektrických zařízení – Všeobecné předpisy“ .
- Prostředí, ve kterém se elektrické zařízení může nacházet je charakterizováno teplotou, atmosférickými podmínkami, nadmořskou výškou, výskytem vody, plísní nebo živočichů, korosivních a znečišťujících látek, mechanickým namáháním, elektromagnetickým, elektrostatickým nebo ionizujícím působením a pod.

Prostory a klasifikace vnějších vlivů

- Vnější vlivy jsou kódovány trojmístným kódem.
 - První dva znaky jsou písmenné a udávají o jaký typ vnějšího prostředí se jedná a
 - třetí znak je číslice, která udává intenzitu působení vnějšího vlivu.
- Protokol o určení vnějších vlivů je součástí dokumentace, která musí být archivovaná po dobu životnosti zařízení.
- V příloze A normy ČSN 33 2000-5-51 se stanovuje přesná specifikaci jednotlivých vnějších vlivů (např. teplota, vlhkost a teplota, nadmořská výška, cizí tělesa, voda, atd.).

Rozdělení prostorů z hlediska vnějších vlivů – prostory normální

- ***prostory normální*** – jsou takové, v nichž používání elektrického zařízení je považováno za bezpečné, protože působením vnějších vlivů nedochází ke zvýšení nebezpečí elektrického úrazu. Prostory, které se považují za normální jsou uvedeny v tabulce

Rozdělení prostorů z hlediska vnějších vlivů – prostory normální

A	AA	Teplota okolí	AA 1 AA 2 AA 3 ^{1) 2)} AA 4 ¹⁾ AA 5 AA 8
	AB	Vlhkost	AB 5
	AC	Nadmořská výška	AC 1 ¹⁾ AC 2
	AD	Voda	AD 1 ¹⁾
	AE	Cizí tělesa	AE 1 ¹⁾ AE4 ³⁾ AE 5 ³⁾ AE6 ³⁾
	AF	Koroze	AF 1 ¹⁾
	AG	Ráz	AG 1 ¹⁾
	AH	Vibrace	AH 1 ¹⁾
	AK	Rostlinstvo	AK 1 ¹⁾
	AL	Živočišstvo	AL 1 ¹⁾
	AM	Záření	AM 1 ¹⁾ AM4 ¹⁾
	AN	Sluneční záření	AN 1 ¹⁾ AN 2 AN 3 ⁵⁾
	AP	Seismicita	AP 1 ^{1) 5)}
	AQ	Bouřková činnost	AQ 1 ^{1) 6)}
B	AR	Pohyb vzduchu	AR 1 ¹⁾ AR 2 AR 3
	AS	Vítr	AS 1 ¹⁾
	BA	Schopnost lidí	BA 1 ^{1) 7)}
BE	BC	Dotyk se zemí	BC 1 BC 2
	BE	Nebezpečí požáru, výbuchu, kontaminace	BE 1 ¹⁾ BE 2 ⁴⁾ BE2N1 ⁴⁾ BE2N2 ³⁾⁴⁾
BE3 BE3N1 ³⁾⁴⁾ BE3N2 ⁴⁾ BE3N3 ⁴⁾ BE 4			
C	CA	Konstrukční materiály	CA 1 ¹⁾ CA 2 ⁴⁾
	CB	Provedení budovy	CB 1 ¹⁾ CB 2 ⁴⁾

Rozdělení prostorů z hlediska vnějších vlivů – prostory nebezpečné

- ***prostory nebezpečné*** – jsou takové, kde působením vnějších vlivů je buď přechodné, nebo stálé nebezpečí úrazu elektrickým proudem a jsou to zejména vnější vlivy uvedené v tabulce

A	AA	Teplota okolí	AA 6 AA7
	AB	Vlhkost	AB 1 AB 2 AB 3 AB 4 AB 8
	AE	Cizí tělesa	AE 2 ¹⁾ AE 3 ¹⁾ AE 4 ¹⁾ AE 5 ¹⁾²⁾ AE 6 ¹⁾²⁾
	AF	Koroze	AF 2 AF3
	AG	Ráz	AG 2 ¹⁾
	AH	Vibrace	AH 2 ¹⁾
	AK	Rostlinstvo	AK 2
	AL	Živočišstvo	AL 2
	AM	Záření	AM 2 AM 3 AM 5 AM 6
	AP	Seismicita	AP 2 ¹⁾ AP 3 ¹⁾ AP 4 ¹⁾
	AQ	Bouřková činnost	AQ 2 ³⁾ AQ 3 ³⁾
	AS	Vítr	AS 2 ¹⁾ AS 3 ¹⁾
	B	BA	Schopnost lidí
BC		Dotyk se zemí	BC4 BC3
C	CB	Provedení budovy	CB4

Vysvětlivky:

- 1) Z hlediska bezpečných malých napětí živých částí (SELV, PELV), se tyto prostory pokládají za bezpečné.
- 2) Výskyt vodivého prachu.
- 3) V zájmovém prostoru je nutno zajistit ochranu před účinky blesku a jeho následky.
- 4) V případě, že prostory s BA1 (nekvalifikované osoby) nejsou pod dozorem nebo dohledem osob BA4 (poučených) nebo BA5 (znalých), se mohou tyto prostory stát prostorami zvlášť nebezpečnými.



Klasifikace prostorů z hlediska teploty - příklad

Kód	Vnější vliv	Charakteristiky požadované pro výběr a instalaci zařízení	Odkaz
A	<i>Vnější činitel prostředí</i>		
AA	<p><i>Teplota okolí</i></p> <p>Teplota okolí je teplota ovzduší v místě, kde má být zařízení instalováno.</p> <p>Předpokládá se, že teplota okolí se uvažuje při tepelném působení ostatních zařízení instalovaných v daném místě.</p> <p>Teplota okolí, se kterou se pro zařízení počítá, je teplota v místě, na kterém má být zařízení instalováno, vyplývající z vlivů ostatních zařízení, která jsou v tomto prostoru v činnosti. Neberou se v úvahu tepelné příspěvky zařízení, která se mají instalovat.</p> <p>Dolní a horní meze teploty okolí:</p>		
AA1	-60 °C +5 °C	<p>Speciálně navržené zařízení nebo vhodná úprava^a.</p>	<p>Část teplotního rozsahu EN 60721-3-3:1995, třídy 3K8, jehož horní mez je snížena na +5 °C. Část teplotního rozsahu EN 60721-3-4:1995, třídy 4K4 jehož dolní mez je zvýšena na -60 °C a horní snížena na +5 °C.</p>
AA2	-40 °C +5 °C		

Rozdělení prostorů z hlediska vnějších vlivů – prostory zvlášť nebezpečné

- ***prostory zvlášť nebezpečné.*** – jsou takové, ve kterých působením zvláštních okolností, vnějších vlivů (popřípadě i jejich kombinací) dochází ke zvýšení nebezpečí elektrického úrazu. Jsou to zejména prostory s vnějšími vlivy podle tabulky

Rozdělení prostorů z hlediska vnějších vlivů – prostory zvlášť nebezpečné

A	AB	Vlhkost	AB 6 AB 7
	AD	Voda	AD 2 ¹⁾ AD 3 ¹⁾ AD 4 ¹⁾ AD 5 AD 6 AD 7 AD 8
	AF	Koroze	AF 4
	AG	Ráz	AG 3 ²⁾
	AH	Vibrace	AH 3 ²⁾
B	BA	Schopnost lidí	BA 3 ³⁾
	BE	Nebezpečí výbuchu	BE2N3 ⁴⁾

Vysvětlivky:

- 1) Venkovní prostory s těmito vnějšími vlivy mohou být posouzeny jako prostory pouze nebezpečné, jestliže se tyto vlivy v daném prostoru vyskytují pouze občas a je zajištěno, že s elektrickým zařízením se bude manipulovat pouze v době, kdy působí maximálně jenom vnější vlivy podle tabulky NA.4 a NA.5.
- 2) Z hlediska ochranného opatření – ochrana malým napětím SELV a PELV odpovídajícím oddílu 414 této normy, kdy napětí živých částí v prostorech zvlášť nebezpečných odpovídá tabulce NA.3, se tyto prostory pokládají za bezpečné.
- 3) Zdravotnické prostory, v nichž předpisy vyžadují určité způsoby ochrany.
- 4) Jen jsou-li hořlavé kapaliny vodivé.

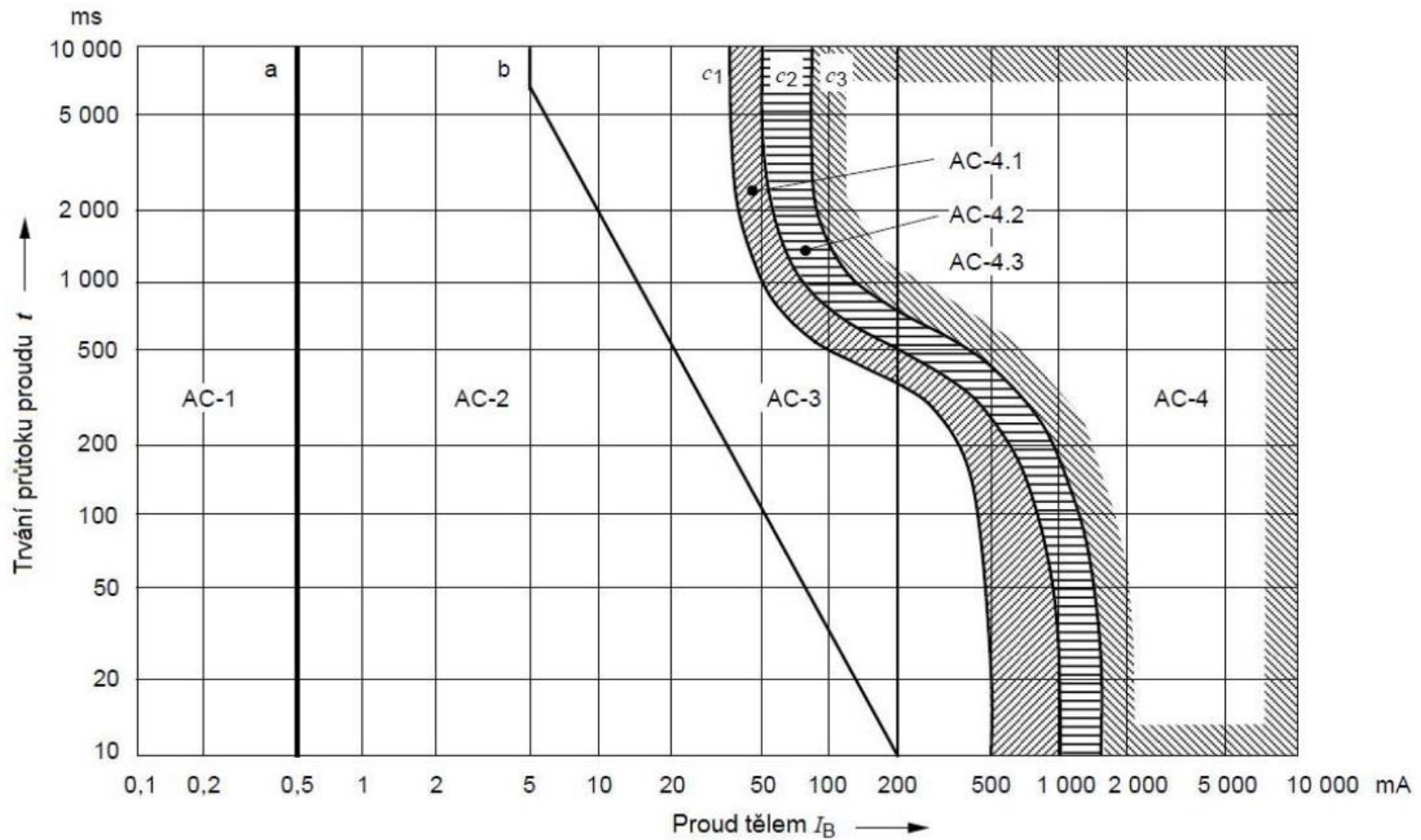
Druhy dotyků, které způsobují úraz elektrickým proudem

- **Jednopólový dotyk** - dotyk nebezpečných živých částí s potenciálem proti zemi nebo při dotyku částí s živými částmi spojenými nebo jen při přiblížení se k živým částem vysokého napětí - vn (na tzv. přeskokovou vzdálenost) - proud protéká lidským tělem mezi místem dotýkajícím se živé části a místem styku se zemí, obvykle nohama
- **Dvoupólový dotyk** - současný dotyk nebezpečných živých částí různé polaroty nebo rozdílných potenciálů nebo při přiblížení se k nim, kdy člověk je zasažený i při dobré izolaci od země

Účinky elektrického proudu na lidský organizmus

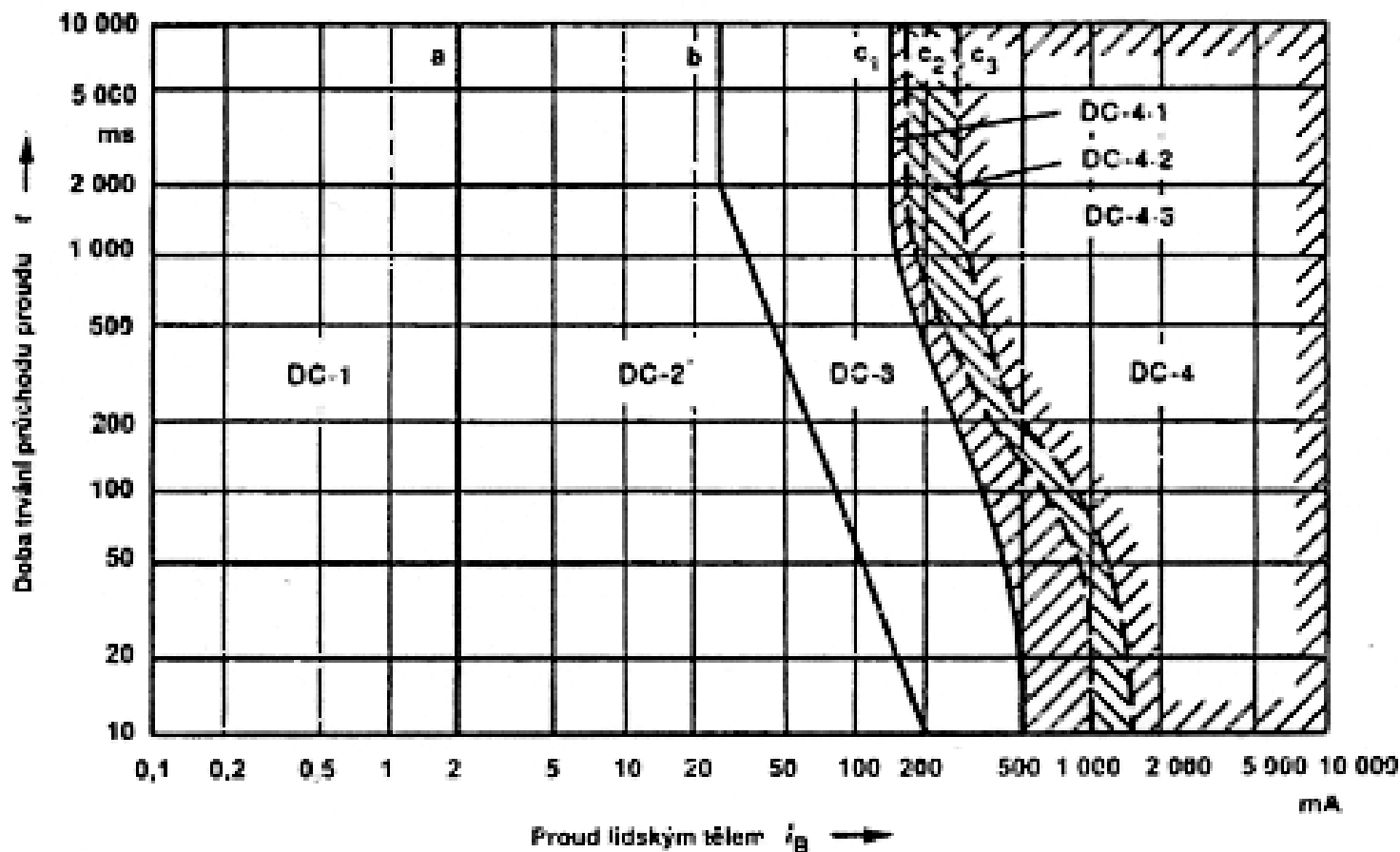
- **Hlavní fyziologický projev elektrického proudu**
 - Tepelné účinky – Jouleho teplo vzniklé průchodem elektrického proudu tělem způsobí ohřev nad fyziologicky povolenou teplotu (nad 42 °C se rozkládají bílkoviny)
 - Podráždění nervové tkáně (střídavý proud) – způsobuje falešné nervové signály, mohou způsobit srdeční zástavu
- **Střídavý proud** - nebezpečnější než stejnosměrný,
 - snadněji prochází lidským tělem (vedle odporové i kapacitní vedení)
 - vyvolá podráždění svalové a nervové tkáně.
- **Stejnoseměrný proud** - mezní hodnoty proudu podle nebezpečnosti zhruba čtyřnásobné, avšak zapnutí nebo ráz při dotyku stejnosměrného proudu má střídavou složku, která je hlavním škodlivým faktorem.

Účinky střídavého elektrického proudu na lidský organismus



Označení zóny	Mezní hodnoty zóny	Typické fyziologické účinky
AC-1	do 0,5 mA, do čáry a	obvykle bez reakce
AC-2	od 0,5 mA až k čáře b	obvykle bez škodlivých fyziologických účinků, neúmyslné svalové stahy
AC-3	od čáry b po čáru c1	obvykle bez škod na organismu. Pravděpodobnost křečovitých stahů a obtíží při dýchání
AC-4	počínaje křivkou c1	k účinkům v zóně AC-3 se mohou se zvyšující se velikostí proudu a prodlužující se dobou jeho průchodu přidat nebezpečné patofyziologické účinky jako zástava srdce, dechu a závažná popálení
AC-4.1	c1 až c2	pravděpodobnost ventrikulárních fibrilací až u 5 % lidí zasažených elektrickým proudem
AC-4.2	c2 až c3	pravděpodobnost ventrikulárních fibrilací až u 50% lidí zasažených elektrickým proudem
AC-4.3	za křivkou c3	pravděpodobnost ventrikulárních fibrilací u více než 50 % lidí zasažených elektrickým proudem

Účinky stejnosměrného elektrického proudu na lidský organizmus



Účinky stejnosměrného elektrického proudu na lidský organizmus

Označení zóny	Mezní hodnoty zóny	Typické fyziologické účinky
DC-1	do 2 mA, čára a	obvykle bez reakce, slabé štípnutí při zapínání a vypínání
DC-2	2 mA až k čáře b	obvykle bez škodlivých fyziologických účinků neúmyslné svalové stahy
DC-3	od čáry b po čáru c1	obvykle bez škod na organismu. Se vzrůstajícím proudem se mohou objevit vratné poruchy srdečních stahů a impulsů k činnosti srdce. Silní šubání způsobovaná neúmyslnými svalovými stahy
DC-4	počínaje křivkou c1	k účinkům v zóně DC-3 se mohou se zvyšující se velikostí proudu a prodlužující se dobou jeho průchodu přidat nebezpečné patofyziologické účinky jako např. ventrikulární fibrilace a závažná popálení
DC-4.1	c1 až c2	pravděpodobnost ventrikulárních fibrilací až u 5 % lidí zasažených elektrickým proudem
DC-4.2	c2 až c3	pravděpodobnost ventrikulárních fibrilací až u 50% lidí zasažených elektrickým proudem
DC-4.3	za křivkou c3	za křivkou c3 pravděpodobnost ventrikulárních fibrilací u více než 50 % lidí zasažených elektrickým proudem

Konvenční meze dovolených dotykových napětí

- Konvenční mezní hodnoty dovolených dotykových napětí jsou podloženy především dlouhodobými zkušenostmi. Je však možno je zdůvodnit i velikostmi proudů, které mohou v uvedených případech při jejich dotyku lidským tělem protékat.

Konvenční meze dovolených dotykových napětí

Maximální hodnoty bezpečného napětí ve (V)

prostory	střídavá		stejnoseměrná	
	Působící			
	trvale	krátkodobě	trvale	krátkodobě
normální a nebezpečné	25	50	60	120
zvlášť nebezpečné		12		25

Za krátkodobé se považuje působení v době, kdy je zařízení nebo elektrická instalace v poruše, než tato porucha bude odstraněna.

Bezpečná jmenovitá napětí s ohledem na členění prostorů a na způsob dotyku

Prostory	Dochází-li při obsluze k dotyku části zařízení	Nejvyšší bezpečná malá napětí živých částí	
		Střídavá (1)	Stejnoseměrná (2)
Normální i nebezpečné	živých	25	60
	krytů (3)	50	120
Zvlášť nebezpečné	živých	-	-
	krytů (3)	12	25 (30)

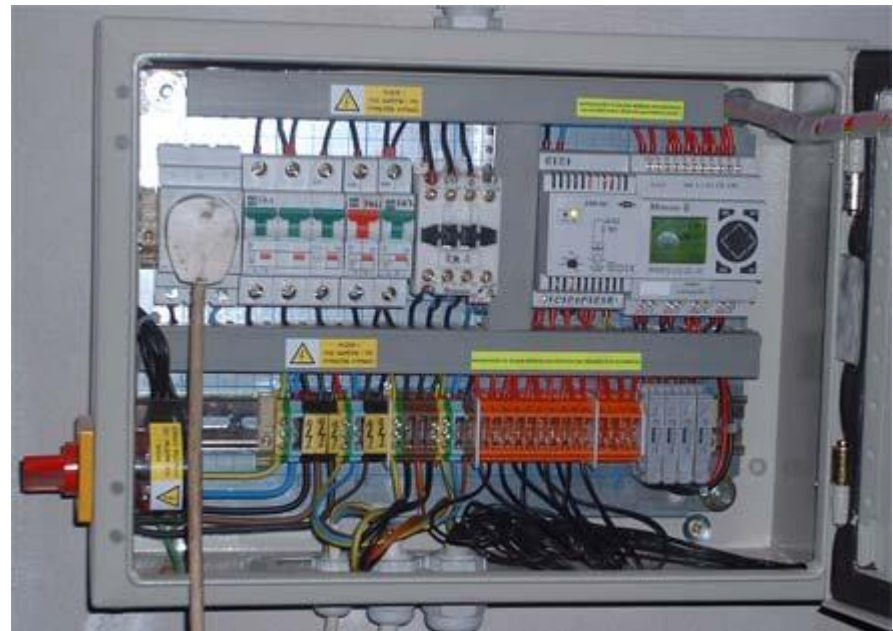
(1) pro jmenovitou efektivní hodnotu

(2) Stejnoseměrná napětí bez zvlňení, pokud zvlňení, pak jeho ef. hodnota nepřesahuje 10% stejnoseměrné složky

(3) kryty jsou izolovány od živých částí

Živé části el. zařízení

- **Živou částí** (live parts) elektrického zařízení rozumíme vodič, nebo vodivou část určenou k tomu, aby při normálním provozu byla pod napětím, včetně středního vodiče, ale podle úmluvy nezahrnuje vodič PEN, PEM nebo PEL (ochranné vodiče).



Neživé části el. zařízení

- **Neživé části** (exposed-conductive-parts) jsou vodivé části elektrického zařízení, kterých se lze dotknout, a které nejsou obvykle živé, ale mohou se stát živými v případě poruchy základní izolace.
- Příklad: kryt motoru, kovové kryty vrtaček, kovová maska rozváděčů apod

Označování vodičů ČSN 33 0165 ed. 2

- **pracovní vodič** –
 - vodič proudové soustavy, slouží k vedení proudu při provozu zařízení
 - může být krajní DC, fázový (barva izolace **černá**, **hnědá** a **šedá**)
- **Nulový, střední vodič**
 - připojený na střed (uzel) zdroje, může (ale nemusí) být spojen se zemí (**světle modrý**)
 - nulový AC, Střední DC
- **Ochranný vodič**
 - slouží k omezení rizika úrazu elektrickým proudem
 - barva – **Žluto-zelená** (**Žluto-zelená**)

Základní dělení ochran před úrazem elektrickým proudem

- a) **Ochrana před dotykem živých částí (ochrana za normálního provozu)**
- b) **Ochrana před dotykem neživých částí (ochrana v případě poruchy)**
- c) **Ochrana před nebezpečným dotykem živých i neživých částí malým napětím (Obvody SELV, PELV a FELV)**

Ochrana před dotykem živých částí

- **izolací**
- **kryty a přepážky**
 - označení krytů IPxy(AB) (International protection)
 - x – vniknutí pevného tělesa
 - y – vniknutí vody
 - (AB) přídatná písmena
- **zábranou a polohou**
- **doplňková ochrana chráničem**
 - všechny zásuvky
- **ochrana doplňkovou izolací (ne pro lajky)**



Ochrana před dotykem neživých částí

Prostory pro lajky

- **Automatické odpojení v případě poruchy**
 - nadproudové pojistky, jističe, nutné uzemnění neživých částí, pospojování, připojení na konstrukci budovy
- **Použití zařízení tř. II nebo rovnocennou izolací**
- **Ochranné uzemnění**
- **Ochranné pospojování**

Prostory pro znalé

- **Umístění v prostoru s nevodivým okolím**
- **Elektrické oddělení pro napájení více spotřebičů (oddělovací transformátor)**
- **Neuzemněným místním pospojováním**

Ochrana před nebezpečným dotykem živých i neživých částí malým napětím

- Obvody SELV, PELV a FELV je různý způsob napájení obvodů nízkým napětím kvůli jejich ochraně
 - SELV – obvod malého napětí úplně galvanický oddělený
 - PELV – obvod malého napětí spojený s napájením nízkého napětí jen ochranným (zemnicím vodičem),
 - FELV – obvod malého napětí galvanicky spojený s napáječem nízkého napětí

Ochrana omezením ustáleného proudu a náboje




- zařízení nesmí překročit hodnoty proudu uvedených v tabulce (pokud je zatíženo rezistorem 2 kOhm)

Způsob obsluhy	Ustálený proud		Nahromaděný náboj
	střídavý	stejnoseměrný	
bez dotyku	3,5 mA	10 mA	50 μC
s dotykem	1 mA	3 mA	0,5 μC

Označování vodičů

- **ochranný vodič** - vodič úmyslně vedený pro spojení částí ***neživých*** za účelem ochrany před nebezpečným dotykovým napětím bez ohledu na to, zda je nebo není současně vodičem pracovním - (barva izolace **zelená-žlutá**),

Třídy ochrany elektrických spotřebičů

Třída zařízení	Označení zařízení nebo návody	Podmínky pro připojení zařízení k instalaci
Třída ochrany 0	- pouze pro použití v nevodivém okolí; nebo - chráněno elektrickým oddělením	Nevodivé okolí Elektrické oddělení zajištěné samostatně pro každé zařízení
Třída ochrany I	Označení ochranné svorky nebo písmeny PE nebo barevnou kombinací zelená-žlutá 	Připojení této svorky k ochrannému pospojování instalace
Třída ochrany II	Označení značkou 	Nespolehá se na žádné ochranné prostředky instalace
Třída ochrany III	Označení značkou 	Připojení pouze k síti SELV nebo PELV

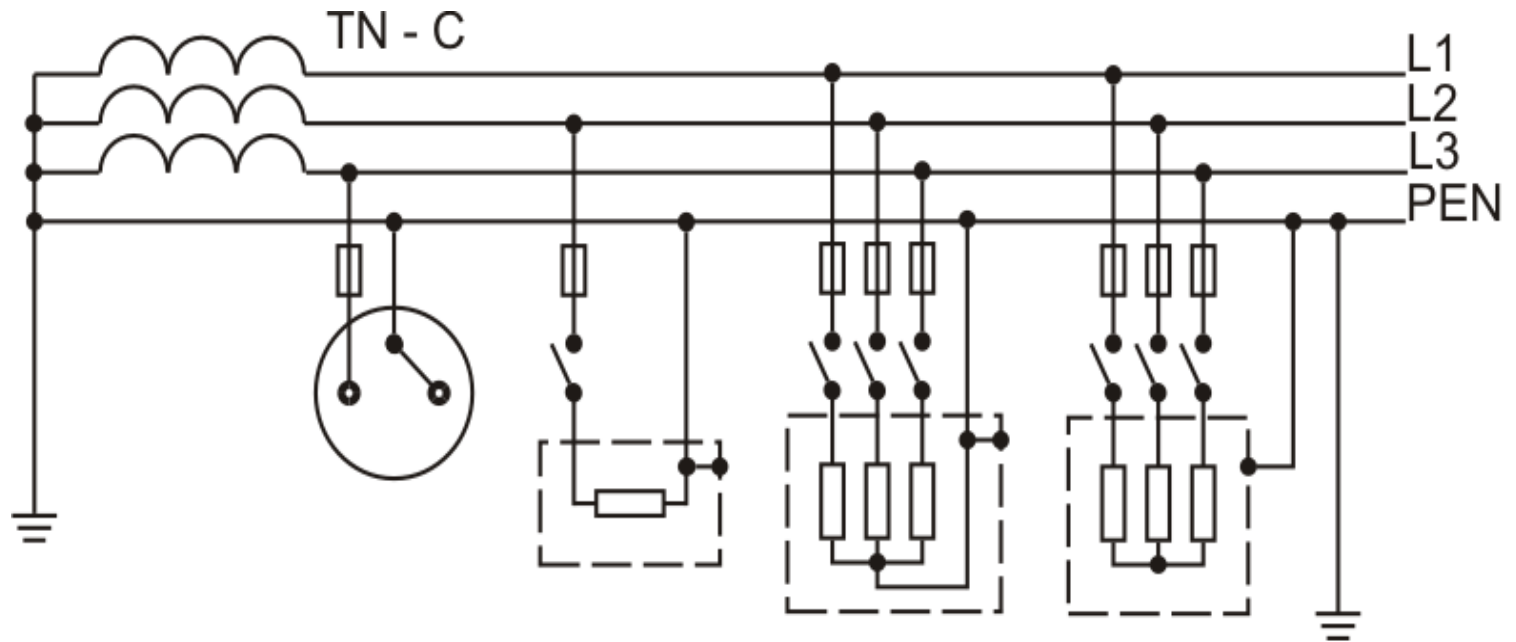
Energetické rozvodné sítě NN

- Druhy sítí jsou podle způsobu uzemnění označeny písmenovým kódem, kde:
- první písmeno vyjadřuje vztah sítě a uzemnění
 - T . . . bezprostřední spojení jednoho bodu sítě se zemí
 - I . . . oddělení všech živých částí od země, nebo spojení jednoho bodu sítě se zemí přes velkou impedanci,
- druhé písmeno vyjadřuje vztah neživých částí v rozvodu a uzemnění
 - T . . . přímé spojení neživých částí se zemí,
 - N . . . přímé spojení neživých částí s uzemněným bodem sítě, kterým je obvykle střed, resp. uzel zdroje (nebo uzemněný fázový vodič),

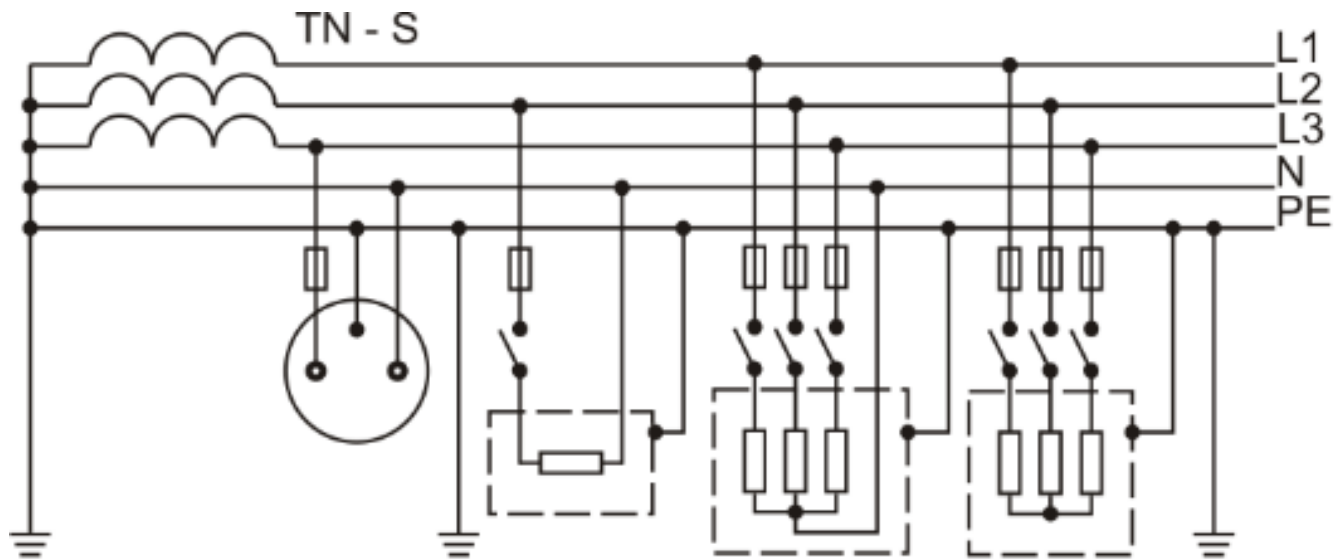
Energetické rozvodné sítě NN

- další písmeno (písmena) – pokud existují – mohou vyjadřovat uspořádání ochranných a středních vodičů
 - **S** . . . funkce ochranného vodiče PE je zajišťována vodičem vedeným odděleně od středního (nebo uzemněného) vodiče N,
 - **C** . . . funkce ochranného a středního vodiče je sloučena do jediného vodiče (do vodiče PEN).

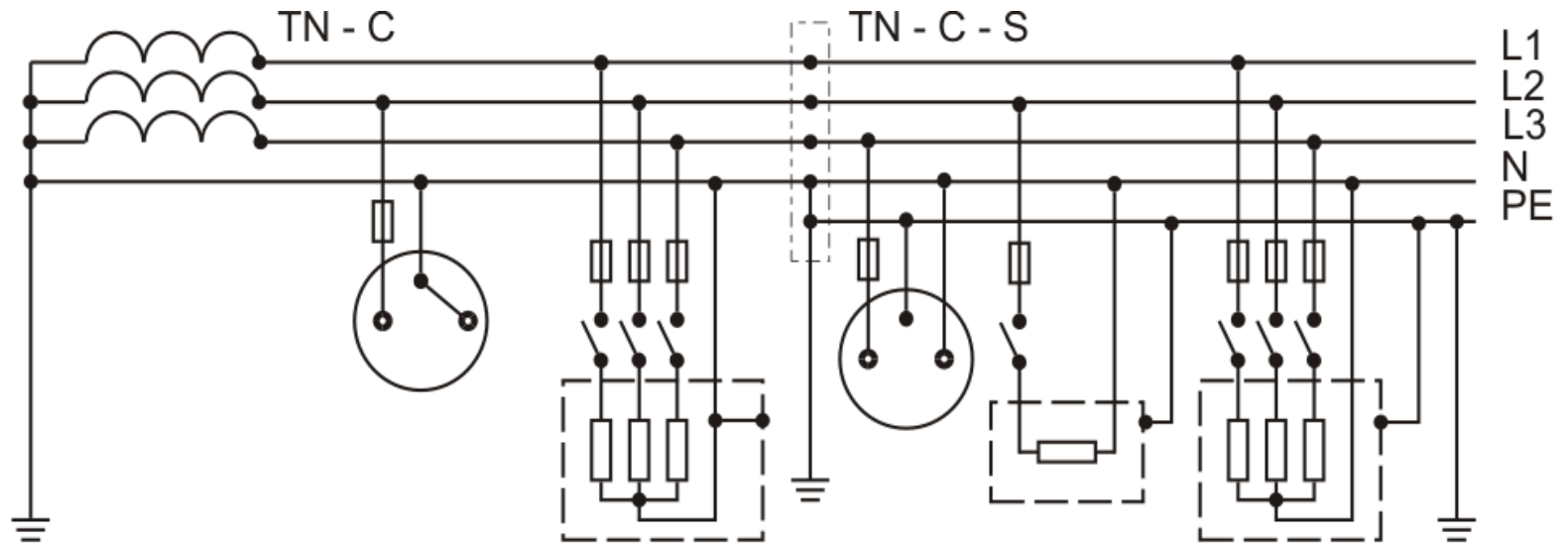
Sítě TN - C



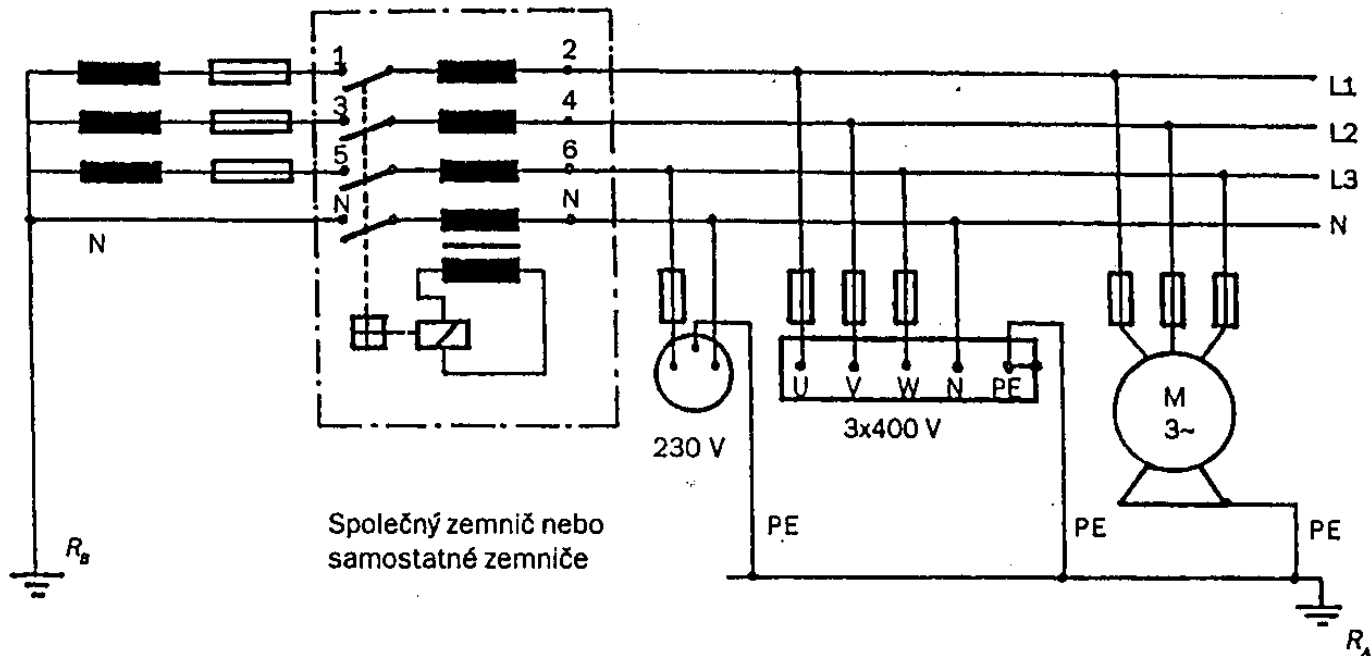
Sítě TN - S



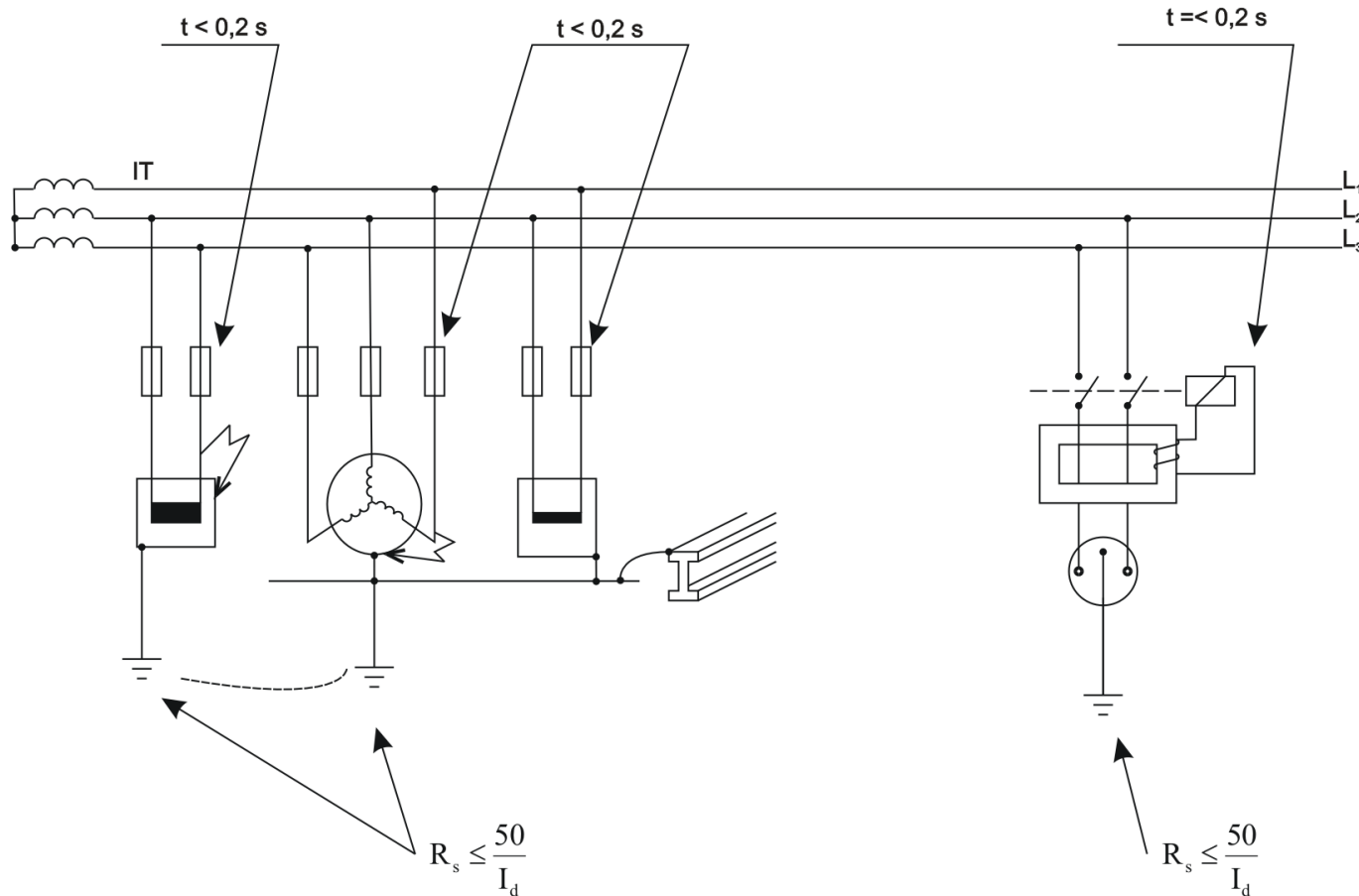
Sítě TN – C – S



Sítě TT



Sítě IT



Požární ochrana (PO)

- Porucha na elektrické instalaci může způsobit požár
- Při zjištění požáru – volá hoří, vypne proud (pokud to jde) a snaží se hasit (pokud je to možné)
- Druhy hasících přístrojů
 - Vodní a pěnové – **na elektrické instalace nikdy**
 - **Sněhové - CO₂** – šetrný k zařízení, omrzliny
 - **Práškový** – účinný, na el. zařízení devastující
- Tísňová linka - 150, 112
- Sekce – neotvírat protipožární dveře na schodiště

Poskytování první pomoci

- Vyproštění postiženého z dosahu proudu
 - vypnutí proudu, nevodivý předmět (hrábě)
 - maximální opatrnost
- Prvotní vyšetření a řešení kritických stavů
 - srdce a dýchání, krvácení
- Volat lékaře
 - 155, 112
- Další zdravotní komplikace řešit, až když jsou zajištěné životní funkce
- Organizační věci (informování vedoucího) je až za záchranou lidského života

Příklady testových otázek

- Napište rozdíl mezi živou a neživou částí elektrického obvodu
- Je více nebezpečný proud střídavý nebo stejnosměrný a proč?
- Napište druhy vodičů v 3f soustavě, uveďte jejich písemné a barevné značení
- Nakreslete 1f zásuvku a jednofázový spotřebič v síti TN-S