

Osnova kurzu

- Základní elektrotechnické předpisy
- Úraz elektrickým proudem
- Člověk coby elektrický spotřebič
- ČSN 34 3100
- ČSN 33 2000-3
- ČSN 33 2000-4-41
- ČSN 33 2000-4-481
- ČSN 33 2000-4-43
- ČSN 33 2000-4-473
- ČSN 33 2000-5-523
- ČSN 33 2000-4-54
- ČSN 33 2000-7-701
- ČSN 33 0121
- ČSN 33 0130
- ČSN 33 0600
- ČSN 34 1610
- ČSN 33 0330
- ČSN 33 0360
- ČSN 33 2130
- ČSN 33 2312
- ČSN 34 1090
- ČSN 34 1390
- ČSN 33 0165
- ČSN ISO 3864
- ČSN 34 0350
- ČSN 35 1330
- ČSN 33 1500
- ČSN 33 1600
- ČSN 33 1610

KAPITOLA I.

ZÁVAZNÉ

PRÁVNÍ PŘEDPISY

PRO ELEKTROTECHNIKU

Návaznost technické normalizace na legislativu

Na základě článku 100, *Dohody k založení Evropských společenství* z roku 1957 uzavřené v Římě vydala Rada Evropských společenství směrnice, které pojednávají o přizpůsobení zákonů a předpisů jednotlivých členských zemí a jejich návaznosti v rámci Evropské unie.

Technická norma je obecně v rámci hierarchie zákonů a předpisů uznávaným pravidlem techniky.

V ČR tuto problematiku řeší zákon č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky.



■ **Uplatnění technických norem:**

"zákon > technický předpis > harmonizovaná norma"

Zákon pro uplatnění výrobků na trhu stanoví tuto hierarchii:

- **zákon**

- **technický předpis,**

- právní předpis vyhlášený ve sbírce zákonů ČR, který obsahuje technické požadavky na výrobky,

- určuje uplatnění českých norem

- v kontextu norem mezinárodních a evropských

- v souvislosti s novými právními předpisy platnými v ČR.

- nařízení vlády, kterým se zavádějí základní požadavky směrnic Evropské unie.

- **norma označená ČSN**, tj. dokument poskytující pravidla, směrnice nebo charakteristiky ve vymezených souvislostech,

- **harmonizovaná norma**, tj. norma určená příslušným ústředním úřadem (Úřadem pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví) pro splnění technických požadavků na výrobky vyplývajících z technického předpisu.

Právní předpisy (zákony, nařízení, vyhlášky)jsou závazné a jejich dodržování je povinné.

Technické normy jsou dobrovolné, ale jejich dodržení dává do značné míry jistotu, že je splněn příslušný právní předpis.

Přehled důležitých zákonů, vyhlášek a nařízení vlády

- **Nařízení vlády č. 495/2001 Sb.**, kterým se stanoví rozsah a bližší podmínky poskytování osobních ochranných pracovních prostředků, mycích, čisticích a dezinfekčních prostředků.
Nařízení vlády č. 494/2001 Sb., kterým se stanoví způsob evidence, hlášení a zasílání záznamu o úrazu, vzor záznamu o úrazu a okruh orgánů a institucí, kterým se ohlašuje pracovní úraz a zasílá záznam o úrazu
- **Zákon č. 102/2001 Sb.**, o obecné bezpečnosti výrobků: stanovuje obecnou povinnost **uvádět na trh pouze bezpečné výrobky** a předepisuje opatření pro splnění této povinnosti. Za bezpečný se přitom považuje výrobek splňující požadavky zvláštního právního předpisu a mezinárodních smluv. Uvedeným právním předpisem je právě zákon:
- **Zákon č. 205/2002 Sb. a Zákon č. 22/1997 Sb.** o technických požadavcích na výrobky na něž navazují nařízení vlády s požadavky na výrobky..
- **Zákon č. 59/1998 Sb.**, o odpovědnosti za škodu způsobenou vadou výrobku
Za škody vzniklé v důsledku vady výrobku odpovídá výrobce poškozenému.
Výrobce se může odpovědnosti zprostit pouze, prokáže-li, že vada neexistovala v době, kdy byl výrobek uveden na trh, nebo že stav znalostí v době uvedení výrobku na trh neumožnil zjistit jeho vadu (popř. další okolnosti).
Za výrobce se pro účely tohoto zákona považuje:
 - ten, kdo výrobek vyrobí nebo na něm uvede své jméno, ochrannou známku apod.
 - ten, kdo výrobek doveze za účelem prodeje.
 - pokud výrobce není znám, považuje se a něj ten, kdo výrobek dodal.

Přehled důležitých zákonů, vyhlášek a nařízení vlády

- **Vyhláška č. 20/1979 Sb.** Českého úřadu bezpečnosti práce a Českého báňského úřadu, kterou se určují vyhrazená elektrická zařízení a stanoví některé podmínky k zajištění jejich bezpečnosti (změna - vyhláška 553/1990 Sb.)
- **Vyhláška č. 50/78 Sb.** Českého úřadu bezpečnosti práce a Českého báňského úřadu, o odborné způsobilosti v elektrotechnice (se změnami a doplňky - vyhláška 98/1982)
- **Zákon č. 174/1968 Sb.**, o státním odborném dozoru nad bezpečností práce změněn zákonem č. 124/2000 Sb, který vstupuje v platnost k 1. 7. 2000.
Zákon č. 65/1965 Sb. - Zákoník práce (poslední úplné znění je zveřejněno ve Sbírce zákonů pod č. 126/1994 Sb.) – změněno zákonem č. 155/2000 Sb.

Vyhláška 50/78Sb

Vyhláška Českého úřadu bezpečnosti práce o odborné způsobilosti v elektrotechnice

- **§1.stanoví stupně odborné způsobilosti pracovníků** zabývajících se:
 - obsluhou elektrických zařízení
 - pracích na elektrických zařízeních
 - projektováním elektrických zařízení
 - výrobou a montáží elektrických zařízení dodavatelským způsobem
 - způsoby získání kvalifikace
 - povinnostmi organizací a pracovníků v souvislosti s kvalifikací

- **§2.pracovníci dle §1 musí:**
 - být tělesně a duševně způsobilí (dle směrnic MZ)
 - splňovat podmínky této vyhlášky

- **§3 pracovníci seznámení**
 - v rozsahu své činnosti jsou organizací seznámeni s předpisy o zacházení s elektrickým zařízením a upozorněni na možné ohrožení těmito zařízeními
 - seznámení provede pověřený pracovník s potřebnou kvalifikací
 - o seznámení se provede zápis podepsaný pověřeným pracovníkem a pracovníky seznámenými

Vyhláška 50/78Sb

■ §4 pracovníci poučení

- byli organizací v rozsahu své činnosti seznámeni s předpisy pro činnost na el. Zařízení, školeni v této činnosti, upozornění na možné nebezpečí.
- byli seznámeni s poskytováním 1.pomoci při úrazu elektrickým proudem
- organizace stanovuje:
 - . Obsah seznámení
 - . Dobu školení s ohledem na charakter a rozsah činností
 - . Ověřování znalostí pracovníků ve lhůtách, které si určí
- seznámení, školení a ověření provádí pověřený pracovník s odpovídající kvalifikací (dle §5-9) zápis podepsaný pracovníkem a poučenými pracovníky.

Vyhláška 50/78Sb

■ §5. Pracovníci znalí

- mají ukončené odborné vzdělání dle přílohy vyhlášky a po zaškolení složili zkoušku předepsaného rozsahu
- zaškolení a zkoušku zajišťuje organizace
- obsah a délku zaškolení určuje organizace
- organizace zajišťují přezkoušení alespoň 1x za 3 roky.
- zaškolení a přezkoušení provede organizací pověřený pracovník s kvalifikací dle §6-9, provede zápis který podepíše s pracovníkem znalým

■ §6 pracovník pro samostatnou činnost

jedná se o pracovníky znalé s vyšší kvalifikací, kteří:

- splňují požadavky na pracovníky dle §5
- mají alespoň nejkratší možnou praxi (do 1000V -1 rok)
- prokázali zkouškou znalosti pro samostatnou činnost
- zkoušku je povinna zajistit organizace, přezkoušení pak nejméně jednou za tři roky
- zkoušení provádí organizací pověření tříčlenná zkušební komise, jeden člen musí mít kvalifikaci dle §7-9
- zápis o zkoušce podepsaný členy zkušební komise

Vyhláška 50/78Sb

■ §7 pracovníci pro řízení činnosti

jsou pracovníci znalí s vyšší kvalifikací kteří:

- splňují požadavky dle §6 nebo §5
- mají alespoň nejkratší požadovanou praxi (do 1000V 1 rok)
- prokázali složením další zkoušky znalosti potřebné pro řízení činnosti
- zkoušku je povinna zajistit organizace, přezkoušení pak nejméně jednou za tři roky
- zkoušení provádí organizací pověřením tříčlenná zkušební komise, jeden člen musí mít kvalifikaci dle §8 nebo 9
- zápis o zkoušce podepsaný členy zkušební komise
- o termínu a místě zkoušky organizace prokazatelně uvědomí příslušný orgán dozoru alespoň 4 týdny před jejich konáním

Vyhláška 50/78Sb

§8 pracovníci pro řízení činnosti prováděné dodavatelským způsobem a pracovníci pro řízení provozu

- ***pracovníci pro řízení činnosti prováděné dodavatelským způsobem jsou pracovníci znalí s vyšší kvalifikací kteří:***
 - splňují požadavky dle §7 nebo §6
 - mají alespoň nejkratší požadovanou praxi (do 1000V:SO-6let, ÚSO-4roky, VŠ-2roky)
 - prokázali složením další zkoušky znalosti potřebné pro řízení činnosti prováděné dodavatelským způsobem

- ***pracovníci pro řízení provozu jsou pracovníci znalí s vyšší kvalifikací kteří:***
 - splňují požadavky dle §7 nebo §6
 - mají alespoň nejkratší požadovanou praxi (do 1000V:SO-6let, ÚSO-4roky, VŠ-2roky)
 - prokázali složením další zkoušky znalosti potřebné pro řízení provozu

- - zkoušku je povinna zajistit organizace, přezkoušení pak nejméně jednou za tři roky
 - zkoušení provádí organizací pověřením alespoň tříčlenná zkušební komise, jejíž nejméně dva členové mají kvalifikaci dle §8-pro řízení činnosti prováděné dodavatelským způsobem nebo §9.
 - zápis o zkoušce podepsaný členy zkušební komise
 - o termínu a místě zkoušky organizace prokazatelně uvědomí příslušný orgán dozoru alespoň 4 týdny před jejich konáním
 - v případě montáží elektrických odběrových zařízení uvědomí též energetické závody-distribuci

Vyhláška 50/78Sb

§9 pracovníci pro provádění revizí-revizní technici

Jsou pracovníci znalí s vyšší kvalifikací, kteří mají ukončené odborné vzdělání dle přílohy a praxi dle přílohy a na žádost složili zkoušku před příslušným orgánem dozoru
Pro provádění zkoušek a přezkoušení platí zvláštní předpisy

§10 pracovníci pro samostatné projektování a řízení projektování

přezkoušuje se znalost - elektrotechnických předpisů

- předpisů souvisejících s projektováním

§11 kvalifikace ve zvláštních případech

Týká se kvalifikace pracovníků vědeckých laboratoří, školních laboratoří

Přezkoušení alespoň 1x za tři roky před tříčlennou komisí, kde alespoň jeden člen má kvalifikaci dle §7-9.

Praxe elektrotechniků dle vyhl.50/78Sb

Kvalifi- kace	Činnost							
	na elektrických zařízeních							
	do 1 000 V				nad 1 000 V			
	odborné vzdělání							
	V	SO	ÚSO	VŠ	V	S O	ÚSO	VŠ
	délka praxe							
§ 6	1 rok				2 roky			
§ 7	2 roky	1 rok			3 roky	2 roky		
§ 8	6 roků		4 roků	2 roky	7 roků		5 roků	3 roky

Vyhláška 20/79Sb, upravená vyhláškou 553/90Sb.

Českého úřadu bezpečnosti práce, kterou se určují vyhrazená elektrická zařízení a stanoví některé podmínky k zajištění jejich bezpečnosti.

§2. Vyhrazená elektrická zařízení jsou zařízení:

- pro výrobu, přeměnu, rozvod a odběr elektrické energie
- určená k ochraně před účinky atmosférické nebo statické elektřiny

§3. Organizace směřjí:

- provádět revize, montáž, opravy a údržbu vyhrazených elektrických zařízení
- vyrábět rozváděče nízkého napětí dodavatelským způsobem

jen na základě oprávnění , které vydává ITI (případně báňský úřad) na základě žádosti organizace a prokázání odborné a technické způsobilosti

pro účely revizí se objekty dělí na:

- A ... objekty bez nebezpečí výbuchu
- B ... objekty s nebezpečím výbuchu
- C ... objekty spadající pod báňský úřad

Povinnost organizace oznámit orgánu dozoru místně příslušnému (z hlediska montáže) nejméně 15 dnů předem montáž vyhrazených zařízení (o výkonu předepsaného vyhláškou)

Bezpečnostní předpisy pro obsluhu a práci na el. zařízeních

Řeší ČSN 34 3100

Elektrické zařízení – zařízení k výrobě, rozvodu a spotřebě el. energie

Obsluha el. zařízení – úkony spojené s provozem el. zařízení (spínání, čtení údajů, výměna závitových, přístrojových pojistek a žárovek, prohlídka zařízení)

Prohlídka el. zařízení – prohlídka stavu, sluchová kontrola při dodržení předepsaných bezpečných vzdáleností od částí pod napětím

Práce na el. zařízení – montáž, revize, údržba el.zařízení (zajištění pracoviště, měření přenosnými přístroji)

Údržba el. zařízení – opravy, čištění a odstraňování závad a poruch k zajištění dobrého technického stavu

Revize el. zařízení – souhrn úkonů, při kterých se prohlídkou měření a zkoušením zjišťuje, zda-li zařízení vyhovuje platným předpisům

Zajištění pracoviště pro práci – souhrn opatření pro zajištění bezpečnosti pracujících

Příkaz B – písemný doklad o nařízených technických a organizačních opatřeních sloužících k zajištění bezpečnosti pracujících při práci na el. zařízeních a v jeho blízkosti.

Bezpečnostní předpisy pro obsluhu a práci na el. zařízeních

Ochranné pomůcky – předměty chránící pracovníka před nebezpečnými účinky elektřiny

Pracovní pomůcky – předměty potřebné k práci na elektrickém zařízení nebo v jeho blízkosti

Pracoviště – vymezený prostor pro práci na el.zařízení nebo v blízkosti

Vedoucí práce – osoba pověřená vedením pracovní skupiny příp. osoba pracující sama. Je zodpovědná za dodržování předpisů při práci pod dozorem.

Práce podle pokynů – práce, pro kterou jsou dány jen nejnutnější pokyny
- za dodržování předpisů odpovídají pracující

Práce s dohledem – práce prováděné podle podrobnějších pokynů
- vedoucí před započítím zkontroluje provedená nutná bezpečnostní opatření
- v průběhu práce. Občasná kontrola pracovníků
- za dodržování předpisů zodpovídají pracovníci

Práce pod dozorem – práce prováděné za trvalé přítomnosti osoby pověřené dozorem
- za dodržování předpisů je zodpovědný dozor

Bezpečnostní předpisy pro obsluhu a práci na el. zařízeních

Prokazatelně – ze záznamu musí být patrný: - obsah školení, instruktáže
- podpisy stvrzeno její provedení

V blízkosti el. zařízení – taková vzdálenost osoby nebo pracovního místa od živých částí el. zařízení pod napětím, ve které za použití pomůcek nebo jiných vodivých předmětů se musí dodržovat předepsaná bezpečnostní opatření.

Dotyk nahodilý - náhodný dotyk

Dotyk úmyslný - vědomý dotyk částí těla bez použití nástroje

Dotyk svévolný – vědomý dotyk s použitím nástroje nebo předmětu

Elektrická zařízení

- stav dle platných norem a předpisů
- před uvedením do provozu ověření bezpečného a provozuschopného stavu
- nevyhovující, ale bezpečná zařízení – místní bezpečnostní předpis + seznámení

Bezpečnostní předpisy pro obsluhu a práci na el. zařízeních

Bezpečnostní sdělení:

- upozorňují na stav zařízení
- bezpečnostní tabulky a nápisy (přenosné se závěsem –vše z izolantu)

Ochranné a pracovní pomůcky:

- v dobrém stavu
- v předepsaných lhůtách zkoušené

Příkaz „B“

- vydává osoba znalá s vyšší kvalifikací odpovídající za provozování el.zařízení
- vydává se pro jedno pracoviště a jednu pracovní skupinu
- vydává se na práce na vn, vvn a v jejich blízkosti
- vydává se na práce na mn, nn v blízkosti vn, vvn
- platí až 24 hodin
- lze prodloužit maximálně na dobu 1 týdne

Bezpečnostní předpisy pro obsluhu a práci na el. zařízeních

Obsluha elektrického zařízení:

obsluhovat el.zařízení:

1. smějí osoby s požadovanou kvalifikací
2. musí používat předepsané ochranné pracovní pomůcky
3. musí být seznámeni s funkcí zařízení a místními bezpečnostními předpisy
4. volný přístup k obsluhovaným částem
5. dotýkat se jen určených částí
6. při poškození vhodná opatření
7. při přemístování nejprve bezpečné odpojení od napětí

Bezpečnostní předpisy pro obsluhu a práci na el. zařízeních

Práce na elektrickém zařízení

- bez napětí
- v blízkosti částí pod napětím
- pod napětím (na přehledných zařízeních při dodržení bezp. Opatření a použití předepsaných pomůcek)

Práce pod napětím jsou zakázána:

- v prostorách těsných, vlhkých a mokrých
- v prostorách se zvýšenou korozní agresivitou
- na pracovištích venku za deště, bouřky mlhy, tmy, vichřice, sněžení

Práce pod napětím na nn smí:

- alespoň osoby znalé. Musí být proškoleny a vybaveny pomůckami

Práce pod napětím vn a vvn:

- osoby znalé za dozoru osoby znalé s vyšší kvalifikací

Bezpečnostní předpisy pro obsluhu a práci na el. zařízeních

Za práci na elektrickém zařízení *bez napětí* se považuje práce:

- při níž zařízení nebo jeho část je odpojeno od napětí
- práce na místě, které je oddělené od živých částí pod napětím kryty chránícími před úmyslným dotykem.

Za práci na elektrickém zařízení *v blízkosti částí pod napětím* se považuje práce:

- zařízení není odpojeno od napětí, avšak pracující se nedotýká ani pomůckami částí pod napětím
- práce na místě, které je oddělené od živých částí pod napětím kryty chránícími před nahodilým dotykem.

Za práci na elektrickém zařízení *pod napětím* se považuje práce:

- při nichž se pracující dotýká přímo živých částí pod napětím třeba jen pracovními pomůckami

Kvalifikace v elektrotechnice ČSN 34 3100

Kvalifikace Osob	Obsluha zařízení		Práce na zařízení					
	mn a nn	vn a vvn	nn			vn a vvn		
			bez napětí	v blízkosti	pod napětím	bez napětí	v blízkosti	pod napětím
osoba bez elektro- technické kvalifikace seznámená	smí sama	nesmí	smí dle ČSN 343108		nesmí	smí dle ČSN 343108		nesmí
osoba poučená	smí sama čl. 32 a		smí podle pokynů čl. 161	smí s dohledem čl. 162 nad 20cm	nesmí	smí s dohledem čl. 166 tabulka 4	smí pod dozorem čl.168,179	nesmí
osoba znalá	smí sama čl. 34 a		smí sama čl. 161	smí sama čl. 162 pod 20cm	smí sama s dohledem pod dozorem čl.146,163	smí sama čl. 166 tabulka č.4	smí s dohledem pod dozorem čl.168,169	smí pod dozorem čl.146,184
osoba znalá s vyšší kvalifikací	smí sama čl. 35		smí sama čl. 161	smí sama čl. 162 pod 20cm	smí sama čl.146,163	smí sama čl. 166 tabulka č.4	smí sama pod dozorem čl.168,169	smí pod dozorem čl.146,184

Minimální vzdálenosti kterékoliv části těla od živé části

Střídavé napětí (kV)		Vzdálenost pro zařízení (cm)	
Jmenovité	Krajní provozovací	Vnitřní prostředí	Venkovní prostředí
Do 1	1,2	34	40
Do 10	12	45	50
22	25	75	80
35	37	85	90
110	123	140	150
220	245	230	250
400	420	350	360

Minimální vzdálenosti zábrany od živé části

Střídavé napětí (kV)		Vzdálenost pro zařízení (cm)	
Jmenovité	Krajní provozovací	Vnitřní prostředí	Venkovní prostředí
Do 1	1,2	15	20
Do 10	12	25	30
22	25	35	40
35	37	45	50
110	123	100	110
220	245	190	210
400		310	320

KAPITOLA II.

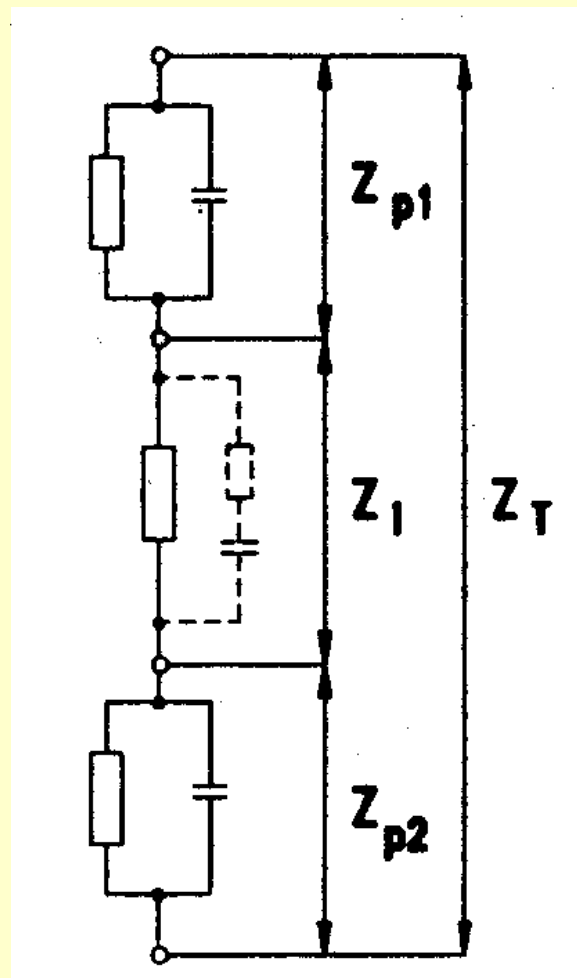
LIDSKÉ TĚLO A ELEKTRICKÝ PROUD

Příčiny úrazů v elektrotechnice

- **Úraz elektrickým proudem:**
 - proudem protékajícím lidským tělem
 - jiné nežádoucí účinky elektrického proudu, elektrického či magnetického pole
- **Nebezpečí závisí na:**
 - velikosti proudu
 - frekvenci
 - tvaru vlny nebo pulsu
 - době, po kterou prochází proud organismem
 - dráhou proudu lidským tělem
- **Velikost proudu závisí:**
 - velikosti napětí
 - impedanci lidského těla
- **Ochranná opatření:**
 - stupně odborné způsobilosti, organizace práce
 - technická řešení elektrických zařízení ⇒ normy ČSN, právní předpisy

Impedance lidského těla

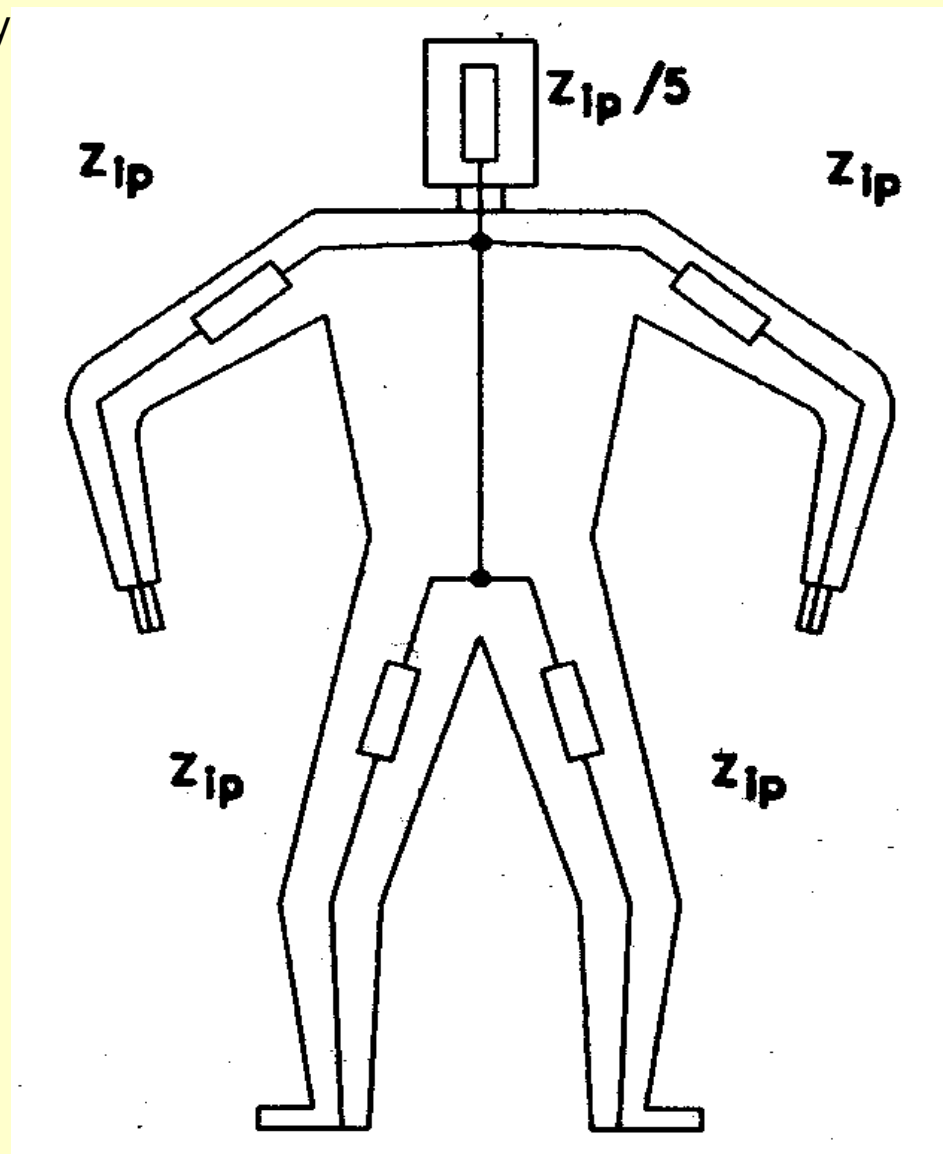
- Impedance lidského těla má RC charakter \Rightarrow při střídavém napětí tekou větší proudy než při stejnosměrném napětí.
- Lidské tělo klade průchodu el. proudu odpor. Velikost odporu závisí na cestě, kudy proud prochází. Největší odpor představuje kůže, zvláště kůže ztvrdlá, zrohovatělá.
- Pro napětí do 50V je dominantní impedance kůže.
Střední hodnota odporu 1 cm² kůže je asi 8 000 ohmů
- Pro napětí větší jak 50V dochází k postupnému průrazu pokožky. Proud určuje vnitřní impedance.
Svaly, klouby, krevní dráha představují odpor asi 1 000 ohmů
- Nerovnoměrné rozložení impedance v těle
- Částečné impedance v končetinách
- Z_1 vnitřní impedance
- Z_{p1} impedance kůže
- Z_T celková impedance



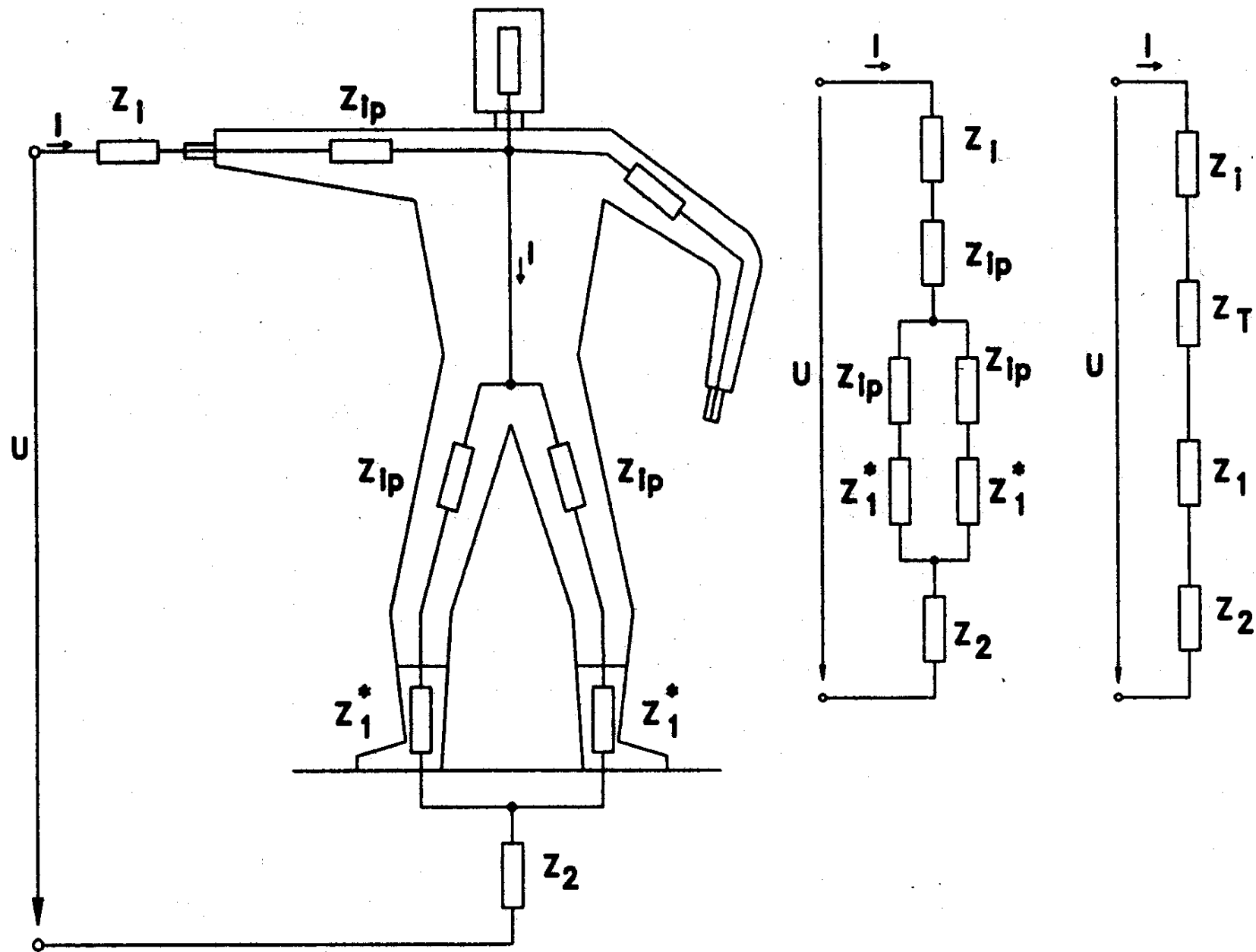
Impedance lidského těla

- Zjednodušené náhradní schéma impedance lidského těla
- Z_{ip} dílčí vnitřní impedance jedné končetiny
- Ruka-noha 100%
- Ruka-ruka 100%
- Ruka-obě nohy 75%
- Obě ruce-obě nohy 50%
- Obě ruce-trup 25%

- Z_1 impedance izolace živé části elektrického předmětu
- Z_1^* impedance izolace obuvi
- Z_2 impedance izolace stanoviště

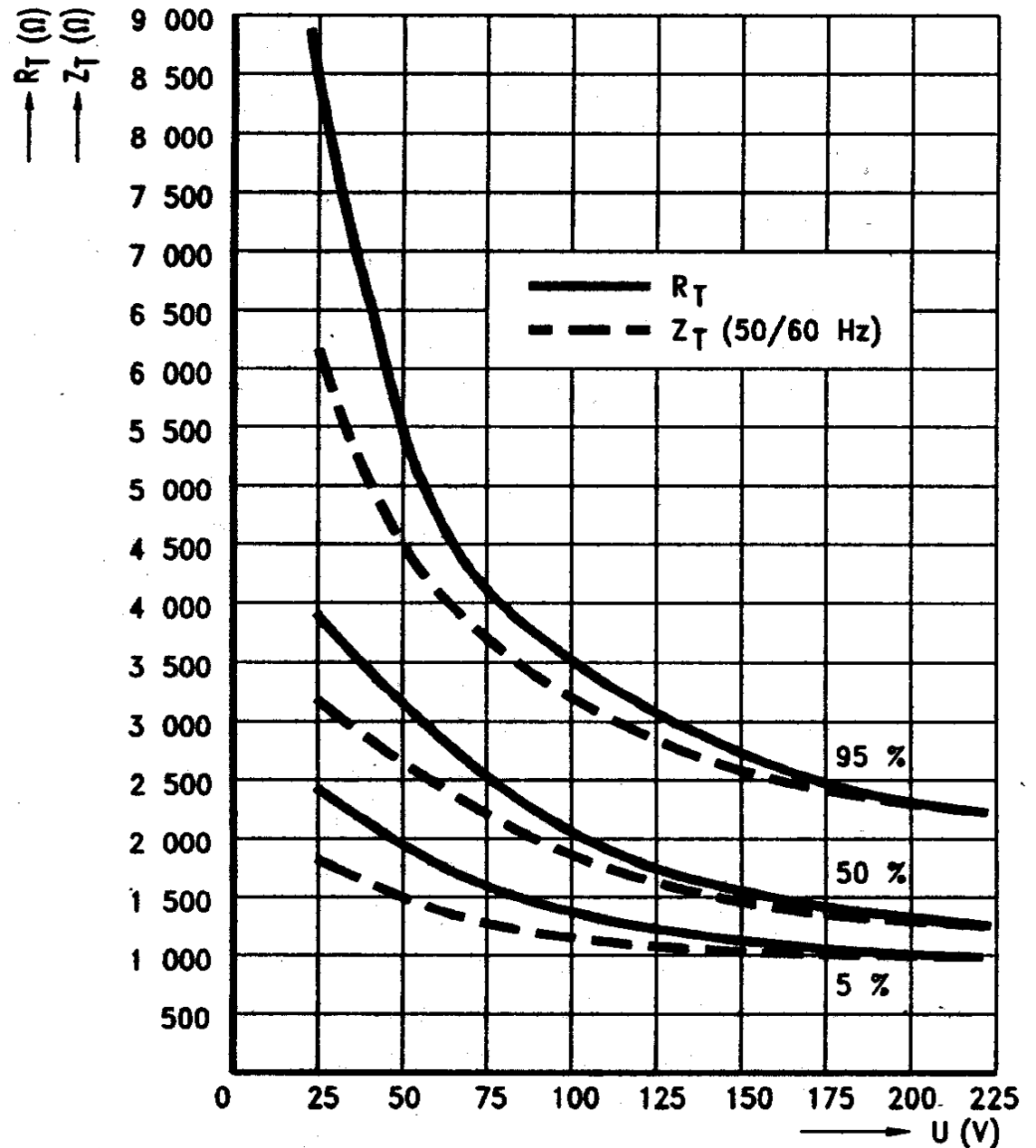


■ Lidské tělo jako elektrický předmět



■ Závislost celkové impedance lidského těla

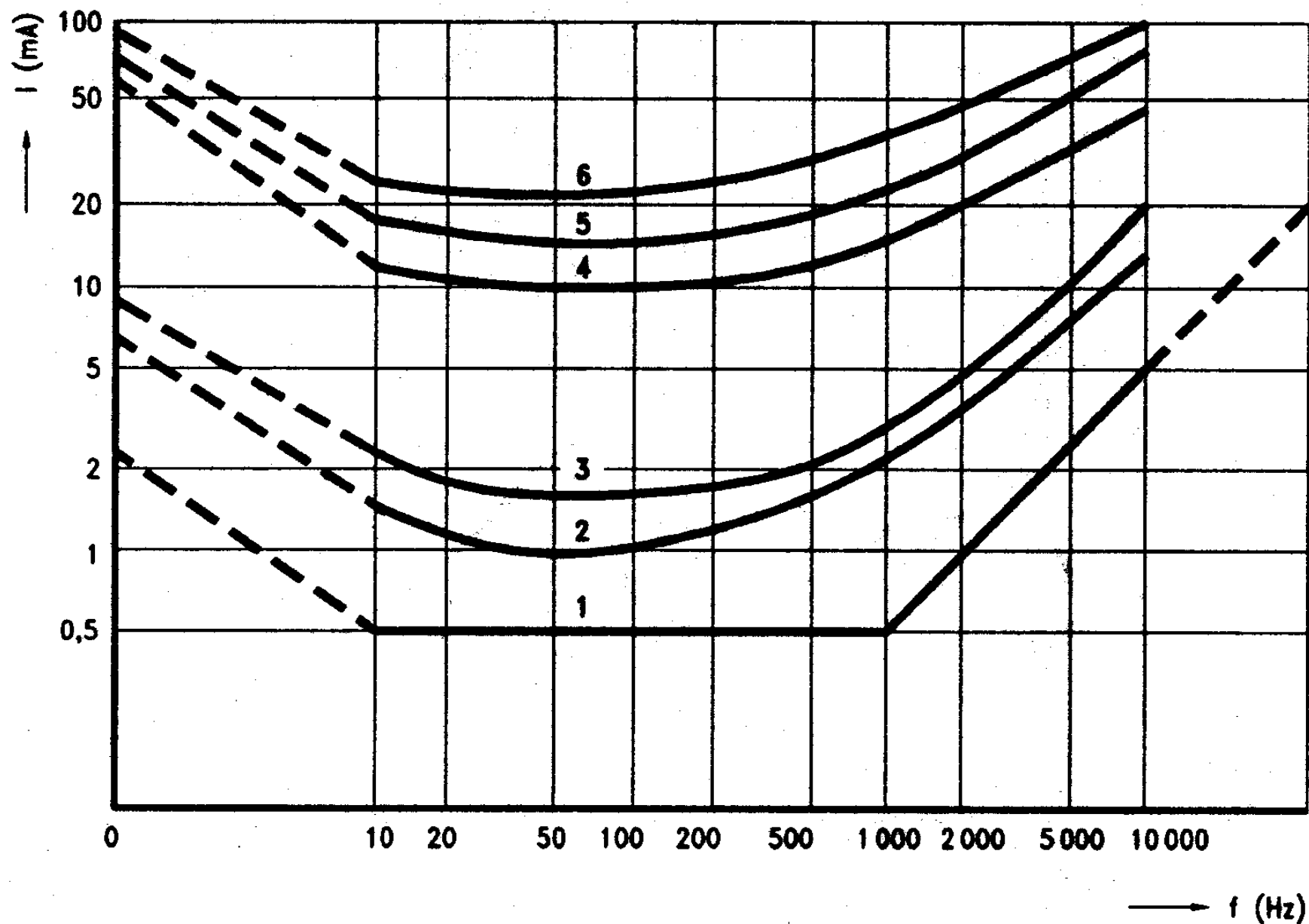
- pro stejnosměrný proud
- pro střídavý proud



Účinky stejnosměrného a střídavého sinusového proudu

- Fyziologické účinky proudu jsou definovány jako prahové hodnoty:
 - **práh vnímání** = minimální hodnota proudu, vyvolávající počinek u osoby, jejímž tělem proud prochází (závisí na kontaktní ploše, vlhkosti, tlaku, teplotě, individuální fyziologii jedince)
 - **práh reakce** = minimální hodnota proudu, která způsobí bezděčnou svalovou kontrakci (AC: 0,5 mA , DC: 2 mA)
 - **mez uvolnění** = maximální hodnota proudu, při níž je osoba schopna se sama uvolnit
 - **práh fibrilace** srdečních komor = minimální hodnota elektrického proudu procházející lidským tělem, která způsobí fibrilace srdečních komor
- Ženy: 60% bezpečného proudu pro muže
- Děti: 50% bezpečného proudu pro muže
- 0,5 až 1 mA - práh reakce el. proudu,
1 až 8 mA - podráždění v nervech, stoupaní krevního tlaku,
6 až 15 mA - způsobuje tetanickou křeč, člověk se nemůže uvolnit,
25 mA - tetanická křeč dýchacího svalstva,
60 mA - chvění srdeční komory (fibrilace), přechodná zástava srdce,
nad 80 mA - zpravidla trvalá zástava srdce.
- *Srdce je nejcitlivější na průchod el. proudu v okamžiku, kdy vypuzuje krev ze srdeční komory. Jedna srdeční perioda trvá 0,8 s.*
- Při průchodu proudu srdcem při prvním stahu snese člověk průchod proudu o velikosti 1 A, při druhém stahu 0,1 A a dále hodnotu stále nižší ⇒ nezpůsobí poměrně velký proud, který prochází po dobu kratší než 1s lidským tělem, většinou žádnou újmu na zdraví.

Vliv kmitočtu elektrického proudu na hodnoty prahu reakce a meze uvolnění

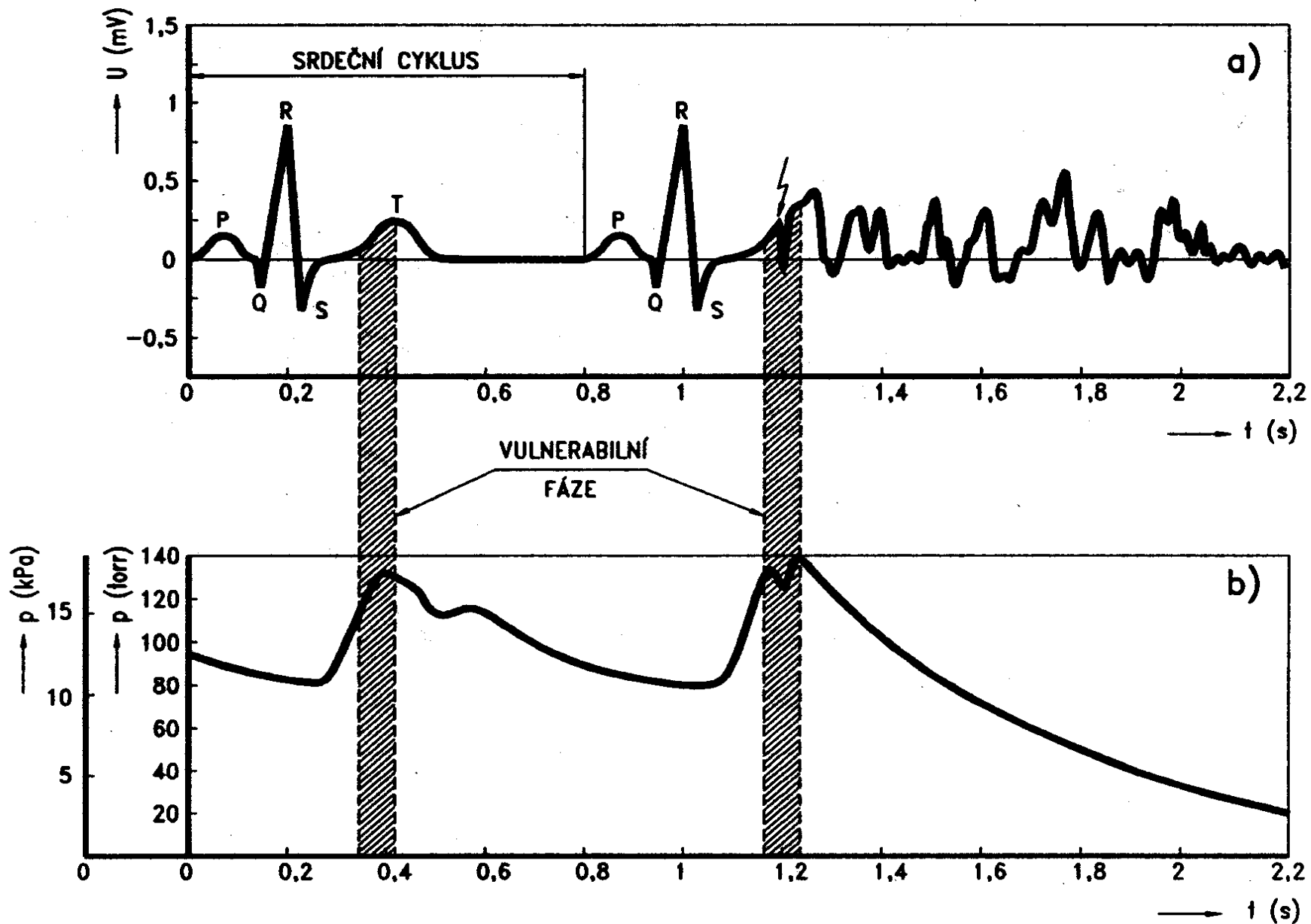


Vliv kmitočtu elektrického proudu na hodnoty prahu reakce a meze uvolnění

- Křivka 1 max. hodnota proudu, která obvykle nevyvolá žádnou reakci
- Křivka 2 práh reakce pro 50% osob
- Křivka 3 práh reakce pro 99,5% osob
- Křivka 4 mez uvolnění pro 99,0% osob
- Křivka 5 mez uvolnění pro 50% osob
- Křivka 6 mez uvolnění pro 0,5% osob

Zranitelná fáze srdečního cyklu a vznik fibrilací srdeční komory

a-elektrický potenciál, b-tlak v aortě



První pomoc při úrazech elektrickým proudem

Účinky elektrického proudu na lidský organismus lze rozdělit na dvě skupiny:

■ Fyzikální účinky

Odpor lidského těla závisí na napětí, které je přiloženo na kůži, nejmenší odpor je pro napětí v rozsahu 100 – 300 V.

- K poklesu odporu dochází po 20-30 s působení elektrického proudu
- Závislost odporu těla na pohlaví, věku, tělesném a duševním stavu
- Závislost odporu těla na stavu povrchu (suchý, zpocený, . .)
- Vývin tepla ⇒ popáleniny do hloubky
- Elektrolýza zejména lidské krve ss.proudem ⇒ vývoj plynů ⇒ embolie

■ Fyziologické účinky

- Různá citlivost různých částí lidského těla na průchod elektrického proudu (vnímavost: jazyk – 0,05mA, končetiny – 1 mA)
- Práh křečí (snesitelnosti) - postižený pocítuje nepříjemné pocity . . . 10 mA
- Nemožnost samostatného vyproštění, křečmi ohrožené dýchání, ohrožení činnosti srdečního svalu (fibrilace) . . . 30 mA

První pomoc při úrazech elektrickým proudem

První pomoc při elektrickém úrazu:

1. přerušení proudu nebo vyproštění postiženého z obvodu elektrického proudu. Nutné postupovat rychle ale opatrně – nebezpečí !!!
2. zkontrolovat základní životné funkce tj. dýchání, činnost srdce, zastavení případného tepenného krvácení. Mohou nastat následující možnosti: postižený nedýchá, srdce řádně pracuje ⇒ umělé dýchání z úst do úst
nedýchá a srdce nepracuje ⇒ nepřímá srdeční masáž a umělé dýchání z úst do úst
3. zajištění základních životních funkcí a přivolání lékaře
4. organizační opatření: zajištění místa úrazu, oznámení nadřízenému, oznámení IBP

Umělé dýchání z plic do plic:

1. položení postiženého na tvrdou rovnou podložku
2. uvolnění jazyka a zajištění průchodnosti dýchacích cest
3. hlava do záklonu pro uvolnění hrtanu
4. uzavření nosu stisknutím prsty
5. vdechování do úst postiženého nejprve asi 10x po jedné sekundě, poté rychlostí asi 12 – 16 krát za minutu (20x/min)
6. sledováním dýchacích pohybů hrudníku postiženého
7. provádí se po dobu, dokud postižený nezačne dýchat sám nebo do doby, kdy lékař rozhodne o ukončení pomoci
8. dech se zjišťuje: zrcátko, hřbet ruky, poslech

První pomoc při úrazech elektrickým proudem

Nepřímá srdeční masáž

1. postižený je položen na tvrdé podložce
2. záchránce položí zápěstí pravé ruky dlaňovou stranou na dolní část hrudní kosti postiženého. Prsty směřují k pravému lokti postiženého, nedotýkají se hrudníku
3. levou ruku přiložíme napříč přes pravou ruku a váhou těla záchránce stlačuje hrudní kost postiženého směrem k páteři do hloubky 4 – 6 cm asi 60 x za minutu.
4. Cyklus první pomoci při kombinaci obojího: 1x vdech – 5x stlačení hrudní kosti – 1x vdech . . .
5. Doba provádění je obdobná jako u umělého dýchání

KAPITOLA III.

ČSN 33 2000

ELEKTROTECHNICKÉ PŘEDPISY-

ELEKTRICKÁ ZAŘÍZENÍ

Členění normy ČSN 33 2000

- **Část 1 rozsah platnosti, účel, základní ustanovení**
- **Část 2 definice**
- **Část 3 základní charakteristiky**
 - ČSN 33 2000-3 stanovení základních charakteristik
- **Část 4 bezpečnost**
 - ČSN 33 2000-4-41 ochrana před úrazem elektrickým proudem
 - ČSN 33 2000-4-43 ochrana proti nadproudům
- **Část 5 výběr a stavba elektrických zařízení**
 - ČSN 33 2000-5-523 dovolené proudy
 - ČSN 33 2000-5-54 uzemnění a ochranné vodiče
- **Část 6 revize**
 - ČSN 33 2000-6-61 postupy při výchozích revizích
 - ČSN 33 2000-6-61 postupy při pravidelných revizích
- **Část 7 zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech**
 - ČSN 33 2000-7-701 zařízení v koupelnách, sprchových koutech a sprchách
 - ČSN 33 2000-7-707 požadavky na uzemnění v instalacích pro počítače

Stanovení charakteristik elektrických zařízení

Druhy sítí podle pracovních vodičů:

Řeší ČSN 33 2000-3

- Jednofázová 2-vodičová nebo 3-vodičová
- Dvoufázová 3-vodičová nebo 5-vodičová
- Třífázová 3-vodičová nebo 4-vodičová

Způsoby uzemnění sítí

Následující obrázky ukazují příklady používaných sítí.

Písmenný kód má následující význam:

- 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 se zemí přes velkou impedanci
- Druhé písmeno – vztah neživých částí v rozvodu a uzemnění:
 - ❖ T - nepřímé spojení neživých částí se zemí
 - ❖ N - přímé spojení neživých částí s uzemněným bodem sítě
- Další písmeno-pokud je použito – vyjadřují uspořádání středních a ochranných vodičů
 - ❖ S - funkce ochranného vodiče je zajišťována vodičem odděleně vedeným od středního vodiče
 - ❖ C - funkce ochranného a středního vodiče je sloučena (PEN)

■ Sít' TN

Sítě TN mají jeden bod přímo uzemněný, neživé části jsou s tímto bodem spojeny ochranným vodičem

- ❖ TN-S ... oddělení vedení ochranného vodiče
- ❖ TN-C ... funkce ochranného a středního vodiče v celé síti sloučena
- ❖ TN-C-S ... funkce ochranného a středního vodiče je v části sítě sloučena

■ Sít' TT

Sít' TT má jeden bod přímo uzemněný, neživé části zařízení sítě jsou v této síti spojeny se zemniči nezávislými na zemničích sítě

■ Sít' IT

Sít' IT má všechny živé části izolované od země nebo jedním bodem spojený se zemí přes velkou impedanci. Neživé části el. zařízení spojena se zemí jednotlivě nebo po skupinách nebo připojeny společně na uzemnění

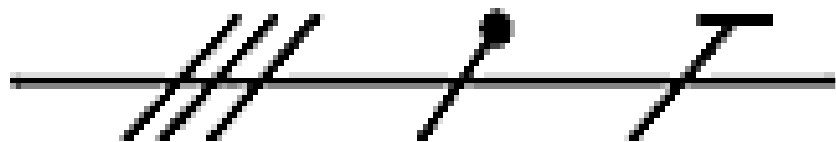
■ Charakteristiky zdroje:

- ❖ Druh proudu a kmitočet
- ❖ Jmenovité napětí
- ❖ Předpokládané zkratové proudy v místě připojení ke zdroji
- ❖ Vhodnost z hlediska požadavků zařízení

Symbolické označení sítí

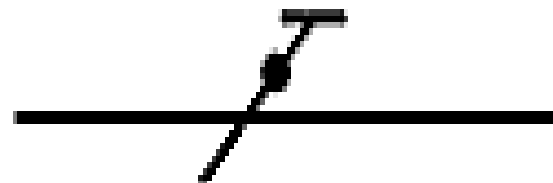
- Používá se kombinace písmen a číslic
- Označuje trojfázovou (3) síť se samostatným středním (N) a ochranným (PE) vodičem se střídavým (50 Hz) napětím 400 V s uzemněným středním bodem (T) s přímým spojením neživých částí s uzemněným bodem sítě (N), v níž je funkce ochranného vodiče zajišťována vodičem vedeným odděleně od středního vodiče (S). Tři fázové vodiče mají průřez 35 mm² střední a ochranný vodič mají průřez 25 mm².
- Označuje síť s jedním (1) pracovním vodičem a vodičem PEN na střídavé (AC) napětí 25 kV s uzemněným středním bodem (T) s přímým spojením neživých částí s uzemněným bodem sítě (N), v níž je funkce ochranného a středního vodiče sloučena do jediného vodiče (C).

3N PE ~ 50 Hz 400 V/TN-S





3 x 35 mm² + 2 x 25 mm²

1 PEN (AC) 50 Hz 25 kV/TN-C



Symbolické označení sítí + barevné značení vodičů

Soustava DC (stejnoseměrná)					
Vodič, přípojnice, svorka pro:	Vodiče			Svorky	
	Poznávací barva na vodiči		značka na výkresu pro vodič (případně možno použít i na vodiči)	značka na výkresu i na svorce	grafická značka na svorce
	holém	izolovaném			
kladný pól	tmavě červená	přednostně černá, hnědá	L+	C	+
záporný pól	tmavě modrá	přednostně černá, hnědá	L-	D	-
střední	světlemodrá - postačuje pruh v každém poli nebo sekci		M		÷
Soustava AC (střídavá)					
1. fáze	oranžová (popř. s doplňkovým označením příčnými černými pruhy: pořadí fáze = počet pruhů	přednostně černá, hnědá	L1	U	÷ ÷ ÷
2. fáze			L2	V	
3. fáze			L3	W	
			dohromady (na výkrese) 		
střední	světle modrá - postačuje pruh v každém poli nebo sekci			N	÷

Označení sítí

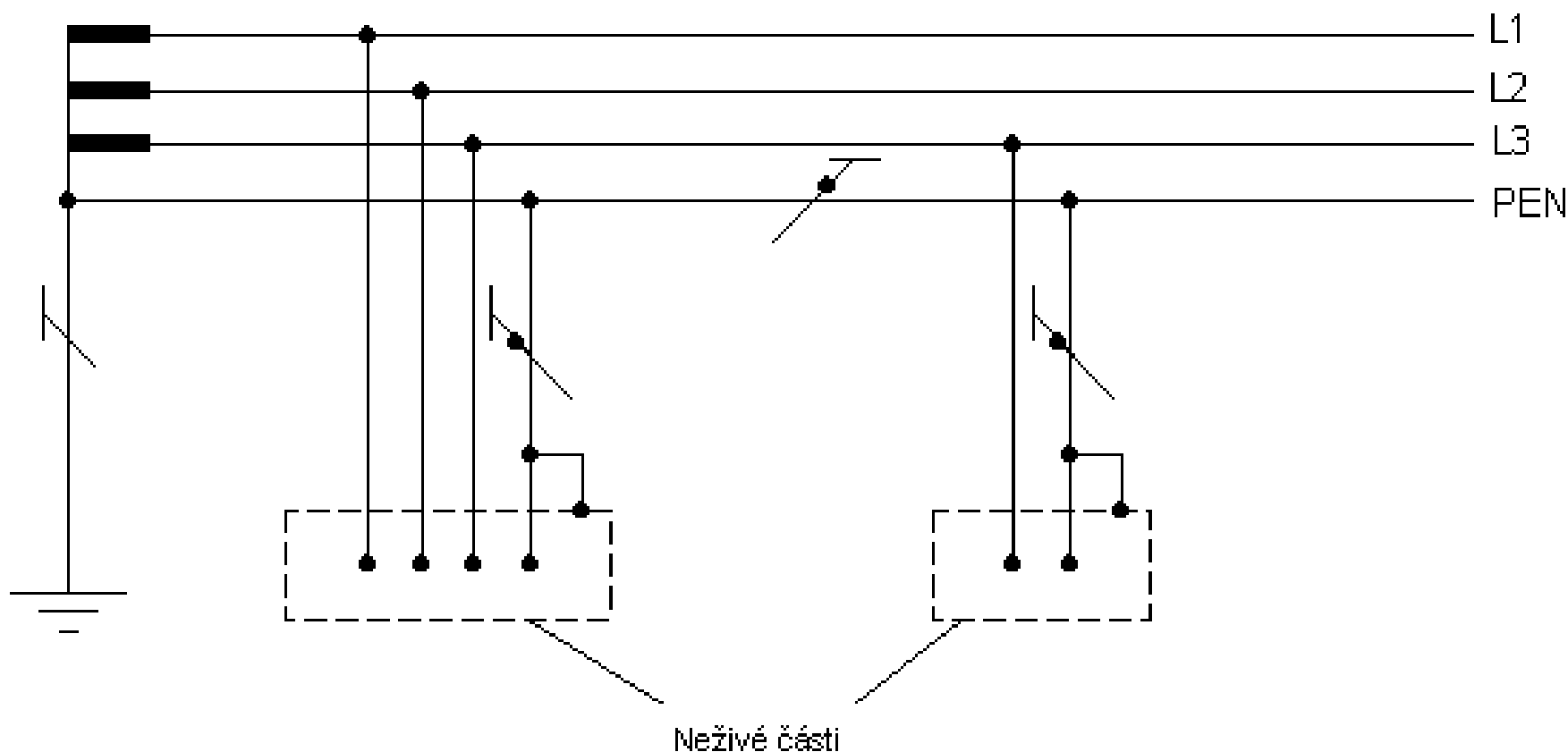
Vyjádření slovní	s grafickou značkou	s použitím zkratky
Jednofázová dvou vodičová síť 230 V	2 ~ 230 V	2 AC 230 V
Jednofázová třívodičová síť TT s jedním fázovým, jedním středním a jedním ochranným vodičem (v instalaci objektu je ochranný vodič veden společně s pracovními vodiči) 230 V 50 Hz	1/N/PE ~ 230 V 50 Hz/TT	1/N/PE AC 230 V 50 Hz/TT
Třífázová čtyřvodičová síť se středním vodičem 400/230 V	3/N ~ 400/230 V	3/N AC 400/230 V
Stejnoseměrná třívodičová síť 220/110 V	2/M – 220/110 V	2/M DC 220/110 V

Barevné rozlišení vodičů PEN, PE, FE a FB

- barevné označení vodičů **PEN** od začátku roku 1996 (ČSN 33 2000-5-54) po celé délce barevnou kombinací **zelená/žlutá se světle modrým označením** na koncích
 - plní dvě funkce:
 - . ochranný vodič
 - . střední vodiče
 - v instalacích do průřezu 6 mm² Cu (a 10 mm² Al) se musí vést ochranný vodič a střední vodič samostatně.
 - za bodem rozdělení se nesmí samostatný ochranný vodič PE spojovat ani s vodičem PEN ani s vodičem N
 - při spojení PEN, PE, N problémy:
 - proudové chrániče – problémy při ochranné funkci
 - vznik brumů:
 - U zařízení citlivých na brumy, se na jejich neživé části rušivá napětí dostávají z vodičů PEN, na kterých jsou průchodem proudů středním vodičem vytvářena napětí nepatrná z hlediska nebezpečí úrazu elektrickým proudem avšak velmi podstatná pro funkci citlivých elektronických aparatur. Rušivé proudy procházejí po stínění kabelů i dalšími cestami.
 - K eliminaci těchto vlivů se provádí kromě samostatného ochranného vodiče velmi důkladné pospojování a další přizemnění - tentokrát ne ochranné ale pracovní.
 - U zařízení informační techniky třeba odlišují následující vodiče
 - vodiče ochranného uzemnění a ochranného pospojování (obojí se značí **PE**)
 - vodiče pracovního uzemnění (**FE**)
 - pracovního pospojování (**FB**). (Nové značení je podle ČSN EN 60445:2001.)
- Barvy nebyly stanoveny.

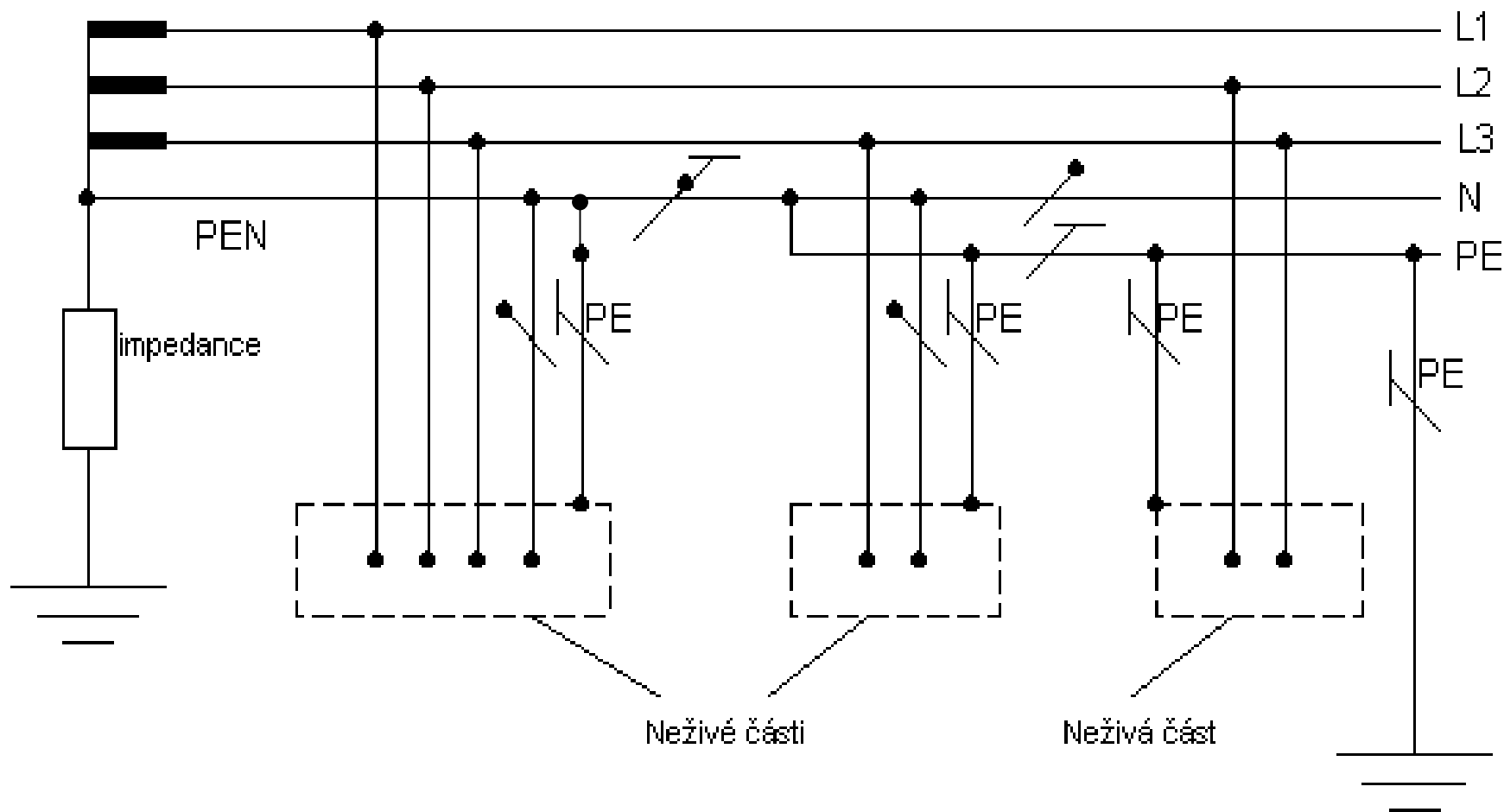
TNC

- **Sít' TN** - charakterizovaná spojením neživých částí s uzemněným bodem sítě prostřednictvím ochranného vodiče. Na obrázku je klasické provedení sítě TN, které se v ČR uplatňovalo v běžné výstavbě do r. 1995. V těchto sítích, které se nadále provozují, se pro funkci ochranného vodiče PE využívá střední vodič sítě N. Označení tohoto vodiče je tedy PEN (dřívější název tohoto vodiče je "nulovací"). Takto provedené sítě TN tedy využívají jednoho vodiče s kombinovanou funkcí, proto se označují TN-C.



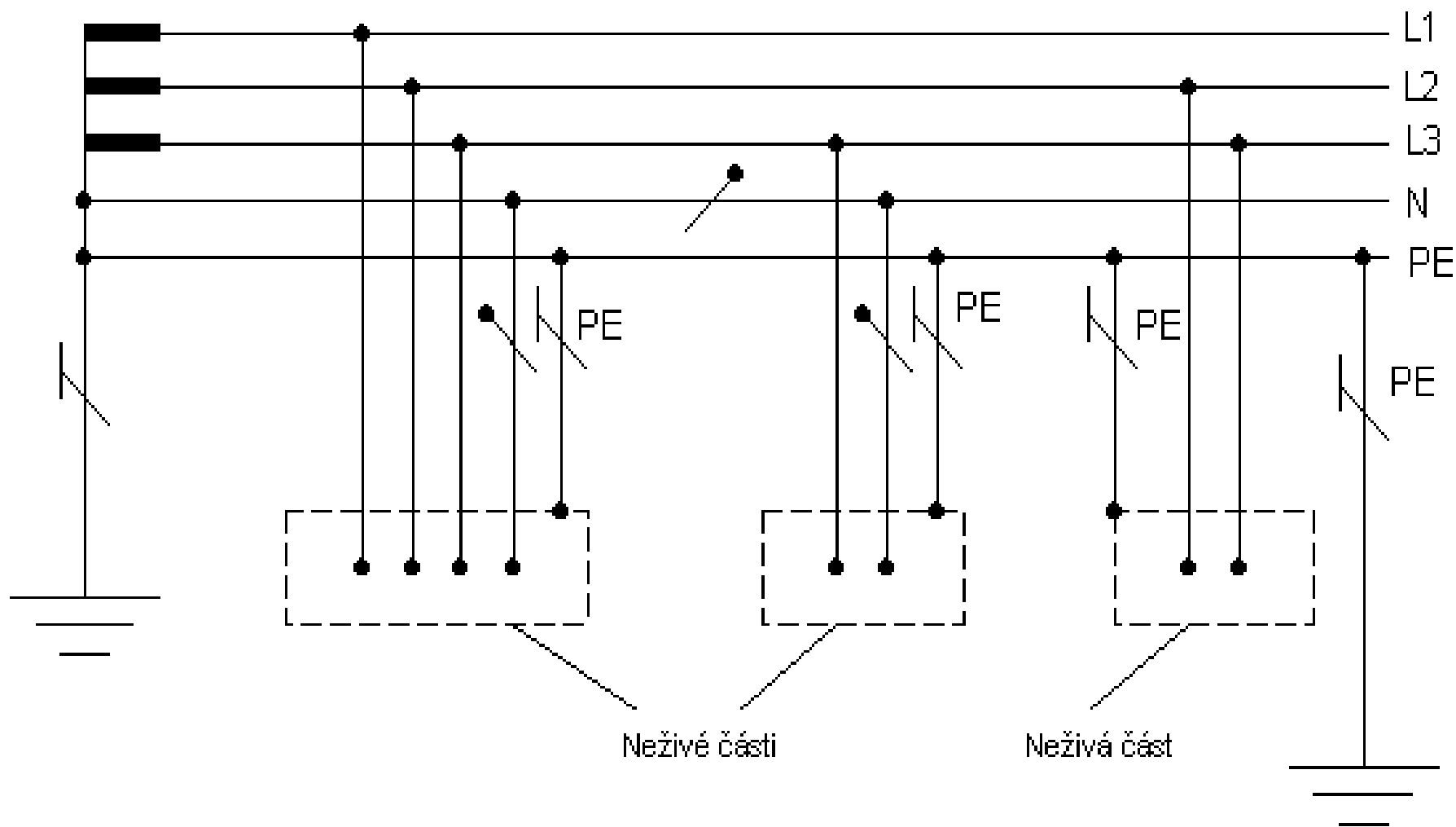
Rozvodné sítě TN-C-S

- V síti **TN-C-S** je funkce středního a ochranného v části sítě sloučena do jediného vodiče. Od místa rozpojení je ochranný a střední vodič veden samostatně. Za místem rozpojení se již tyto vodiče nesmí spojit.



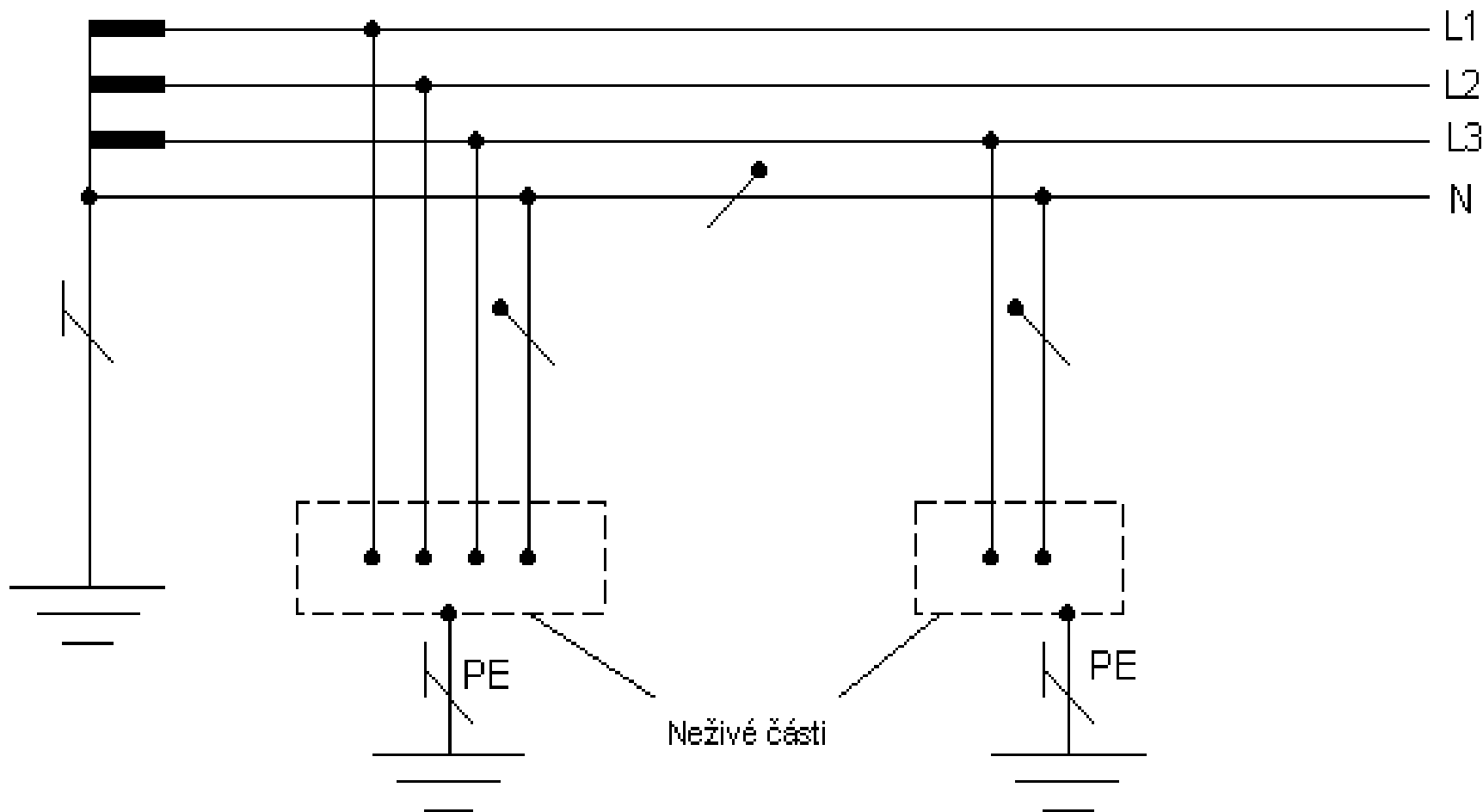
Rozvodné sítě TN-S

- Sít' TN-S - v celé síti jsou vedeny ochranný a střední vodič jako dva samostatné vodiče



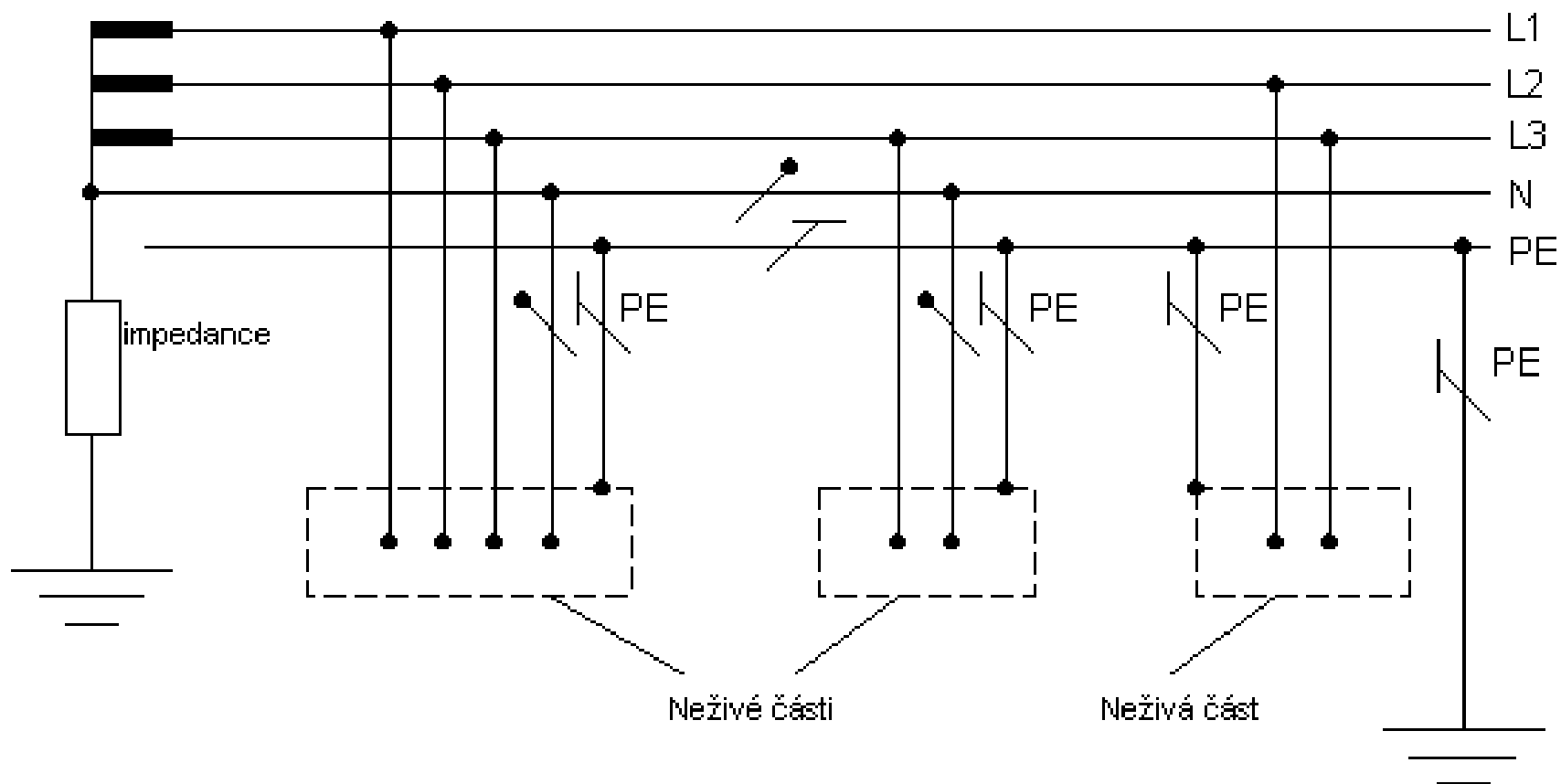
Rozvodná síť - TT

- **Síť TT** - charakterizovaná spojením neživých částí se samostatným uzemněním nezávislým na uzemněném bodu sítě. Spojení se samostatným uzemněním je prováděno samostatným ochranným vodičem PE. (podle staré normy ČSN 34 1010 ochrana zemněním)



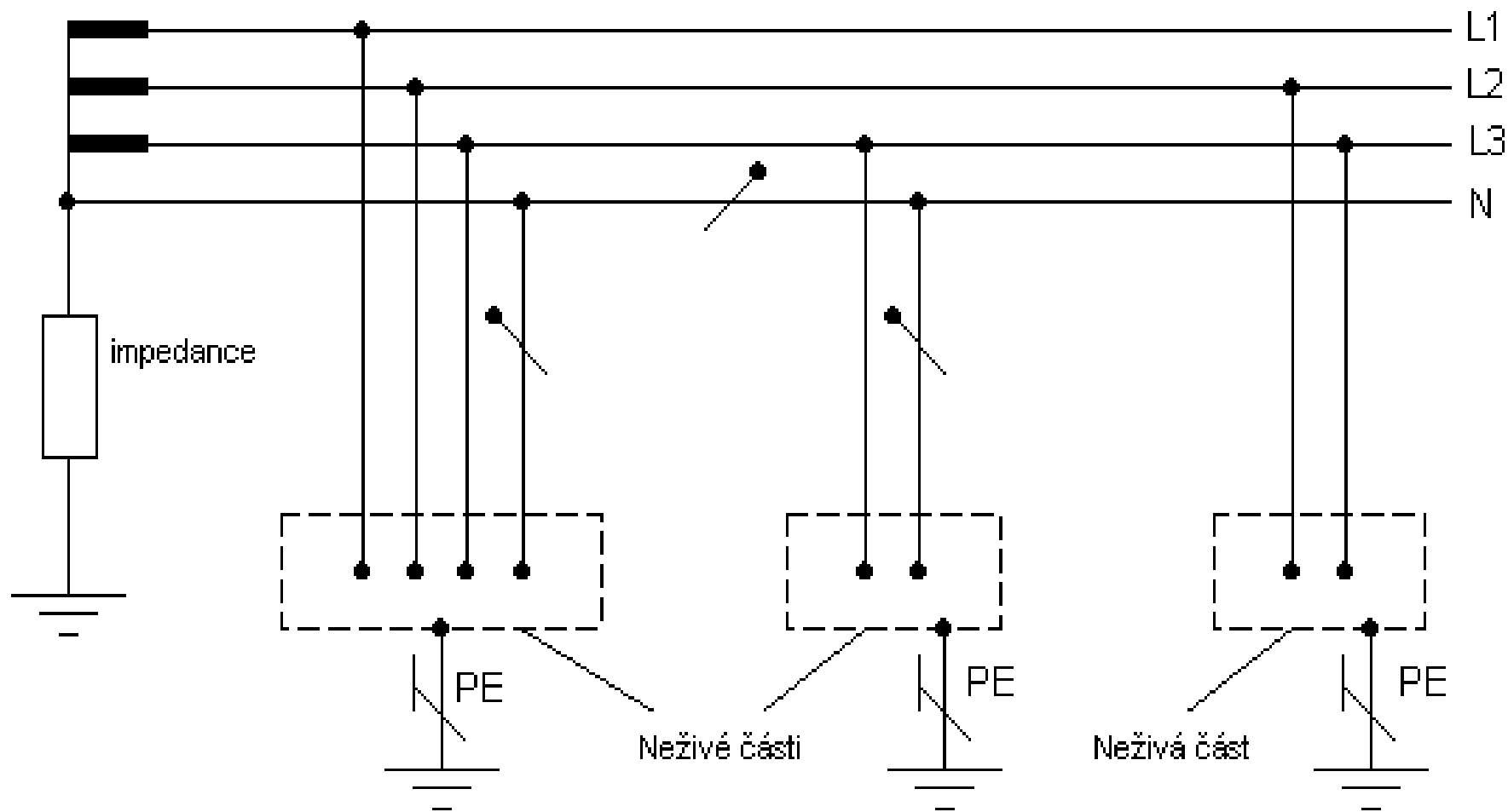
Rozvodná síť IT

- **Síť IT** - má všechny živé části izolované od země nebo spojené se zemí přes velkou impedanci. Neživé části jsou spojeny se zemí jednotlivě, po skupinách nebo jsou navzájem spojeny jedním uzemněným ochranným vodičem. (Sítě IT se mohou provozovat se středním vodičem, ale většinou se provozují bez něho - spotřebiče jsou zapojeny mezi fázemi).



Rozvodná síť IT

Samostatné zemnění jednotlivých spotřebičů



Vnější vlivy-základní rozdělení

Rozdělení a označování vnějších vlivů

- Vnější vlivy se třídí do **stupňů**. Každý stupeň vnějšího vlivu je označen dvěma písmeny velké abecedy a číslicí.
- **Prvé písmeno** označuje všeobecnou **kategorii vnějšího vlivu**:
A = prostředí,
B = využití,
C = konstrukce budovy.
- Uvedené termíny **prostředí, využití a konstrukce budovy** jsou využívány v tomto významu:
- **prostředí (A)**: vlastnosti okolí (prostoru, nebo jeho části) vytvořené jím samým nebo předměty, zařízeními atd. v prostoru umístěnými. Jedná se o tyto povahy vnějšího vlivu: teplotu okolí, vlhkost, nadmořskou výšku, přítomnost vodní masy, výskyt cizích pevných těles, výskyt korozivních nebo znečišťujících látek, mechanické namáhání, výskyt flóry, výskyt fauny, přítomnost elektromagnetických, elektrostatických a ionizujících působení, sluneční záření, seizmické účinky, četnost výskytu bouřek a pohyb vzduchu;
- **využití (B)**: uplatnění objektů nebo jejich částí dané:
 - a) vlastnostmi osob vycházejících z jejich duševních a pohybových schopností, jejich stupně elektrotechnických znalostí, elektrického odporu lidského těla,
 - b) četností osob v prostoru a možnost jejich úniku,
 - c) vlastnostmi zpracovávaných látek;
- **konstrukce budovy (C)**: souhrn vlastností budovy vyplývajících z povahy užitého konstrukčního a dekorativního materiálu, provedení budovy a její fixace k okolí.

Vnější vlivy-základní rozdělení

- **Druhé písmeno** označuje **povahu vnějšího vlivu**.
Číslice označuje **třídu** každého vnějšího vlivu.
Např. označení AC 2 znamená:
A = prostředí,
AC = prostředí - nadmořská výška,
AC 2 = prostředí - nadmořská výška > 2 000 m.

Vnější vlivy-určování vnějších vlivů

pro jednotlivé třídy vnějších vlivů:

prostředí

- AA Teplota okolí [°C]
- AB Vlhkost
- AC Nadmořská výška [m]
- AD Voda
- AE Cizí tělesa
- AF Koroze
- AG Ráz
- AH Vibrace
- AJ Ostatní mechanická namáhání
- AK Rostlinstvo
- AL Živočichové
- AM Elektrostatická, elektromagnetická a jiná působení. Ionizující záření
- AN Sluneční záření
- AP Seismicita
- AQ Bouřková činnost
- AR Pohyb vzduchu
- AS Vítr

Vnější vlivy-určování vnějších vlivů

Využití

- BA Schopnost lidí
- BB Odpor lidského těla
- BC Dotyk s potenciálem země
- BD Únik
- BE Látky v objektu .

Konstrukce budov

- CA Konstrukční materiály
- CB Provedení budovy

Dokumentace o určení vnějších vlivů

Protokol o určení vnějších vlivů:

- písemný doklad o určení
- součást dokladové dokumentace budovy
- nemusí se určovat v prostorech jednoznačně určených technickou normou

Určování prostorů podle působení vnějších vlivů

- **prostory normální:** používání elektrického zařízení je bezpečné. Vnější vlivy nezvyšují nebezpečí elektrického úrazu
- **prostory nebezpečné:** působením vnějších vlivů je buď přechodné nebo stálé nebezpečí elektrického úrazu
- **prostory zvlášť nebezpečné:** působením zvláštních okolností, vnějších vlivů dochází ke zvýšení nebezpečí elektrického úrazu.

Posuzování se provádí podle nejnebezpečnějšího vnějšího vlivu nebo jejich kombinace.

Normalizovaná napětí trojfázové sítě

- **normalizovaná jmenovitá napětí (ČSN 33 0121)** distribučních sítí jsou:
 - 230 V mezi fázemi pro trojvodičové izolované trojfázové sítě a
 - 230 V mezi fází a středním vodičem a 400 V mezi fázemi pro čtyřvodičové trojfázové sítě.Tolerance napětí v předávacím místě max. $\pm 10 \%$ od jmenovité hodnoty.

Dále norma připouští: 230/400 V, 400/690 V a 1000 V (sdruženého napětí).

■ vyhláška energetického regulačního úřadu č. **306/2001 Sb.**, o kvalitě dodávek elektřiny a souvisejících služeb v elektroenergetice nabývá důležitosti ČSN EN 50160, na kterou se uvedená vyhláška odvolává: ČSN EN 50160:2000 (33 0122)

■ Charakteristiky napětí elektrické energie dodávané z veřejné distribuční sítě

Jmenovitý kmitočet napájecího napětí: 50 Hz, přitom

- u propojeného systému musí být odchylky v mezích (1 % po 99,5 % roku, max.+4 %/ -6 %

- u systému bez synchronního připojení k propojenému systému musí být odchylky v mezích $\pm 2 \%$ po 95 % týdne, max. $\pm 15 \%$ (tj. 42,5 a 57,5 Hz)

■ Normalizované jmenovité napětí jsou:

- 230 V mezi fází a středním vodičem pro čtyřvodičové trojfázové sítě,

- 230 V mezi fázemi pro trojvodičové trojfázové sítě.

Tolerance napětí:

- $U_n \pm 10 \%$ pro 95 % hodnot napájecího napětí

- $U_n + 10 \%$ / -15% pro všechny naměřené hodnoty napájecího napětí

- napětí nesmí kolísat tak, aby způsobovalo znatelné rychlé změny intenzity osvětlení (flikry).

Rozdělení elektrických zařízení podle napětí

Kategorie napětí 3	Označení napětí 2	Název elektrického zařízení	Jmenovité napětí U (střídavé 1)		
			v uzemněné síti		v izolované síti
			mezi fází a zemí	mezi fázemi	mezi fázemi
1	2	3	4	5	6
I	mn (ELV)	malého napětí	$U < 50 \text{ V}$	$U < 50 \text{ V}$	$U < 50 \text{ V}$
II	nn (LV)	nízkého napětí	$50 \text{ V} < U < 600 \text{ V}$	$50 \text{ V} < U < 1\,000 \text{ V}$	$50 \text{ V} < U < 1\,000 \text{ V}$
A	vn	vysokého napětí	$0,6 \text{ kV} < U < 30 \text{ kV}$	$1,0 \text{ kV} < U < 52 \text{ kV}$	$1,0 \text{ kV} < U < 52 \text{ kV}$
B	vvn	velmi vysokého napětí	$30 \text{ kV} < U < 171 \text{ kV}$	$52 \text{ kV} < U < 300 \text{ kV}$	$52 \text{ kV} < U < 300 \text{ kV}$
C	zvn	zvlášť vysokého napětí	-	$300 \text{ kV} < U < 800 \text{ kV}$	-
D	uvn	ultra vysokého napětí	-	$800 \text{ kV} < U$	-

Kategorie (pásma) napětí

- 1 U stejnosměrných elektrických zařízení jsou mezní hodnoty mezi malým a nízkým napětím 120 V a mezi nízkým a vysokým napětím 1 500 V.
- 2 V závorce je uvedeno označení užívané v mezinárodních normách a zahraniční literatuře.
- 3 Podle ČSN IEC 449 (33 01 30) Napěťová pásma pro elektrické instalace v budovách se užívá pro kategorie I a II označení "napěťová pásma".

Ochrana před úrazem elektrickým proudem

Řeší ČSN 33 2000-4-41

- Prostory z hlediska nebezpečí úrazu elektrickým proudem:
 - prostory normální
 - prostory nebezpečné
 - prostory zvlášť nebezpečné

- má vliv na stanovení požadavků na způsoby ochrany

- Úraz elektrickým proudem může způsobit:
 - proud procházející tělem
 1. jedнопólový dotyk živých částí proti zemi
 2. dvoupólový dotyk živých částí různé polarity/potenciálu
 3. dotyk neživých částí při poruše
 - nežádoucí účinky el. proudu (elektrické a elektromagnetické pole, oblouk, zkratové proudy)

Ochrana před úrazem elektrickým proudem

■ Ochrana osob a zvířat:

- ❑ při dotyku nebezpečných živých částí
 1. zabráněním průtoku proudu
 2. omezením procházejícího proudu
- ❑ při dotyku neživých částí:
 1. zabráněním průtoku proudu
 2. omezením procházejícího proudu
 3. samočinné odpojení místa poruchy od zdroje
- ❑ jiné nežádoucí účinky elektrického proudu
 1. vhodné umístění zařízení
 2. použití krytů
 3. použití ochranných pomůcek

■ Napětí z hlediska nebezpečného dotyku:

1. nebezpečné napětí
2. bezpečné malé napětí

Ochrana před úrazem elektrickým proudem-bezpečný proud

Hodnoty bezpečných proudů:

	Ustálený proud tekoucí odporem 2000Ω		Nahromaděný náboj
	Střídavé obvody	Stejnoseměrné obvody	
Mezní hodnoty	3,5 mA	10 mA	50 μC
Snížené mezní hodnoty (úchop do ruky)	1 mA	3 mA	0,5 μC

Ochrana před úrazem elektrickým proudem-bezpečná napětí

Tabulka 41-NK Meze bezpečných malých napětí s ohledem na členění prostorů

Prostory	Při dotyku částí (při obsluze)	Bezpečné malé napětí živých částí V	
		střídavé ¹⁾	stejnoseměrné ²⁾
Normální	živých	50	100
	neživých	50	120
Nebezpečné ³⁾	živých	25	60
	neživých	50	120
Zvlášť nebezpečné ⁴⁾	živých	12	25
	neživých	25	60

¹⁾ Jmenovitá efektivní napětí se volí v daném rozsahu tak, aby nebyla překročena uvedená hodnota. Maximální hodnoty pro nesinusový průběh zatím nejsou stanoveny.

²⁾ Stejnoseměrná napětí jsou bez zvlnění. Pojem „bez zvlnění“ viz poznámka v 411.1.4.3.

³⁾ Tam, kde souhrn podmínek (které určují nebo i ovlivňují nebezpečí úrazu elektrickým proudem) vyžaduje změnu hodnot bezpečných malých napětí, lze je v příslušné normě stanovit jinak.

⁴⁾ Pokud v jednotlivých ustanoveních není stanoveno jinak. IEC 364-4-41 uvádí místo 12 V st hodnotu 6 V st nebo 15 V ss místo 25 V ss pro PELV.

Ochrana před nebezpečným dotykem živých i neživých částí

- **Ochrana malým napětím SELV** (živé části nejsou v žádném bodě spojeny se zemí) a
- **PELV** (obvod je v určitém bodě spojen se zemí)
 - jmenovité napětí nepřesáhne horní mez kategorie I (snímek 61)

 - zdroj splňuje následující podmínky:
 1. bezpečnostní ochranný transformátor dle ČSN 35 1330
 2. proudový zdroj zajišťující stejný stupeň bezpečnosti jako add1) (generátor, ...)
 3. elektrochemický zdroj nebo jiný nezávislý zdroj
 4. takové elektronické předměty, u kterých je napětí kat I nebo vyšší napětí se sníží na stanovené hodnoty při dotyku živých či neživých částí (přístroje pro měření izolačního stavu)
 5. přenosné zdroje = zařízení třídy ochrana II nebo s izolací rovnocennou

 - jsou splněny podmínky pro obvody SELV nebo PELV
 1. elektrické oddělení obvodů SELV a PELV od ostatních obvodů alespoň jako u bezpečnostního oddělovacího trafa.
 2. přednostní prostorové oddělení
 3. při společném uložení:
 - základní izolace + nekovový plášť
 - vodiče jiných obvodů odděleny: uzemněným kovovým stíněním (kovovým pláštěm)
 - ve vícežilovém kabelu - vodiče SELV, PELV izolovány na nejvyšší použité napětí

Ochrana před nebezpečným dotykem živých i neživých částí

4. vidlice a zásuvky musí splňovat

- nesmí být záměnné se sítí jiného napětí
- nesmí mít ochranný kontakt

■ Požadavky na neuzemněné obvody (SELV)

- Živé části obvodů SELV nesmí být spojeny se zemí nebo s živými částmi, nebo s ochrannými vodiči jiných obvodů
- Neživé části se nesmí úmyslně spojit se
 - zemí
 - s ochrannými vodiči jiného obvodu
 - s cizími kovovými částmi
- Pokud $U_{jm} < 25 \text{ V stř.}$ nebo $U_{jm} < 60 \text{ V ss}$ \Rightarrow není nutná další ochrana
- Pokud $U_{jm} > 25 \text{ V stř.}$ nebo $U_{jm} > 60 \text{ V ss}$ \Rightarrow je nutné použít
 - přepážky a kryty IP xxB
 - izolaci (zkušební napětí 500V po dobu 1 min)

Ochrana před nebezpečným dotykem živých i neživých částí

■ Požadavky na uzemněné obvody (PELV)

- Ochrana před dotykem živých částí
 - ◆ Přepážky nebo kryty se stupněm krytí alespoň IP xxB
 - ◆ Izolace, která vydrží zk. napětí 500 V po dobu 1 min.
- Pokud $U_{jm} < 25 \text{ V stř.}$ nebo $U_{jm} < 60 \text{ V ss} \Rightarrow$ není nutná další ochrana, pokud prostředí suché a nepředpokládá se dotyk na velké ploše,
- Pokud $U_{jm} < 6 \text{ V stř.}$ nebo $U_{jm} < 15 \text{ V ss} \Leftrightarrow$ pro ostatní případy

■ Ochrana omezením ustáleného proudu a náboje

- Elektrické oddělení od nebezpečných živých částí
- Spojení s nebezpečnými částmi přes ochrannou impedanci
 - ◆ bezpečná velikost proudu
 - ◆ životnost jako u zařízení
 - ◆ elektrická pevnost jako u izolace

Obvody FELV

- Jedná se o obvody s napětím kategorie I, kde nejsou splněny podmínky SELV a PELV při zajištění ochrany před nebezpečným dotykem živých a neživých částí
- Ochrana živých částí:
 - přepážkami nebo kryty
 - izolací odpovídající nejmenšímu zkušebnímu napětí pro primární obvod
- Ochrana neživých částí:
 - samočinným odpojením od zdroje pokud jsou neživé části spojeny s PE primáru
 - ochrana elektrickým oddělením primáru pokud neživé části spojeny s neuzemněným vodičem pro pospojování primáru
 - vidlice a zásuvky nezáměnné

Ochrana před nebezpečným

dotykem živých částí

1. ochrana izolací

■ izolace musí:

- úplně kryt živé části a lze ji odstranit pouze jejím zničením.
- Vyhovět podmínkám pro základní + přídavnou izolaci = dvojitá izolace = zařízení tř. II
- Dvojitou izolaci lze nahradit izolací zesílenou
- Zařízení se základní izolací = zařízení bez izolace

■ Základní izolace :

- zajišťuje spolehlivou funkci zařízení a ochran
- navržena na jmenovité izolační napětí

■ Přídavná izolace:

- musí vydržet stejné elektrické namáhání jako pracovní izolace

■ Dvojitá izolace:

- porucha v základní nebo v přídavné izolaci nesmí zhoršit izolační vlastnosti zbývajících částí izolace

■ Zesílená izolace

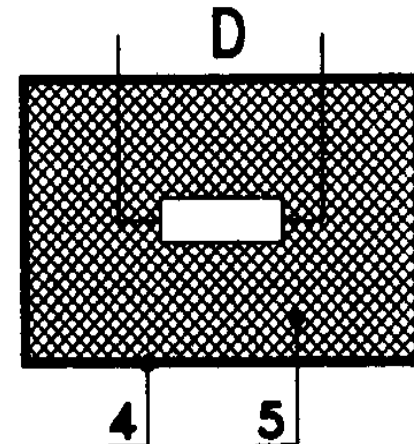
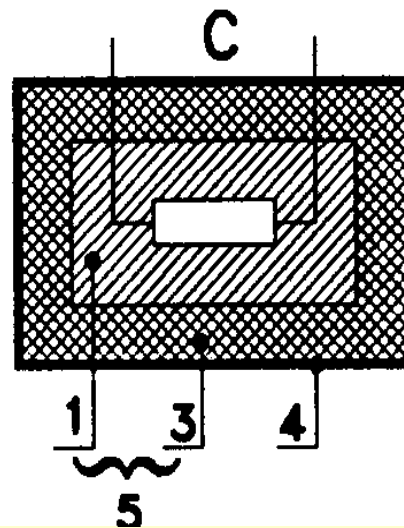
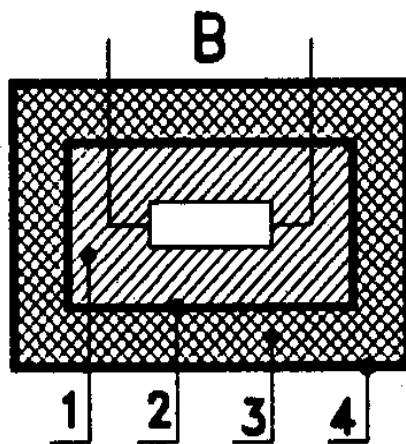
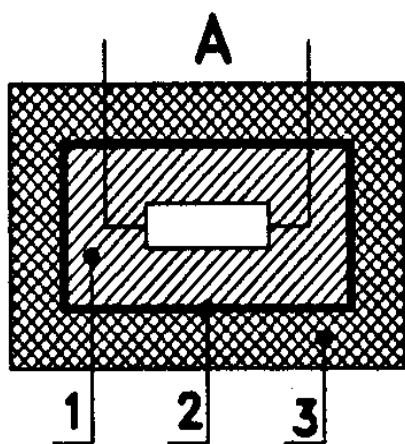
- stejné izolační vlastnosti jako izolace dvojitá

■ Izolace mezi obvody:

- izolace mezi dvěma různými obvody musí být navržena pro vyšší jmenovité izolační napětí

ochrana izolací

- 1 - základní izolace
- 2 - vnitřní kovová část
- 3 - přídatná izolace
- 4 - vnější kovová část
- 5 - zesílená izolace



2. Ochrana kryty a přepážkami

- Kryty a přepážka zajišťují krytí alespoň IP 2x.
- Vodorovný horní povrch snadno přístupných krytů a přepážek IP 4x
- Dostatečná stabilita, pevnost a trvanlivost krytů. Zabraňují jakémukoliv dotyku
- Odstraňování krytů:
 - S použitím nástroje
 - Samočinné odpojení živých částí
 - Vnitřní přepážka s IP 2x

3. Ochrana zábranou

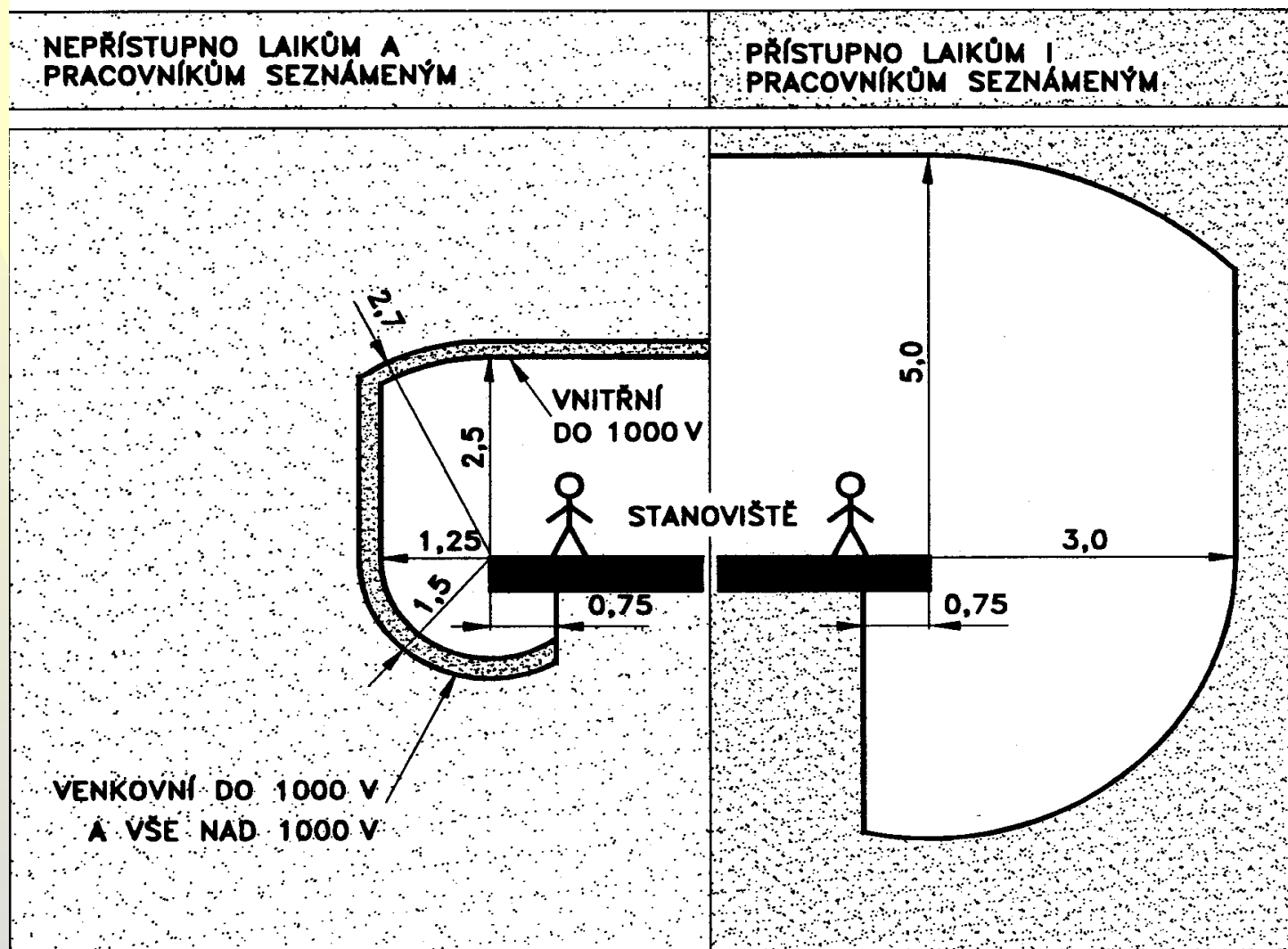
- **Musí zabránit:**
 - ❑ Neúmyslnému přiblížení osoby k živým částem
 - ❑ Nahodilému dotyku živých částí

- Je možné je odstranit bez použití nástroje, ale nelze je odstranit neúmyslně

- **Provedení zábran:**
 - Pro laiky: uzamčením nebo neodnímatelným dostatečně pevným a vysokým ohrazením
 - Pro odborníky: uzavřením, ohrazením i odnímatelným
 - Materiál: pevný, tuhý, doporučuje se izolant
Poddajné musí být z izolantu. Pozor na průhyb.

4. Ochrana polohou

- Umístění nebezpečných živých částí mimo dosah ruky . Proti nahodilému dotyku
- Dotknutí dvou částí nelze, pokud alespoň 2,5 m od sebe
- Hranici dosahu ruky znázorňuje následující obrázek(vzdálenosti se počítají od zábrany nebo kraje stanoviště S):



4. Ochrana polohou

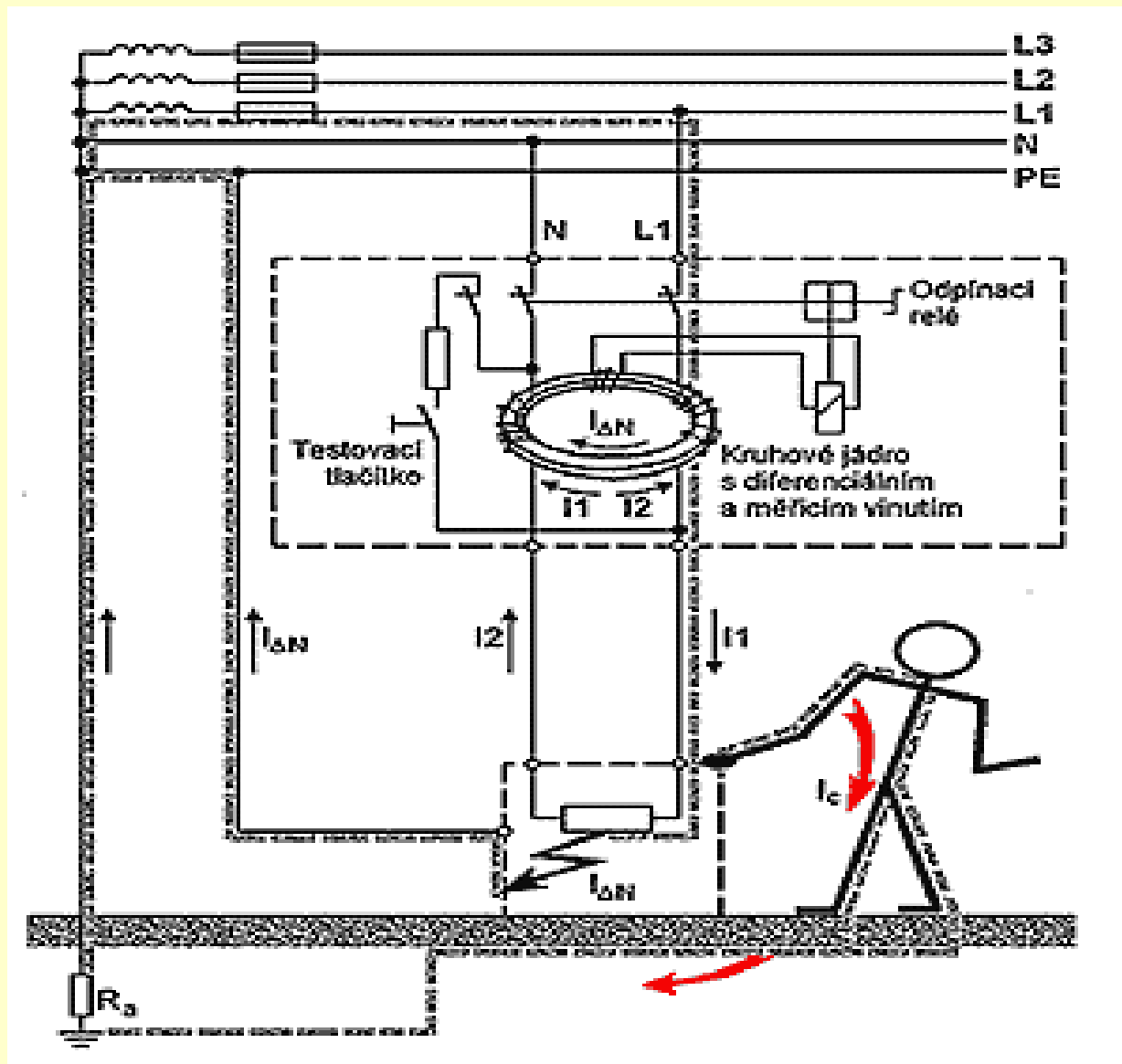
přehled vzdáleností

Prostory:	Nepřístupné laikům a osobám seznámeným			Přístupné laikům a seznámeným		
směr prostředí	Nahoru a	Dopředu b	Dolu c	Nahoru a	Dopředu b	Dolu c
Při krytí nižším než IP 2x	2,5 m	1,25 m	0,75 m	2,5 m	1,25 m	0,75 m
Venkovní zařízení nn	2,7 m			5 m	3 m	
Vnitřní zařízení vn	2,5 m	1,5 m	0,9 m	5 m	3 m	
Venkovní zařízení vn	2,7 m	1,5 m		5 m	3 m	

5. Doplnková ochrana proudovým chráničem

- Použití proudového chrániče s vybavovacím proudem do 30 mA pro případ selhání ochrany v normálním provozu.

Pouze jako
doplnková ochrana !



6. Ochrana doplňkovou izolací

- Vybavení elektrického zařízení izolačním stanovištěm (dielektrický koberec) nebo použití ochranných pomůcek (vypínací tyče, dielektrické rukavice).
- **Jen pro pracovníky znalé a znalé s vyšší kvalifikací.**

Ochrana

před nebezpečným dotykem

neživých částí

1) Ochrana samočinným odpojením od zdroje

Pokud v případě poruchy může na neživých částech vzniknout nebezpečné dotykové napětí, potom musí dojít k odpojení zařízení od napětí. Dovolené meze dotykového napětí pro elektrická zařízení do 1000V jsou v následující tabulce:

Prostory	Dovolené meze trvalého dotykového napětí U_{dt} V	
	střídavé	stejnoseměrné ²⁾
Normální i nebezpečné	50	120
Zvlášť nebezpečné ¹⁾	25	60
Ve zvlášť nepříznivých případech (práce ve vodě bez použití pomůcek, stísněné prostory)	12	25

¹⁾ Platí též pro hračky, některá zdravotnická a jiná zařízení přicházející ve styk s pokožkou nebo s vlasy a v prostorách, ve kterých toho stupeň nebezpečí vyžaduje.

²⁾ Dovolené zvlnění je 10 %.

Ochrana samočinným odpojením od zdroje

- **Nejvyšší dovolená mez** trvalého dotykového napětí je 50V pro střídavé a 120V pro stejnosměrné napětí. Pokud vznikne vyšší dotykové napětí, tak musí dojít k odpojení v předepsaném čase, který je odvozen od fyziologického působení proudu na člověka.
- **Uzemnění:** neživé části musí být připojeny k ochrannému vodiči. Neživé části současně přístupné dotyku musí být spojeny se stejnou uzemňovací soustavou
- **Hlavní pospojování:** v každé budově musí být spojeny:
 - ochranný vodič
 - uzemňovací přívod
 - rozvod potrubí (plyn, voda)
 - kovové konstrukční části, topení,..
 - části přicházející zvenku pospojovány co nejbližší vstupu.
 - musí být u všech kovových plášťů sdělovacích kabelů (se souhlasem provozovatele)
- **Doplňující pospojování:** pro zlepšení podmínek samočinného odpojení se provádí místní pospojování

Sítě TN

Podmínky správné funkce:

- ❑ všechny neživé části musí být spojeny s uzemněným bodem sítě prostřednictvím ochranných vodičů PE, které musí být uzemněny u každého transformátoru, generátoru
- ❑ v pevných instalacích může funkci ochranného vodiče PE a středního vodiče N zastávat jediný vodič PEN
- ❑ charakteristiky vypínacích prvků musí při zkratu o zanedbatelné impedanci mezi fázovým a ochranným vodičem odpojit zařízení od zdroje v předepsaném čase:

Jmenovité (fázové) napětí sítě U_0 proti zemi (V)	Doba odpojení (s)
120	0,8
230	0,4
400	0,2
> 400	0,1

$Z_s \cdot I_a < U_0$ Z_s ... impedance poruchové smyčky

I_a ... proud zajišťující samočinné působení odpojovacího prvku

U_0 ... jmenovité napětí proti zemi

Čas odpojení do 5 s se připouští pro rozvodná zařízení.

Pokud nelze splnit vypínací časy je nutné provést doplňující pospojování nebo použít proudové chrániče.

Sítě TN

- ❑ V sítích TN lze použít následující ochranné prvky:
 - nadproudové jistící prvky
 - proudové chrániče (s výjimkou sítí TN-C)

- ❑ Odpor uzemnění středu zdroje (trafa) $R_A < 5 \Omega$ ($R_A < 15 \Omega$ - pro ztížené půdní podmínky)

- ❑ **Celkový odpor uzemnění** ochranného vodiče $R_B < 2 \Omega$ pro sítě 230 V.

$$R_B < \frac{\rho_{\min}}{100} \quad \text{pro půdy s } \rho_{\min} > 100 \Omega\text{m}$$

délka zemnicí pásky do 50 m

Pro uzemnění společná pro sítě nn a vn je nutná kontrola dle vztahu $R_B < \frac{U_d}{I_z}$

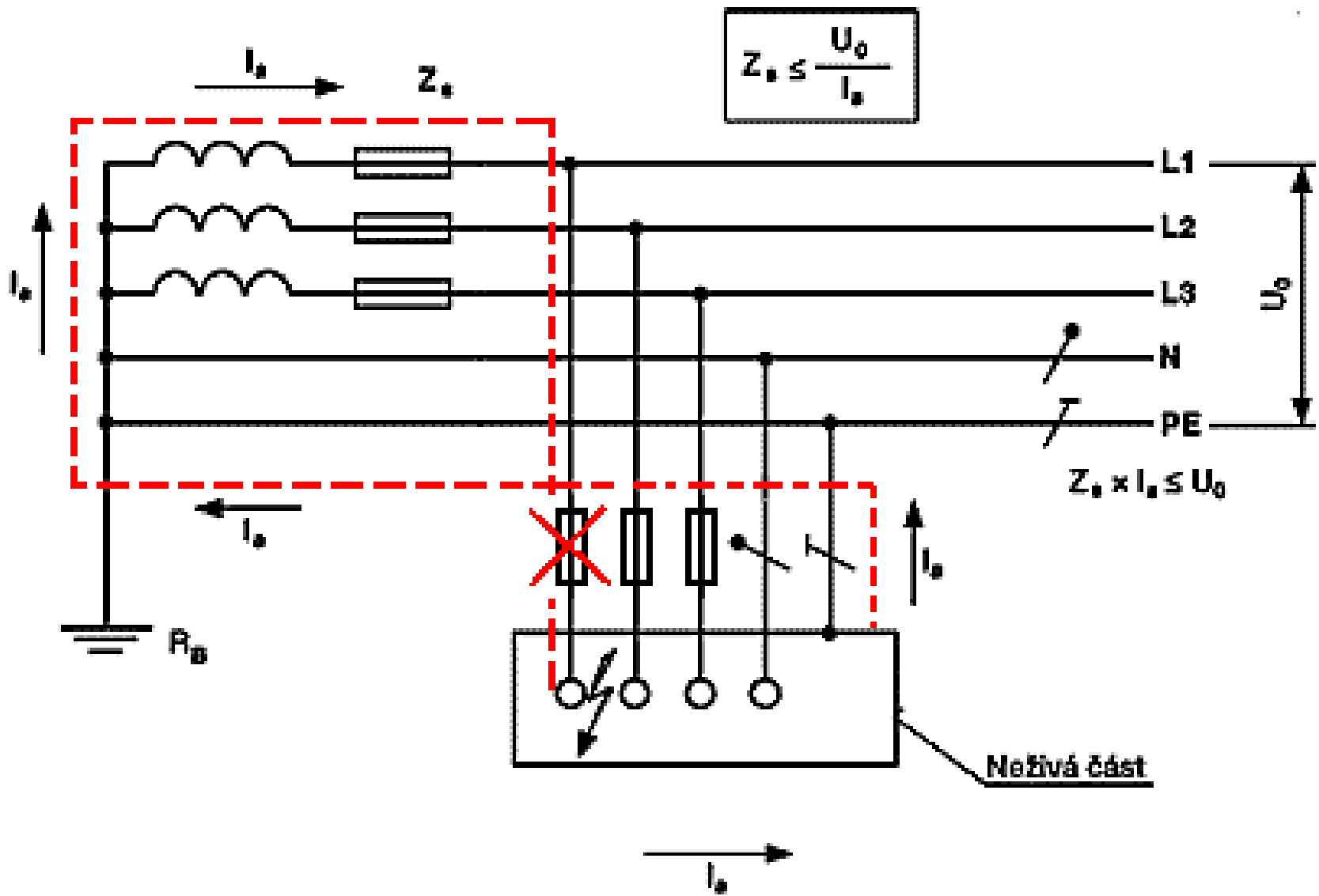
I_z ... zemní proud na straně vn

Sítě TN

- ❑ Ochranný vodič PEN, PE se musí uzemnit samostatným zemničem kromě uzlu zdroje:
- Venkovní rozvody
 - Vrchní vedení po 500m na konci delším jak 200m
 - Kabelové vedení po 200m
 - Přípojková skříň je-li dále jak 100m od předchozího uzemnění
 - Dočasná pracoviště
- Vnitřní rozvody
 - S vlastním trafem u hlavního rozvaděče
 - Bez vlastního trafa jako u přípojkových skříní
 - Podružný rozvaděč pokud dále jak 100m
 - Na konci odboček delších jak 200m

- ❑ Na konci odboček odpor uzemnění $R_C < 5 \Omega$ (zemniče obvykle kratší než 50m)
- ❑ Vodiče PEN a PE se nesmí jistit
- ❑ Vodiče PEN a PE se dimenzují s ohledem na krajní vodiče dle tabulky

Princip ochrany odpojením v sítích TN-C



Průřez fázového nebo krajního vodiče		Průřez ochranného vodiče						
		Měď			Hliník		Pozinkovaná ocel ²⁾	
Měď	Hliník	I	II	III	I	II	II	III
(1)*	—	(1)*	4	—	2,5	6	Ø 4	Ø 8 ³⁾ nebo Ø 10 nebo 3 × 4
1,5	2,5	1,5**	4**	—	2,5	6		
2,5	4	2,5	4	—	4	6		
4	6	4	4	—	6	6	50 tloušťka 2,5	
6	10	6	6	—	10	10		
10	16	10	10	—	16	16		
16	25	16	16	—	25	25		
25	35	16	16	—	25	25		
35	50	16	16	—	25	25	100 tloušťka 3	
50	70	25	25	50	35	35		
70	95	35	35	50	50	50		
95	120	50	50	50	70	70		
120	150	70	70	70	70	70	120 tloušťka 4	
150	185	70	70	70	95	95		
185	240 ¹⁾	95	95	95	120	120		
240 ¹⁾	—	120	120	120	120	120		

I. Vodiče v obložení nebo jinak chráněné před mechanickým poškozením.

II. Vodiče bez obložení nebo jinak nechráněné před mechanickým poškozením.

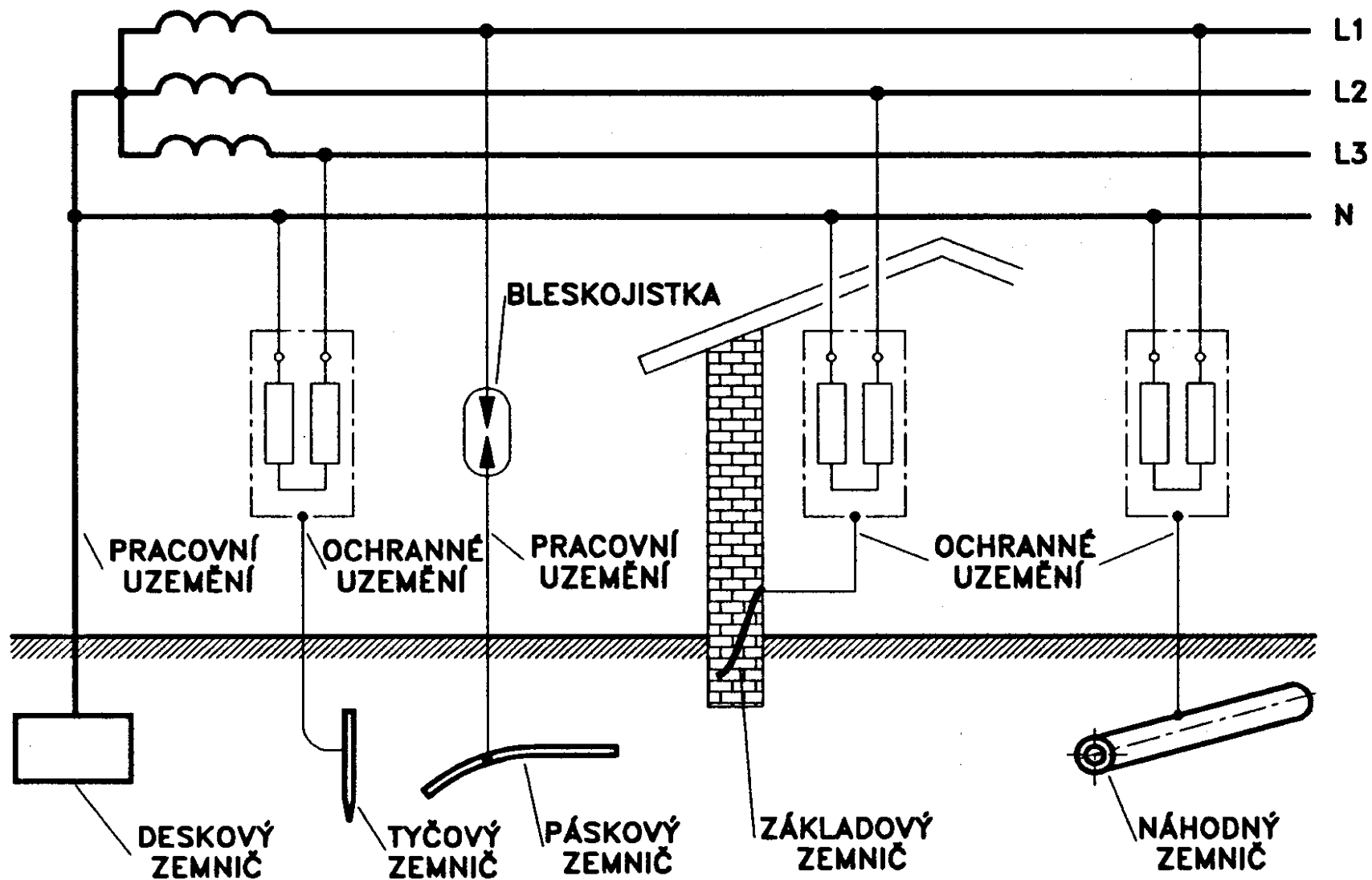
III. Vodiče v zemi.

1) U větších průřezů krajních vodičů může být i průřez ochranných vodičů větší, vyžadují-li to zvláštní poměry.

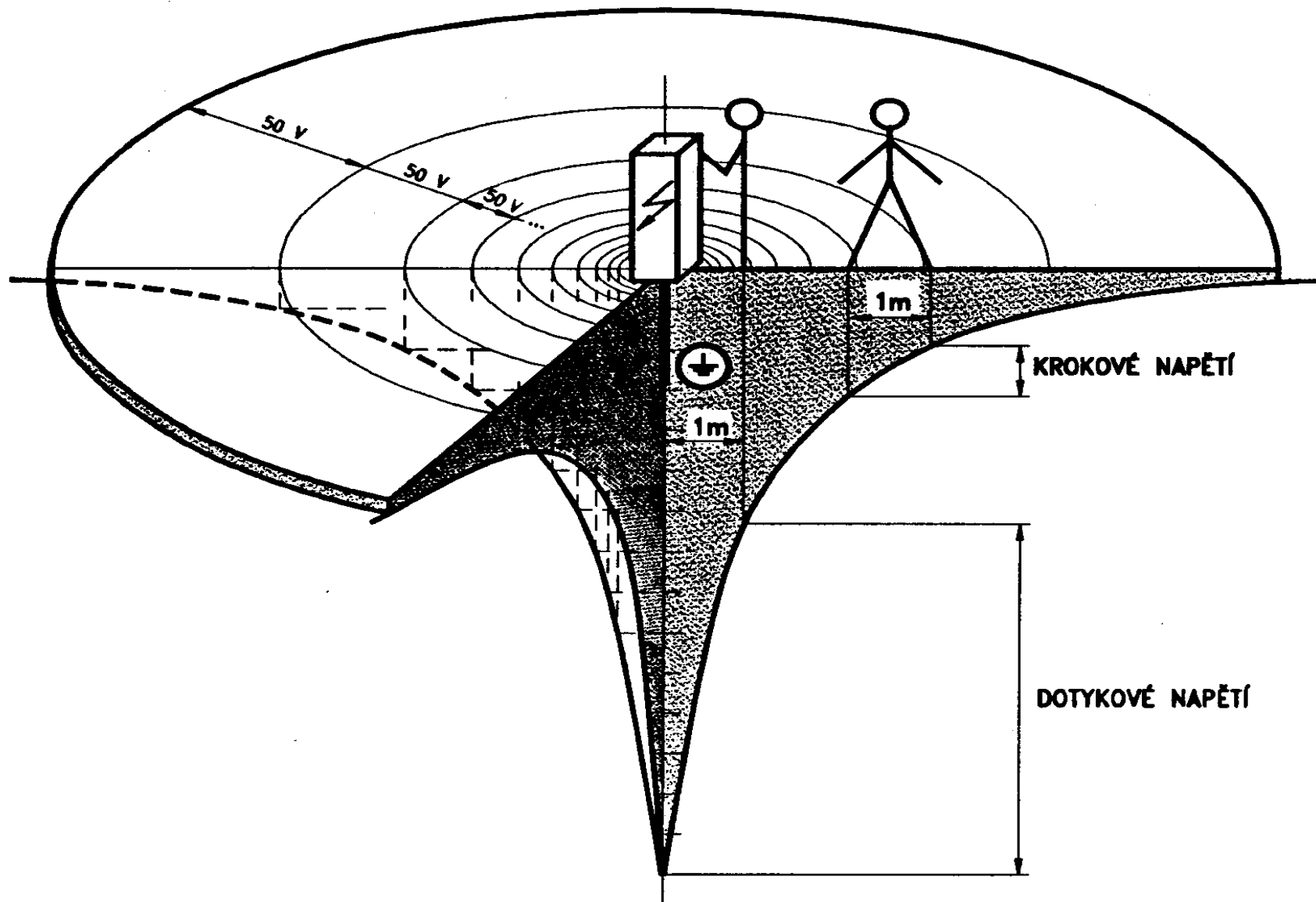
2) Hodnoty tloušťky se vztahují k páskové oceli. Další rozměr se nepředepisuje a lze jej volit tak, aby vyhověl minimálnímu průřezu.

3) Jen tam, kde jsou stanoveny průřezy fázového nebo krajního vodiče do 25 mm² Cu nebo 35 mm² Al.

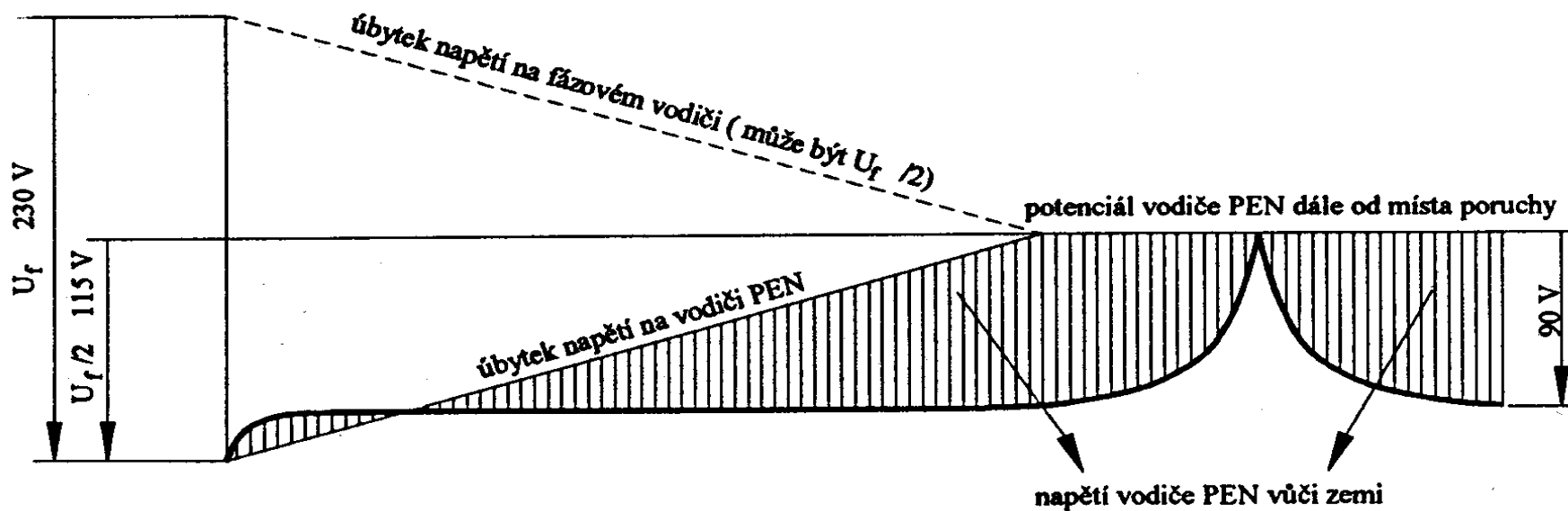
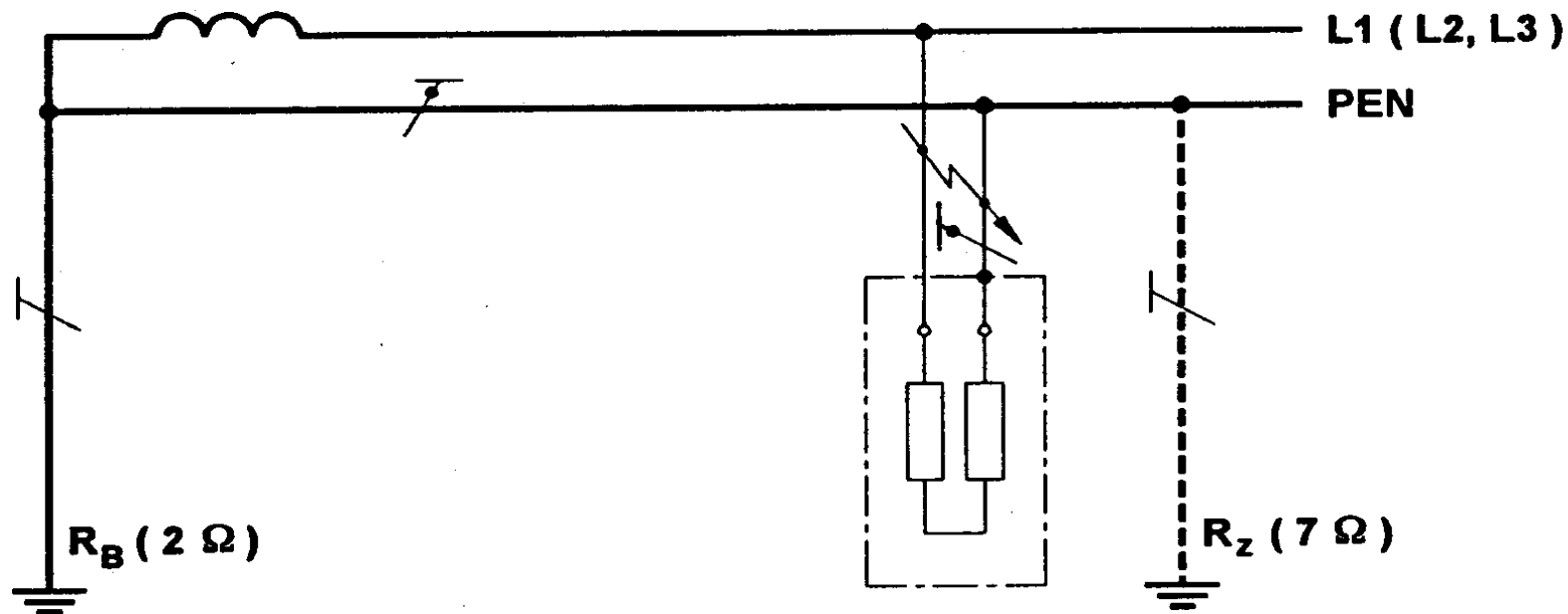
Druhy zemničů



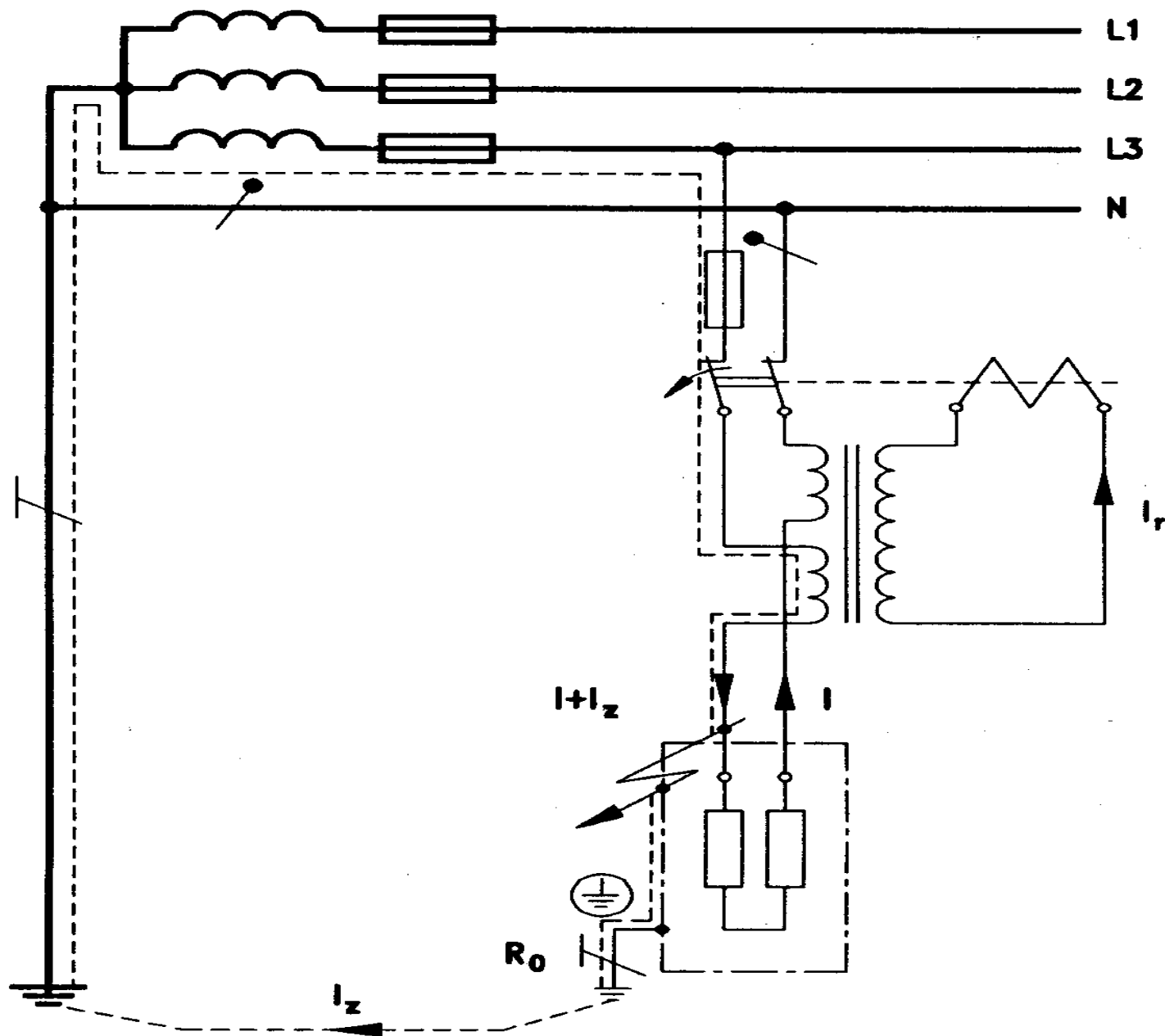
Potenciál tyčového zemniče



Potenciál na ochranném vodiči při poruše



Použití proudového chrániče na místě pojistného prvku



Sítě TT

- Všechny neživé části společně chráněné stejným ochranným přístrojem musí být spojeny s ochrannými vodiči k zemniči, který je společný pro všechny tyto části.
- Střední bod (krajní vodič) zdroje musí být uzemněn.
- Podmínky správné funkce:

$R_A \times I_a < 50 \text{ V}$

R_A ... součet odporu zemniče a ochranného vodiče neživých částí

I_a ... proud zajišťující samočinné působení nadproudového ochranného prvku

používají se:

- proudové chrániče
- nadproudové jistící prvky

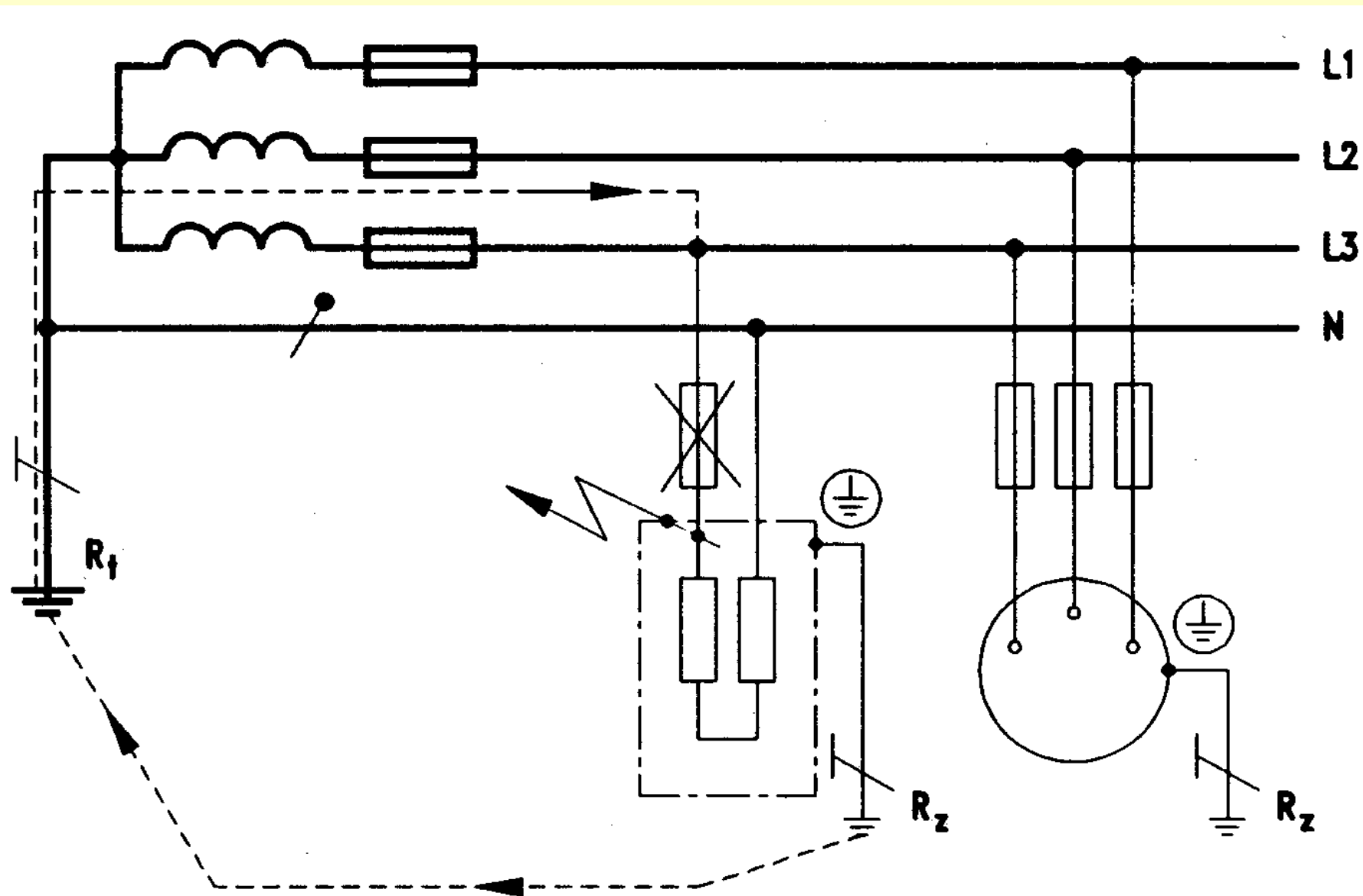
Odpor uzemnění středu zdroje musí být nejvýše:

$$R_t < \frac{50}{I_{amax}}$$

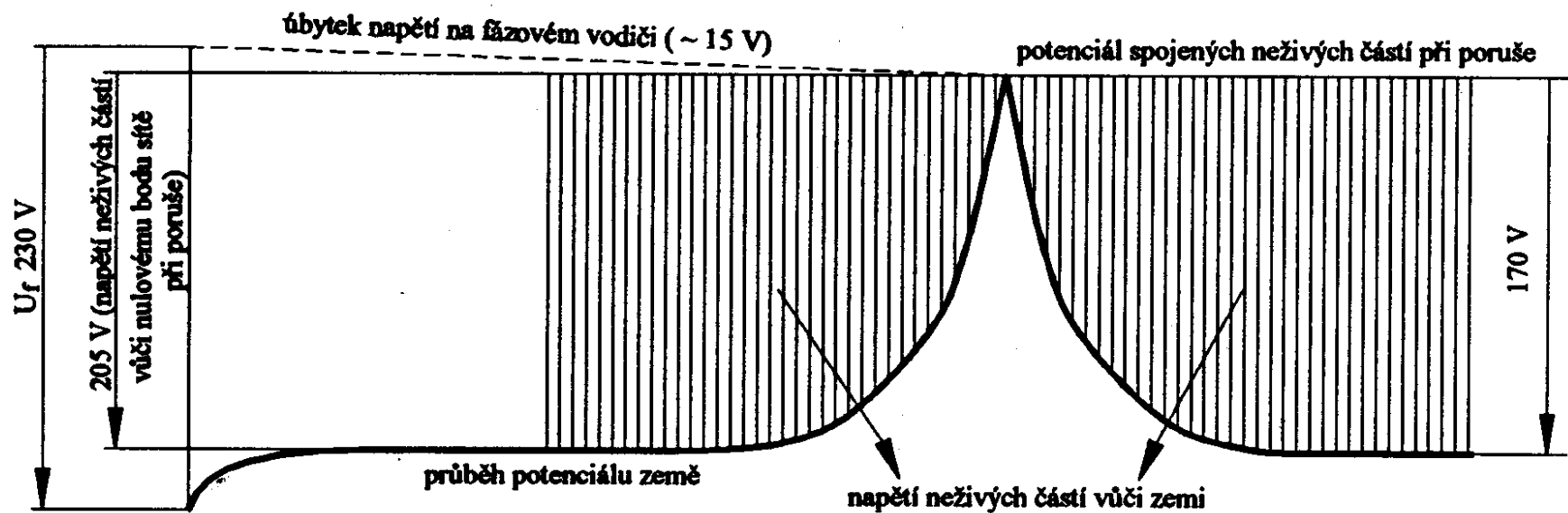
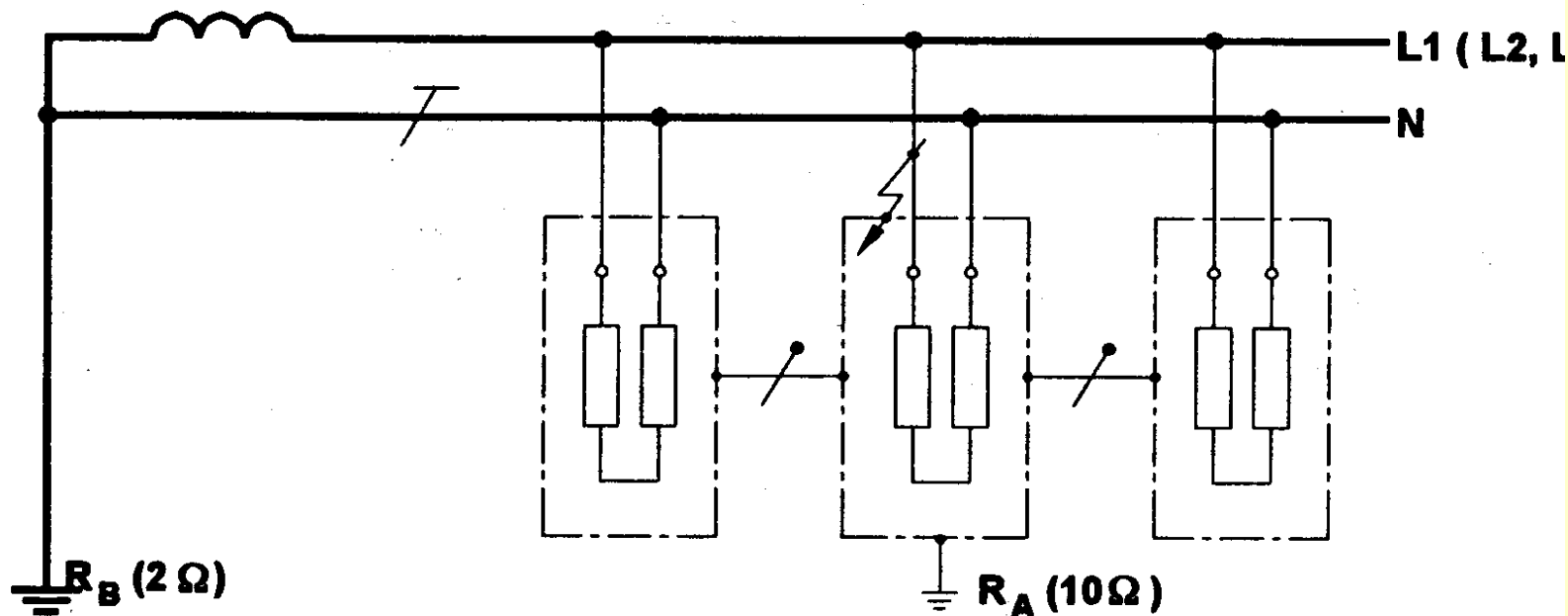
I_{amax} ... vypínací proud jistícího prvku

- Střední vodič se klade za hlavním rozvaděčem izolovaně, je možné ho jistit
- Neživé části se nesmí připojovat na střední vodič
- Ochrana je proveditelná do jmenovitého proudu jistícího prvku do 10A
- Vodovodní a plynovodní potrubí se nesmí použít jako náhodný zemnič

Ochrana v síti TT



Ochrana v síti TT-potenciál na neživých částech



Sítě IT

- Sítě IT musí být izolovány od země nebo se zemí spojeny přes dostatečně vysokou impedanci. Toto spojení může být provedeno ve středním uzlu sítě nebo v umělém středu.
- **Podmínky správné funkce:**
 - ❑ Žádný pracovní vodič instalace nesmí být přímo spojen se zemí
 - ❑ Možné je uzemnění přes velkou impedanci nebo přes umělý střed s velkou impedancí nulové složky.
 - ❑ Neživé části musí být uzemněny jednotlivě, po skupinách nebo společně
 - ❑ Musí být splněna podmínka:
 $R_A \times I_d < 50V$ R_A ... odpor uzemnění neživých částí
 I_d Poruchový proud při 1.poruše o zanedbatelné impedanci mezi fázovým vodičem a neživou částí. Hodnota I_d bere v úvahu svodové proudy a celkovou impedanci uzemnění elektrické instalace
 - ❑ Při použití hlídače stavu izolace, který indikuje výskyt 1.poruchy mezi živou a neživou částí resp. zemí, musí ji zvukově nebo vizuálně signalizovat.
 - ❑ Při výskytu druhé poruchy musí být pro odpojení od zdroje splněny následující podmínky
 - Pokud jsou neživé části uzemněny jednotlivě nebo po skupinách platí podmínky pro ochranu jako u sítě TT.

Sítě IT

- Pokud jsou neživé části vzájemně propojeny ochranným vodičem, uzemněny společně, platí podmínky pro síť TN

□ Musí být splněny podmínky:

- ◆ Jestliže střední vodič není vyveden:

$$Z_S < \frac{\sqrt{3} * U_0}{2 * I_a}$$

- ◆ Jestliže střední vodič je vyveden:

$$Z_S^* < \frac{U_0}{2 * I_a}$$

U_0 ... jmenovité napětí mezi fází a středním vodičem

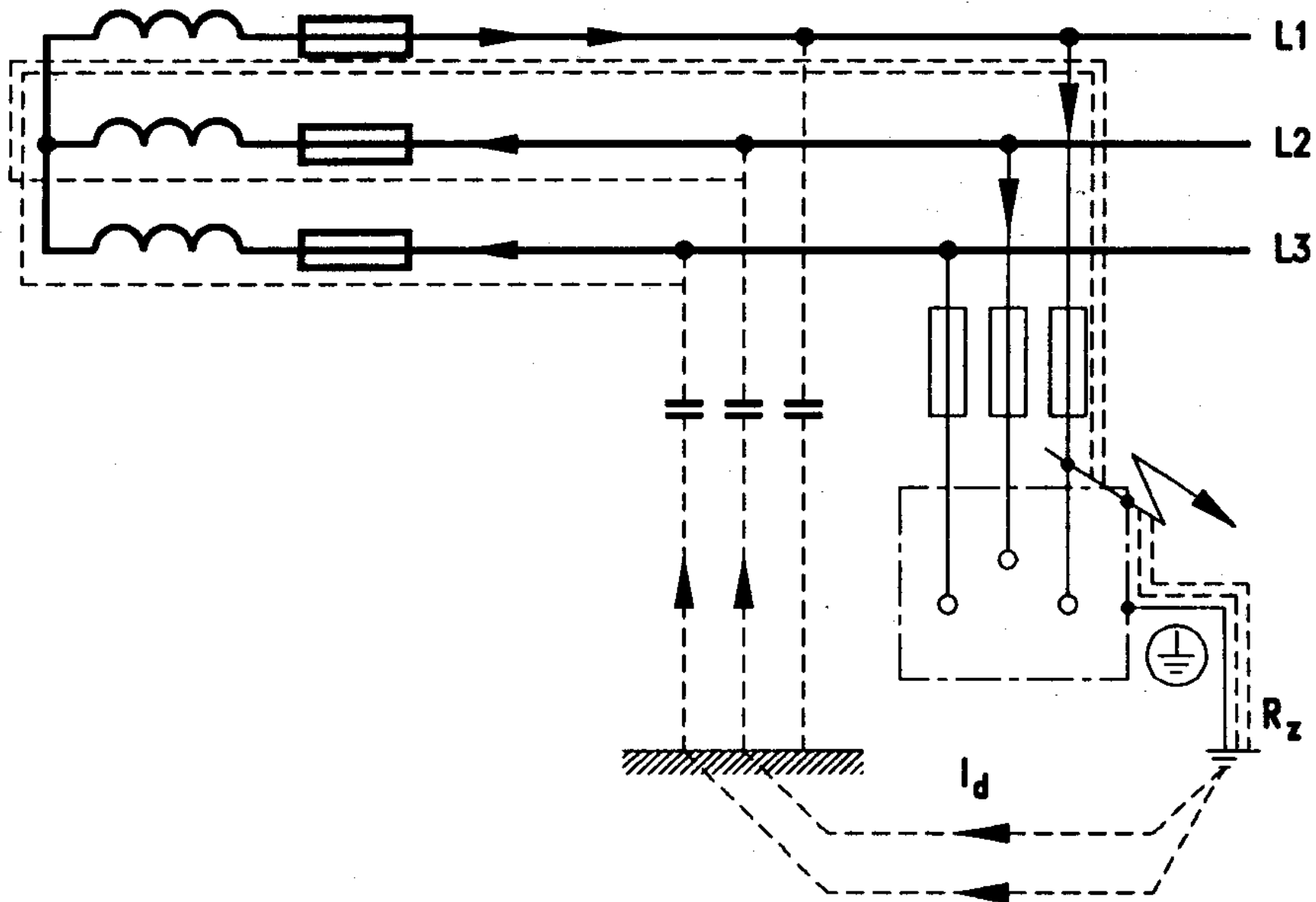
U ... jmenovité napětí mezi fázemi

Z_S ... impedance poruchové smyčky složené z fázového vodiče a ochranného vodiče

Z_S^* ... impedance poruchové smyčky složené ze středního vodiče a ochranného vodiče

I_a ... vypínací proud ochranného prvku odpojovacího v době t dle tabulky:

Princip ochrany v síti IT



Princip ochrany v síti IT

- ❑ Používají se následující přístroje:
 - Přístroje hlídající stav izolace
 - Nadproudové jistící prvky
 - Proudové chrániče

- ❑ Pro hlídače izolačního stavu platí:
 - Izolační odpor sítě proti zemi musí být kontrolován
 - Klesne-li izolační odpor sítě i s připojenými spotřebiči pod 1000Ω při zemním odporu 20Ω musí být zařízení odpojeno s výjimkou těch zařízení, kde je zajištěno, že nevznikne neb. dotykové napětí
 - Klesne-li izolační odpor sítě i s připojenými spotřebiči pod 200Ω při zemním odporu 2Ω musí být zařízení odpojeno s výjimkou těch zařízení, kde je zajištěno, že nevznikne neb. dotykové napětí

- ❑ Dimenzování ochranných vodičů dle tabulky.

Doplňující pospojování

- Doplňující pospojování musí zahrnovat všechny neživé části upevněných zařízení současně přístupné dotyku a cizích vodivých částí, které se mohou uplatnit. Soustava tvořící pospojování musí být spojena s ochrannými vodiči všech zařízení včetně zásuvek. Nejmenší jmenovité průřezy ochranných vodičů určuje následující tabulka:
- Kontroluje se, zda-li odpor mezi částmi současně přístupnými a cizími vodivými částmi splňuje podmínku:

$$R < \frac{50}{I_a} \quad I_a \dots \text{vypínací proud ochranného prvku}$$

- pro proudové chrániče = vybavovací proud chrániče
- pro nadproudové ochranné prvky = proud zajišťující působení do 5s

Doplňující pospojení

Fázový nebo krajní vodič		Průřez ochranného vodiče mm ²		
materiál	průřez mm ²	měď	hliník	pozinkovaná ocel
hliník	do 6	4	6	12,5 (Ø 4 mm)
měď	do 4			
hliník	10 až 35	10	16 až 25	50 (Ø 8 mm) tloušťka 2,5 mm
měď	6 až 25			
hliník	50 a výše	16	35	100 tloušťka 3 mm
měď	35 a výše			

Pro vodiče uložené v zemi jsou nejmenší rozměry Ø 8 mm

(do průřezu fázového nebo krajního vodiče 25 mm² Cu nebo

35 mm² Al) nebo u pozinkované oceli Ø 10 mm nebo (30 × 4) mm nebo průřez 50 mm² u mědi.

Pro vodiče Cu a Al v obložení platí tabulka 41-NN, sloupec I.

Ochrana použitím zařízení třídy ochrany II nebo s rovnocennou izolací

Ochrana je zajišťována:

- Elektrickým zařízením s dvojitou nebo zesílenou izolací označené značkou
- Doplnění zařízení se základní izolací přídatnou izolací
- Zesílenou izolací dosahujících parametrů dvojitě izolace-lze pouze tam, kde nelze realizovat izolaci dvojitou

Požadavky na izolaci resp.kryty:

- Izolační kryt musí odolávat mechanickým,elektrickým a tepelným namáháním
- Povrchové úpravy barvou, lakem se nepovažují za dostatečnou izolaci
- Izolačním krytem nesmí procházet vodivé části, které by mohly přenášet napětí
- Náhrada šroubů z izolačního materiálu kovovým nesmí narušit izolační stav
- Kde se izolační kryt otvírá bez použití nástrojů musí být krytí alespoň IP 2x
- Vodivé části umístěné v krytu nesmí být spojeny s ochranným vodičem. Průchozí ochranné vodiče musí být izolovány jako živé části
- Kryt nesmí mít nepříznivý vliv na funkci zařízení

Ochrana nevodivým okolím

- Má zabránit současnému dotyku s částmi o různém potenciálu
- Neživé části musí být uspořádány tak, aby se za běžných podmínek osoby nemohly dotýkat současně:
 - Dvou neživých částí
 - Neživé části a kterékoliv cizí vodivé části
 - Pokud tyto části mohou mít různý potenciál
 - Za dostatečnou se považuje vzdálenost 2,5 m nebo při umístění mimo hranici dosahu ruky 1,25m
 - Vzdálenost lze snížit použitím vhodných izolačních zábran
 - Izolování cizích vodivých částí (izolační napětí 2000 V, unikající proud menší jak 1 mA)
- V prostorách s nevodivým okolím nesmí být ochranný vodič
- Odpor izolujících podlah $50\text{k}\Omega$ při jmenovitém napětí instalace do 500V
- Odpor izolujících podlah $100\text{k}\Omega$ při jmenovitém napětí instalace nad 500 V
- Řešení musí být trvalé

Ochrana neuzemněným místním pospojováním

- Účelem je zabránit výskytu nebezpečného dotykového napětí
 - ❑ Vodiče pospojování musí vodivě spojit neživé části a cizí vodivé části, které jsou současně přístupné dotyku
 - ❑ Místní propojení nesmí být v elektrickém spojení se zemí
 - ❑ Při vstupu na chráněné místo nesmí být osoby vystaveny nebezpečnému rozdílu potenciálu

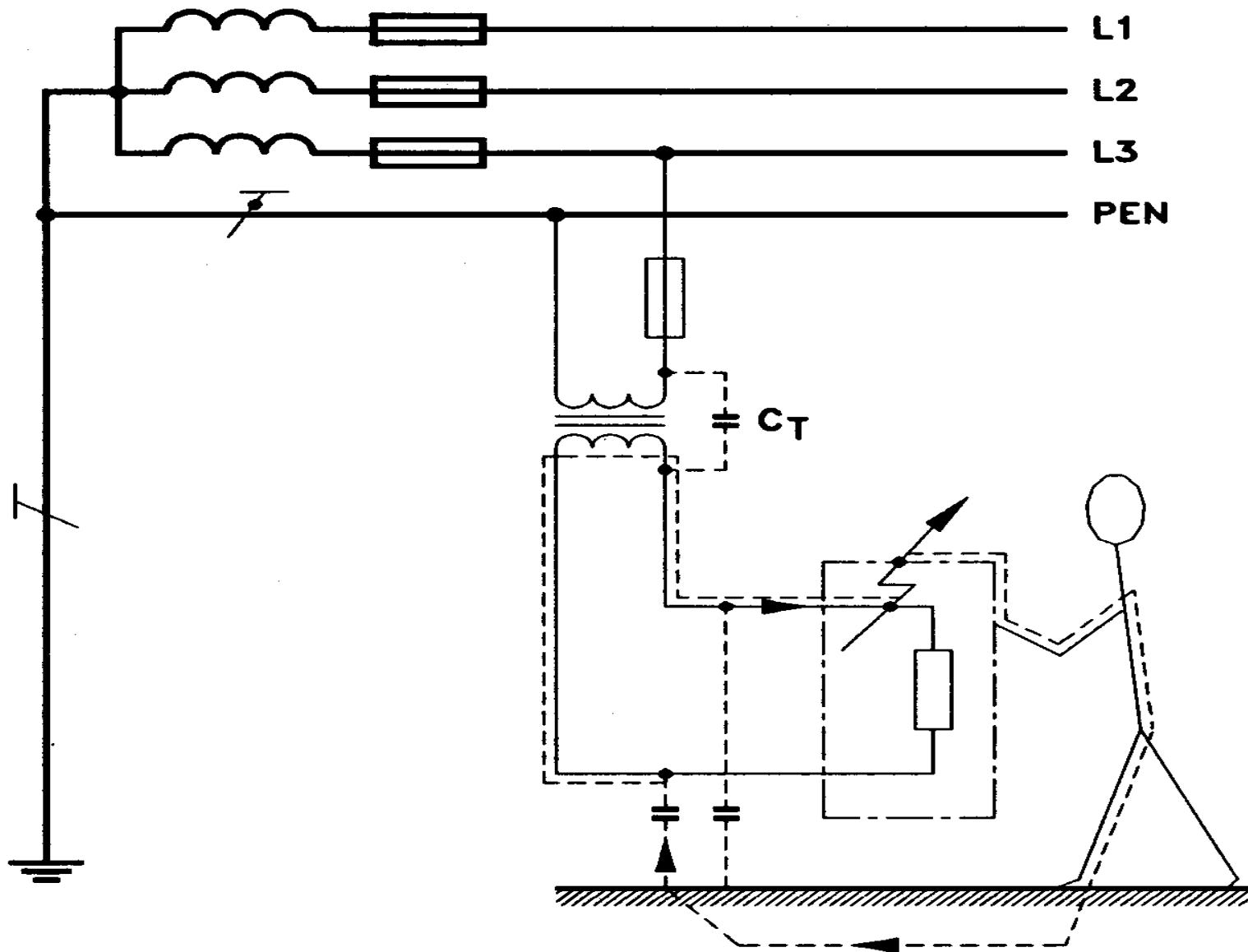
Ochrana elektrickým oddělením

Doporučuje se, aby : jmenovité napětí obvodu $U \cdot \text{délka rozvodu} < 100000$
délka rozvodu $< 500 \text{ m}$

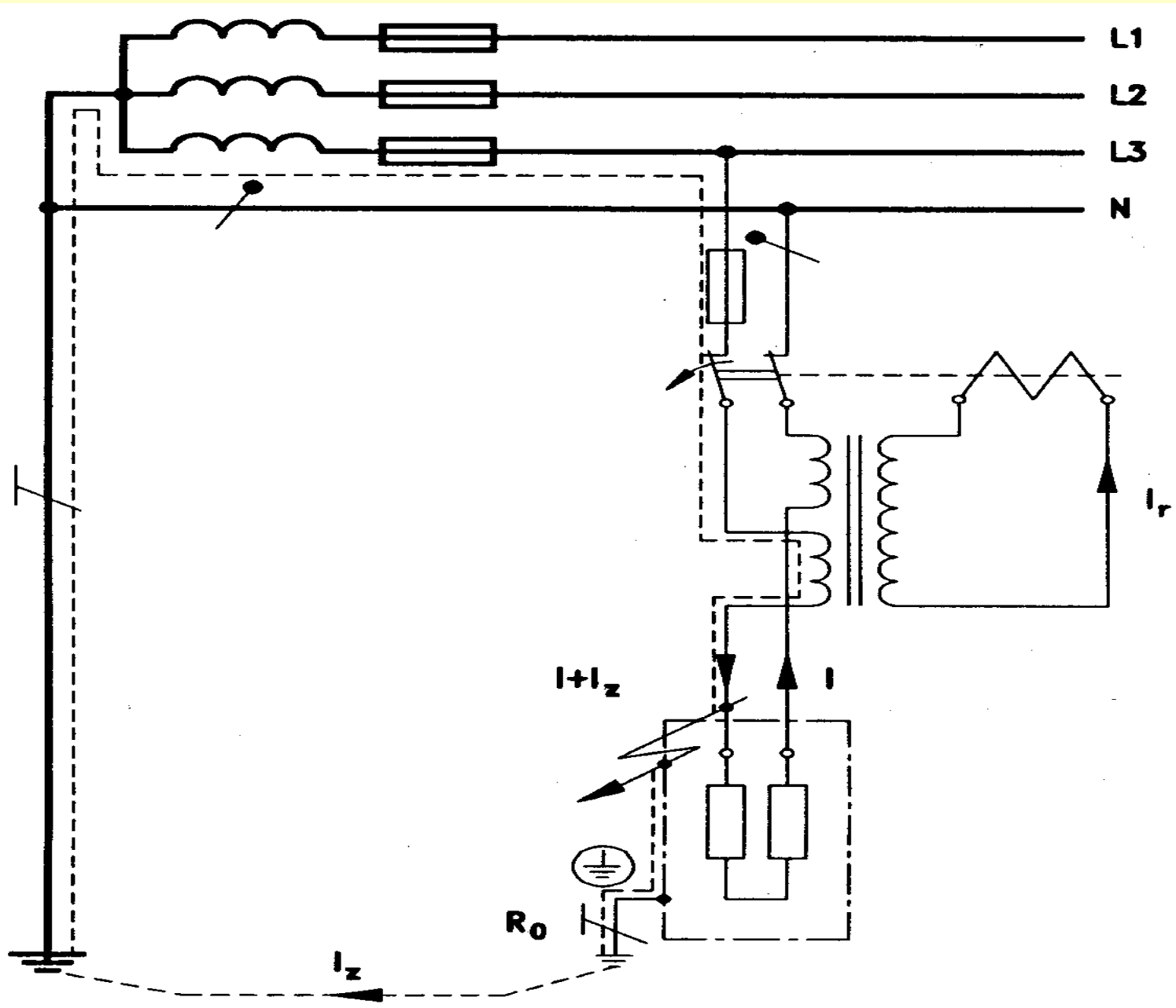
- Obvod musí být napájen přes oddělovací ochranný transformátor nebo zdroj zajišťující ochranu stejné úrovně
- Napětí elektricky odděleného obvodu nesmí přesáhnout 500 V
- Živé části odděleného obvodu nesmí být spojeny s jiným obvodem nebo zemí
- Ohebné kabely a šňůry musí být viditelné po celé délce , ve které existuje nebezpečí mechanického poškození
- Doporučuje se oddělení rozvodů
- Při napájení jednoho zařízení se nesmí spojovat neživé části odděleného obvodu ani s ochranným vodičem ani s neživými částmi jiných obvodů
- Neživé části odděleného obvodu musí být spojeny izolovaným neuzemněným pospojením
- Všechny zásuvky musí být opatřeny ochrannými kontakty, které musí být spojeny se soustavou pospojení
- Všechny ohebné kabely, s výjimkou zařízení třídy ochrany II, musí obsahovat ochranný vodič k tomu, aby byl použit jako vodič pospojování.
- V případě dvou poruch musí ochranný přístroj odpojit napájecí přívod v době odpojení (dle časů pro síť TN).

Poz.: Izolace vstupních míst a přívodu, který má kromě izolačního obalu jader alespoň jeden obal a vyhoví zkušebnímu napětí 4 kV st mezi žílou a vnějším povrchem.

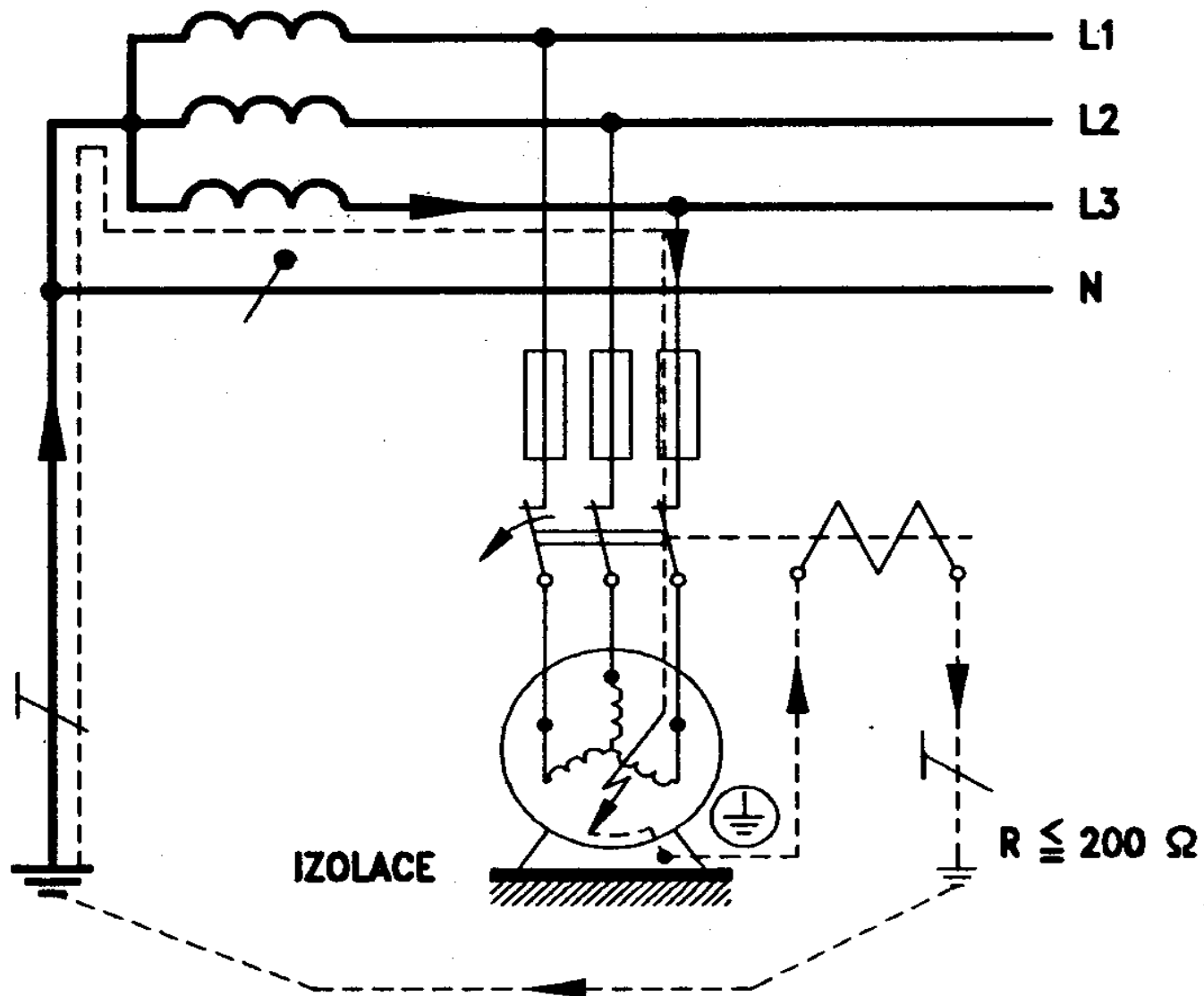
Ochrana elektrickým oddělením



Použití proudového chrániče



Napět'ový chránič



Napět'ový chránič

- napět'ový chránič vypíná při překročení dotykového napětí
- Jeden pól napět'ové spouště k chráněnému zařízení, druhým pólem k zemniči
- Ochranný chráničový vodič spojen s neživou částí těch zařízení, která mají být odpojena
- Chránič vypíná všechny vodiče pod napětím
- Ochranný vodič k zemniči veden izolovaně od neživých částí a vodiče PE k nim
- Ochranné vodiče chráněny před mechanickým poškozením
- Zemní odpor zemniče chrániče $< 200 \Omega$
- Zemnič chrániče mimo dosah ostatních zemničů (min. 15 m od nich)
- Na zemnič možno připojit více chráničů

Stupně ochrany před dotykem neživých částí

Prostory	Stupeň ochrany	
	Části zařízení se nemusí držet rukou	Části zařízení se musí držet rukou
Normální a nebezpečné	základní	Požaduje se zhotovení z izolantu pokud následující podmínky nestanoví jinak
Zvlášť nebezpečné	zvýšená	

Za části, které se musí při obsluze uchopit rukou se považují:

- části, které se musí při práci držet v ruce (např. ruční nářadí)
- Části určené k ovládání elektrických obvodů (zapínání, vypínání, ...)
- Části, které jsou při manipulaci drženy v ruce (rukojeti, pohyblivé zásuvky)

Výjimky:

- části elektrických předmětů pro obsluhu, jejichž účelem není ovládání elektrických obvodů
- Části el.předmětů konstruovaných tak, že při přenášení pod napětím musí být uchopeny za vodivou neživou část

Stupeň ochrany	Druh ochrany a opatření, kterými se dosáhne potřebný stupeň ochrany
Základní	<p>Základní ochrana se provede některou z těchto ochran:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. izolací¹⁾) 2. ochranou samočinným odpojením od zdroje 3. elektrickým oddělením 4. polohou²⁾) 5. zábranou²⁾) 6. bezpečným malým napětím SELV, PELV³⁾)
Zvýšená	<p>Zvýšená ochrana se provede některou z těchto kombinací:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ochranou samočinným odpojením od zdroje a <ol style="list-style-type: none"> a) doplňujícím pospojováním nebo b) doplňkovou izolací²⁾)⁵⁾) nebo c) chráničem⁶⁾) 2. elektrickým oddělením a <ol style="list-style-type: none"> a) izolací vstupních míst a pohyblivých přívodů⁷⁾), pokud jsou, nebo b) doplňujícím pospojováním²⁾) nebo c) chráničem⁶⁾) nebo d) doplňkovou izolací²⁾)⁵⁾) 3. izolací¹⁾) a <ol style="list-style-type: none"> a) elektrickým oddělením nebo b) doplňkovou izolací⁶⁾)

1) Izolací přídavnou k dosažení izolace dvojitě. Místo izolace dvojitě lze vyjimečně provést izolaci zesílenou.

2) Jen pokud to příslušná ČSN výslovně stanoví.

3) Může být i ochranou zvýšenou.

4) Může být i ochranou zvýšenou, pokud to výslovně jiné ČSN nezakazují.

5) Jen pro ochranu pracovníků s kvalifikací vyšší než pracovník seznámený.

6) Pro případy, že není na závadu časté vypínání zavlečeným napětím (u napěťového chrániče) a je-li u proudového chrániče $I_{\Delta n} \leq 30$ mA.

7) Tomu vyhoví pohyblivý přívod, který má kromě izolačního obalu jader alespoň jeden další obal, a který vyhoví zkušebnímu napětí žíly proti vnějšímu povrchu 4 kV, 50 Hz.

- pro prostory s přístupem osob alespoň poučených, které jsou označeny bezpečnostními a výstražnými značkami, přístupné pomocí speciálního nástroje nebo u dveří zvenku uzamykatelných klíčem možnost zevnitř otevřít bez klíče:
- minimální vzdálenosti, které musí být dodrženy v chodbách pro obsluhu a údržbu:
 - mezi rukojetmi vypínačů nebo zábranou a stěnou: min. 700 mm
 - Světlá výška chodby minimálně 2000 mm
- V prostorech kde není zajištěno žádné ochranné opatření
 - a) chodby s živými částmi na jedné straně:
 - živá část-stěna min. 1000 mm
 - volný průchod před ovladači: min. 700 mm
 - b1) chodby s živými částmi po obou stranách
 - údržba, opatřena přepážkami: min. 1000 mm
 - údržba, bez přepážek: min. 1500 mm
 - obsluha i údržba, opatřena přepážkami min. 1200 mm
 - b2) volný průchod mezi ovládacími prvky:
 - chodba pro údržbu: min. 900 mm
 - chodba k obsluze: min. 1100 mm
 - b3) výška živých částí nad podlahou min. 2300 mm

- Pracovní vodiče musí být chráněny proti přetížení a zkratům jedním nebo více prvky pro samočinné odpojení
- Prvky zajišťující ochranu proti proudovým přetížením a ochranu proti zkratovým proudům musí být schopné přerušit jakýkoliv proud $\leq I_{zkratový}$ v místě ,kde je prvek instalován.
- Používají se: - pojistky s normální nebo pomalou charakteristikou
 - jističe s nadproudovým relé
- **Zásady pro volbu jisticích prvků:**
 - jádro jištěného vodiče při přetížení(zkraty) nesmí překročit max. dovolenou teplotu
 - nesmí překročit max. povrchovou teplotu v místech kde je to stanoveno
 - při normálním provozu nesmí nastat nežádoucí působení jisticích prvků
 - odpojení pokud možno jen postižené části
- **Ochrana proti proudovému přetížení:** přerušení přetížení dříve, než nastane škodlivé oteplení izolace, spojů, koncovek, okolí vedení.
- **Ochrana proti zkratovým proudům:** přerušení zkratového proudu dříve, než se proud stane nebezpečný v důsledku tepelných a mechanických účinků vznikajících ve vodiči či spoji.
- **Omezení nadproudu** charakteristikami napájení: pokud impedance zdroje je taková, že maximální proud ze zdroje $\leq I_{jm}$
- Stanovení součinitele **K** přiřazení jisticího prvku proti přetížení k vedení
Součinitel **K** je poměr jmenovitého proudu jisticího prvku a dovoleného proudu vodiče.
Norma obsahuje tabulky a grafy potřebné pro určení součinitele K.

■ **Umístění jistících prvků proti přetížení:**

Prvek zajišťující ochranu proti přetížení musí být umístěn v místě, kde změna způsobuje snížení hodnot dovoleného proudu vodičů:

- Změna průřezu vodiče
- Změna druhu vodiče
- Změna způsobu uložení vodiče

Případy, kdy z bezpečnostních důvodů se doporučuje vynechání jistícího prvku:

- Budící obvody rotačních strojů
- Napájecí obvody zvedacích magnetů
- Sekundární obvody proudových transformátorů
- Obvody napájející součásti hasících přístrojů

Doporučuje se použít prvky hlásící přetížení.

■ **Umístění ochranných prvků proti zkratovým proudům**

Prvek zajišťující ochranu proti přetížení musí být umístěn v místě, kde změna způsobuje snížení hodnot dovoleného proudu vodičů:

- Změna průřezu vodiče
- Změna druhu vodiče
- Změna způsobu uložení vodiče

Opatření k ochraně proti nadproudům

Norma řeší také případy, kdy a za jakých podmínek je možné jistící prvky vynechat

- ***Vypínání a zapínání středního vodiče:***

Jestliže se vyžaduje vypínání středního vodiče, pak jeho vypínání a zapínání musí být takové, že při vypnutí se nesmí vypnout dříve než vodiče fázové a musí zapnout současně nebo dříve než fázové vodiče.

- ***Vypínání, zapínání a jištění ochranného vodiče.***

Ochranný vodič PE ani vodič PEN se nesmí jistit. Musí vyhovět účinkům zkratových proudů za dobu, než je zkrat odepnut. Další podrobnosti v ČSN 33 2010.

- ***Jištění světelných a zásuvkových odboček obvodů***

Několik odboček elektrického vedení vnitřního světelného nebo zásuvkového obvodu může mít společné jištění, pokud jím jsou tato vedení jištěna proti přetížení a zkratu

- Požadované parametry vodičů a kabelů:
 - jmenovitý proud I_N je stanoven pro podmínky:
 - vodorovná poloha, při základní teplotě vzduchu dle tabulky
 - v zemi 70 cm hluboko s teplotou země 20°C
 - povrchová teplota při jmenovitém proudu
 - časová oteplovací konstanta τ [s]
 - největší činný odpor jádra vodiče a kabelu [Ω/km]
 - největší indukční reaktance ($\omega.L$) žíly u dvou a vícežilových vodičů a kabelů [Ω/km]
 - nejmenší izolační odpor [$M\Omega/\text{km}$] vodiče nebo kabelu při nevyšší dovolené provozní teplotě
- Dovolený proud $I_N = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot \dots \cdot k_N$
kde k_1, k_2, \dots jsou přepočítávací součinitelé pro danou teplotu, způsob uložení, ...
- Okolní teplota je teplota prostředí v okolí nezatíženého vodiče. Referenční hodnoty:
 - ve vzduchu: 30°C
 - v zemi 20°C
- Tepelný odpor půdy je předpokládán 2,5 K.m/W
- Seskupení několika obvodů: norma obsahuje tabulky pro výpočet dovoleného proudu
- Počet zatížených vodičů
- Paralelní vodiče: opatření zajišťující rovnoměrné rozdělení proudů mezi vodiče, koeficienty rozdělení proudů

- Střídání podmínek na trase: návrh pro nejnepříznivější podmínky. Pro usek kratší jak 10 m se může připustit teplota vodiče o 10°C vyšší
- Krátkodobý chod, krátkodobé zatížení: doba po kterou lze vodič přetěžovat aniž dojde k, přetížení
- Přerušované zatížení, přerušovaný chod: režim, kdy do dalšího zapnutí proudu jádro vodiče vychladne
- Požadavky na dimenzování vedení
 - nepřekročení povrchové teploty
 - nepřekročení povoleného úbytku napětí
 - odolnost proti zkratovým proudům
 - hospodárnost
 - odolnost proti mechanickému namáhání
- Přílohy
 - vzorce pro stanovení dovolených proudů
 - technické parametry vodičů
 - přiřazení jistících prvků proti přetížení

- Třídy ochrany elektrických a elektronických zařízení
 - a) **třída ochrany 0** = ochrana před úrazem elektrickým proudem je založena na základní izolaci a nemá žádné prostředky pro připojení neživých částí
 - b) **třída ochrany I** = ochrana před úrazem elektrickým proudem zahrnuje další bezpečnostní opatření umožňující připojení neživých částí k ochrannému vodiči pevného rozvodu
 - c) **třída ochrany II** = zařízení nemá prostředky k připojení ochranného vodiče a je u něj zajištěna přídatná izolace nebo zesílená izolace
 - d) **třída ochrany III** = ochrana před úrazem elektrickým proudem je založena na připojení ke zdroji napětí SELV

Ochranné opatření:

- 1) **ochranné spojení** = přístupné vodivé části, které mohou dostat nebezpečné napětí při poruše základní izolace příp. stínění musí být připojeny k prostředkům pro připojení ochranného vodiče
- 2) **ochranné stínění** = kovová mezičást, která musí:
 - oddělena od každého přiléhajícího obvodu základní izolací
 - být spojena s prostředky pro připojení ochranného vodiče
 - odolat nejvyššímu tepelnému a dynamickému namáhání v důsledku poruchy izolace
- 3) **ochrana elektrickým oddělením** – musí se dosáhnout:
 - dvojitou nebo zesílenou izolací
 - ochranným stíněním
 - kombinací předešlého

Elektrický silnoproudý rozvod v průmyslových provozovnách ČSN 341610

- **Úbytek napětí v rozvodech s motorickými spotřebiči**
 - pokles napětí na svorkách motorického spotřebiče způsobený výpočtovým zatížením nemá být větší než 5% U_{jm} (napětí na svorkách nemá klesnout pod 95% U_{jm})
- **Úbytek napětí v rozvodech ke světelným rozvodům**
 - pokles napětí v místě světelného zdroje způsobený výpočtovým zatížením nemá být větší než 3% U_{jm} (napětí na svorkách nemá klesnout pod 97% U_{jm})
 - pro venkovní osvětlení komunikací a pracovišť pokles napětí způsobený výpočtovým zatížením nemá být větší než 8% U_{jm} (napětí na svorkách nemá klesnout pod 92% U_{jm})
- **Úbytek napětí v rozvodech k tepelným spotřebičům**
 - pokles napětí v místě tepelného spotřebiče způsobený výpočtovým zatížením nemá být větší než 5% U_{jm} (napětí na svorkách nemá klesnout pod 95% U_{jm})

Kompenzace jalového proudu


Jištění motorů pojistkami dle tabulek obsažených v normě (pro průměrný záběrový proud $5xI_n$). Neuvedené případy je nutno řešit dle rozběhových charakteristik motoru a vypínacích charakteristik pojistek

- Připojení ochranného vodiče musí zaručovat spolehlivé a trvalé vodivé spojení neživých částí chráněného el. Předmětu a přilehlých neživých částí. Musí být odolné proti mechanickým, tepelným, korozním, klimatickým vlivům.

■ Způsoby připojení:

- rozebíratelné: alespoň jedna část musí být zhotovena z materiálu odolného korozi (mosaz)
rozebírání běžným nástrojem
rozebíratelná místa pro $I_{jm} > 25$ A musí mít podložku a pružící prvek
- nerozebíratelné: pájením, svařením, lisováním
- vnitřní: v blízkosti hlavních svorek na hlavní neživé části nosící svorky (pro připojení Al, Cu)
- vnější: přístupné místo vnějšího povrchu elektrického předmětu na nejspodnější části na hlavní neživé části, nikdy ne na odnímatelných částech

■ Označení:

- použitím značky: 
- na svorkovnici s písmenným značením: PE
- na pevné neodnímatelné části, trvanlivé nesmazatelné
- nepřípustné. Označení pouze barvou, obtisky, samolepicími štítky

- Všechny přístupné neživé části elektrických předmětů musí být v namontovaném stavu trvale a spolehlivě spojeny s místem připojení ochranného vodiče. Přechodový odpor musí být nejvýše $0,1 \Omega$. (proud $1,5 \times I_{jm}$ v rozmezí 25 – 80 A ze zdroje do 12V/50Hz)

- Uzemnění musí být provedeno tak, aby byly splněny požadavky bezpečnosti i správné funkce elektrického zařízení.

- **Uzemnění:**
 - pracovní:
 - ochranné:

- **Parametry uzemnění:**
 - požadovaný zemní odpor
 - přípustné napětí na uzemňovací soustavě
 - přípustné dotykové a krokové napětí
 - proudová zatížitelnost
 - mechanická pevnost a korozní odolnost

Zemniče:

typ zemniče	provedení	minimální rozměr	
		V ohni pozinkovaná ocel	Nepozinkovaná ocel
Páskové a drátové zemniče	Pásková ocel	$S = 100 \text{ mm}^2$, tl.=3 mm	$S = 150 \text{ mm}^2$, tl.=4 mm
	Ocelový drát	$d = 8 \text{ mm}$	$d = 10 \text{ mm}$
Tyčové zemniče	Kruhová tyč	$d = 8 \text{ mm}$	$d = 10 \text{ mm}$
	Ocelová trubka	$d = 15 \text{ mm}$, tl.= 3 mm	$d = 15 \text{ mm}$, tl.= 4 mm
	Úhelníky apod.	$S = 100 \text{ mm}^2$, tl.=3 mm	$S = 150 \text{ mm}^2$, tl.=4 mm

- Deskové zemniče se nedoporučuje používat
- Cu zemnič: $S \geq 50 \text{ mm}^2$, tl. $\geq 1 \text{ mm}$

Průřez fázových vodičů instalace S [mm^2] Průřezy ochranných vodičů	Nejmenší průřez odpovídajícího ochranného vodiče S_o [mm^2]
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$35 < S$	$S/2$

Průřezy vodičů pospojování

Vztah mezi průřezem ochranných (PE) vodičů a vodičů hlavního pospojování:

Největší průřez ochranného vodiče instalace S_{PE} [mm ²]	Nejmenší průřez vodiče hlavního pospojování [mm ²]
$S \leq 10$	6
$16 \leq S < 50$	$S/2$
$50 \leq S$	25

Vztah mezi průřezem vodiče pospojování a vodičem fázovým nebo krajním:

Fázový nebo krajní vodič - materiál průřez [mm ²]	Průřez vodiče ochranného pospojování [mm ²]		
	měď	hliník	pozinkovaná ocel
hliník do 6 mm ² , měď do 4 mm ²	4	6	12,5 (Ø 4 mm)
hliník 10 až 35 mm ² , měď 6 až 15 mm ²	10	10 až 25	50 (Ø 8 mm) tloušťka 2,5 mm
hliník 50 mm ² , měď 35 mm ²	16	35	100 tloušťka 3 mm

- Elektrický rozvod musí splňovat požadavky na bezpečnost osob, zvířat a věcí, spolehlivost, hospodárnost, přehlednost
- Na jeden světelný obvod se smí připojit tolik svítidel, aby $\sum I_{jm\text{-spotřebiče}} \leq I_{jm\text{-jističe}}$
- Vedení světelného obvodu se jistí pojistkami nebo jističi $I_{jm} \leq 25 \text{ A}$, musí mít taková průřez, aby bylo jistěno proti přetížení i zkratu
- Zásuvkové obvody se zřizují pro připojení přes zásuvky. Pevně lze připojit jednoúčelové spotřebiče do celkového příkonu 1200 VA.
- Na jeden zásuvkový okruh lze připojit 10 zásuvkových vývodů. Celkový instalovaný příkon nesmí překročit 3520 VA při 16 A, 2200 VA při 10A jistění
- Na jeden třífázový vývod lze připojit několik třífázových zásuvek na stejný jmenovitý proud
- Zásuvkové obvody se jistí jističi nebo pojistkami proti přetížení i zkratu.
- Jistící prvek zásuvkového obvodu jistí pouze rozvod a ne spotřebič.
- Jednotlivé jednofázové obvody musí být připojeny tak, aby všechny fáze sítě byly pokud možno rovnoměrně zatíženy
- Spotřebiče, jejichž celkový instalovaný příkon přesahuje 3 kVA se zapojují třífázově
- Akumulační kamna se připojují pevně na samostatný třífázový obvod. Nesmí se připojovat pomocí zásuvek
- Zásuvku u elektrického sporáku je možné připojit na sporákový obvod

■ *Budovy pro bydlení a občanské výstavby*

- přípojku a přípojkovou skříň řeší ČSN 33 3320




- vedení za přípojkou se dělí na: Hlavní domovní vedení – odbočky k elektroměrům – vedení od elektroměrů k podružným rozvaděčům.

Rozvod za elektroměrem:

(hodnoty v závorkách platí při požití motorových jističů)

Obvod		jmenovitý proud jističe nebo pojistky[A]	průřez jader vodičů vedení [mm ²]			
			v trubkách nebo lištách		v omítce nebo z kabelů	
			Al	Cu	Al	Cu
Jedno fázový	Světelný	10 (16)	2,5	1,5	2,5	1,5
	Zásobníkový	10 (16)	2,5	1,5	2,5	1,5
	Zásuvkový	16	4 (2,5)	2,5 (1,5)	2,5	1,5
	Pro pračku	16	4 (2,5)	2,5 (1,5)	2,5	1,5
	Pro bytové jádro	16	4 (2,5)	2,5 (1,5)	2,5	1,5
Troj fázový	Pro sporák do 10 kW	16	4 (2,5)	2,5	2,5	1,5
	Pro akumuláčky do 6 kW	10	2,5	1,5	2,5	1,5
	do 10 kW	16	4	2,5	4	2,5

- Nehořlavé podklady – jako nehořlavou tepelně izolační podložku pro elektrické zařízení uložené v hořlavých hmotách a na jejich povrchu je možné použít každou hmotu která je nehořlavá (A) a její součinitel tepelné vodivosti $\lambda \leq 5,0 \text{ W.m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
- Posuzování stupně hořlavosti stavebních hmot (ČSN 73 0862)
 - A = nehořlavá
 - B = nesnadno hořlavá
 - C1 = těžce hořlavá
 - C2 = středně hořlavá
 - C3 = lehce hořlavá
- Pokud B a C tl. < 1 mm \Rightarrow posuzuje jako A
- Pokud C1, C2 s A tl. ≥ 2 mm \Rightarrow posuzuje jako B
- Pokud B s nehořlavou úpravou \Rightarrow posuzuje jako A
- Nejvyšší dovolená teplota elektrického zařízení v místech styku s hořlavou hmotou B, C1, C2, C3 může být 120°C.
- Zkoušky materiálů na odolnost proti šíření plamene
- Elektrické rozvody:
 - elektroinstalační krabice ve stěnách, příčkách, stropích a podlahách lehce přístupné
 - elektrické silové rozvody kladené do hořlavých hmot nebo na ně se přednostně jistí jističi
 - prostupy elektrických rozvodů napříč požárními stěnami a stropy musí být utěsněné nehořlavými hmotami (30cm nebo 15+15 cm)

- Volba druhu vedení:
silové vodiče, kabely, instalační trubky, kanály, lišty, příchytky, vývodky, krabice bez svorek je možné uložit přímo do hořlavých hmot stupňů hořlavosti B, C anebo na ně za předpokladu, že jsou odolné proti šíření plamene
- Montáž elektrických předmětů:
elektrické předměty pro přímou montáž do hořlavých hmot B a C a na ně je možné montovat bez zvláštních opatření, jestliže vyhověly podmínkám a zkouškám dle ČSN 34 5618 a jsou pro tuto montáž označeny.
 - montáž na hořlavé hmoty 
 - montáž do hořlavých hmot 
 - elektrická svítidla pro montáž na hořlavé hmoty 
- Ostatní el. předměty je možné montovat na B,C:

druh elektrického předmětu	Nehořlavá tepelně-izolační podložka tloušťky alespoň:	Vzduchová mezera tloušťky alespoň:
Rozvaděče, elektrické stroje a spotřebiče	10 mm	50 mm
Elektrické stroje a svítidla Elektroinstalační materiál	5 mm	30 mm

Prozatímní zařízení jsou taková, která z důvodů předpokládané krátké doby trvání není ekonomicky nutné provádět tak důkladně, jako zařízení určená k trvalému užívání.

Prozatímní zařízení smí zřizovat podle platné dokumentace jen odborníci s předepsanou elektrotechnickou kvalifikací

Podmínky pro zřizování:

- může zřizovat podle platné dokumentace jen odborníci s předepsanou elektrotechnickou kvalifikací
- v době mimo provoz se musí vypínat
- před uvedením do provozu musí být výchozí revize
- je zakázáno je zřizovat v prostředí s nebezpečím výbuchu a požáru snadno zápalných látek
- v domácnostech a v zemědělských objektech se prozatímní zařízení nesmí zřizovat

Prozatímní zařízení na staveništích:

- organizace stanoví četnost kontrol pracovníkem znalým s vyšší kvalifikací
- zakázáno kladení pohyblivých šňůr na tělesa vozovek
- stanoveny podmínky pro kladení vodičů
- jištění zásuvek podle jmenovitého proudu
- rozvaděče a rozvodnice krytí alespoň IP23, nesmí být zapuštěny do hořlavých a nesnadno hořlavých materiálů
- musí mít hlavní vypínač označený tabulkou „Vypni v nebezpečí“, pracovníci na něj upozornění

Prozatímní elektrická zařízení v průmyslových závodech

- mohou být zřízena jen s písemným souhlasem vedení závodu, v němž má být zřízeno a to na nejkratší dobu, nejvýše půl roku.

Prozatímní elektrická zařízení na výstavách, poutích a zábavných podnikcích

Prozatímní elektrická zařízení pro účely filmování

Zkoušení prozatímního zařízení

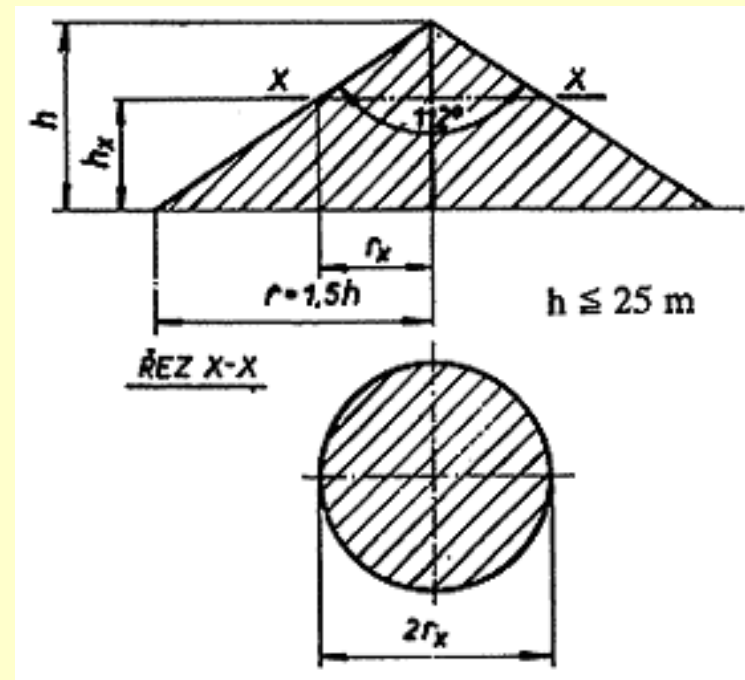
izolační odpor na venkovních vedeních za vlhkého počasí $> 24 \text{ k}\Omega/\text{1km}$ délky (do 1 kV)

- Jímače – volí se podle tvaru střecha: hřebenové, mřížové soustavy nebo oddálené (stožárové, závěsové, klecové)
 - strojené, pomocné, náhodné
- Svody: - od spodní části jímače je zkušební svorce
 - vně objektu pokud možno rovné bez zbytečných oblouků (délka případné smyčky kratší než 8-mi násobek krajních bodů otevřené části smyčky)
- Počet svodů: podle půdorysných rozměrů
 - dlouhé objekty ($\text{š:d} \leq 1:5$): 1 svod na každých i započatých 15 m délky
 - krátké objekty ($\text{š:d} > 1:5$) nebo členité: 1 svod i započatých 30m délky obvodu
 - u jednopodlažních budov s obvodem do 40m ($l \leq 15\text{m}$) stačí 1 svod
 - okapové žlaby a trouby nelze použít za náhodné svody, jedná se o vnější předměty
- Rozteče podpěr:
 - vodorovné a šikmé vedení: $l \leq 1,5 \text{ m}$
 - svislé vedení: $l \leq 3,0 \text{ m}$
- Vzdálenost vedení od stěn:
 - šikmé lepenkové krytiny, dřevěné nebo plastové šindele, desky s plastů: $> 3 \text{ cm}$ ($l \leq 1,2 \text{ m}$)
 - šikmé lepenkové krytiny, dřevěné nebo plastové šindele, desky s plastů: $> 5 \text{ cm}$ ($l \leq 1,2 \text{ m}$)
 - nehořlavé zdi $> 3 \text{ cm}$
- Umístění zkušební svorky: u vnějších svodů: 1,8 – 2,0 m nad zemí
u skrytých svodů: 0,6 – 1,8 m nad zemí
- Zemní odpor jednoho zemniče za obvyklých půdních podmínek $\leq 15 \Omega$

Předpisy pro ochranu před bleskem

Řeší ČSN 34 1390

- **Vnější elektrická silová vedení** vůči nadzemní částí hromosvodu
 - vedení: vzdálenost při souběhu > 2 m při křižování > 1 m
 - kabelové vedení: vzdálenost při souběhu $> 0,5$ m při křižování $> 0,2$ m
- **Zemní silová kabelová vedení** vůči svodu v zemi: svod pod vedením
 - vzdálenost při souběhu > 2 m při křižování $> 0,5$ m
- **Vysoké štíhlé objekty** (komíny, rozhledny) při výšce > 30 m dva svody na protilehlých stranách jeden na straně převládajících větrů
- **Komíny**: na vrcholu vhodné jímací vedení = jímací tyče 1 m vysoké, do 2,5 m od sebe spojené 0,5 m pod korunou komína
- **Revize** a zkoušení dle:
ČSN 33 1500 a ČSN 33 20-6-61
- Zjednodušení určení jímacího prostoru:



Krytí elektrických předmětů – kód IP

- První charakteristická číslice IP kódu

IP	Ochrana před vniknutím pevných cizích těles	Ochrana před dotykem nebezpečných částí
0X	nechráněno	nechráněno
1X	o průměru 50 mm	hřbetem ruky
2X	o průměru 12,5 mm	prstem
3X	o průměru 2,5 mm	nástrojem
4X	o průměru 1,0 mm	drátem
5X	chráněno před prachem	drátem
6X	prachotěsné	drátem

Pokud není nutné zároveň s ochranou před dotykem zajišťovat ochranu před vniknutím cizích těles, použije se označení doplňkovým písmenem např. IP X1B). V tom případě se neudává prvá číslice a chráněný předmět nemusí být podroben náročnějším zkouškám, které odpovídají krytí udávanému číslicí.

Druhá charakteristická číslice IP kódu

IP	Ochrana před škodlivými účinky vody
X0	nechráněno
X1	chráněno před svisle dopadajícími kapkami
X2	chráněno před šikmo dopadajícími kapkami (15° od svislice)
X3	chráněno před kropením vodou (deštěm - 60° od svislice)
X4	chráněno před stříkající vodou
X5	chráněno před tryskající vodou
X6	chráněno před intenzivně tryskající vodou
X7	chráněno před dočasným ponořením
X8	chráněno před trvalým ponořením

Přídavné písmeno IP kódu – stupeň ochrany osob před dotykem nebezpečných částí

IP	Ochrana před dotykem nebezpečných částí
XXA	hřbetem ruky
XXB	prstem
XXC	nástrojem
XXD	drátem

Doplňkové písmeno

Písmenný znak	význam znaku
H	zařízení vysokého napětí
M	zkoušeny účinky vniklé vody jsou-li pohyblivé části zařízení v pohybu
S	zkoušeny účinky vniklé vody jsou-li pohyblivé části zařízení v klidu
V	vhodné pro použití za stanovených povětrnostních podmínek

■ **Značení holých vodičů**

stejnoseměrná soustava:	+	tmavočervená
	-	tmavomodrá
	střední	světlemodrá
	ochranný	zeleno/žlutá
trojfázová soustava:	fáze	oranžová (černé pruhy)
	střední	světlemodrá
	ochranný	zeleno/žlutá

■ **Značení izolovaných vodičů**

- černá hnědá fázový nebo krajní vodič
 - zeleno/žlutá ochranný vodič
 - světle modrá střední nebo neutrální vodič
- Vnitřní spoje el.předmětů: jedna barva-přednostně černá
 - Vodiče pro zvláštní účely:
 - Vodiče PEN zeleno/žlutá na obou koncích označení světlemodré

- **Bezpečnostní barva a značka** má za úkol rychle upozornit na předměty a situace, které mají vliv na bezpečnost nebo zdravotní stav a to pokud možno bez nutnosti použít slovního vyjádření
- **Bezpečnostní a kontrastní barvy:**

Bezpečnostní barva	Význam nebo účel	Příklady použití	Odpovídající kontrastní barva
Červená	Zákaz Stůj	Nouzové zastavení Značky zákazu	Bílá
Modrá	Příkaz	Příkaz k použití osobních ochranných pracovních prostředků	Bílá
Žlutá	Výstraha Riziko nebezpečí	Vyznačení nebezpečí (oheň, exploze) Výstraha pro schody a pod.	Černá
Zelená	Bezpečí	Únikové cesty Nouzové východy	Bílá

- **Bezpečnostní značky:** základní čtyři typy bezpečnostních značek=předepsané kombinace bezpečnostních a kontrastních barev a 4 geometrických tvarů:

1. Značky zákazu



Barva pozadí	: bílá
Kruhový a šikmý pás	: červený
Symbol nebo text	: černý
Červená barva	: min. 35 % plochy

2. Značky příkazu



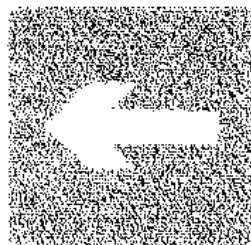
Barva pozadí	: modrá
Symbol nebo text (umístěný uprostřed značky)	: bílý
Modrá barva	: min. 50 % plochy

3. Značky výstrahy



Barva pozadí	: žlutá
Trojúhelníkový pruh	: černý
Symbol nebo text	: černý
Žlutá barva	: min. 50 % plochy

4. Informační značky týkající se podmínek bezpečí



Barva pozadí	: zelená
Symbol nebo text	: bílý
Tvar značky	: čtverec nebo obdélník
Zelená barva	: min. 50 % plochy

- **Dodatkové tabulky** = nesní obsahovat žádný grafický symbol, tvar tabulky musí být pravoúhelník

- Pohyblivé přívody oddělitelné pro elektrické předměty tř.l a šňůrová vedení musí mít vždy ochrannou žílu po celé délce označenou z/žl a na koncích je připojena k ochranným kontaktům resp. ochranné svorce.
- Šňůry pohyblivých i šňůrových vedení musí být v místě připojení spolehlivě odlehčeny od tahu, zajištěny proti vysunutí a vytržení a opatřeny proti zkroucení žil.
- Vstupní otvory upraveny tak, aby byl možný ohyb jen s přiměřeným poloměrem \Rightarrow návlečka vyčnívající min. 25 mm nekovová.

■ Pohyblivé přívody

- Pohyblivé přívody se používají pro připojování přenosných a pojezdných el.předmětů.

Druhy pohyblivých přívodů:

- pevně připojené: 1.konec=vidlice, 2.konec=pevně do svorek el.předmětu
- oddělitelné: 1.konec=vidlice, 2.konec=nástrčka (vidlice i nástrčka stejný I_{jm} , U_{jm} , stejný počet pólů)
- prodlužovací: * 1.konec=vidlice, 2.konec=pohyblivá zásuvka
 - * $I_{jm} = 6A \Rightarrow S \geq 1\text{mm}^2\text{Cu}$, $I_{jm} = 10A \Rightarrow S \geq 1,5\text{mm}^2\text{Cu}$
 - * pro domácnost: max.délka 5 m, $I_{jm} = 10A \Rightarrow S \geq 1\text{mm}^2\text{Cu}$
 - * jmenovité délky: 1,5-2,5-3-5-10-16-25-32-50 m

- Dimenzování dle tabulek

- Připojování: pohyblivé přívody se připojují k pevnému rozvodu jen zásuvkovými spoji (výjimečně pevně přes vývodku)

Šňůrová vedení

- Použití: pro dočasný rozvod el.energie na přechodných pracovištích
- Provedení: * volba s ohledem na vlivy prostředí (mechanické namáhání,..)
 - * jmenovité délky: 2,5-5-10-16-25-32-50 m
- Dimenzování: dle tabulek
- Připojování: k pevnému rozvodu se připojují zásuvkovými spoji nebo šroubovými spoji

Pohyblivé přívody a šňůrová vedení

ČSN 34 0350

Průřez žil pohyblivých přívodů

trvalá zatížitelnost šňůr s Cu jádry

I_{jm} [A]		průřez jádra žíly [mm ²]			
nad	do	měděné		hliníkové	
		min.	max.	min.	max.
	2	0,35	0,5		
2	4	0,5	0,75		
4	6	0,5	0,75		
6	10	0,75	1,0		
10	16	1	2,5	1,5	4
16	25	2,5	6	4	10
25	32	4	10	6	16
32	40	6	16	10	25
40	63	10	25	16	35
63	80	16	35	25	50
80	100	25	35	35	50

Průřez jádra žíly [mm ²]	Pryžová izolace		Termopl.izolace	
	Zatíž. [A]	Pojist. [A]	Zatíž. [A]	Pojist. [A]
1,5	20	16	16	10
2,5	26	20	21	16
4	36	25	30	20
6	49	40	39	32
10	63	50	50	40
16	85	63	75	50
25	112	80	105	63
35	140	100	132	80
50	177	125	169	100
70	220	160	215	125
95	260	200	250	160
120	306	225	296	200

- Oddělovací ochranný transformátor = transformátor s ochranným oddělením mezi vstupním a výstupním vinutím
- Bezpečnostní oddělovací transformátor = oddělovací transformátor určený pro napájení obvodů bezpečného malého napětí
- Ochranné oddělení = ochranné oddělení základní a přídatnou ochranou nebo rovnocenným ochranným opatřením (zesílenou izolací)
- Ochranné stínění = oddělení obvodů od nebezpečných živých částí vodivou mezi-částí spojenou s prostředky pro připojení ochranného vodiče

- Značení:
 - jmenovité vstupní napětí ve V nepřevyšuje 1000 V
 - jmenovité výstupní napětí ve V
 - jmenovitý výkon transformátoru ve VA dle fází, oddělovací x bezpečnostní
 - jmenovitá frekvence v Hz nejvýše 500Hz
 - značka udávající elektrickou funkci transformátoru
 - jméno a značka výrobce
 - krytí IP

Bezpečnostní ochranný transformátor

- oddělovací ochranný transformátor ($U_2 \leq 1000V$ AC, $P \leq 25kVA$ 1F, $40kVA$ 3F)



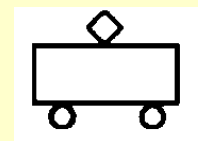
- bezpečnostní ochranný transformátor ($U_2 \leq 50V$ AC, $U_2 \leq 120V$ DC, $P \leq 10kVA$ 1F, $16kVA$ 3F)



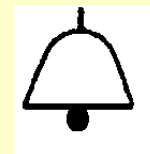
- transformátor odolný zkratu



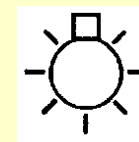
- transformátor pro hračky (BOT, max.200VA, $U_1 \leq 250V$, $U_2 \leq 24V$ st)



- transformátor zvonkový (BOT. max.0,5 -1,0 -1,5 - 2 A, $U_1 \leq 250V$, $U_2 \leq 24V$ AC)



- transformátor pro svítidla držená v ruce třída III ($U_2 = 6 - 12 - 24V$)



- transformátor nebo napájecí jednotka pro holící strojky



Bezpečnostní ochranný transformátor

izolační odpor se měří napětím stejnosměrným 500V 1 min po přiložení napětí

Zkoušená izolace	Izol.odpor MΩ
Mezi živými částmi a kostrou: - základní izolace	2
- zesílená izolace	7
Mezi vstupními a výstupními obvody	5
Mezi každým vstupním a ostatními vstupními obvody	2
Mezi každým výstupním a ostatními výstupními obvody	2
Mezi živými částmi a kovovými částmi odděl. základní izolací	2
Mezi kovovými částmi traf tř.II, které jsou od živých částí odděleny pouze základní izolací a kostrou	5
Mezi kovovou fólií dotýkající se vnitřních a vnějších povrchů krytů z izolantu	2

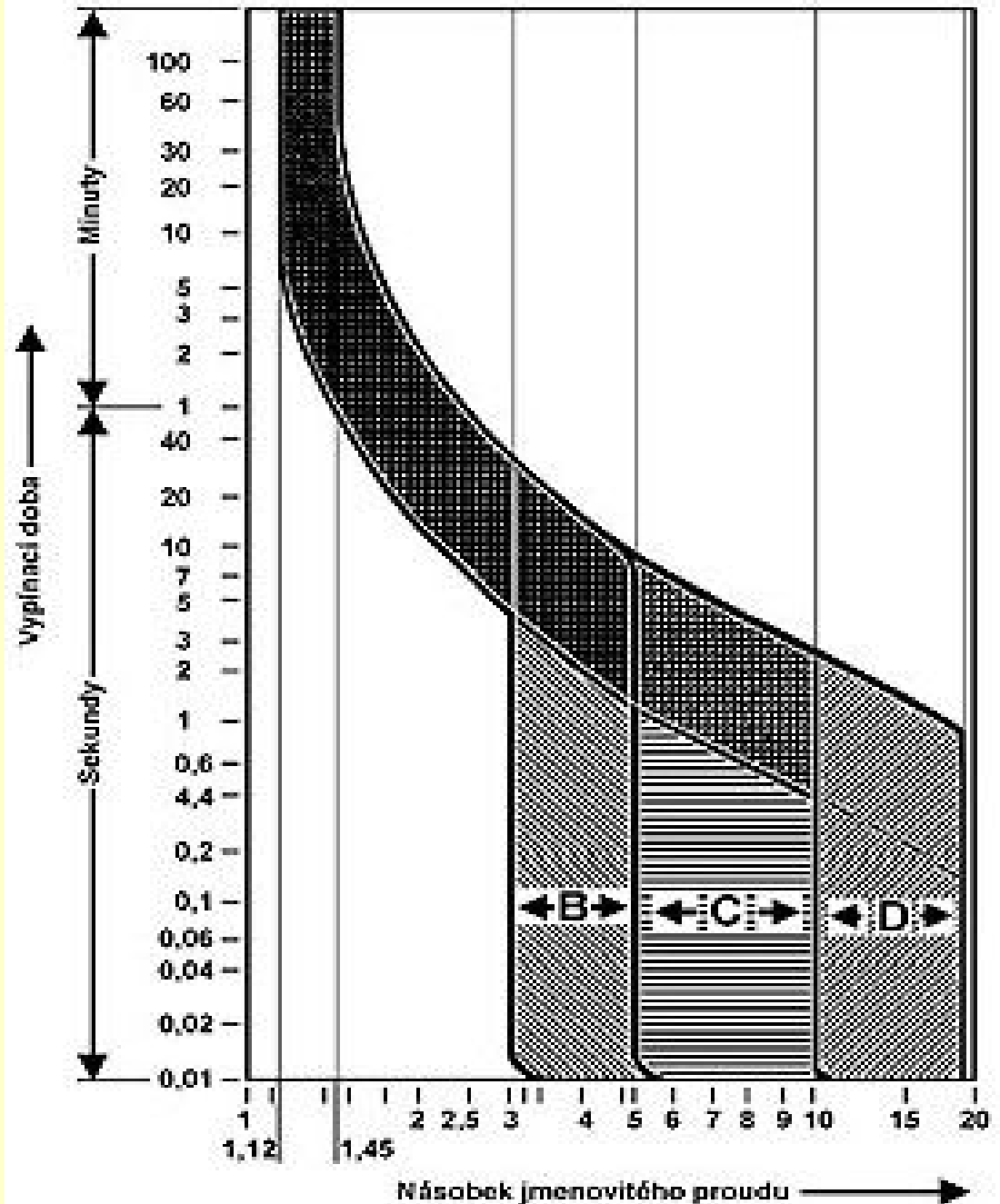
Bezpečnostní ochranný transformátor

zkušební napětí – zkouší se po doku 1 minuty po změření izolačního odporu

Místa přiložení zkušebního napětí	provozní napětí V				
	≤ 50	≤ 200	≤ 450	≤ 700	≤ 1000
Mezi živé části vstupního obvodu a živé části výstupního obvodu	500	2000	3750	5000	5500
Základní nebo přídatná izolace mezi: - živými částmi různé polarity - živými částmi a kostrou - živé části či kostra a mezilehlé kovové části	250	1000	1875	2500	2750
Zesílená izolace mezi kostrou a živými částmi	500	2000	3750	5000	5500

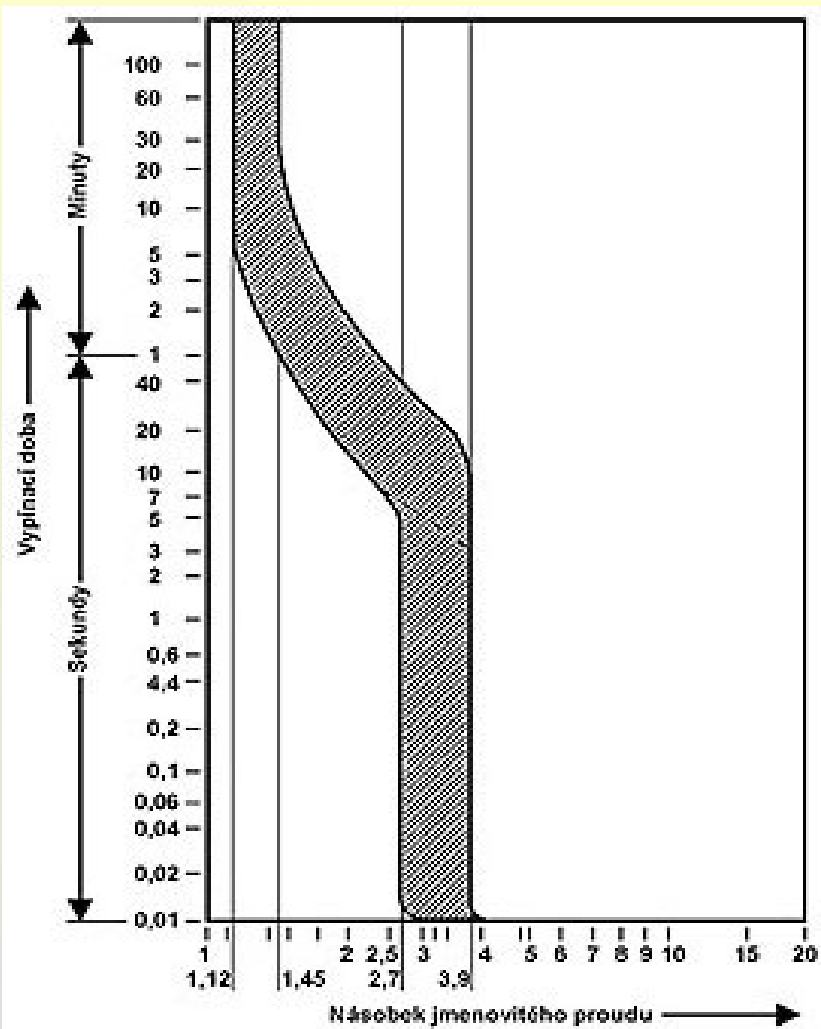
Vypínací charakteristika jističů B, C, D

- Charakteristika.B:
 - pro jištění vedení
 - pro jištění ohmické zátěže
- Charakteristika.C:
 - univerzální charakteristika
- Charakteristika.D:
 - pro jištění indukční zátěže
(motory, trafa)



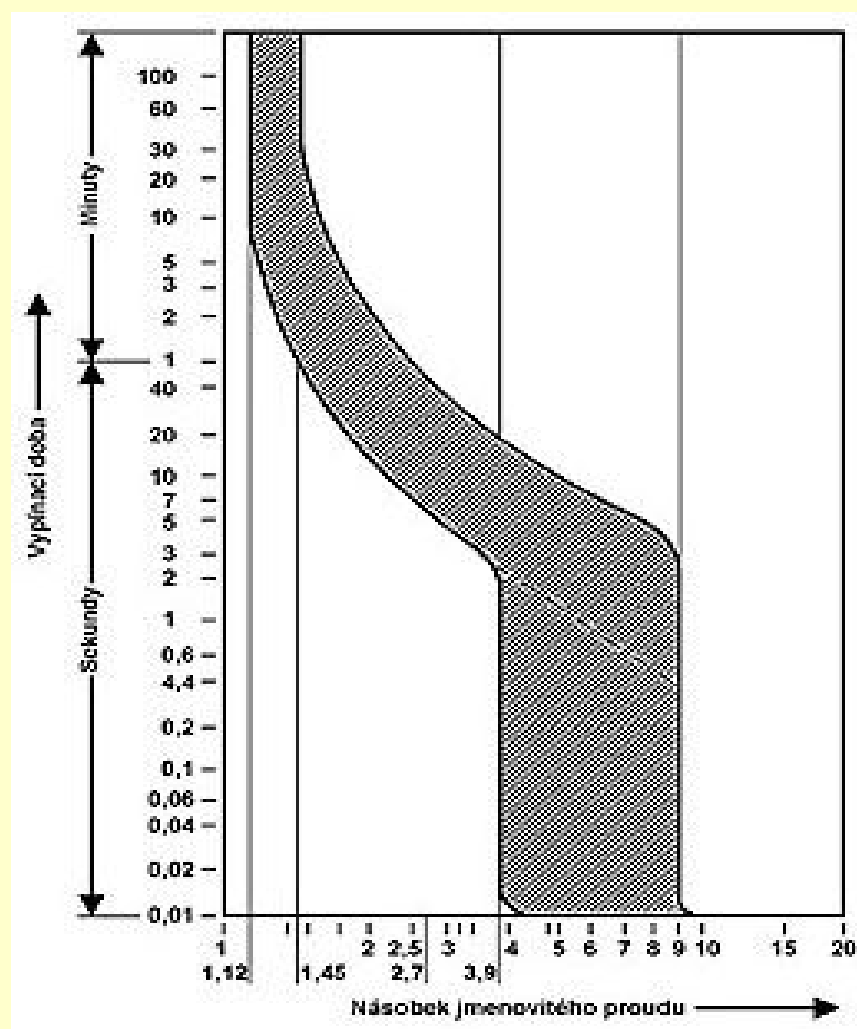
Vypínací charakteristika jističe – L

- používá se pro jištění vedení
- používá se pro jištění odporové zátěže
- značení pro starší jističe



Vypínací charakteristika jističe – M

- pro jištění indukční zátěže
- značení starších jističů



- Stanoví podmínky pro provádění výchozích revizí el.zařízení
- Stanoví podmínky pro provádění pravidelných revizí

lhůty pro elektrická zařízení podle:

- druhu prostředí
- ohrožení osob

lhůty pro zařízení pro ochranu před účinky atmosférické a statické elektřiny

- Na elektrickém ručním nářadí se provádí: kontroly
revize
- Nářadí se dělí podle používání:

Skupina používání	rozsah používání
A	S nářadím se pracuje jen občas (do 100 provozních h/rok)
B	S nářadím se pracuje často krátkodobě (100 – 250 h/rok)
C	S nářadím se pracuje často delší dobu (více jak 250 h/rok)

- Maximální lhůty mezi revizemi v měsících:

Skupina používání	nářadí třídy ochrany		
	I	II	III
A	6	12	
B	3	6	
C	2	3	

- Odpor ochranného vodiče: max $0,2 \Omega$ při délce přívodu do 3 m
na každé další 3 m přívodu se připočte $0,1 \Omega$
- Izolační odpor: základní izolace $2 M\Omega$
přídavná izolace $5 M\Omega$
zesílená izolace $7 M\Omega$
- Požadavky na používané přístroje:
 - a) odpor ochranného vodiče: napětí 4 – 24 V AC,DC, proud min. 0,2 A
 - b) izolační odpor 500V DC proudem 1 mA, po dobu 5 – 10 s
- U třídy ochrany II a III pohyblivý přívod neoddělitelně spojen s vidlicí

- **Na elektrických spotřebičích se provádí:**
 - kontroly: během jejich používání
 - revize: po opravách a úpravách a během používání
- **Rozdělení spotřebičů podle používání:**
 - skupina A – spotřebiče pronajímané dalšímu uživateli
 - skupina B – spotřebiče používané ve venkovním prostoru
 - skupina C – spotřebiče při průmyslové a řemeslné činnosti ve vnitřních prostorech
 - skupina D – spotřebiče používané ve veřejně přístupných prostorech (školy,...)
 - skupina E – spotřebiče používané při administrativní činnosti
- **Maximální lhůty mezi revizemi v měsících:**

Skupina	spotřebiče		
	Držené v ruce	Přenosné	nepřenosné
A	před každým vydáním uživateli		
B	3	3	6
C	6	12	ČSN 33 1500
D	12	12	ČSN 33 1500
E	12	24	ČSN 33 1500

Revize a kontroly elektrických spotřebičů

- Odpor ochranného vodiče: max $0,3 \Omega$ při délce přívodu do 5 m
 $0,1 \Omega$ na každých dalších 7,5 m přívodu
- Izolační odpor – spotřebiče třídy I:
 - spotřebiče držené v ruce = $2 \text{ M}\Omega$
 - ostatní spotřebiče = $1 \text{ M}\Omega$
 - tepelné spotřebiče nad 3,5 kW = $0,3 \text{ M}\Omega$
- Izolační odpor – spotřebiče třídy II:
 - spotřebiče držené v ruce = $7 \text{ M}\Omega$ (svítidla $4 \text{ M}\Omega$)
 - ostatní spotřebiče = $2 \text{ M}\Omega$
- Izolační odpor – spotřebiče třídy III:
 - spotřebiče držené v ruce = $0,25 \text{ M}\Omega$
 - ostatní spotřebiče = $0,25 \text{ M}\Omega$
- Norma doporučuje u spotřebičů, které vyhověly izolačnímu odporu provést měření:
 - a) měření proudu protékajícího ochranným vodičem ($I \leq 3,5 \text{ mA}$) nebo
 - b) měření dotykového proudu ($I \leq 0,5 \text{ mA}$) nebo
 - c) měření náhradního unikajícího proudu (tř.I: $I \leq 3,5 \text{ mA}$) (tř.II: $I \leq 0,5 \text{ mA}$)

Revize a kontroly elektrických spotřebičů

Zkouška chodu:

za chodu se ověří funkce ovládacích a bezpečnostních prvků

Používané přístroje:

Shodné jako u ČSN 33 1600, kalibrace dle instrukcí výrobce

Osoby oprávněné k provádění revizí a kontrol:

kontroly elektrického ručního nářadí provádí alespoň **pověřený pracovník poučený**

revize elektrického ručního nářadí provádí alespoň **pověřený pracovník znalý** (nebo poučený pod dohledem minimálně znalého).

revize elektrických spotřebičů **přípevněných** smí provádět pouze **revizní technik**

Doklad o revizi a kontrole:

- a) **doklad o revizi:** - označení spotřebiče, datum revize, výsledky prohlídky a provedených zkoušek (měření), vyhodnocení zkoušky chodu, celkové vyhodnocení stavu, stanovení lhůty další revize
- b) **doklad o kontrole:** - označení spotřebiče, datum kontroly, vyhodnocení stavu prohlídky a zkoušky chodu

Nevyhovující výrobek: označen a vyřazen z používání ⇒ oprava

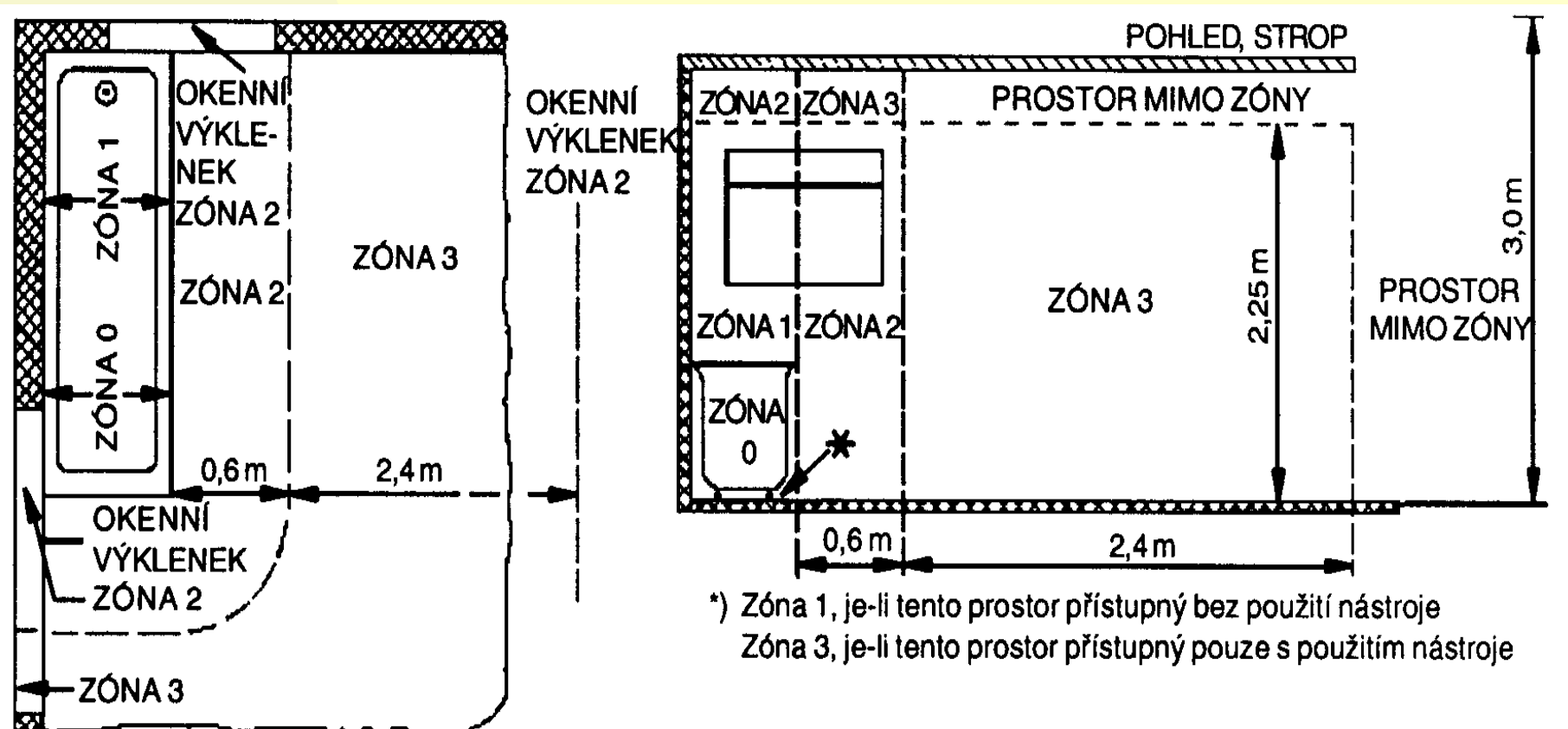
Revize a kontroly elektrických spotřebičů

Ihůty pravidelných kontrol:

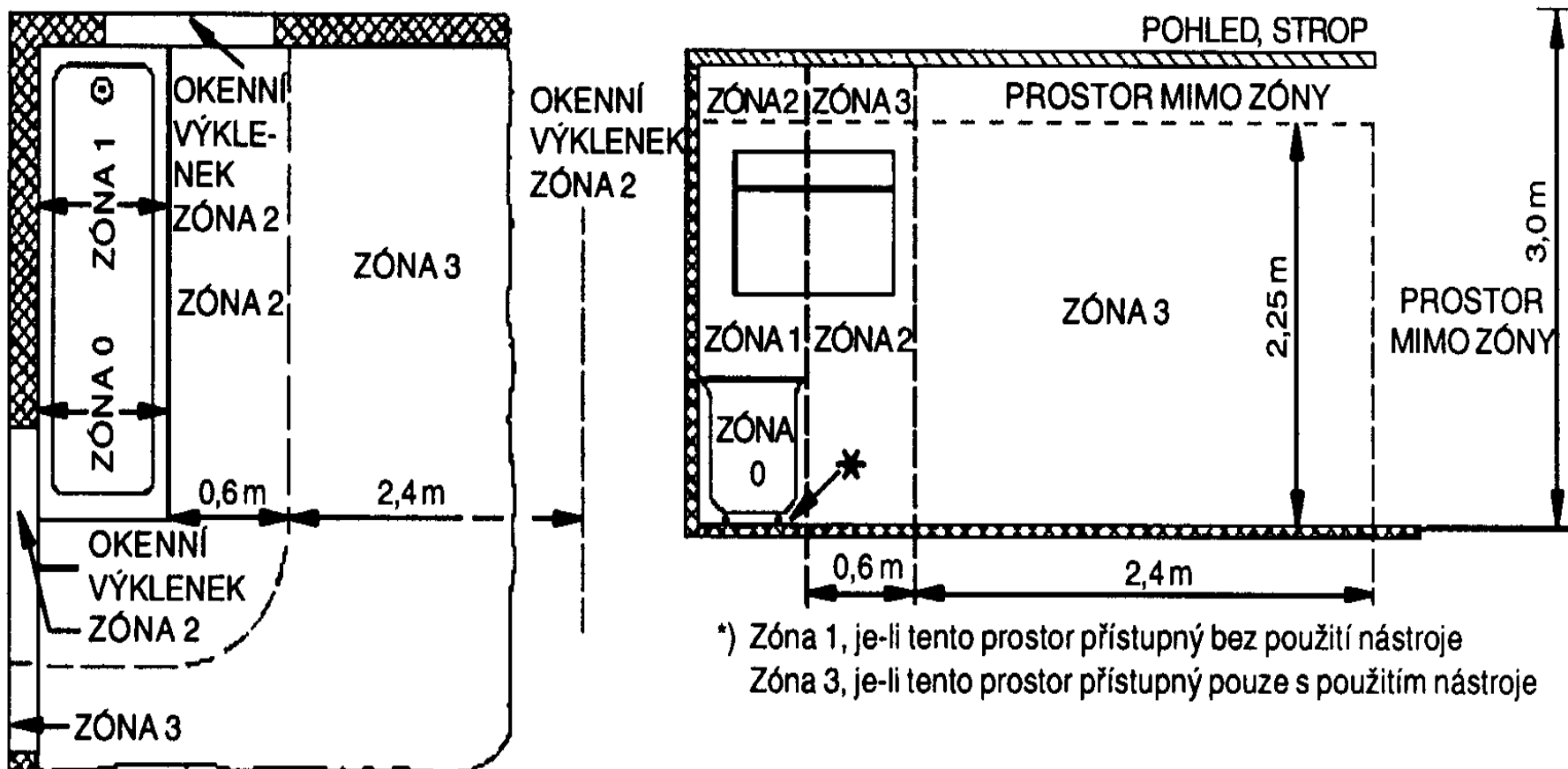
Skupina	spotřebiče		
	Držené v ruce	Přenosné	nepřenosné
A	před každým vydáním uživateli		
B	před použitím		
C			
D	1x za týden	1x za měsíc	1x za 3 měsíce
E	1x za měsíc	1x za 6 měsíců	1x za 12 měsíců

Zóny v koupelnách a umývárkách:

- **Zóna 0** = vnitřní prostor koupací nebo sprchové vany
- **Zóna 1** = prostor nad zónou 0 do výšky 2,25 m
prostor pod vanou pokud je přístupný bez použití nástroje
- **Zóna 2** = vedle zóny 1 šířky 60 cm
od podlahy do výše 2,25 m
nad zónou 1, pokud je místnost vyšší jak 2,25 m až ke stropu resp. do 3,0 m



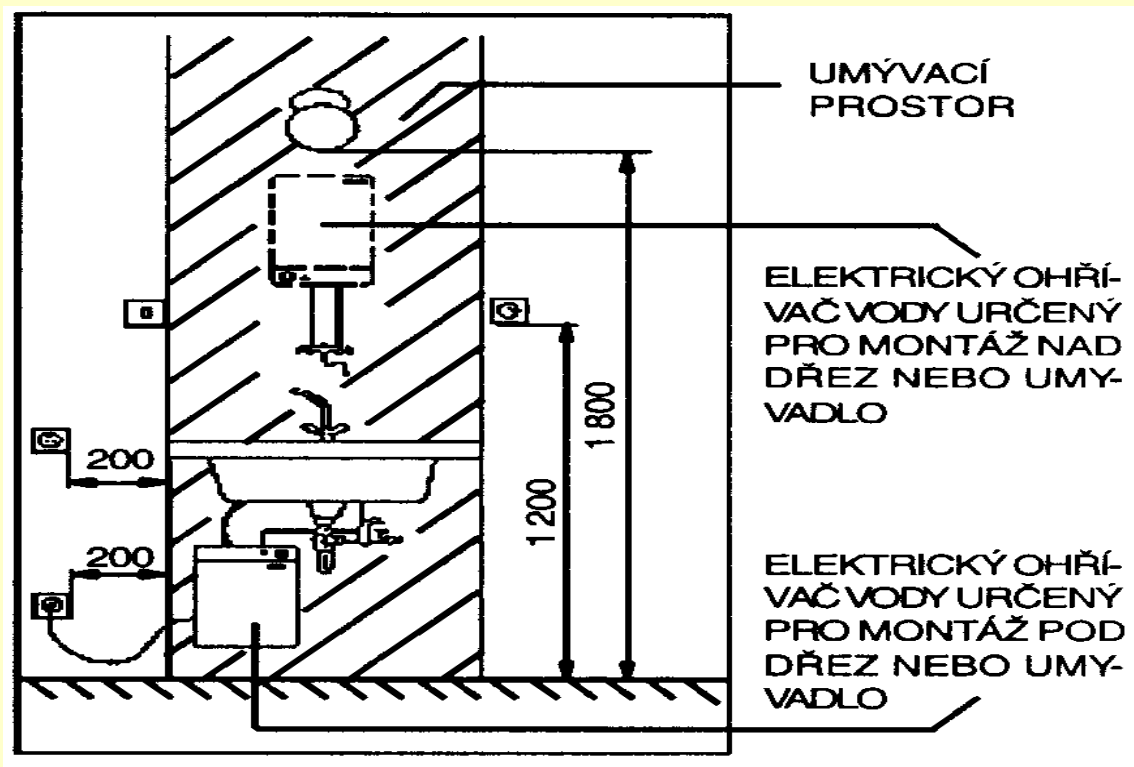
- **Zóna 3** = vedle zóny 2 šířky 2,4 m
od podlahy do výše 2,25 m nad podlahou
nad zónou 2 až ke stropu nebo do výšky 3,0 m
prostor pod vanou, pokud je přístupný pomocí nástroje










Umývací prostor = prostor ohraničený svislou plochou určenou obrysy umyvadla, dřezu podlahou a stropem

instalace - zásuvky a spínače pouze vně umývacího prostoru (ve školních učebnách vždy min 1,5 m) pokud jsou alespoň 1,2 m nad podlahou. Jsou-li níže, musí být alespoň 0,2 m od hranice umývacího prostoru.

- Svítidla musí mít ochranný skleněný kryt (ve výšce nad 1,8 m).



- **Doplňující pospojování** = spojuje neživé části upevněných zařízení v zónách 0,1,2,3 a ochranné vodiče zásuvek s následujícími vodivými částmi v těchto zónách:
 - kovovými trubkami napájecími zařizovacími předměty
 - kovovými trubkami systémů ústředního topení a ventilace
 - přístupnými kovovými stavebními prvky (kovové zárubně, okenní rámy nejsou stavební prvky)
 - ostatními vodivými předměty, které mohou přivést potenciál
- **Ochranná opatření:**
 - v zóně 0 je povolena pouze ochrana SELV s jmenovitým napětím do 12V AC, 25 V DC, jehož zdroj je umístěn mimo zóny 0, 1, 2
- **Výběr a stavba elektrických zařízení:**
 - zóna 0: - musí být použit stupeň ochrany minimálně IPX7 nebo 
 - rozvody pouze nezbytně nutné k instalovaným zařízením
 - nesmí se instalovat žádné spínače nebo příslušenství
 - zóna 1: - musí být použit stupeň ochrany minimálně IPX4 nebo 
 - pokud se mohou vyskytnout proudy vody musí být ochrana IPX5 nebo 
 - rozvody pouze k pevně instalovaným zařízením v zóně a
 - nesmí se instalovat žádné spínače nebo příslušenství s výjimkou SELV (do 12V AC, 25 V DC jehož zdroj je umístěn mimo zóny 0, 1, 2)
 - možné účelně umístěná zařízení vybavená doplňkovou ochranou proudovým chráničem s vybavovacím proudem do 30mA

- zóna 2: - musí být použit stupeň ochrany minimálně IPX4 nebo 
 - rozvody pouze nezbytně nutné k instalovaným zařízením v zónách 0, 1, 2.
 - nesmí se instalovat žádné spínače nebo příslušenství s výjimkou SELV (do 12V AC, 25 V DC jehož zdroj je umístěn mimo zóny 0, 1, 2)
 - možné instalovat zařízení pro zónu 1 a svítidla, ventilátory a topidla vybavená doplňkovou ochranou proudovým chráničem s vybavovacím proudem do 30mA
- zóna 3: - je možné instalovat zdroj SELV.
 - pokud se mohou vyskytnout proudy vody musí být ochrana IPX5 nebo  
 - rozvody pouze nezbytně nutné k instalovaným zařízením v zónách 0, 1, 2, 3.
 - mohou být zásuvky s ochranou:
 - oddělovacím transformátorem (ČSN 33 2000-4-41)
 - pomocí SELV
 - samočinným odpojením od zdroje s použitím proudovým chráničem s vybavovacím proudem do 30mA
- ostatní části místnosti: - jakákoliv zásuvka instalovaná vně zóny 3, ale uvnitř místnosti musí mít ochranu jako pro zónu 3.

Použitá literatura:

- 1) www.iisel.cz
- 2) úvod do elektrotechniky skripta ČVUT-FEL(M.Cipra, M.Kříž, V.Kůla)
- 3) výše jmenované zákony, vyhlášky a ČSN