

Bezpečnost v elektrotechnice

Garant předmětu:

doc. Ing. Miloslav Steinbauer, Ph.D.

Autoři textu:

doc. Ing. Pavel Kaláb, CSc.

doc. Ing. Miloslav Steinbauer, Ph.D.

Brno

20.8. 2011

Zařazení předmětu

Předmět *Bezpečnost v elektrotechnice* je určen pro studenty Fakulty elektrotechniky a komunikačních technologií VUT v Brně, jednak k jejich poučení o bezpečnosti práce ve školních laboratořích a poskytování první pomoci při úrazu elektrickým proudem, jednak k všeobecnému poučení o bezpečnosti v elektrotechnice jakožto součásti jejich vysokoškolského vzdělání.

Skripta slouží jako učební pomůcka pro přípravu na zkoušku podle §4 až §6 Vyhlášky 50/1978 Sb. Po prokazatelném poučení a úspěšném složení zkoušky jsou studenti považováni za osoby s potřebným stupněm odborné způsobilosti v elektrotechnice; to je nezbytná podmínka pro činnost v laboratořích fakulty. Získaná kvalifikace však platí pouze po určenou dobu a jen pro činnost vykonávanou v laboratořích FEKT.

V předmětu se převážně zaměřujeme na *střídavá elektrická zařízení nízkého napětí* (tj. do 1000 V) průmyslového kmitočtu 50 Hz, a to především na ochranu před úrazem a na zásady bezpečné obsluhy a práce. Pojednáme o předpokladech bezúrazového provozování elektrických zařízení v běžných sítích nízkého napětí a samozřejmě i o zásadách první pomoci v případě, kdy selže technika i člověk a nastane úraz. Podstatné informace jsou v textu zvýrazněny **tučně**, některé pojmy pak *kurzívou*.

Skripta respektují normy ČSN včetně změn provedených do konce roku 2008.

Bezpečnost v elektrotechnice

Bezpečný výrobek

(zákon č. 102/2001 Sb., č. 22/1997 Sb, nařízení vlády č. 173/1997 Sb., č. 17/2003 Sb, č. 163/2002 Sb. – vše v platném znění)

Bezpečná instalace

(ČSN 33 2000-6)

Bezpečná činnost

Obsluha elektrického zařízení

(ČSN EN 50110-1 ed.2, Vyhláška č.50/1978 Sb.)

Práce na elektrickém zařízení

(ČSN EN 50110-1 ed.2, Vyhláška č.50/1978 Sb.)

Ochrana elektrického zařízení

před úrazem elektrickým proudem

(ČSN 33 2000-4-41 ed. 2, ČSN 33-2000-4-47, ČSN EN 61140 ed.2)

před účinky tepla

(ČSN 33 2000-4-42)

proti nadproudům

(ČSN 33 2000-4-43, ČSN 33-2000-4-473)

proti přepětí

(ČSN 33 2000-4-443, ČSN 33-2000-5-54 ed.2, ČSN EN 60071, ČSN EN 62305)

před bleskem

(ČSN EN 62305, ČSN 33-2000-5-54 ed. 2)

proti požáru

(ČSN 73 0802, ČSN 73 0804, ČSN 33 2000-4-482)

Bezpečné provozování elektrického zařízení

Bezpečnost práce a pracovního prostředí

(zákon č. 262/2006 Sb., zákon č. 309/2006 Sb., zákon č. 174/1968 v platném znění, Vyhláška č. 50/1978 Sb.)

Bezpečný provoz

(zákon č. 262/2006 Sb., zákon č. 309/2006 Sb., zákon č. 174/1968 v platném znění, nařízení vlády č. 378/2001 Sb.)

Prevence rizik

(zákon č. 262/2006 Sb.)

ÚVOD

Těžko bychom našli oblast lidské činnosti, kde se nepoužívají elektrická zařízení. Ta musejí být provozována bezpečně - to znamená, že zařízení musí být zhotoveno s ohledem na *bezpečnost osob, zvířat i majetku* a s ohledem na životní prostředí. Ohrožení bezpečnosti mohou při používání elektrických zařízení způsobit následující faktory:

- Úraz elektrickým proudem protékajícím tělem,
- Tepelnými účinky proudu, např. elektrickým obloukem,
- Elektromechanickými silami vznikajícími např. při nadproudu či zkratu,
- Elektrické či elektromagnetické pole, např. elektrostatický výboj, vř pole.

Vzhledem k řečenému můžeme zavést tuto definici:

Bezpečnost elektrických zařízení je schopnost elektrického zařízení neohrožovat za stanovených podmínek provozu lidské zdraví, užitková zvířata nebo majetek a okolní prostředí elektrickým proudem nebo napětím nebo jevy vyvolanými účinky elektřiny a chránit před nebezpečími neelektrického charakteru, která mohou elektrická zařízení způsobovat.

K zajištění bezpečnosti slouží souhrn opatření:

- Technických - elektrická zařízení a instalace,
- Personálních - pracovníci s příslušnou elektrotechnickou kvalifikací.

Většina elektrických zařízení jsou výrobky ve smyslu zákona č. 22/1997 Sb., který upravuje způsob uplatňování technických požadavků na výrobky, jež by mohly ohrozit zdraví a bezpečnost osob, majetek a životní prostředí. Podobně i elektrická instalace, neboť je součástí stavby a podle stavebního zákona musí být bezpečná při užívání. Bezpečnost elektrických zařízení a elektrické instalace je tedy především věcí výrobce či dodavatele. Provozovatel je zodpovědný za provozování podle technických podmínek a za údržbu.

Bezpečnost však musí být zajištěna i při užívání elektrického zařízení. Zde se projevuje vliv lidského faktoru – kvalifikace, odpovědnosti, kázně. Proto musí být dodržována určitá pravidla, která jsou přirozeně jednodušší pro laickou veřejnost a složitější pro pracovníky kvalifikované v elektrotechnice. Ti musejí být prokazatelně vyškoleni a pravidelně přezkušováni ze znalosti bezpečnostních předpisů a provozních pravidel v rozsahu jejich pracovních činností a z praktické znalosti poskytování první pomoci při úrazech elektrickým proudem.

Všechna zařízení musejí být vyrobena s ohledem na vnější vlivy, na omezení vzniku a šíření požáru a na snadnou údržbu. Pak bezpečnost v elektrotechnice spočívá ve funkčnosti technického provedení elektrických zařízení a v činnosti člověka podle pravidel bezpečné obsluhy a práce.

Bezpečná funkce zařízení se ověřuje pravidelnými prohlídkami a revizemi, obsluha je pak pravidelně proškolená a přezkušována.

1 ELEKTRICKÁ ZAŘÍZENÍ

Jednotnou soustavu pojmů, názvů a definic pro rozdělení a posuzování elektrických zařízení zavádí ČSN 33 0010.

1.1 NÁZVOSLOVÍ

Elektrické zařízení (EZ)

je zařízení, které ke své činnosti nebo působení využívá účinků elektrických nebo elektromagnetických jevů. Jedná se o stabilní i mobilní zařízení určená k výrobě, rozvodu a spotřebě elektrické energie.

- **Živá část elektrického zařízení**
je ta část, která je za normálního provozu EZ určena k vedení elektrického proudu, nebo je pod napětím.
- **Neživá část elektrického zařízení**
je ta vodivá část, která není za normálního provozu EZ určena k vedení elektrického proudu a není pod napětím.
- **Elektrický obvod**
je uspořádání zařízení nebo prostředí, kterým může protékat elektrický proud.
- **Elektrický předmět**
je konstrukční část, sestava nebo celek, která se připojuje do elektrického obvodu.
- **Elektrická instalace**
je sestava vzájemně spojených elektrických předmětů a částí zařízení v daném prostoru nebo místě.
- **Elektrický spotřebič**
je elektrické zařízení určené k přeměně elektrické energie v jinou formu energie – světlo, teplo, mechanickou energii apod.

1.2 ROZDĚLENÍ ELEKTRICKÝCH ZAŘÍZENÍ

Elektrické zařízení se posuzuje jako celek podle účelu, kterému má sloužit. Např. silové zařízení může obsahovat část sdělovací a řídicí, sdělovací zařízení může obsahovat část silovou...

1.2.1 Rozdělení EZ podle účelu

- **Silová zařízení**
jsou elektrická zařízení sloužící k výrobě, přeměně, přenosu a rozvodu elektrické energie a k její přeměně v práci nebo jiný druh energie. Účelem silových zařízení je využití elektřiny jako formy energie.
- **Sdělovací zařízení**
jsou elektrická zařízení sloužící k přenosu, zpracování, záznamu a reprodukci informací v jakékoliv formě. Účelem sdělovacích zařízení je využití elektřiny k přenosu nebo zpracování informací.
- **Řídicí zařízení**
jsou elektrická zařízení, která slouží k ovládání, měření, řízení, ochraně, sledování a kontrole ostatních elektrických a neelektrických zařízení.
- **Zvláštní zařízení**
jsou elektrická zařízení, která slouží zvláštním účelům, jiným než zařízení silová, sdělovací nebo řídicí - např. zdravotnická nebo laboratorní elektrická zařízení.

1.2.2 Rozdělení EZ podle napětí

Tab. 1-1 Rozdělení elektrických zařízení do kategorií podle napětí (střídavých)

Kategorie napětí	Označení napětí	Název napětí	Jmenovitá napětí U		
			v uzemněné soustavě		v izolované soustavě
			mezi vodiči a zemí	mezi vodiči	mezi vodiči
I	mn	malé	$U \leq 50 \text{ V}$	$U \leq 50 \text{ V}$	$U \leq 50 \text{ V}$
II	nn	nízké	$50 \text{ V} < U \leq 600 \text{ V}$	$50 \text{ V} < U \leq 1000 \text{ V}$	$50 \text{ V} < U \leq 1000 \text{ V}$
A	vn	vysoké	$0,6 \text{ kV} < U < 30 \text{ kV}$	$1 \text{ kV} < U < 52 \text{ kV}$	$1 \text{ kV} < U < 52 \text{ kV}$
B	vvn	velmi vysoké	$30 \text{ kV} \leq U < 171 \text{ kV}$	$52 \text{ kV} \leq U < 300 \text{ kV}$	$52 \text{ kV} \leq U < 300 \text{ kV}$
C	zvn	zvláště vysoké	-	$300 \text{ kV} \leq U \leq 800 \text{ kV}$	-
D	uvn	ultra vysoké	-	nad 800 kV	-

Poznámka: Sdělovací zařízení s napětím mezi vodiči v izolované soustavě do 85 V~ včetně se pokládají za zařízení mn. Sdělovací zařízení se jmenovitým napětím 60 V~ proti zemi a vyzváněcí obvody s napětím do 150 V~ se budují podle předpisů pro EZ mn a ověřují se při zkoušce elektrické odolnosti napětím 500 V~.

Pro stejnosměrná zařízení je hranicí mezi malým a nízkým napětím 120 V=, hranicí mezi nízkým a vysokým napětím pak 1500 V=.

1.2.3 Rozdělení EZ podle druhu proudu

- **Stejnoseměrná (ss, =)** zařízení na stejnosměrný proud
- **Střídavá (st, ~)** zařízení na střídavý proud

1.2.4 Rozdělení EZ podle nebezpečí úrazu

- **Silnoproudá zařízení**
jsou zařízení, v nichž při obvyklém užívání **mohou vzniknout proudy nebezpečné osobám, užitkovým zvířatům, majetku a věcem.**
- **Slaboproudá zařízení**
jsou zařízení, v nichž při obvyklém užívání **nemohou vzniknout proudy nebezpečné osobám, užitkovým zvířatům, majetku a věcem.**

1.2.5 Rozdělení EZ podle provozní spolehlivosti

- **Zařízení se zvýšenou provozní spolehlivostí**
jsou zařízení, jejichž výhradním nebo hlavním účelem je zabezpečení lidských životů, zajištění chodu důležitých zařízení nebo objektů. Musí být postavena a provozována tak, aby se vyloučila jejich selhání, pokud je to technicky možné, popř. nejde-li o zabezpečení lidských životů, pokud je to hospodárné.
- **Zařízení s obvyklou provozní spolehlivostí**
jsou zařízení, jejichž selhání může způsobit podstatné ohrožení a zastavení výroby, aniž přitom nastane ohrožení osob.
- **Jednoduchá zařízení**
jsou zařízení, jejichž selhání nemůže způsobit ohrožení lidských životů ani výroby.

1.3 JMENOVITÁ NAPĚTÍ

Jmenovitá napětí patří k základním parametrům sítí i elektrických zařízení. Hodnoty jmenovitých napětí sítí a spotřebičů jsou normalizované ČSN 33 0120 a ČSN 33 0121.

1.3.1 Jmenovitá napětí střídavých sítí

Za normálních podmínek se doporučuje, aby se napětí na přívodních svorkách nelišilo od jmenovitého napětí o více než $\pm 10\%$.

Jmenovitá napětí stávajících sítí na 220/380 V a 240/415 V se musí postupně převést na doporučenou hodnotu 230/400 V. Přechodné období má být co nejkratší a mělo by trvat nejdéle do roku 2013. Po ukončení přechodného období by mělo být dosaženo hodnot 230/400 $\pm 10\%$ V. **Jmenovité napětí střídavých rozvodných sítí v ČR je 230/400 V.**

Tab. 1-2 Jmenovitá napětí střídavých sítí

Jednofázové sítě s uzemněným uzlem (V)	Trojfázové sítě s uzemněným uzlem (V)	Trojfázové sítě s izolovaným uzlem (kV)
120 / 240	230 / 400	3
	400 / 690	6
	580 / 1000	10
		22
		35
		110
		400 (420) ¹⁾

Poznámka: Hodnoty uvedené v tabulce pro sítě s uzemněným uzlem jsou napětí proti nulovému vodiči lomeno napětí mezi fázemi (fázová / sdružená). Napětí vyšší než 230/400 V jsou určena výhradně pro průmyslové aglomerace a rozsáhlé stavby. Pro sítě nad 1 kV se jedná o napětí sdružená.

¹⁾ V ČR se používá rozvodná síť 400 kV

1.3.2 Jmenovitá napětí střídavých zdrojů a spotřebičů

Tab. 1-3 Jmenovitá napětí střídavých zdrojů a spotřebičů do 1000 V

Zdroje (V)	Spotřebiče (V)
6	6
12	12
24	24
42	42
48	48
65	65
125	110
242	230
420	400
525	500
727	690
1050	1000

Napětí zdrojů i spotřebičů mohou nabývat i jiných tzv. doplňujících hodnot, viz ČSN 33 0120.

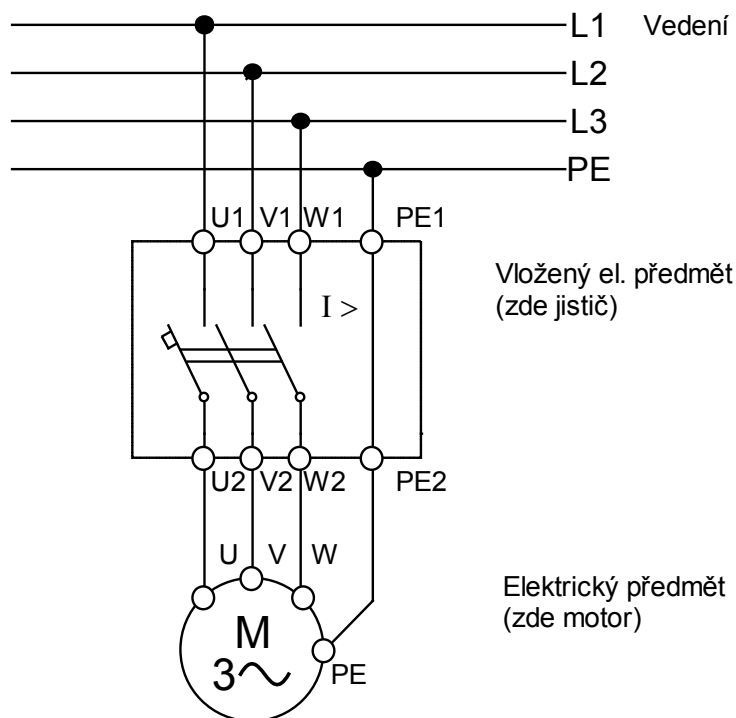
1.4 ZNAČENÍ VODIČŮ A SVOREK ELEKTRICKÝCH PŘEDMĚTŮ

1.4.1 Značení vodičů a svorek písmenko-číslíkovým systémem

Základními způsoby značení svorek elektrických předmětů i jejich sestav (skupin), značením konců vodičů a značením vodičů v rozvodu písmenky se zabývá ČSN EN 60445 ed2.

Pro značení platí následující pravidla:

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



Obr. 1.1 Příklad označení vodičů a svorek elektrických předmětů ve schématu

Tab. 1-4 Značení vodičů a svorek elektrických předmětů

Název	Označení		Název	Označení	
	Vodič	Svorka		Vodič	Svorka
Střídavá soustava ~			Zvláštní druhy vodičů a svorek		
Fáze (libovolná fáze)	L	U	Ochranný vodič	PE	PE
1. fáze	L1	U	Vodič slučující funkci ochranného vodiče a nulového vodiče	PEN	PEN
2. fáze	L2	V			
3. fáze	L3	W	Vodič slučující funkci ochranného vodiče a vodiče ze středu	PEM	PEM
Nulový (střední) vodič	N	N			
Stejnoseměrná soustava ===			Vodič slučující funkci ochranného vodiče a vodiče vedení	PEL	PEL
Kladný pól	L+	+, C			
Záporný pól	L-	-, D			
Vodič ze středu	M	M			
			Vodič pracovního uzemnění	FE	FE
			Vodič pracovního pospojování	FB	FB

Poznámka: Nulový vodič N se často označuje podle staršího názvosloví střední vodič.

1.4.2 Značení vodičů barvami





Jednoznačné a normalizované použití barev při označování vodičů je významným prostředkem pro zajištění bezpečné práce. Barevným značením vodičů se zabývá ČSN EN 60446 a ČSN 33 0165.

- Pro ochranný vodič (PE – *Protective Earthing*) je přípustné barevné označení pouze kombinací barev zelená / žlutá. Tato kombinace nesmí být použita pro žádný jiný účel.
- Výhradně pro označení nulového vodiče (N – *Neutral*, M - *Middle*) je určena světle modrá barva.
- Vodič PEN musí být označen kombinací barev zelená / žlutá po celé délce a navíc světlemodrou barvou na obou koncích, nebo světlemodrý po celé délce a označen kombinací zelená / žlutá na obou koncích. V síti TN-C, kde není nebezpečí záměny s jinými ochrannými vodiči, je možné pro PEN vodič použít barevné kombinace zelená / žlutá bez světlemodrých konců.
- Náhodné ochranné vodiče, jako např. kovové konstrukce, se v místech připojení označí zeleno-žlutými pruhy.

1.4.2.1 Značení izolovaných vodičů barvami





K vzájemnému rozlišení vodičů se používají poznávací barvy podle Tab. 1-5 a Tab. 1-6.

Tab. 1-5 Poznávací barvy izolovaných vodičů střídavých soustav

Vodič, žíla kabelu		Poznávací barva	
L	Fázový nebo krajní	černá, hnědá, šedá	
N	Nulový (střední)	světle modrá	
PE	Ochranný	zelená / žlutá	
PEN	Vodič PEN	zelená / žlutá (+ světle modrá) ¹⁾	

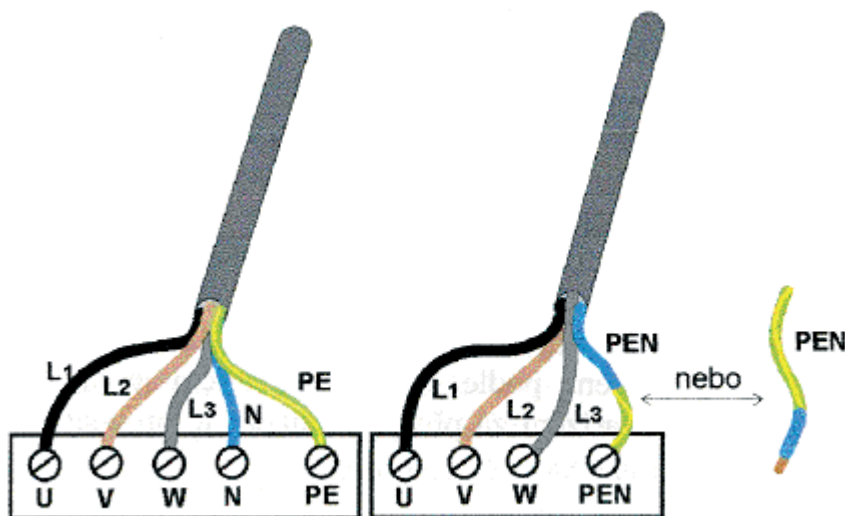
¹⁾ Tam kde je možná záměna vodiče PEN s jiným ochranným vodičem, použije se i světlemodré označení na koncích, viz výše.

Tab. 1-6 Poznávací barvy izolovaných i holých vodičů stejnosměrných soustav

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

Poznávací barvou se rozumí barva poslední (vnější) vrstvy izolace vodiče. Barva musí být vyznačena po celé délce vodiče, musí být trvanlivá a rozlišitelná.

Barvy červená, bílá, zelená a žlutá (mimo kombinaci zelená/žlutá) se nesmí používat pro vícežilové silové kabely. Každá žíla kabelu smí být pouze jednobarevná (opět s výjimkou kombinace zelená/žlutá).




Obr. 1.2 Příklad značení vodičů a svorek střídavé soustavy

1.4.2.2 Značení holých vodičů barvami

Holé vodiče (s výjimkou vodičů venkovních, trakčních vedení nebo vedení podobného charakteru) se pro vzájemné rozlišení označují poznávacími barvami podle následujících tabulek. Těmito barvami musí být označeny ve všech případech, kde to vyžaduje provoz EZ nebo bezpečnost osob a věcí.

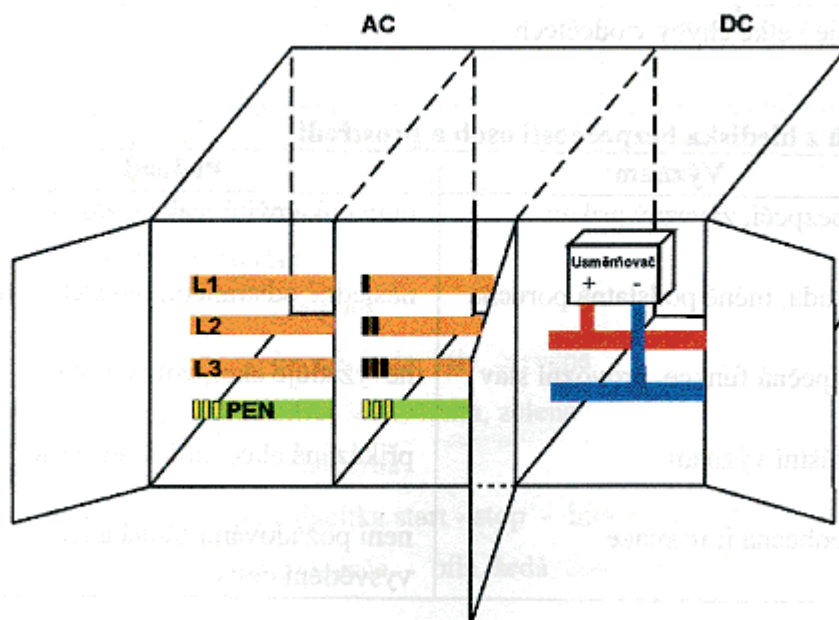
Tab. 1-7 Poznávací barvy holých vodičů střídavých soustav

Vodič, přípojnice		Poznávací barva	
L	Fázový	oranžová ¹⁾	
N	Nulový (střední)	světle modrá	
PE, PEN	Ochranný	zelená/žlutá	

¹⁾ Je-li třeba rozlišit vodiče jednotlivých fází, doplní se oranžová barva příčnými černými pruhy v počtu odpovídajícímu pořadí fáze.

Holé vodiče stejnosměrných soustav, např. *elektrická trakční zařízení* provozovaná stejnosměrným proudem, se barevně označují podle Tab. 1-6.

Ochranný vodič se na koncích na nápadném a viditelném místě ve směru, z něhož budou vodiče pozorovány (např. u spoje, přípojky, odbočení nebo u kontrolního místa) označí kombinací příčných barevných pruhů žlutá/zelená/žlutá.



Obr. 1.3 Příklad označení holých vodičů střídavé a stejnosměrné soustavy

Pokud je holým vodičem lano, pak se označení provede pomocí závěsných štítků (nejlépe nevodivých), ještě případně s písmenným označením vodičů.

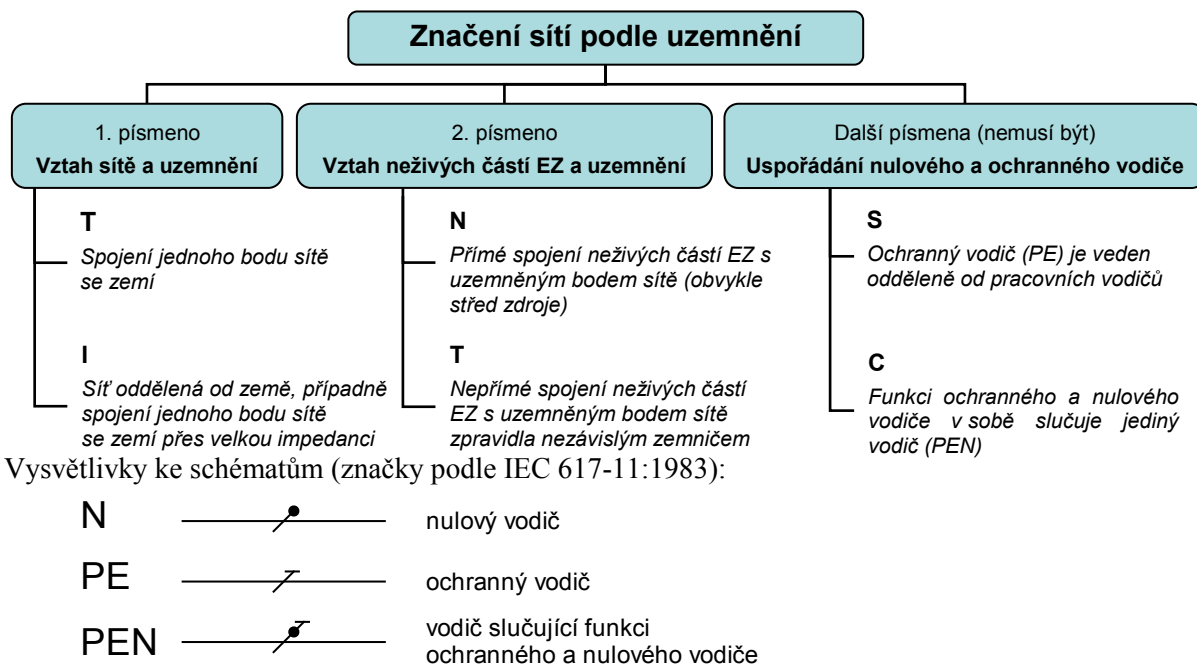
Náhodné ochranné vodiče, jako např. kovové konstrukce, se v místech připojení označí zeleno-žlutými pruhy.

1.5 DRUHY ROZVODNÝCH SÍTÍ

Rozdělení elektrických rozvodných sítí upravuje ČSN 33 2000-3.

1.5.1 Značení sítí

Sítě se podle způsobu spojení se zemí označují dvou až čtyřpísmenným kódem (např. TT, TN-S, ...)

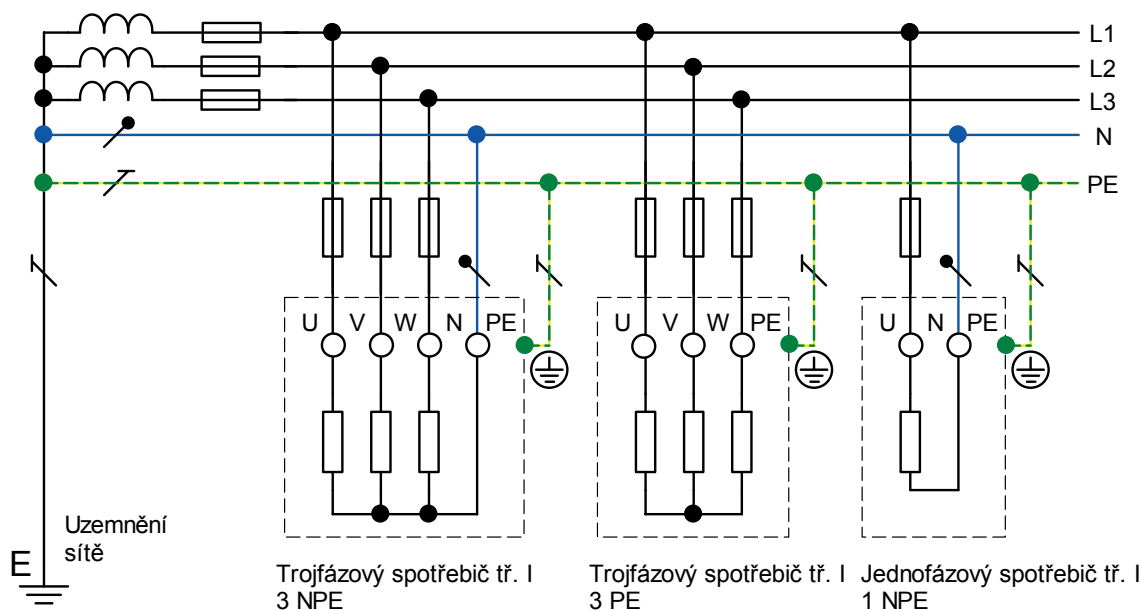


1.5.2 Síť TN

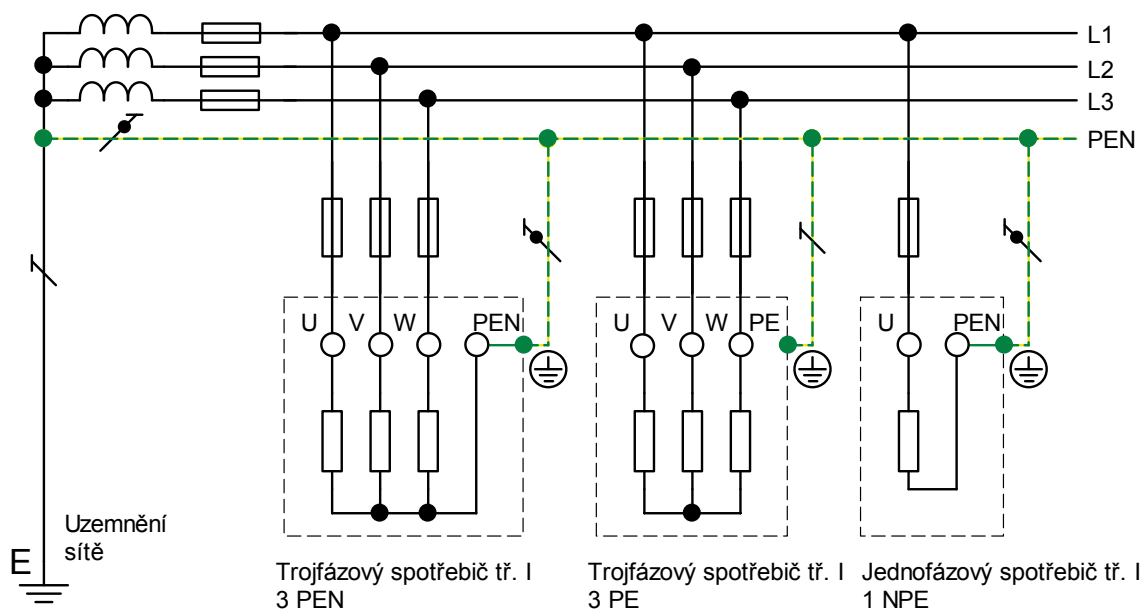
Síť TN patří k nejběžnějším sítím v ČR. Neživé části elektrických zařízení jsou spojeny prostřednictvím ochranného vodiče s jedním uzlem sítě, který je uzemněn.

Podle uspořádání nulového a ochranného vodiče dělíme síť TN takto:

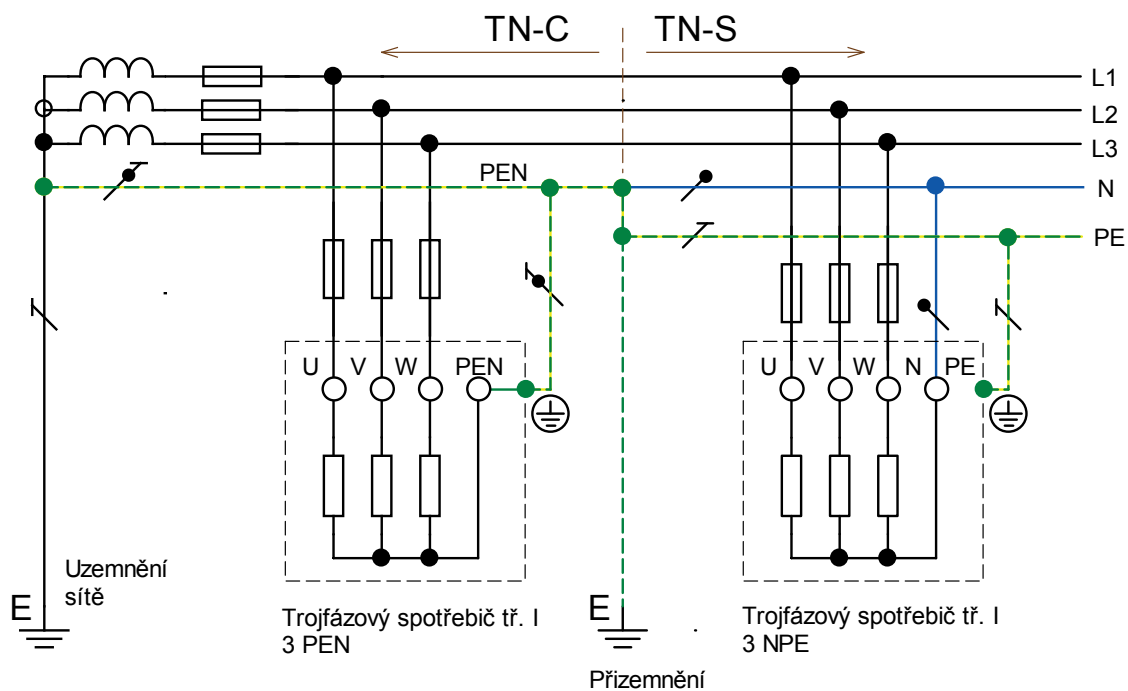
- **TN-S** v celé síti je **ochranný vodič veden odděleně**,
- **TN-C** **funkce nulového a ochranného vodiče jsou sloučeny do jednoho vodiče (PEN vodič)**,
- **TN-C-S** v části sítě jsou funkce nulového a ochranného vodiče sloučeny do jednoho vodiče (PEN vodič), v další části sítě jsou nulový a ochranný vodič vedeny odděleně a již nesmí být vzájemně spojovány.



Obr. 1.4 Síť TN-S: Nulový (N) a ochranný vodič (PE) jsou v celé síti vedeny odděleně



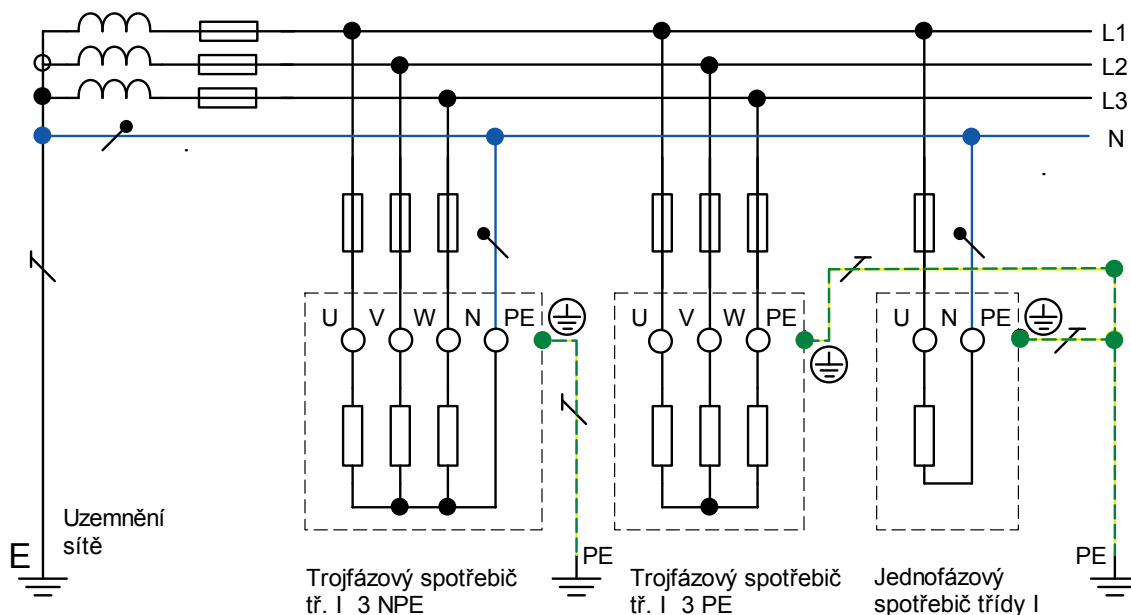
Obr. 1.5 Sít' TN-C: Funkce nulového a ochranného vodiče je sloučena (vodič PEN)



Obr. 1.6 Sít' TN-C-S: V první části sítě je funkce ochranného a nulového vodiče sloučena (PEN), ve druhé části je vodič PEN rozdělen na ochranný (PE) a nulový vodič (N); místo rozdělení má být přizemněno

1.5.3 Síť TT

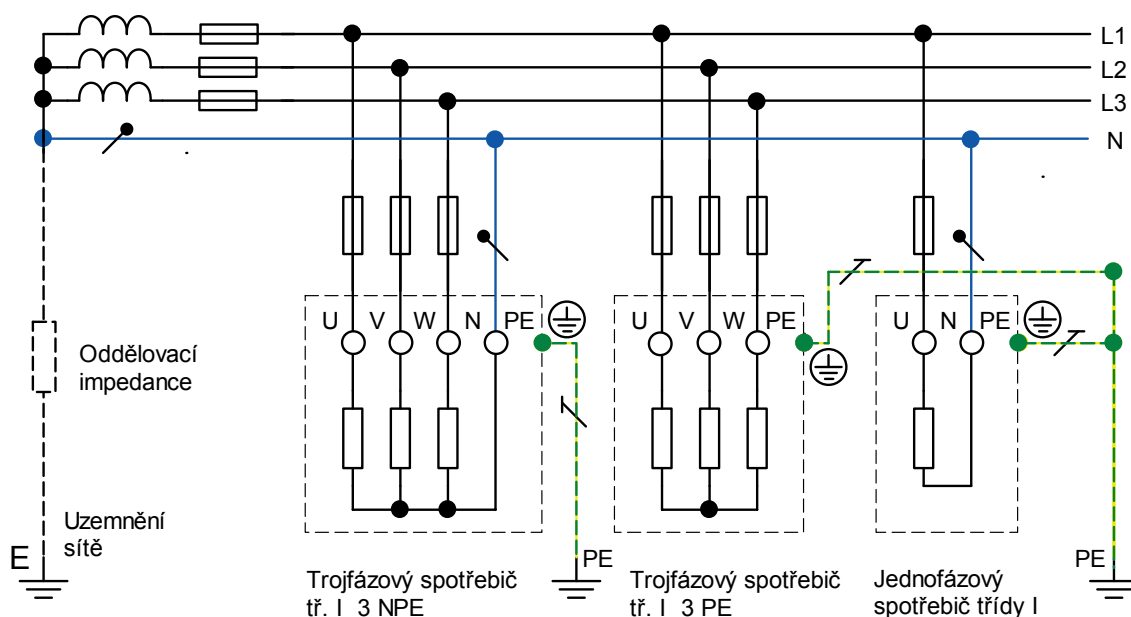
Síť TT má jeden bod přímo uzemněný a neživé části připojených elektrických zařízení jsou v této síti spojeny se zemí zemniči nezávisly na uzemnění síť.



Obr. 1.7 Síť TT: Neživé části elektrických zařízení jsou zemněny nezávisle na uzemnění sítě, první spotřebič zleva samostatným zemničem, zbývající dva skupinovým zemničem

1.5.4 Síť IT

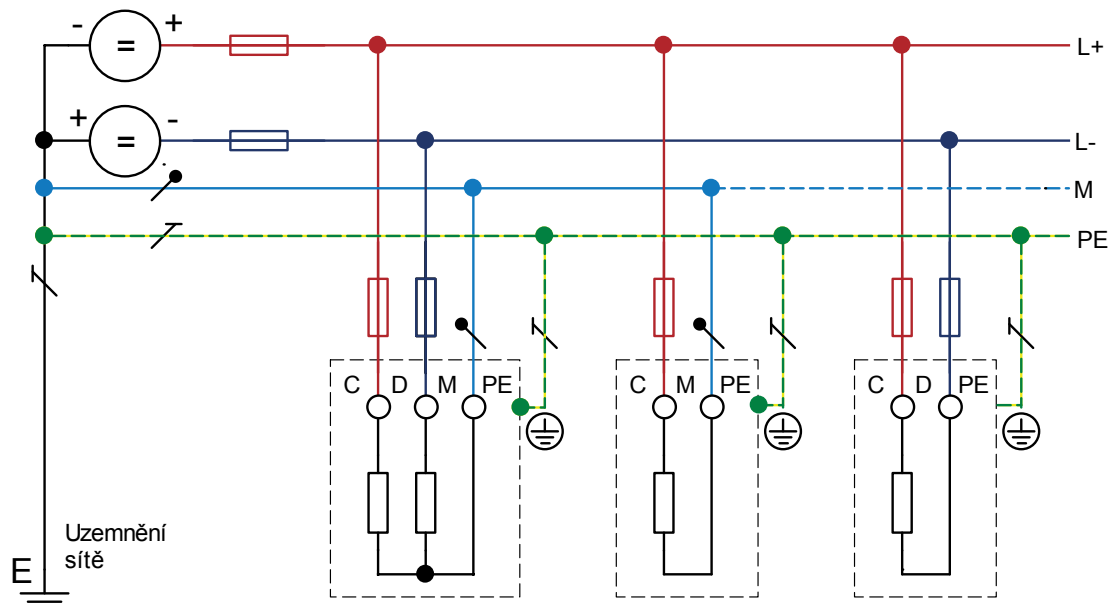
Síť IT má všechny živé části izolovány od země nebo jeden uzel spojený se zemí přes velkou impedanci. Neživé části připojených elektrických zařízení jsou spojeny se zemí uzemněním, a to jednotlivě nebo po skupinách.



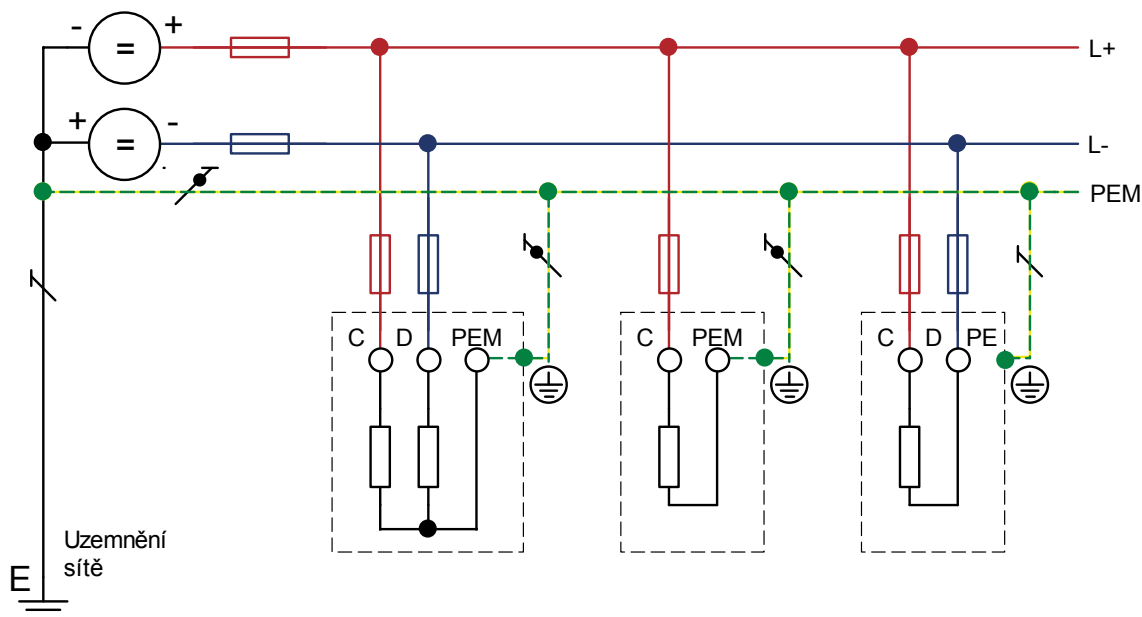
Obr. 1.8 Síť IT: Síť může být zcela oddělena od země, nebo mít jeden uzel zdroje spojen se zemí přes velkou impedanci (zde nulový vodič). Neživé části elektrických zařízení jsou zemněny

1.5.5 Stejnoseměrné sítě

V zásadě je možná realizace stejnosměrných sítí TN, TT i IT, obdobně jako u sítí střídavých. Uvedeme pouze ilustrativní příklad s uspořádáním TN-S a TN-C.



Obr. 1.9 Stejnoseměrná síť TN-S (d.c.). Ochranný vodič (PE) je veden zvlášť. Vodič ze středu (M) může, ale nemusí být vyveden



Obr. 1.10 Stejnoseměrná síť TN-C (d.c.). Vodič ze středu plní zároveň funkci ochranného vodiče (PEM)

1.6 PŘIPOJOVÁNÍ ELEKTRICKÝCH PŘEDMĚTŮ

1.6.1 Druhy přívodů

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

1.6.1.1 Pevné připojení

Povoleno jen u připevněných nepohyblivých zařízení. Příkladem mohou být pevně instalovaná (stropní, nástěnná) svítidla.

1.6.1.2 Poddajný přívod

Je pevně připojen k instalaci i předmětu, ale umožňuje malý pohyb předmětu. Musí být proveden šňůrou s lanovými vodiči patřičné odolnosti a oboustranně odlehčen od mechanického namáhání.

1.6.1.3 Pohyblivý přívod

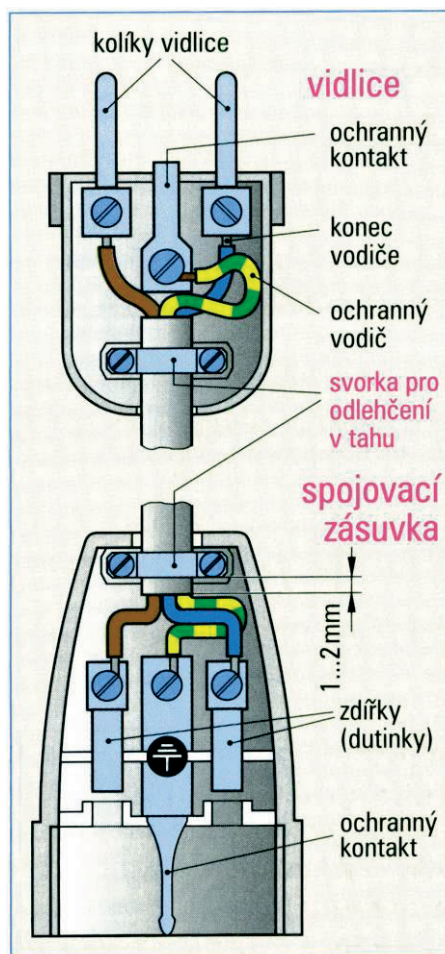
Je na jedné straně opatřen vidlicí pro připojení do zásuvky instalace, na druhé nástrčkou nebo pevně připojen k elektrickému předmětu. Používá se k připojení přenosných a pojezdných předmětů k pevnému rozvodu. Norma rozlišuje pohyblivé přívody:

- **pevně připojené**, které jsou vybaveny na jednom konci vidlicí a druhý konec je připojen do svorek elektrického předmětu (např. přívod vrtačky);
- **oddělitelné**, které jsou vybaveny na jednom konci vidlicí a na druhém konci nástrčkou k zasunutí do přívodky elektrického předmětu (např. přívod k PC);
- **prodlužovací**, které jsou vybaveny na jednom konci vidlicí a na druhém konci pohyblivou zásuvkou.

Pohyblivý přívod musí být proveden šňůrou s lanovými vodiči patřičné odolnosti proti vlivům prostředí a musí mít potřebné vlastnosti pro jejich použití (ohebnost, povrch, trvanlivost ...), které zajišťují bezpečný provoz přívodu i připojovaného předmětu.

Provedení

- Šňůry pohyblivých přívodů musí být v místě připojení spolehlivě odlehčeny od tahu, zajištěny proti posunutí či vytržení a proti zkroucení žil. Vstupní otvory pro šňůry musí být upraveny tak, aby se šňůra nelámala nebo jinak nepoškodila.
- Ochranná žila musí být na obou koncích kabelu zbaveného izolace tak dlouhá, aby při případném vytržení šňůry ze svorek byla namáhána tahem až po přerušení (vytržení) všech pracovních žil – **PE se musí přetrhnout jako poslední**.
- Oddělitelné pohyblivé přívody musí být opatřeny vidlicí i nástrčkou na **tentýž jmenovitý proud a totéž jmenovité napětí**. Vidlice i nástrčka musí mít **stejný počet pólů**.
- Zásuvky a vidlice musí být u pohyblivých přívodů použity tak, aby se na kolíčkách nezapojených vidlic v žádném případě nemohlo objevit napětí. **Zhotovování přívodů s vidlicemi na obou koncích je proto zakázáno**.
- **Pohyblivé přívody s ochranným vodičem (pro připojení předmětů třídy I) musí mít vidlici i nástrčku s ochranným kontaktem**.
- Pohyblivé přívody bez ochranného vodiče musí být provedeny jen jako neoddělitelně spojené s vidlicí a na druhém konci buď pevně připojené ke svorkám elektrického předmětu třídy II nebo III, anebo opatřené nezáměnnou nástrčkou bez ochranného kontaktu určenou pro přívodky elektrických předmětů třídy II nebo III.
- Délky pohyblivých přívodů se doporučuje volit z řady: 1,5; 2; 2,5; 3; 5; 10; 16; 25; 32 a 50 m.
- Minimální průřez žil vodiče přívodu se volí s ohledem na předpokládané zatížení a délku přívodu, např. Cu-vodič 1 mm² pro zatížení do 16 A, 2,5 mm² do 25 A a 4 mm² do 32 A.



Obr. 1.11 Správné provedení jednofázového prodlužovacího přívodu (zdroj [44])

Provedení prodlužovacích pohyblivých přívodů

Kromě výše uvedených zásad platí pro prodlužovací přívody navíc:

- Musí být opatřeny vidlicí i pohyblivou zásuvkou stejného vzoru (a na stejný jmenovitý proud a stejné jmenovité napětí).
- Nesmí být použito šňůr s průřezem žíly menším než $1 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$ při jmenovitém proudu 6 A a než $1,5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$ při jmenovitém proudu 10 A.
- **Prodlužovací pohyblivé přívody musí mít ochranný vodič a musí být opatřeny vidlicí i pohyblivou zásuvkou s ochranným kontaktem.**

1.6.2 Zásuvky střídavého rozvodu

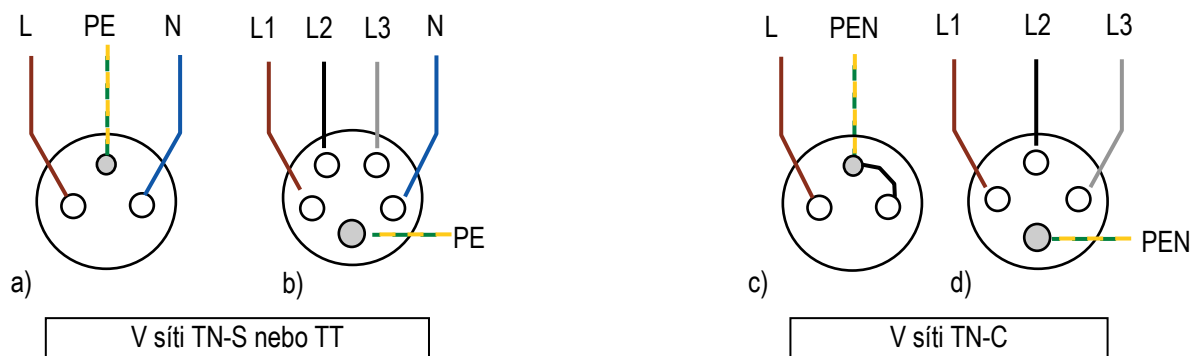
Připojování zásuvek se řídí ČSN 33 2130. Běžné domovní jednofázové zásuvky se jmenovitými hodnotami 16 A/250 V se v pevných rozvodech montují vždy ochranným kolíkem nahoru, což neplatí pro zásuvky umístěné v horizontální poloze (podlahové rozvody). Zásuvky nemají být montovány níže než 90 cm nad podlahou, v obytných místnostech alespoň 20 cm nad podlahou. Opět neplatí pro zásuvky stavebnicového lištového rozvodu či podlahové rozvody.

Při čelním pohledu s ochranným kolíkem nahoře se připojuje fázový vodič na levou zdíčku a nulový vodič na pravou zdíčku. Na jeden obvod se smí připojit nanejvýš 10 zásuvek či dvojjzásuvek.

V této souvislosti upozorníme na **starší typ rozboček jednofázových zásuvek**, který má levou část zapojenou nesprávně – fázová zdíčka je vpravo. To je v rozporu s požadavky bezpečnosti, proto jsou tyto rozbočky považovány za nebezpečné a doporučuje se vyřadit je natrvalo z provozu.

Trojfázové zásuvky $3 \times 400 \text{ V}$ se vyskytují ve čtyř- a pětizdířkovém provedení 16 A nebo 32 A. Na jeden obvod se nesmějí montovat zásuvky o různé hodnotě jmenovitého proudu. Čtyřkolíkové provedení se nemá používat v nových instalacích TN-S.

Zapojení jednofázových a trojfázových zásuvek je na Obr. 1.12.



Obr. 1.12 Zapojení zásuvek běžného typu s ochranným kontaktem, pohled zepředu. Jednofázové zásuvky a) a c), trojfázové b) a d) Zapojení c) a d) platí pro starší instalace TN-C.

1.7 KRYTÍ ELEKTRICKÝCH ZAŘÍZENÍ



























Krytí EZ je konstrukční opatření, tvořící součást EZ. Stupeň ochrany se označuje písmeny **IP** (Ingress Protection) a je normalizován ČSN EN 60529. Za označením IP následuje dvojčíslí a případně přídatné a doplňkové písmeno, která specifikují způsob zkoušky.

IP 23CH

- První číslice vyjadřuje **stupeň ochrany osob před nebezpečným dotykem živých částí a stupeň ochrany zařízení před vniknutím cizích předmětů.**
- Druhá číslice vyjadřuje **stupeň ochrany před vniknutím vody.**
- Přídatné písmeno (nepovinné) specifikuje stupeň ochrany před nebezpečným dotykem (písmena A, B, C, D)
- Doplňkové písmeno (nepovinné) se používá k doplňkovým informacím; zatím používaná písmena jsou H, M, S, W.

Označení stupně ochrany musí být uvedeno na krytu nebo na štítku přístroje.

Tab. 1-8 Stupně ochrany krytím IP (zdroj [44])

A. První číslice: ochrana před dotykem osobou a vniknutím těles				B. Druhá číslice: ochrana proti vodě			
stupeň ochrany**	značka	ochrana před	příklad použití	stupeň ochrany	značka	ochrana před	příklad použití
 IP 0X	žádná	nechráněno	uzavřené bezprašné prostory bez osob, např. transformační stanice	 IP X0	žádná	nechráněno	suché prostory, ve kterých se sráží kondenzovaná voda
 IP 1X max. 50 mm	žádná	velká cizí tělesa $\varnothing \geq 50$ mm, hřbet ruky	bezprašné vnitřní prostory, ve kterých pracuje obsluha, např. rozvodny	 IP X1		svisle kapající voda	v místech jen s vertikálně kapající vodou
 IP 2X max. 12 mm	žádná	středně velká cizí tělesa $\varnothing \geq 12,5$ mm, prst	bezprašné místnosti s většími volnými předměty, např. zakryté motory	 IP X2		kapající voda ve sklonu do 15°	místa, kde provozní prostředky nejsou vystaveny stříkající vodě ze země
 IP 3X max. 2,5 mm	žádná	malá cizí tělesa $\varnothing \geq 2,5$ mm, nástroj	bezprašné vnější a vnitřní prostory s drobnými a tenkými volnými předměty	 IP X3		kropení (déšť) ve sklonu 60°–90°	chráněné prostředí venku bez přímých povětrnostních vlivů
 IP 4X max. 1 mm	žádná	pevná cizí tělesa $\varnothing \geq 1$ mm, silný drát	vnější a vnitřní prostory, bez prachu, např. mechanické dílny v zemědělství	 IP X4		stříkající voda ze všech směrů	venku, s malým vlivem počasí nebo v trvale vlhkém prostředí
 IP 5X prach		chráněno před prachem a drátem	svorkovnice v prašném prostředí, např. v zemědělství	 IP X5		tryskající voda ze všech směrů	nechráněné místo venku nebo v podnebí se stálou relativní vlhkostí 80 %
 IP 6X prach		prachotěsné	plně prachotěsné přístroje např. v prostoru s hořlavým prachem	 IP X6		intenzivně tryskající voda ze všech směrů	provozní prostředky, které jsou krátkodobě vystaveny silně tryskající vodě ze všech směrů
IP - označení dalšími písmeny: 1. písmeno A ochrana před dotykem hřbetem ruky B ochrana před dotykem prstem C ochrana před dotykem nástrojem v provozu D ochrana před dotykem drátem 2. písmeno H zařízení pro vysoké napětí M vyzkoušena odolnost proti vniknutí vody při běhu stroje W vhodné pro použití za stanovených povětrnostních podmínek S vyzkoušena odolnost proti vniknutí vody při klidu stroje				 IP X7		dočasné ponoření	přenosná čerpadla s krátkodobým ponořením
				 IP X8		trvalé ponoření	pro trvalý provoz pod vodou, také pod tlakem
Příklad IP 23 CS: chráněno proti vniku pevných těles o $\varnothing 12,5$ mm, chráněno před deštěm, chráněno před dotykem nástrojem do délky 100 mm a o $\varnothing 2,5$ mm, vyzkoušeno na průnik vody při zařízení v klidu.							
**Pokud je udána jen jedna číslice, je místo další číslice písmeno X, např. IP X5 nebo IP 2X.							

1.8 ZNAČKY NA ELEKTRICKÝCH PŘEDMĚTECH





Schvalovací značky

Výrobce nebo dovozce je povinen podle zákona č. 22/1997 Sb. uvádět na trh v České republice jen bezpečné výrobky. Před uvedením stanoveného výrobku na trh je povinen vydat písemné prohlášení o shodě na základě posouzení vlastností daného výrobku s požadavky na jeho bezpečnost podle zmíněného zákona a s příslušnými technickými předpisy - Nařízeními vlády. Totéž platí i na území Evropské unie, kde obdobou Nařízení vlády jsou Evropské Direktivy. Výrobky, které se svými parametry shodují se stanovenými požadavky, se označují značkou shody podle Tab. 1-9.

V současné době zkouší převážnou část elektrotechnických výrobků Elektrotechnický zkušební ústav v Praze 8. Jeho logo a) v Tab. 1-9 sloužilo jako schvalovací značka do roku 1993, kdy bylo podle Vyhlášky 232/1993 Sb. nahrazeno značkou b). V současnosti se podle zákona 22/1997 Sb. v platném znění používá schvalovací značka c). Značka d) se používá k označení elektrotechnických výrobků, které odpovídají evropským směrnici. Všechny výrobky uváděné v EU na trh od 1. 1. 1995 musí být opatřeny touto značkou. Označení dává výrobce na své výrobky sám; je přitom povinen vyhotovit

dokumentaci a návod k obsluze, splnit požadavky na bezpečnost podle evropských směrnic a písemně prohlásit, podle kterých směrnic bylo zařízení vyrobeno a přezkoušeno (prohlášení o shodě).

Tab. 1-9 Některé schvalovací značky na elektrických předmětech

	a)	Logo EZÚ – dřívější schvalovací značka pro elektrotechnické výrobky
	b)	Novější schvalovací značka
	c)	Česká značka shody (CCZ)
	d)	Značka shody užívaná v EU (CE)

























Grafické značky

Grafické značky na elektrických předmětech slouží k přenesení informace nezávisle na jazyce. Značky mohou být umístovány na zařízení či jeho částech, v dokumentaci (návod k obsluze apod.) i jinde.

Grafické značky uvádí IEC 60417-1 a mohou být použity:

- k identifikaci zařízení či jeho části,
- pro označení provozních stavů zařízení,
- pro označení přípojných míst zařízení,
- k poskytnutí informace (o použití zařízení, provozu, balení atp.).

Tab. 1-10 Některé často používané grafické značky na elektrických předmětech

	Zdroj stejnosměrného napětí (baterie)		Uzemnění		Nebezpečné napětí
	Kladný pól		Bezšumová zemnicí svorka		Pojistka, pojistková skříň
	Záporný pól		Ochranné uzemnění		Vstup (energie nebo signálu)
	Stejnoseměrný proud		Spojení s kostrou zařízení		Výstup (energie nebo signálu)
	Střídavý proud		Poloha článků a baterií		Bezpečnostní ochranný transformátor
	Stejnoseměrný i střídavý proud		Zařízení třídy ochrany II (dvojitá izolace)		Poloha „zapnuto“ pro tlačítko (stlačeno)
	Vypnuto		Zařízení třídy ochrany III		Poloha „vypnuto“ pro tlačítko (vysunuto)
	Zapnuto		Přepínač „zapnuto-vypnuto“		Oddělovací ochranný transformátor

2 BEZPEČNOST V ELEKTROTECHNICE

Hlavní zásady provedení výrobků a zařízení z hlediska jejich bezpečnosti, odpovědnosti těch, kteří je uvádějí na trh, a povinností na úseku bezpečnosti práce jsou dány českými zákony a k nim příslušejícími nařízeními vlády či prováděcími vyhláškami. Zákony, nařízení vlády a prováděcí vyhlášky jsou závazné pro všechny, jejich dodržování je vymahatelné a nedodržování postižitelné.

Vlastní technické provedení výrobků a zařízení musí odpovídat příslušným technickým předpisům. Ty jsou buď sjednány smluvně, nebo jsou u výrobků zvýšenou měrou ohrožujících bezpečnost osob, majetek nebo přírodní prostředí závazně určeny nařízením vlády. Technickým předpisem jsou často technické normy.

2.1 NÁZVOSLOVÍ

Uvedeme některé pojmy používané dále.

- **Prohlídka EZ**
je optická a sluchová kontrola činnosti zařízení při dodržení bezpečných vzdáleností od částí pod napětím.
- **Montáž EZ**
je zřizování nových a rekonstrukce již provozovaných zařízení.
- **Revize EZ**
je souhrn úkonů, při kterých se prohlídkou doplněnou potřebným měřením a zkoušením zjišťuje, zda EZ vyhovuje platným normám a předpisům s ohledem na bezpečnost osob před úrazem a majetku před poškozením nebo zničením.
- **Údržba EZ**
jsou všechny druhy čištění a oprav k zajištění dobrého technického stavu zařízení.
- **Ochranné pomůcky**
jsou předměty, které chrání pracovníka před nebezpečnými účinky elektřiny, škodlivostí pracovního prostředí nebo před jiným ohrožením (ochranné brýle, izolační rukavice ...).
- **Pracovní pomůcky**
jsou předměty potřebné k práci na elektrickém zařízení nebo v jeho blízkosti, nebo k obsluze elektrického zařízení (nářadí, žebříky, měřicí přístroje ...).
- **Pracoviště**
je prostor vymezený pro práci na elektrickém zařízení nebo v jeho blízkosti.
- **Zajištění pracoviště pro práci**
je soubor opatření pro zajištění bezpečnosti pracujících.
- **Vedoucí práce**
je osoba pověřená vedením pracovní skupiny, popř. osoba sama pracující. V případě práce pod dozorem odpovídá za dodržování bezpečnostních předpisů. Je to osoba znalá s vyšší kvalifikací.
- **Blízkost elektrického zařízení**
je taková vzdálenost osoby nebo pracovního místa od živých částí EZ pod napětím, ve které se musí při použití pomůcek nebo jiných vodivých předmětů dodržovat předepsaná bezpečnostní opatření.
- **Prokazatelně**
je způsob činnosti, kdy organizace provádějící školení, instruktáž, zácvik apod. musí prokázat záznamem, podepsaným školícím i školeným, že školení, instruktáž, zácvik apod. bylo provedeno. Pouhé předání předpisů nebo pokynů, byť i na podpis, se nepovažuje za dostatečné. Ze záznamu musí být patrné, co bylo předmětem poučení.

2.2 ČESKÉ TECHNICKÉ NORMY

Český normalizační institut (ČNI), který jediný je oprávněn vydávat české technické normy (ČSN), je od roku 1997 plnoprávným členem Evropského výboru pro normalizaci v elektrotechnice (CENELEC). Normy jsou systematicky řazeny podle šestimístného čísla. Za označením ČSN následují 3 dvojčíslí, kde první dvojčíslí značí třídu normy, druhé skupinu a třetí číslo ve skupině. Případné dělení normy do částí a podčástí je označeno dalšími čísly za pomlčkou.

Pro elektrotechniku jsou v ČSN vyčleněna čísla norem začínající trojkou – třída 33 (Elektrotechnika - elektrotechnické předpisy), dále třídy 34 až 38.

Většina českých technických norem v současnosti nevzniká v ČR, nýbrž na mezinárodní (světové) či evropské úrovni. V případě, že ČSN přejímá evropskou či mezinárodní normu, je za ČSN uvedeno označení značky a čísla přejaté normy. Mezinárodní normy jsou do soustavy českých technických norem zaváděny pod označením **ČSN IEC**, pokud vznikly v Mezinárodní elektrotechnické komisi (International Electrotechnical Commission), nebo **ČSN ISO**, pokud vznikly v mezinárodní normalizační organizaci (International Organization for Standardization). Evropské normy vznikají v organizaci CENELEC, která je obdobou IEC, v organizaci CEN, která je obdobou ISO. Označují se po převzetí jako **ČSN EN**.

2.3 BEZPEČNÝ VÝROBEK

Bezpečný výrobek je definován zákonem č. 102/2001 Sb. O obecné bezpečnosti výrobků.

Účelem tohoto zákona je v souladu s právem Evropských společenství zajistit, aby výrobky uváděné na trh byly bezpečné. Jsou v něm uvedeny obecné požadavky na bezpečnost výrobků, na označování výrobků a na průvodní dokumentaci. K zajištění těchto požadavků jsou stanoveny povinnosti osob uvádějících výrobek na trh, povinnosti orgánů veřejné správy a povinnosti orgánů dozoru.

Bezpečným výrobkem je výrobek, který za běžných nebo rozumně předvídatelných podmínek užití nepředstavuje po dobu stanovené nebo obvyklé použitelnosti žádné nebezpečí nebo jehož užití představuje vzhledem k bezpečnosti a zdraví osob pouze minimální nebezpečí při správném užívání výrobku. To ovšem musí být vhodným způsobem posouzeno a zajištěno. Proto se za bezpečný výrobek považuje výrobek splňující požadavky zvláštního právního předpisu a mezinárodních smluv, kterými je Česká republika vázána a které byly vyhlášeny ve Sbírce mezinárodních smluv. Pokud pro výrobek takový předpis neexistuje, považuje se za bezpečný výrobek ten, který splňuje požadavky českých technických norem nebo odpovídá stavu vědeckých a technických poznatků známých v době jeho uvedení na trh.

Nebezpečným výrobkem je každý výrobek, který nevyhovuje požadavkům na bezpečný výrobek.

Všechny elektrické předměty zásadně musí být bezpečným výrobkem. Podrobná ustanovení jsou v zákoně č. 22/1997 Sb. ve znění zákona č. 71/2000 Sb. a zákona č. 102/2001 Sb. O technických požadavcích na výrobky.

Tento zákon vychází jednak z Usnesení Rady Evropy ze dne 7. 5. 1985 o novém přístupu k technické normalizaci a normám, jednak ze směrnice Rady č. 85/374/EHS o sblížení zákonů, předpisů a správních opatření členských států o odpovědnosti za vadné výrobky.

Zákon upravuje:

- způsob stanovování technických požadavků na výrobky, které by mohly ohrozit zdraví nebo bezpečnost osob, majetek nebo přírodní prostředí (tzv. „oprávněný zájem“);
- práva a povinnosti osob, které uvádějí na trh nebo distribuují výrobky, které by mohly ohrozit oprávněný zájem;
- práva a povinnosti osob pověřených k činnostem podle tohoto zákona, které souvisí s tvorbou a uplatňováním českých technických norem nebo se státním zkušebnictvím.

K provedení tohoto zákona byla vydána řada nařízení vlády.

Tzv. **stanovené výrobky** představují zvýšenou míru ohrožení oprávněného zájmu a proto musí být posouzena shoda jejich vlastností s požadavky technických předpisů. Většina elektrických zařízení nízkého napětí je určena jako stanovené výrobky v nařízení vlády ČR č. 17/2003 Sb., kterým se stanoví *technické požadavky na elektrická zařízení nízkého napětí*. Některá zařízení jsou určena samostatnými nařízeními vlády, např. pro použití v prostředí s nebezpečím výbuchu, pro výtahy, pro lékařské účely atd. Elektromagnetické vlivy zařízení jsou řešeny v samostatném nařízení vlády

č. 18/2003 Sb. ve znění nařízení vlády č. 282/2000 Sb., kterým se stanoví *technické požadavky na výrobky z hlediska jejich elektromagnetické kompatibility*.

V dalších nařízeních vlády jsou pro jednotlivé skupiny stanovených výrobků, v závislosti na jejich technické složitosti a míře možného nebezpečí při užívání, uvedeny podmínky pro uvádění na trh a postupy posuzování shody.

Ten, kdo uvádí výrobek na trh, je povinen vydat písemné **prohlášení o shodě** výrobku s technickými předpisy. Prohlášení musí být v českém jazyce, jeho náležitosti jsou předepsány v nařízení vlády č. 17/2003 Sb.

Pro posouzení elektrických zařízení je důležité ještě nařízení vlády č. 163/2002 Sb., kterým se stanoví *technické požadavky na vybrané stavební výrobky*. Tam jsou stanovena k posuzování shody prakticky všechna elektrická zařízení, která jsou součástí stavby. V základních požadavcích je uvedena i bezpečnost při užívání: „Stavba musí být navržena a postavena takovým způsobem, aby při jejím užívání nevznikalo nepřijatelné nebezpečí úrazu, např. uklouznutím, smykem, pádem, nárazem, popálením, elektrickým proudem, výbuchem.“

2.3.1 Kontroly a revize elektrických spotřebičů

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

Působením vnějších vlivů, způsobem používání i přirozeným stárnutím materiálu může během provozu nastat situace, kdy spotřebič již není bezpečný. Proto se bezpečnost elektrických spotřebičů a elektrického ručního nářadí musí pravidelně ověřovat kontrolami a revizemi.

Kontrolou se zjišťuje, zda spotřebiče nejsou viditelně poškozeny nebo některé jejich části, nejčastěji kryty, nejsou nahrazeny neoriginálními díly. **Kontrolu provádí uživatel vždy před použitím spotřebiče.**

Účelem revize je zjistit celkový stav spotřebiče z hlediska elektrické bezpečnosti. Revizi provádí provozovatel ve stanovených lhůtách a při podezření na závadu, dále opravář vždy po opravě, rekonstrukci nebo úpravě nebo prodejce u použitého spotřebiče uváděného znovu na trh. Lhůty revizí spotřebičů jsou stanoveny podle provedení spotřebičů a podle způsobu jejich používání v ČSN 33 1610 a ČSN 33 1600.

2.4 BEZPEČNÁ ELEKTRICKÁ INSTALACE

Elektrická instalace musí být projektována a provedena tak, aby splňovala požadavky na bezpečnost osob, majetku a životního prostředí. Elektrická instalace je sestavena z elektrických předmětů (vypínače, přepínače, zásuvky, svítidla, spotřebiče), které musí být bezpečnými výrobky. Ty jsou tak uloženy a vodiči tak propojeny, aby plnily požadovanou funkci. O požadavcích na bezpečnost osob bude pojednáno v kapitole 4 těchto skript.

Instalace je součástí stavby, proto musí být v souladu s ustanovením stavebního zákona a k němu příslušných vyhlášek Ministerstva pro místní rozvoj. Musí být podrobena výchozí revizi (ČSN 33 2000-6), při níž je

- prohlídkou potvrzeno, že je v souladu s projektovou dokumentací a s bezpečnostními požadavky předpisů a norem,
- zkoušením prokázána funkčnost ochranných a signálních zařízení,
- měřením zjištěny hodnoty nutné pro posouzení účinnosti ochranných zařízení, které se nedají ověřit zkoušením.

Zhotovená instalace je pak spolu s projektovou dokumentací a zprávou o výchozí revizi předána uživateli. Jeho starostí je, aby ji udržoval ve funkčním a bezpečném stavu. Za tím účelem musí vykonávat pečlivou údržbu a pravidelné revize v předepsaných lhůtách.

Lhůty a postupy při provádění revizí elektrických instalací určuje ČSN 33 1500.

Další podrobnosti o bezpečném provedení elektrické instalace jsou ve studijním programu FEKT zařazeny do předmětu Elektrické instalace.

2.5 POVINNOSTI ZAMĚSTNAVATELŮ A ZAMĚSTNANCŮ PŘI PROVOZU EZ

Po vstupu České republiky do Evropské unie byl harmonizován náš právní řád s právem Evropských společenství. Právní úprava bezpečnosti a ochrany zdraví při práci (BOZP) byla provedena novelizací Zákoníku práce a několika nařízeními vlády.

S účinností od 1. ledna 2007 je problematika nově upravena jednak zákonem č. 262/2006 Sb. – zákoník práce (ZP) a jednak zákonem č. 309/2006 Sb., kterým se upravují další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovněprávních vztazích a o zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při činnosti nebo poskytování služeb mimo pracovněprávní vztahy (zkráceně: zákon o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci). K oběma zákonným normám jsou, či postupně budou, vydána nařízení vlády konkretizující některá v zákonech vyjmenovaná ustanovení.

Oba zákony patří mezi základní právní předpisy, jejichž znalost je velmi důležitá pro zaměstnavatele i pro zaměstnance neboť i neuvědomělé nebo neúmyslné porušování závazných ustanovení o BOZP zvyšuje riziko úrazu a s ním spojené riziko nemalého postihu podle zákona č. 251/2005 Sb. o inspekci práce. Možnost vzniku úrazu elektrickým proudem musí být co nejvíce omezena a případné negativní následky minimalizovány. K tomu jsou z ustanovení zákoníku práce odvozeny základní povinnosti zaměstnavatelů i zaměstnanců.

2.5.1 Povinnosti zaměstnavatelů

Zaměstnavatel je povinen zajistit bezpečnost a ochranu zdraví při práci s ohledem na rizika možného ohrožení jejich života a zdraví, která se týkají výkonu práce. Tato povinnost je nedílnou a rovnocennou součástí pracovních povinností vedoucích zaměstnanců na všech stupních řízení, která zastávají.

Zaměstnavatel je povinen zejména:

- nepřipustit, aby zaměstnanec vykonával zakázané práce a práce, jejichž náročnost by neodpovídala jeho schopnostem a zdravotní způsobilosti,
- zajistit zaměstnancům dostatečné a přiměřené informace a pokyny o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci zejména formou seznámení s riziky, výsledky vyhodnocení rizik a s opatřeními na ochranu před působením těchto rizik, která se týkají jejich práce a pracoviště,
- zajistit zaměstnancům poskytnutí první pomoci,
- zajistit dodržování zákazu kouření na pracovištích stanoveného zvláštními právními předpisy.
- zajistit zaměstnancům školení o právních a ostatních předpisech k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci, které doplňují jejich odborné předpoklady a požadavky pro výkon práce, které se týkají jimi vykonávané práce a vztahují se k rizikům, s nimiž může přijít zaměstnanec do styku na pracovišti, na kterém je práce vykonávána, a soustavně vyžadovat a kontrolovat jejich dodržování. Školení zaměstnavatel zajistí při nástupu zaměstnance do práce, a dále v případech, které mají nebo mohou mít podstatný vliv na bezpečnost a ochranu zdraví při práci.
- Zaměstnavatel určí obsah a četnost školení o právních a ostatních předpisech k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci, způsob ověřování znalostí zaměstnanců a vedení dokumentace o provedeném školení.

2.5.2 Práva a povinnosti zaměstnanců

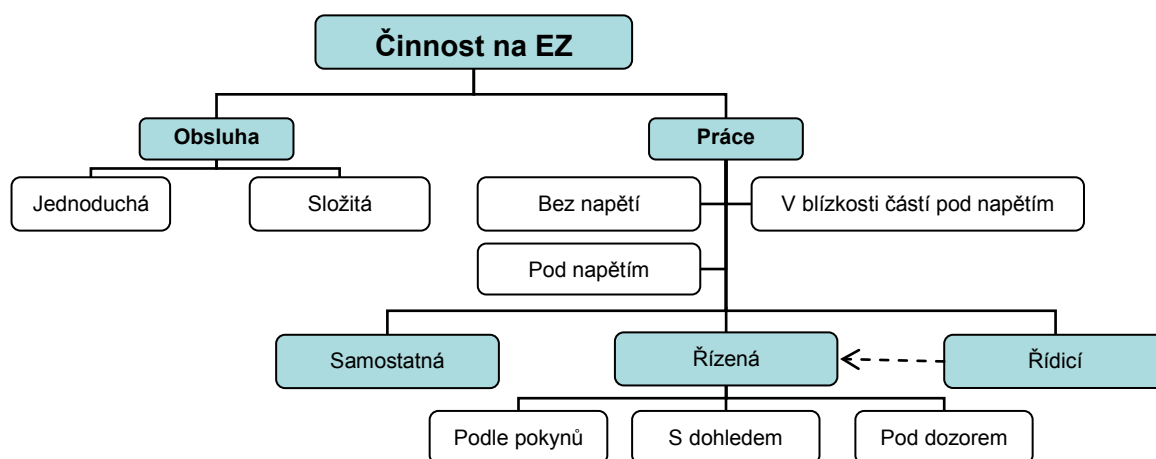
- Zaměstnanec má právo na zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci, na informace o rizicích jeho práce a na informace o opatřeních na ochranu před jejich působením; informace musí být pro zaměstnance srozumitelné.
- Zaměstnanec je oprávněn odmítnout výkon práce, o níž má důvodně za to, že bezprostředně a závažným způsobem ohrožuje jeho život nebo zdraví, popřípadě život nebo zdraví jiných fyzických osob; takové odmítnutí není možné posuzovat jako nesplnění povinnosti zaměstnance.
- Zaměstnanec má právo a povinnost podílet se na vytváření bezpečného a zdraví neohrožujícího pracovního prostředí, a to zejména uplatňováním stanovených a zaměstnavatelem přijatých opatření a svou účastí na řešení otázek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci.

Každý zaměstnanec je povinen dbát podle svých možností o svou vlastní bezpečnost, o své zdraví i o bezpečnost a zdraví fyzických osob, kterých se bezprostředně dotýká jeho jednání, případně opomenutí při práci. Zaměstnanec je povinen zejména:

- Účastnit se školení zajišťovaných zaměstnavatelem zaměřených na bezpečnost a ochranu zdraví při práci včetně ověření svých znalostí.
- Podrobit se pracovnělékařským prohlídkám a vyšetřením.
- Dodržovat právní a ostatní předpisy a pokyny zaměstnavatele k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci, s nimiž byl řádně seznámen, a řídit se zásadami bezpečného chování na pracovišti a informacemi zaměstnavatele.
- Dodržovat při práci stanovené pracovní postupy, používat stanovené pracovní prostředky, dopravní prostředky, osobní ochranné pracovní prostředky a ochranná zařízení a svévolně je neměnit a nevyřazovat z provozu.
- Nepožívat alkoholické nápoje a nezneužívat jiné návykové látky na pracovištích zaměstnavatele a v pracovní době i mimo tato pracoviště, nevstupovat pod jejich vlivem na pracoviště zaměstnavatele a nekouřit na pracovištích a v jiných prostorách, kde jsou účinkům kouření vystaveni také nekuřáci.
- Oznamovat svému nadřízenému vedoucímu zaměstnanci nedostatky a závady na pracovišti, které ohrožují nebo by bezprostředně a závažným způsobem mohly ohrozit bezpečnost nebo zdraví zaměstnanců při práci.
- Bezodkladně oznamovat svému nadřízenému vedoucímu zaměstnanci svůj pracovní úraz, pokud mu to jeho zdravotní stav dovolí, a pracovní úraz jiného zaměstnance, popřípadě úraz jiné fyzické osoby, jehož byl svědkem, a spolupracovat při objasňování jeho příčin,
- Podrobit se na pokyn oprávněného (zaměstnavatelem písemně určeného) vedoucího zaměstnance zjištění, zda není pod vlivem alkoholu nebo jiných návykových látek.

2.6 BEZPEČNÁ ČINNOST NA EZ

2.6.1 Přehled činností na EZ



Obr. 2.1 Rozdělení činností na EZ

Základní předpisy pro obsluhu a práci na EZ definuje ČSN EN 50110-1 ed. 2 a další přidružené normy.

Obsluha

je **činnost bez použití nástrojů, kdy pracovník nepřichází do styku se živými částmi EZ**. Je spojena s provozem EZ (spínání, regulování, výměna pojistek či žárovek, *prohlídka EZ* ...)

- **Obsluha jednoduchá**, kdy při selhání pracovníka nemůže dojít k ohrožení osob, zvířat nebo majetku.
- **Obsluha složitá**, kdy při selhání pracovníka může dojít k ohrožení osob, zvířat nebo majetku.

Práce

je činnost, kdy pracovník používá nástroje a může přijít do styku s živými částmi EZ. Sem patří montáž, revize a údržba EZ, jakož i úkony pro zajišťování pracoviště a měření přenosnými přístroji.

→ Práce podle pokynů

je práce, pro kterou jsou dány jen nejnutnější pokyny. **Za dodržování bezpečnostních předpisů odpovídají pracující.**

→ Práce s dohledem

je práce, ke které jsou dány podrobnější pokyny. Osoba provádějící dohled se před zahájením práce přesvědčí, zda jsou provedena nutná bezpečnostní opatření. V průběhu prací podle potřeby občas provádí kontrolu dodržování bezpečnostních předpisů. **Za dodržování bezpečnostních předpisů odpovídají pracující.**

→ Práce pod dozorem

je práce, která se provádí za trvalé přítomnosti osoby, která je pověřena dozorem. **Za dodržování bezpečnostních předpisů odpovídá dozírající.**

→ Práce na EZ bez napětí

zařízení nebo jeho část, na které se pracuje, je odpojeno od napětí, nebo jsou živé části pod napětím odděleny kryty chránícími před úmyslným dotykem.

→ Práce na EZ v blízkosti částí pod napětím

zařízení nebo jeho část, na které se pracuje, není odpojeno od napětí, ale pracující se nedotýká ani pomůckami živých částí pod napětím, nebo jsou živé části pod napětím odděleny kryty chránícími před nahodilým dotykem.

→ Práce na EZ pod napětím (PPN)

je práce na EZ, při níž se pracovníci dotýkají živých částí pod napětím přímo nebo předepsanými pracovními pomůckami za současného použití předepsaných ochranných pomůcek. Dělí se dále na PPN na vzdálenost, PPN v dotyku a PPN na potenciálu.

2.7 ELEKTROTECHNICKÁ KVALIFIKACE PRO OBSLUHU A PRÁCI NA EZ

2.7.1 Vyhláška č. 50/1978 Sb.

Jedná se o prováděcí vyhlášku Českého úřadu bezpečnosti práce a Českého báňského úřadu k zákonu č. 174/1968 Sb., která stanoví potřebnou kvalifikaci pracovníků pro obsluhu elektrických zařízení nebo práci na nich, k projektování elektrických zařízení a k řízení činností ve výrobě, montáži a údržbě elektrických zařízení.

Za elektrická zařízení se považují ta, u nichž může dojít k ohrožení života, zdraví nebo majetku účinkem elektřiny, a zařízení určená k ochraně před účinky atmosférické nebo statické elektřiny.

Kvalifikace osob je kromě Vyhlášky č. 50/1978 Sb. blíže popsána v ČSN EN 50110-1 ed.2 a ČSN 33 1310.

2.7.1.1 Osoby bez elektrotechnické kvalifikace

Tab. 2-1 Bezpečné vzdálenosti od částí pod napětím pro osoby bez elektrotechnické kvalifikace

Jmenovité napětí (kV)		Vzdálenost (cm)
nad	do včetně	
	1	100
1	35	200
35	110	300
110	220	400
220	400	500

Osoby bez elektrotechnické kvalifikace (občané, laici) smí:

- provádět jednoduchou obsluhu EZ *mn* a *nn* na zařízeních, u kterých nemohou přijít do styku s nekrytými částmi s nebezpečným napětím;
- mohou provádět údržbu EZ ve vypnutém stavu, ale bez rozebírání pomocí nástrojů;
- při práci nebo pohybu v blízkosti EZ se tyto osoby nesmí přiblížit k nekrytým živým částem blíže, než určuje Tab. 2-1.

2.7.1.2 Pracovníci seznámení (§3 Vyhlášky 50/1978)

Pracovníci seznámení (osoby, občané) mohou provádět stejné činnosti jako osoby bez elektrotechnické kvalifikace (2.7.1.1), jsou to však zaměstnanci, kteří musí být prokazatelně seznámení se zařízením a poučení o bezpečnostních předpisech.

2.7.1.3 Pracovníci poučení (§4 Vyhlášky 50/1978)

Pracovníci poučení mohou:

- samostatně obsluhovat jednoduchá elektrická zařízení všech napětí;
- **pracovat na částech elektrického zařízení *nn* bez napětí, v blízkosti nekrytých částí pod napětím ve vzdálenosti větší než 20 cm s dohledem, na částech pod napětím pracovat nesmějí**, s výjimkou jednoduchých prací, které jsou určeny schváleným pracovním návodem, nebo měření zkoušecím zařízením (např. informativní zkoušky výrobků na výstupní kontrole);
- pracovat na vypnutých zařízeních *vn* a *vvn* s dohledem. V blízkosti částí pod napětím smí pracovat pod dozorem ve vzdálenostech podle Tab. 2-2; *na částech pod napětím pracovat nesmějí*.

Tab. 2-2 Minimální vzdálenosti při činnosti pracovníků poučených v blízkosti částí pod napětím při práci pod dozorem

Jmenovité napětí (kV)		Vzdálenost (cm)
nad	do včetně	
	10	50
10	35	90
35	110	170
110	220	250
220	400	450

2.7.1.4 Pracovníci znalí (§5 Vyhlášky 50/1978)

Pracovníci znalí mohou:

- samostatně obsluhovat jednoduchá i složitá elektrická zařízení všech napětí;
- **pracovat sami na částech EZ *nn*** (bez napětí, v blízkosti částí pod napětím i na částech pod napětím);
- při nepříznivých podmínkách (vlhko, mokro, horko, venkovní prostředí) smí pracovat na částech EZ *nn* pod napětím pod dozorem pracovníka s vyšší kvalifikací při použití předepsaných pracovních a ochranných pomůcek a při dodržování předepsaných bezpečnostních opatření;
- pracovat na zařízeních *vn* a *vvn* bez napětí sami, v blízkosti těchto zařízení pod napětím s dohledem nebo pod dozorem.

2.7.1.5 Pracovníci znalí s vyšší kvalifikací (§6 až §10 Vyhlášky 50/1978)

Tito pracovníci smí vykonávat veškerou obsluhu a práci na EZ, s výjimkou prací zakázaných (2.8).

Tab. 2-3 Přehled kvalifikace pracovníků a podmínky pro její získání podle Vyhlášky č. 50/1978 Sb.

Kvalifikace pracovníků			Výchozí požadavky		Prověření způsobilosti		
§	Název	Pro činnost na EZ	Odborné vzdělání	Odborná praxe	Zkušební komise	Oznámení zkoušky	Lhůta pro přezkoušení
3	Pracovníci seznámení	mn, nn	žádné	žádná	NE	NE	podle Zák. práce
4	Pracovníci poučení	mn, nn, vn, vvn	žádné	žádná	NE	NE	určí zaměstnavatel
5	Pracovníci znalí	mn, nn, vn, vvn	V, SO, ÚSO, VŠ	žádná	NE	NE	3 roky
6	Pracovníci pro samostatnou činnost	do 1000 V	V, SO, ÚSO, VŠ	1 rok	ANO	NE	3 roky
		nad 1000 V	V, SO, ÚSO, VŠ	2 roky	ANO	NE	3 roky
		hromosvody	zaškolení V, SO, ÚSO, VŠ	6 měsíců 3 měsíce	ANO	NE	3 roky
7	Pracovníci pro řízení činnosti	do 1000 V	V	2 roky	ANO	orgán dozoru	3 roky
			SO, ÚSO, VŠ	1 rok			
		nad 1000 V	V	3 roky	ANO	orgán dozoru	3 roky
			SO, ÚSO, VŠ	2 roky			
hromosvody	zaškolení	1 rok	ANO	orgán dozoru	3 roky		
	V, SO, ÚSO	6 měsíců					
8	Pracovníci pro řízení činnosti prováděné dodavatelským způsobem a pro řízení provozu	do 1000 V	V, SO	6 roků	ANO	orgán dozoru + rozvodný podnik	3 roky
			ÚSO	4 roky			
			VŠ	2 roky			
		nad 1000 V	V, SO	7 roků	ANO	orgán dozoru + rozvodný podnik	3 roky
			ÚSO	5 roků			
			VŠ	3 roky			
hromosvody	V	2 roky	ANO	orgán dozoru + rozvodný podnik	3 roky		
	SO, ÚSO, VŠ	6 měsíců					
9	Pracovníci pro provádění revizí		V, SO, ÚSO, VŠ	podle objektů	Zkouší příslušný orgán dozoru podle zvláštních předpisů		
10	Pracovníci pro samostatné projektování a pro řízení projektování	do 1000 V	SO, ÚSO, VŠ	zvláštní předpis	ANO	orgán dozoru + rozvodný podnik	3 roky
		nad 1000 V	SO, ÚSO, VŠ				
11	Kvalifikace ve zvláštních případech	podle prac. zařízení a vzdělání	SO, ÚSO, VŠ		ANO	NE	3 roky

2.7.2 Studenti a žáci elektrotechnických škol

Studenti a žáci elektrotechnických škol smí vykonávat takovou obsluhu a práci na EZ, která odpovídá jejich postupně získávaným odborným znalostem a fyzické zdatnosti, a to vždy pod dohledem nebo pod dozorem pracovníka, který je určen k jejich odbornému výcviku.

Studenti vysokých škol elektrotechnických

Na FEKT VUT v Brně se studenti se po dobu studia a jen ve školních laboratořích posuzují následovně:

- **studenti 1. ročníku bakalářských studijních programů (BS)**
po prokazatelném poučení a přezkoušení jako pracovníci poučení (§4 Vyhlášky 50/1978),
- **studenti 2. ročníku BS**
jestliže složili zkoušky ze znalostí příslušných předpisů a norem, jako pracovníci znalí (ve smyslu §5 Vyhlášky 50/1978),
- **studenti 3. ročníku BS a studenti magisterských studijních programů**
jestliže složili zkoušky ze znalostí příslušných předpisů a norem, jako pracovníci znalí s vyšší kvalifikací (ve smyslu §6 Vyhlášky 50/1978).

Potřebná elektrotechnická kvalifikace pro každý ročník studia stejně jako forma a termíny proškolení a přezkoušení studentů jsou dány závazně *Příkazem děkana FEKT*.

2.8 ZAKÁZANÉ PRÁCE

Zakázány jsou práce pod napětím v provozech těsných a horkých, venku za tmy, deště, mlhy, sněžení, za bouřky a silného větru. Dále jsou zakázány práce v blízkosti neohrazených živých částí pod napětím, jsou-li po obou stranách pracovníka, za jeho zády, pod ním, popřípadě i nad ním, když pracuje sehnutý a po vzpřímení by se jim nebezpečně přiblížil.

Stejně tak jsou zakázány veškeré práce osobám bez platné elektrotechnické kvalifikace podle vyhlášky č. 50/1978 Sb.

2.9 ZAJIŠTĚNÍ BEZPEČNOSTI PŘI PRÁCI

Pro zajištění bezpečnosti při práci na EZ jsou využívána:

- bezpečnostní sdělení, ČSN ISO 3864
- ochranné a pracovní pomůcky, ČSN EN 50110-1 ed. 2
- technická a organizační opatření. ČSN EN 50110-1 ed. 2

2.9.1 Bezpečnostní sdělení

Bezpečnostní sdělení upozorňují na stav elektrických zařízení, na možnost ohrožení života a zdraví.

Mají charakter:

- zákazu,
- příkazu,
- výstrahy,
- informace.

Bezpečnostní sdělení mohou být provedena jako:

- grafická,
- světelná,
- akustická.

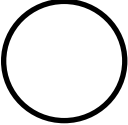
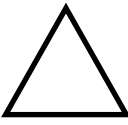
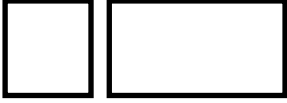
Pro bezpečnostní sdělení se používá:

- bezpečnostních tabulek a nápisů,
- bezpečnostních barevných označení,
- barev světelných návěstí.

Vše je třeba používat v souladu s normou ČSN ISO 3864.

Bezpečnostní tabulky nesmí být umísťovány na živé části EZ. Pokud jsou přenosné, musí být provedeny z izolantu, včetně závěsu. Rozměry tabulek jsou doporučeny normou. K bezpečnému provozování elektrických zařízení přispívá i jednotné značení ovládacích prvků a sdělovačů a jejich způsob ovládání – viz ČSN EN 60073 ed. 2 a ČSN EN 60447 ed. 2.

Tab. 2-4 Geometrický tvar bezpečnostních tabulek

	Zákaz nebo příkaz		Výstraha		Informace (včetně instrukce)
---	-------------------	---	----------	--	------------------------------

Tab. 2-5 Bezpečnostní barvy (více ČSN ISO 3864)

Bezpečnostní barva	Význam nebo účel	Příklad použití
Červená	Zákaz Stůj	Značky pro zastavení Nouzové zastavení Značky zákazu
Modrá	Příkaz	Příkaz k použití ochranných pracovních prostředků
Žlutá	Výstraha Riziko nebezpečí	Vyznačení nebezpečí (oheň, exploze, záření, riziko otravy, apod.) Výstraha pro schody, nízké průchody, překážky
Zelená	Informace Bezpečí	Únikové cesty, nouzové východy, nouzové ukazatele, stanice první pomoci a záchranné pomoci

Tab. 2-6 Bezpečnostní barvy ovladačů a sdělovačů (ČSN EN 60073)

Bezpečnostní barva	Význam nebo účel	Příklad použití
Červená	Nebezpečí Nouzové zastavení	Nouzový vypínač (zvýrazněno velikostí) Porucha důležitého zařízení
Žlutá	Mimořádný stav	Ruční najetí po přerušení Přetížení, výpadek
Zelená	Bezpečí Normální stav	Zapnutí za normálních podmínek Indikace normálního stavu
Modrá	Zvláštní význam	Indikace podmínek vyžadujících zásah Seřízení, nastavení
Bílá, šedá, černá	Bez zvláštního významu	Využitelná mimo nouzové vypnutí

výstražné značky



příkazové značky



zákazové značky



únikové značky



požární značky



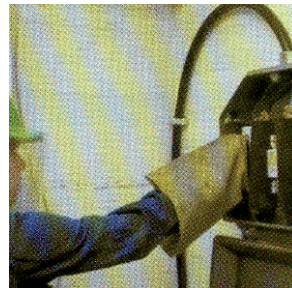
Obr. 2.2 Vzory bezpečnostních značek podle Nařízení vlády č. 11/2001

2.9.2 Ochranné a pracovní pomůcky

Ochranné a pracovní pomůcky používané při obsluze a práci na elektrickém zařízení musí být vždy v dobrém stavu a musí být podle příslušných norem nebo předpisů v předepsaných lhůtách zkoušeny, o čemž musí být vedeny záznamy. **O jejich řádném stavu je nutné se přesvědčit před každým použitím.** O používání pomůcek musí být pracovníci poučeni a v práci s nimi vycvičeni.

- **Ochrannými pomůckami** jsou např. ochranné izolační rukavice, izolační koberce, izolační můstky, izolované plošiny, izolační galoše nebo boty, ochranné izolační přilby, izolační obleky, ochranné brýle a štíty, zkratovací a zemnicí zařízení, vybíjecí zařízení, zábrany, ochranné pásy, záchranné háky, ochranné vodivé oblečení pro práci na *vvn* a *zvn* apod.
- **Pracovními pomůckami** jsou např. izolační spínací tyče, spínací páky, fázovací tyče, zkušební napětí, stupadla, izolované nářadí, žebříky, konopná lana, zdvihadla, měřicí přístroje apod.

Při práci na EZ nebo jeho obsluze, zvláště při PPN nebo v blízkosti částí pod napětím se nesmí používat volně vlajících oděvů a jeho součásti nesmí být ze snadno vznětlivých látek. Je zakázáno pracovat s vyhrnutými rukávy, v oděvu s krátkými rukávy nebo bez rukávů, rukávy musí být v zápěstí zapnuty. Pracovníci nesmí nosit prsteny, řetízky, náramky nebo jiné kovové součástky, které nejsou určeny pro práci. V některých případech je vhodné používat pracovní oděv výrazné barvy.



2.9.3 Technická a organizační opatření

Pro důležité anebo složité práce ČSN EN 50110-1 vyžaduje písemnou přípravu. Přitom rozsah a forma písemné informace na provedení složité pracovní činnosti nebo zajištění pracoviště stanovuje osoba odpovědná za elektrické zařízení nebo jí pověřená osoba.

2.9.4 Pravidla bezpečné práce na EZ

Pro zajištění bezpečné práce na elektrickém zařízení slouží následujících pět kroků:

1. Odpojení EZ od sítě

Veškerá vedení, která přivádí elektrický proud na pracoviště, musí být před zahájením práce odpojena. Samotné vypnutí vypínače není postačující – je potřeba vyjmout tavné pojistky a vypnout příslušné jističe a hlavní spínače v rozváděčích.

2. Zabezpečení EZ proti opětovnému zapnutí

Přístroje, např. pojistky a spínače, připojovací zařízení k síti, musí být po odpojení zařízení spolehlivě zajištěny proti opětovnému zapnutí. K tomu slouží uzamykatelné hlavní spínače, použití visacích zámků na ovládací páčky jističů apod. Vyjmuté pojistkové vložky se nesmí ponechat na místě, je třeba je uschovat.

3. Ověření beznapětového stavu EZ

Měřením na pracovišti se ověří, zda je zařízení skutečně bez napětí. Jen tak lze zjistit, zda byly vypnuty všechny napájecí obvody. Stav bez napětí se musí prověřit na všech fázových a nulových vodičích pomocí měřícího přístroje, fázovou zkušební napětí nebo specializovanými revizními přístroji. Ověřením beznapětového stavu může být pověřen pracovník poučený nebo znalý.

4. Uzemnění, zkratování

U zařízení se jmenovitým napětím nad 1000 V a u všech venkovních vedení musí být provedeno uzemnění a zkratování pracovních vodičů a příslušných živých částí zařízení. Tak se zabrání vzniku nebezpečného napětí vzniklého



Zařízení v provozu!
místo: stanice A
K odstranění tabulky
oprávněn jen: p. Kotek



např. indukci, kapacitní vazbou nebo náhodně přivedeným proudem. K tomu slouží různá zemnicí a zkratovací zařízení, která se vždy musí spojit nejprve se zemí a následně s uzemňovanou částí zařízení.

5. Blízká EZ pod napětím se opatří kryty nebo zábranami

Pokud jsou v blízkosti pracoviště jiné části EZ, která nemohou být z důvodu bezpečnosti provozu nebo ekonomických ztrát vypnuta a zůstávají tak pod napětím, je nutno tyto části zakrýt a zajistit před neúmyslným dotykem tělem nebo nástrojem. U zařízení nn stačí zakrytí platovou fólií nebo krytem s dostatečnou mechanickou odolností. U zařízení vn a vvn je potřeba nebezpečný prostor zřetelně ohraničit, zajistit zábranami a opatřit výstražnými značkami.



Vedoucí pracovník pověřený dozorem nad bezpečností smí povolit práci až po splnění předchozích pěti bodů. Tato pravidla jsou závazná i pro samostatně pracující osoby. Bezpečnostní opatření se smí zrušit tehdy, když všichni pracovníci ohlásí ukončení prací a uklizení prostor a následně nebezpečný prostor opustí. Bezpečnostní opatření se ruší v opačném pořadí.

2.9.5 Státní odborný dozor nad bezpečností práce

Zákonem č. 251/2005 Sb. O inspekci práce jsou ustanoveny nezávislé státní odborné orgány, které dozírají, jak organizace a pracovníci plní předpisy k zajištění bezpečnosti práce a technických zařízení ve výrobní a nevýrobní činnosti a jak dodržují stanovené pracovní podmínky.

Státní odborný dozor nad bezpečností práce a technických zařízení a nad dodržováním stanovených pracovních podmínek podle tohoto zákona vykonávají orgány státního odborného dozoru, jimiž jsou *Státní úřad inspekce práce (SÚIP)* a *Inspektoráty práce (IP)*.

Státní odborný dozor nad bezpečností vyhrazených technických zařízení vykonávají organizace státního odborného dozoru zřízené výhradně k tomuto účelu Ministerstvem práce a sociálních věcí. Doposud je zřízena jediná organizace - *Technická inspekce České republiky – TIČR* (dříve Institut technické inspekce - **ITI**).

Vyhrazenými technickými zařízeními jsou zařízení se zvýšenou mírou ohrožení zdraví a bezpečnosti osob a majetku. Jsou to technická zařízení tlaková, zdvihací, elektrická, plynová a v jaderné energetice.

Státní úřad inspekce práce je podřízen Ministerstvu práce a sociálních věcí a jemu jsou podřízeny Inspektoráty práce a Technická inspekce České republiky.

Působnost SÚIP, IP a TIČR se vztahuje na všechny právnické a podnikající fyzické osoby s výjimkou těch, které podléhají zvláštním předpisům: orgánů státní báňské správy, národní obrany, dopravy a spojů a vybraných objektů ministerstva vnitra nebo režimu posuzování podle zákona č. 22/1997 Sb. o technických požadavcích na výrobky.

Inspektoráty práce

dozírají, zda jsou dodržovány předpisy k zajištění bezpečnosti práce a technických zařízení a předpisy stanovující pracovní podmínky. Vyjadřují se k projektovým dokumentacím staveb a uplatňují při povolování a kolaudaci staveb požadavky předpisů k zajištění bezpečnosti práce a technických zařízení. Rozhodují o odnětí nebo omezení oprávnění organizacím a podnikajícím fyzickým osobám k výrobě, montáži, opravám, revizím a zkouškám vyhrazených technických zařízení a rozhodují o odnětí nebo omezení osvědčení ke zkouškám, revizím, opravám, montážím nebo obsluze vyhrazených technických zařízení vydaných fyzickým osobám v případě zjištěného porušení předpisů k zajištění bezpečnosti práce a technických zařízení. Zúčastňují se vyšetřování příčin pracovních úrazů, provozních nehod (havárií), poruch technických zařízení a technických příčin průmyslových otrav a nemocí z povolání, popřípadě uvedené příčiny vyšetřují. Poskytují bezplatně poradenství zaměstnavatelům a pracovníkům, jak vyhovět předpisům k zajištění bezpečnosti práce a technických zařízení.

Státní úřad inspekce práce

řídí činnost inspektorátů práce a organizací státního odborného dozoru (TIČR), provádí výzkum na úseku bezpečnosti práce a technických zařízení, rozhoduje o odvoláních proti opatřením inspektorátů práce.

2.10 ZŘIZOVÁNÍ A PROVOZ ZKUŠEBNÍCH ZAŘÍZENÍ

Řídí se ustanovením normy ČSN EN 50191.

2.10.1 Názvosloví

→ Zkušební zařízení

je soubor všech zkušebních prostředků a přístrojů spojených pro zkušební účely, pomocí něhož se provádějí elektrické zkoušky na zkoušených předmětech. Zkušební zařízení může být zřízeno nebo instalováno jako:

- zkušební pracoviště,
- zkušebna nebo pokusné pracoviště (laboratoř),
- dočasné zkušební pracoviště.

→ Pokusné pracoviště (laboratoř)

je zkušební zařízení k provádění pokusů nebo zkoušek v rámci výzkumných a vývojových úkolů s nebezpečím úrazu elektrickým proudem. Pokusné pracoviště může být dále rozděleno na úseky, na kterých se provádějí na sobě nezávislé pokusy nebo zkoušky.

→ Nouzové vypnutí

Zkušební zařízení musí být vybaveno prostředky pro nouzové odpojení veškeré elektrické energie, která by mohla vyvolat nebezpečí. Uvnitř i vně nebezpečné oblasti musí být dostatečný počet ručních ovládacích zařízení, podle velikosti prostoru a složitosti uspořádání. Ovládací zařízení pro nouzové vypínání se musí umístit na dobře viditelném místě, které je rychle a snadno přístupné. Ovládací prvky zařízení nouzového vypínání musí být červené, tvarově vhodné a výrazně odlišené od ostatních ovládacích prvků.

Do nouzového vypínání se nesmí zahrnovat provozní prostředky, jejichž vypnutím by mohlo vzniknout další nebezpečí, např. osvětlení, větrání, chlazení apod. Nejsou-li některá přípojovací místa zkušebních obvodů nouzově vypínána, musí být příslušným způsobem označena.

2.10.2 Zřizování zkušebních zařízení

Zkušební zařízení a nebezpečné oblasti musí být jasně a viditelně označeny.

Řídicí přístroje zkušebního zařízení a zkušební obvody musí být zřetelně označeny. Zkušební zařízení musí být vybaveno indikátory provozu, např. indikačními svítilny.

Zkušební zařízení musí být zajištěno proti neoprávněnému a nahodilému zapnutí zkušebních obvodů. Rovněž po ztrátě napětí sítě a jeho následném obnovení nesmí být zkušební obvody automaticky uvedeny pod napětí.

Musí být instalován dostatečný počet ovladačů nouzového vypínání.

V případech, kdy je možno očekávat kromě nebezpečí vyvolaného dotykem s nebezpečným napětím i jiná nebezpečí, např. elektrický oblouk, jiskra, hluk, výbuch, záření, tvorbu plynů, oheň apod., musí být zajištěny příslušné ochranné prostředky.

Zkušebny a laboratoře

- Zkušebny musí být proti okolí ohraničeny tak, aby se nezúčastněné osoby nemohly ani náhodně dotknout živých částí.
- U napětí do 1000 V může být ohraničení provedeno lany, řetězy nebo lištami. Výška plných stěn musí být alespoň 1 m. Při napětí nad 1000 V musí být použito pevného ohraničení o výšce alespoň 1,8 m.
- Východy do volného prostoru musí být požárně bezpečné a ne delší než 35 m. Dveře se musí otvírat ve směru úniku. Únikový směr musí být označen.
- Provozní stavy zkušebny musí být světelně indikovány.
- Musí být instalovány účinné protipožární prostředky (vhodné pro hašení EZ pod napětím).
- Pro pokusná pracoviště (laboratoře), kde nelze dodržet některá výše uvedená ustanovení, musí být bezpečnost zajištěna jinými prostředky (například dozorem).

2.10.3 Provozování zkušebních zařízení

Zkušební zařízení smějí být provozována jen pod kontrolou a dohledem pracovníka odborně znalého. Tento požadavek neplatí pro obsluhu zkušebních pracovišť s automatickou ochranou před přímým dotykem.

- Pro provozování zkušebních zařízení musí být vypracovány provozní pokyny, které musí též obsahovat údaje nezbytné pro bezpečný provoz.
- Před použitím musí být zkušební zařízení a provozní prostředky zkontrolovány, zda nevykazují viditelné vady nebo poškození a nesmí být provozována, vykazují-li poškození nebo vady, které by mohly ohrozit bezpečnost obsluhujících osob.
- Veškerá zjištěná poškození nebo vady na provozních prostředcích nebo částech zkušebního zařízení musí být ihned odstraněny nebo nahlášeny odpovědnému pracovníkovi a jejich údržbu a opravy smí provádět jen pracovníci znalí.
- Bezpečnost zkušebních zařízení musí být pravidelně prověřována, nejméně však ve lhůtách uvedených v ČSN 33 1500, pracovníkem pro provádění revizí (§9 Vyhlášky). Tyto kontroly musí být prokazatelné.

Obsluha zkušebních zařízení

Se zkušebním zařízením smí pracovat jen pracovníci odborně způsobilí v elektrotechnice potřebné kvalifikace. Pracovníci musí být prokazatelně seznámeni s příslušným pracovištěm.

- Ve zkušebnách, pokusných pracovištích a na dočasných zkušebních pracovištích mohou pracovat uvedení pracovníci jen pod dohledem vedoucího práce.
- Přístroje, u kterých se kvůli zkouškám ochranný vodič odpojuje (např. osciloskop), musí být připojeny přes oddělovací ochranný transformátor podle ČSN EN 61558.
- Zkušební sestava musí být provedena tak, aby se zabránilo zavlečení napětí na okolní vodivé části.
- Každý pracovník, který pracuje ve zkušebnách, pokusných pracovištích nebo na dočasných zkušebních pracovištích, si musí být plně vědom existujících rizik a je povinen učinit při své práci taková bezpečnostní opatření, aby chránil jak sebe, tak i ostatní pracovníky před nebezpečím.
- Do nebezpečných oblastí smějí vstupovat jen pracovníci, kteří jsou v nich zaměstnáni, případně další, kteří byli prokazatelně poučeni nebo seznámeni s místními provozními předpisy. U zkušebních zařízení pracujících s napětím vyšším než 1 kV je vyžadován souhlas vedoucího práce.
- Všechny nepovolané osoby musí před zapnutím zkušebního pracoviště opustit nebezpečnou oblast.
- Zapnutí zařízení je možné jen na pokyn vedoucího práce.
- Po ukončení práce musí být zkušební zařízení uvedeno do stavu *Mimo provoz*.

3 ÚRAZ ELEKTRICKÝM PROUDEM

Úraz elektrickým proudem

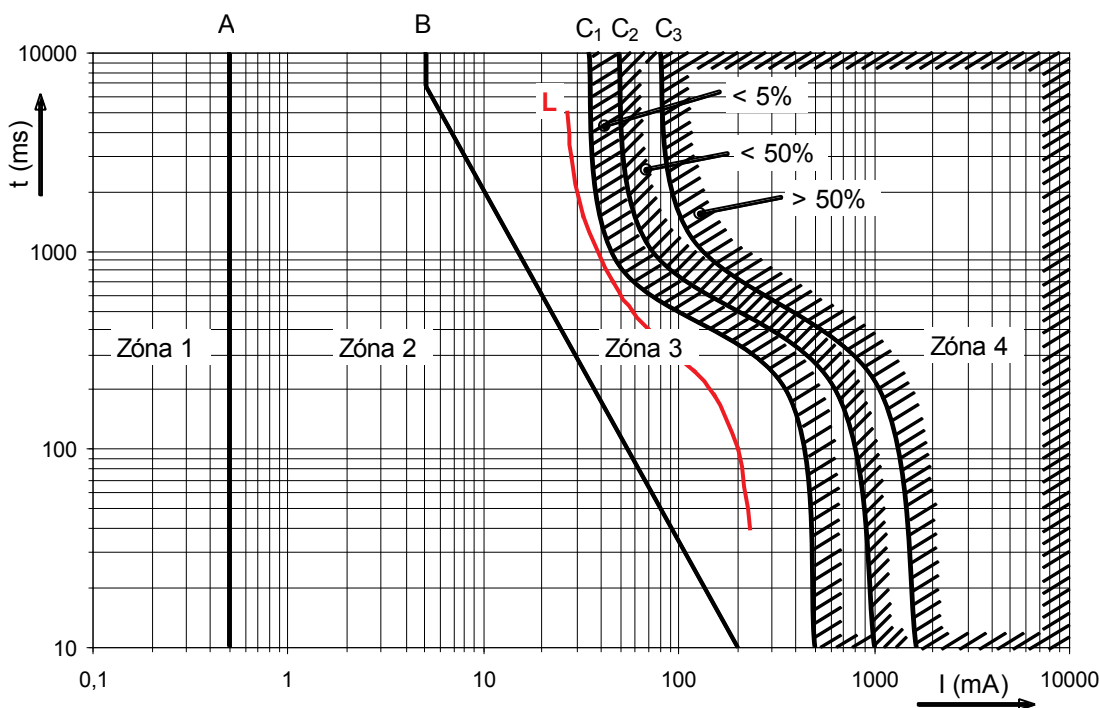
může způsobit proud protékající tělem postiženého, nebo vzniknout jako důsledek jiných nežádoucích účinků elektrického proudu, elektrického či elektromagnetického pole (např. popáleniny).

Rozhodující při úrazu elektrickým proudem je:

- velikost proudu protékajícího tělem, který je závislý na napětí a na celkové impedanci obvodu uzavřeného tělem,
- cesta proudu tělem,
- doba působení proudu,
- druh proudu (kmitočet); střídavý proud je horší než proud stejnosměrný, nejnepríznivější je střídavý proud o kmitočtu do asi 500 Hz. Se zvýšením kmitočtu nad 1 kHz jsou účinky elektrického proudu na lidský organismus méně nepříznivé a při kmitočtu nad 10 kHz se dále pronikavě snižují;
- fáze srdečního cyklu v okamžiku zásahu proudem (Obr. 3.2),
- fyzický a psychický stav postiženého.

3.1 ÚČINKY ELEKTRICKÉHO PROUDU NA LIDSKÝ ORGANIZMUS

Uváděné informace vycházejí z technické normy ČSN IEC 479-1.



Obr. 3.1 Zóny účinku střídavého harmonického proudu průmyslového kmitočtu (15 až 100 Hz) s ohledem na dobu jeho působení: **A** - přímka vyznačující práh reakce, **B** - čára vyznačující práh odpoutání, **C₁** - čára vymežující práh fibrilace srdečních komor, **C₂** - hranice pravděpodobnosti fibrilací 5 %, **C₃** - hranice pravděpodobnosti fibrilací 50 %, **L** - dohodnutá čára vymežující dovolené doby působení proudu bez nebezpečných fyziologických účinků.

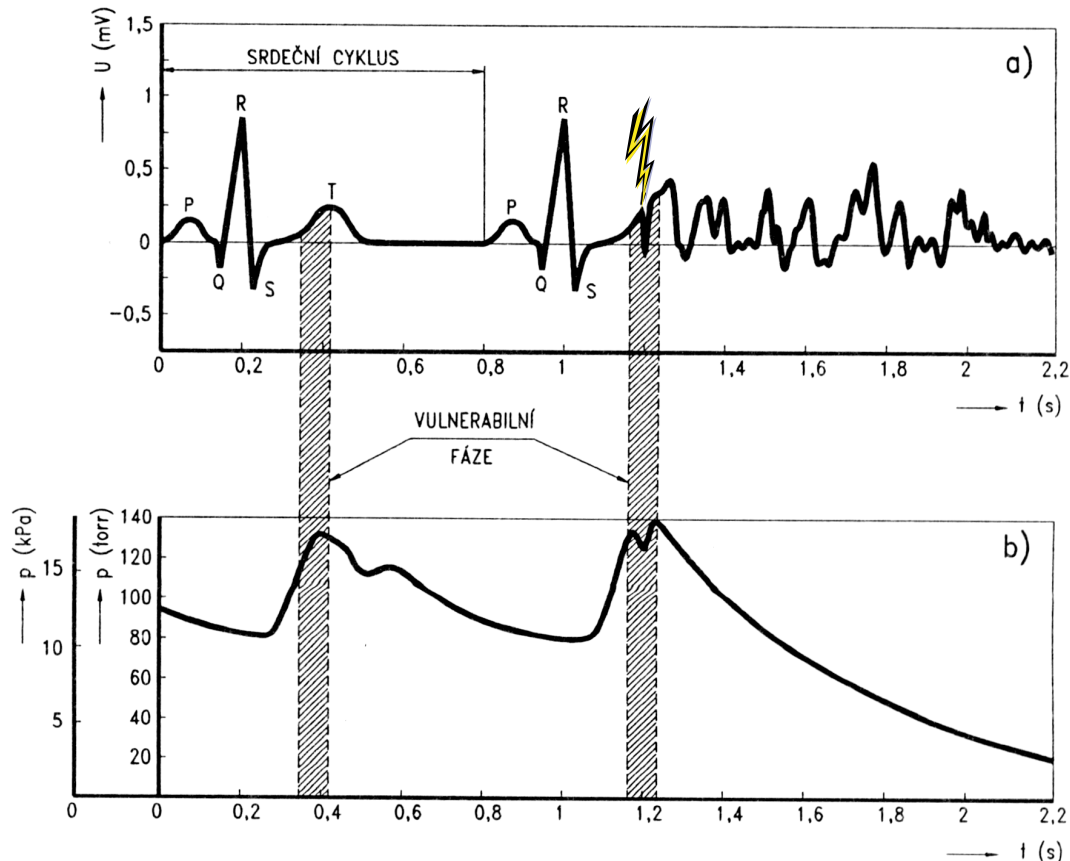
Křivky se vztahují k proudu tekoucímu trajektorií levá ruka - obě nohy.

Mezi čarami v Obr. 3.1 jsou vymezeny zóny fyziologických účinků:

- **Zóna 1** Obvykle bez účinků.
- **Zóna 2** Obvykle bez škodlivých fyziologických účinků.

- **Zóna 3** Obvykle bez poškození organismu. Mohou být svalové křeče, dýchací potíže, vratné poruchy srdečního rytmu včetně fibrilací srdečních předsíní, přechodná srdeční zástava bez komorových fibrilací.
- **Zóna 4** K účinkům uvedeným pro zónu 3 navíc vznik komorových fibrilací s pravděpodobností do 5 % (k čáře C_2), s pravděpodobností do 50 % (k čáře C_3), s pravděpodobností nad 50 % (za čarou C_3), s rostoucím proudem a časem též zástava dýchání a popáleniny.

Vypínací charakteristiky ochranných přístrojů (pojistek, jističů, proudových chráničů) musí respektovat fyziologické účinky proudu. Proto byla dohodnuta **mezní křivka L**, určující dovolené doby působení proudu bez nebezpečných účinků (viz Obr. 3.1). Je umístěna v zóně 3 s rezervou pod prahem fibrilace srdečních komor.



Obr. 3.2 Vznik fibrilace srdečních komor po zásahu srdečního svalu proudem, v okamžiku znázorněném symbolem blesku. Zranitelné (vulnerabilní) fáze srdečního cyklu jsou označeny šrafováním. a) záznam EKG, b) záznam okamžitého aortálního krevního tlaku

Fibrilace srdečních komor (viz Obr. 3.2) se považuje za hlavní příčinu úmrtí při úrazu elektrickým proudem. Při fibrilaci se jednotlivé úseky srdečního svalu rozpínají a smršťují nesynchronně, srdeční komora nedodává krev do oběhového systému a krevní tlak rychle klesá, viz Obr. 3.2. Srdce je nejcitlivější na průchod el. proudu v okamžiku, kdy vypuzuje krev ze srdeční komory. K vyvolání fibrilací dojde především při průchodu proudu podél trajektorie levá ruka - obě nohy, v případě:

- průchodem proudu většího než asi 500 mA během periody zranitelnosti (vulnerabilní fáze), což vzhledem k impedanci těla připadá v úvahu v sítích s napětím nad 1000 V,
- při nižších hodnotách proudu již od 50 mA (v sítích nn), pokud je vulnerabilní fáze srdečního cyklu zasažena dvakrát nebo vícekrát.

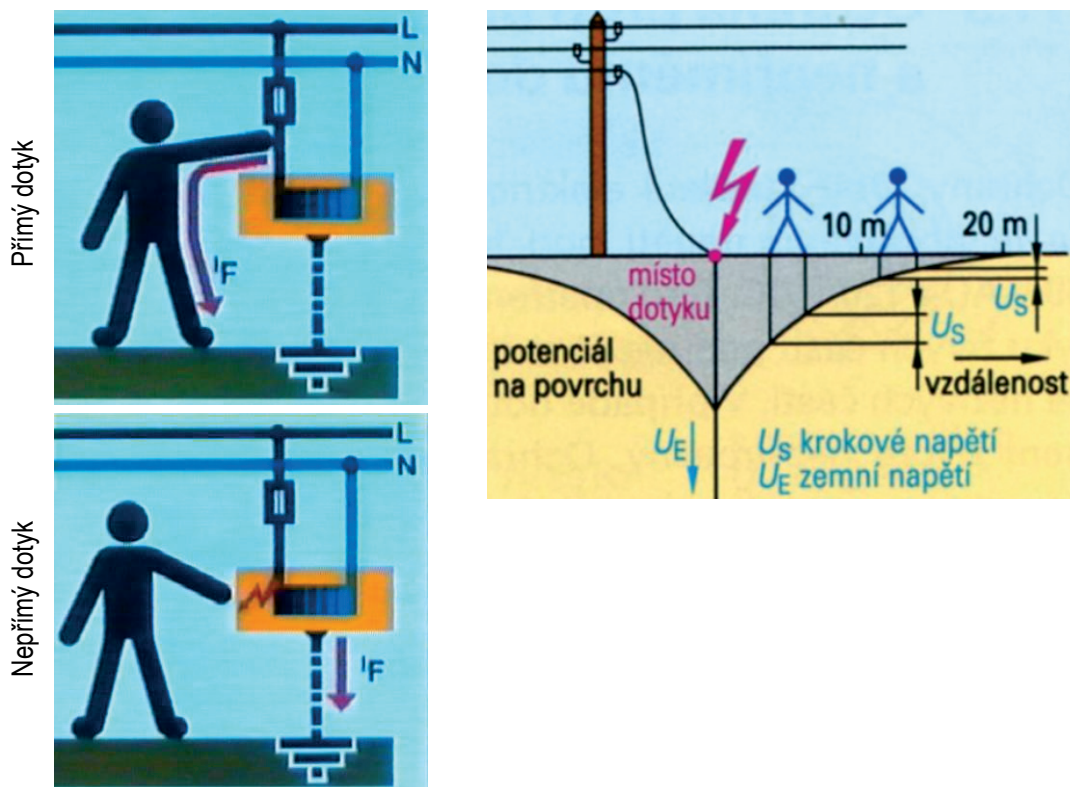
Srdeční cyklus trvá 0,8 s při běžné tepové frekvenci 75 za minutu. Vzhledem k tomu, že při průchodu proudu srdcem při prvním stahu snese člověk bez následků průchod proudu o velikosti až 1 A, při druhém stahu 0,1 A a dále hodnotu stále nižší, považuje se **za nebezpečný dotyk s živými částmi nn trvající déle než 0,8 s**. Tuto skutečnost respektuje tvar křivek C v Obr. 3.1.

4 OCHRANA PŘED ÚRAZEM ELEKTRICKÝM PROUDEM

Ochranou před úrazem elektrickým proudem se zabývá ČSN IEC 479-1, ČSN 33 2000-4-41 ed. 2 a ČSN EN 61140 ed. 2.

4.1 NÁZVOSLOVÍ

- **Nebezpečná živá část**
je živá část EZ, která může za určitých podmínek způsobit úraz elektrickým proudem.
- **Základní ochrana**
je ochrana před úrazem elektrickým proudem za normálních podmínek provozu EZ.
- **Ochrana při poruše**
je ochrana před úrazem elektrickým proudem za podmínek jedné poruchy EZ.
- **Části současně přístupné dotyku**
jsou části, které jsou od sebe vzdáleny méně než 2,5 m.
- **Přímý dotyk**
je dotyk s nebezpečnou živou částí EZ - Obr. 4.1.
- **Nepřímý dotyk**
je dotyk s neživou částí EZ, která se v důsledku poruchy stala nebezpečně živou - Obr. 4.1.
- **Dotykové napětí**
je napětí mezi částí, které se osoba dotýká a místem na kterém osoba stojí.
- **Krokové napětí**
je napětí dané rozdílem potenciálů země dvou míst, na kterých osoba stojí. Vyskytuje se v okolí stromových či náhodných zemničů, kterými protéká proud do země - Obr. 4.1.



Obr. 4.1 K vysvětlení pojmu přímý a nepřímý dotyk a krokové napětí

4.2 VŠEOBECNĚ

Při obvyklém používání elektrických zařízení musí být lidé a hospodářská zvířata chráněni před nebezpečnými účinky elektrického proudu.

Základní pravidlo ochrany před úrazem elektrickým proudem

Nebezpečné živé části nesmí být přístupné a přístupné vodivé části nesmí být nebezpečně živé:

- ani za normálních podmínek (t.j. provoz při určeném použití bez poruchy),
- ani za podmínek jedné poruchy.

Pro účely ochrany z hlediska nebezpečného dotyku se napětí člení na:

- nebezpečné napětí,
- bezpečné malé napětí (Tab. 4-3).

Úraz způsobený elektrickým zařízením může vzniknout:

- při přímém dotyku EZ s nebezpečným napětím,
- při nepřímém dotyku EZ, na kterých může při poruše vzniknout nebezpečné napětí,
- přeskokem elektrické jiskry nebo výbojem z elektrické části zařízení na tělo postiženého. Do této kategorie patří i úrazy bleskem;
- působením elektrického nebo elektromagnetického pole,
- tepelným či jiným zářením,
- jinak (např. v důsledku úleku, pádu, odmrštění, ...).

Ochrana může být provedena:

- zabráněním možnosti přímého dotyku zneprístupněním živých částí při normální činnosti EZ,
- zabráněním průtoku či omezením doby trvání průtoku proudu tělem při nepřímém dotyku v případě poruchy EZ,
- omezením napětí nebo proudu zdroje.

4.2.1 Prostory z hlediska nebezpečí úrazu elektrickým proudem

Viz ČSN 33 2000-3.

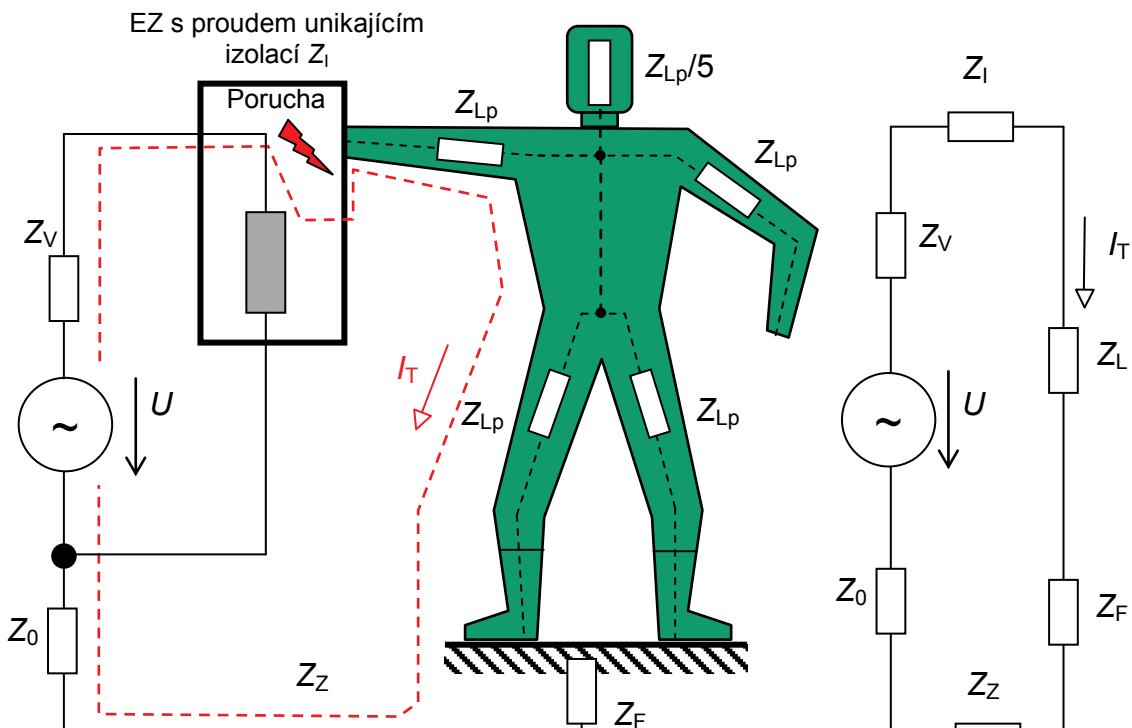
Rozdělení prostorů

- **Prostory normální**
jsou takové, v nichž **používání elektrického zařízení je považováno za bezpečné**, protože působením vnějších vlivů nedochází ke zvýšení nebezpečí úrazu elektrickým proudem.
Jde například o běžné obytné prostory.
- **Prostory nebezpečné**
jsou takové, kde **působením vnějších vlivů je stále nebo přechodné nebezpečí úrazu elektrickým proudem**.
Jde např. o venkovní prostory nechráněné před atmosférickými vlivy, prostory v průmyslu, prostory s mechanickými rázy a vibracemi, prostory s cizími vodivými částmi, nemocniční a pečovatelská zařízení...
- **Prostory zvláště nebezpečné**
jsou takové, ve kterých **působením vnějších vlivů či zvláštních okolností nebo jejich kombinací nastává zvýšené nebezpečí úrazu elektrickým proudem**.
Jde např. o prostory s kondenzující či stříkající vodou, prostory s korozivně působícími látkami, prostory těžkého průmyslu s vibracemi, zvláštní zdravotnické prostory, prostory s nebezpečím požáru, zemědělské objekty s ustájeným dobytkem...

4.3 PRINCIP OCHRANY PŘED ÚRAZEM ELEKTRICKÝM PROUDEM

Situaci člověka, dotýkajícího se elektrického zařízení, lze zobrazit náhradním schématem podle Obr.4.2. V obrázku je naznačeno rozdělení impedance těla mezi končetiny (a hlavu). Pro jednoduchost se předpokládá shodná velikost částečných impedancí Z_{lp} . Z tohoto rozložení impedancí se snadno určí celková impedance těla pro dotyk ruka - ruka, ruka - obě nohy atp.

V souladu s Obr. 4.2 lze ukázat možnosti zabránění průtoku nebezpečného proudu tělem.



Obr. 4.2 – Člověk - dotýká se elektrického zařízení: Z_V - impedance zdroje včetně přívodů, Z_0 - impedance uzemnění zdroje, Z_I - impedance izolace živé části, Z_L - impedance těla, Z_{Lp} - částečná impedance končetin, Z_F - impedance stanoviště (obuv + podlaha), Z_Z - zemní impedance mezi stanovištěm a zdrojem, I_T - proud tělem člověka

Zabránění výskytu nebezpečného proudu

- použitím základní izolace, přepážek a krytů, zábran nebo ochrany polohou (kap. 4.4.1.1 až 4.4.1.4) při normálním provozu (velká hodnota Z_I v Obr. 4.2)
- použitím přidavné či zesílené izolace (kap. 4.4.2.1 resp. 4.4.3.1) pro případ poruchy (velká hodnota Z_I v Obr. 4.2),
- omezením napětí ELV (maximálně 50 V \sim , 120 V $=$, viz kap. 4.4.1.5), kdy napětí U v Obr. 4.2 je natolik malé, že proud I_T protékající tělem nemůže nabýt nebezpečné velikosti,
- omezením ustáleného proudu pod hodnotu 3,5 mA \sim nebo 10 mA $=$, viz kap. 4.4.1.6
- ochranným oddělením obvodů (velká hodnota Z_0), viz kap. 4.4.3.2,
- zabráněním současného dotyku dvou částí s různým potenciálem pomocí ochranného pospojování (kap. 4.4.2.2)

Omezení doby trvání nebezpečného proudu

Pokud při poruše protéká tělem nebezpečně velký proud, je nutno omezit dobu jeho trvání. Vychází se přitom z grafu fyziologických účinků proudu na Obr. 3.1. Pokud se člověk dotýká neživé části zařízení (Obr. 4.2), na níž se při poruše ($Z_I \rightarrow 0$) objevilo nebezpečné dotykové napětí; prochází jeho tělem proud omezený celkovou impedancí Z_C :



$$Z_C = Z_L + Z_F + Z_V + Z_Z + Z_0. \quad (\Omega)$$

Zde Z_V , Z_Z a Z_0 jsou oproti prvním dvěma členům rovnice malé a mohou se zanedbat. Celková impedance se uvažuje $Z_C = 1200 \Omega$. Z předpokládané hodnoty dotykového napětí a impedance Z_C se pomocí Ohmova zákona určí proud protékající tělem a pro tento proud se pak z křivky L na Obr. 3.1 stanoví maximální čas odpojení t_0 . Popsaným způsobem jsou pak stanoveny maximální doby odpojení při ochraně automatickým odpojením v kapitole 0, podrobněji je postup popsán v IEC 61200-413.

4.3.1 Druhy izolací elektrických zařízení

Dále v textu bude odkazováno na různé typy izolací, jejichž přehled udává následující tabulka.

Tab. 4-1 Druhy izolací EZ a jejich použití (ČSN EN 61140 ed. 2)

Název izolace	Použití	Požadavky
Pracovní	Základní předpoklad pro správnou a spolehlivou funkci zařízení <u>Nesouvisí s ochranou před úrazem</u>	Jsou dány technickými požadavky konstrukce zařízení
Základní	Zajišťuje základní ochranu , tedy při normálním provozu EZ	Musí být navržena s ohledem na možné přepětí Všechny vodivé části, které nejsou od živých částí odděleny základní izolací, se považují rovněž za živé
Přídavná	Zajišťuje ochranu při poruše . Spolu s izolací základní vytváří izolaci dvojitou	Musí odolávat stejnému namáhání jako izolace základní
Dvojitá	Kombinace izolace základní a přídavné Značka na EZ: 	Při poruše základní izolace se izolační schopnosti nesmí zhoršit.
Zesílená	Rovnocenná s izolací dvojitou Značka na EZ: 	Kvalitou izolantu a povrchovými cestami musí odpovídat alespoň požadavkům na kombinaci izolace základní a přídavné.

4.4 OCHRANNÉ PROSTŘEDKY (PRVKY OCHRANNÝCH OPATŘENÍ)

Každá část elektrického zařízení musí mít některou z ochran před úrazem elektrickým proudem, která musí být přizpůsobena podmínkám elektrické instalace. Tato ochrana může být zajištěna okolím, samotným zařízením, rozvodnou soustavou nebo jejich vhodnou kombinací.

Jednotlivá technická řešení ochran se nazývají **ochranné prostředky**, např. základní izolace zábrany apod. U každého EZ musí být vždy provedena **základní ochrana**, která zajišťuje ochranu před přímým dotykem (živých částí). Ta však může selhat a proto se provádí **ochrana při poruše** buď samostatným ochranným prostředkem, nezávislým na základní ochraně, nebo prostředkem zvýšené ochrany. Všechny ochranné prostředky musí být navrženy tak, aby při užívání instalace nebo zařízení určeným způsobem a při jejich řádné údržbě byly účinné po celou očekávanou dobu jejich životnosti.

ČSN EN 61140 ed. 2 definuje ochranné prostředky ve třech kategoriích: **prostředky základní ochrany**, **prostředky ochrany při poruše** a **prostředky zvýšené ochrany**.

Kombinace vhodných ochranných prostředků pro zajištění základní ochrany (ochrana před přímým dotykem neboli dotykem živých částí) a ochrany při poruše (ochrana před nepřímým dotykem neboli dotykem neživých částí) vytváří **ochranné opatření**. Ochranným opatřením se stručně říká ochrana, např. ochrana automatickým odpojením (od zdroje).

Tab. 4-2 Ochranné prostředky před úrazem elektrickým proudem dle ČSN EN 61140 ed. 2

Prostředky základní ochrany	Prostředky ochrany při poruše	Prostředky zvýšené ochrany
<ul style="list-style-type: none"> • Základní izolace • Přepážky a kryty • Zábrany • Ochrana polohou • Omezení napětí (ELV) • Omezení ustáleného proudu a náboje 	<ul style="list-style-type: none"> • Přídavná izolace • Ochranné uzemnění a pospojování • Automatické odpojení od zdroje • Jednoduché oddělení obvodů • Nevodivé okolí 	<ul style="list-style-type: none"> • Zesílená izolace • Ochranné oddělení obvodů

4.4.1 Prostředky základní ochrany

Slouží k ochraně před přímým dotykem, tedy nebezpečným dotykem živých částí elektrických zařízení **za normálního provozu**.

4.4.1.1 Základní izolace

Smyslem ochrany základní izolací je zabránění dotyku s živými částmi EZ.

- Za izolované se považují ty části, které jsou **úplně pokryty izolací, odstranitelnou pouze jejím zničením**. Izolace musí odolávat namáhání, kterému je vystavena během provozu, jako jsou mechanické, chemické, tepelné a elektrické vlivy.
- Izolace musí vyhovovat požadavkům příslušných norem pro EZ.
- Lakování, smaltování, vrstvy oxidů apod. se nepovažují za izolaci ve smyslu ochrany před nebezpečným dotykem.

4.4.1.2 Přepážky a kryty

Přepážky a kryty **jsou součástí EZ** a mají zabránit dotyku s nebezpečnými částmi EZ.

- Kryty a přepážky musí vyhovovat **stupni krytí nejméně IP xxB (IP 2X)**, tj. chránit před vniknutím pevných těles větších než 12 mm (ČSN EN 60529). Jsou-li z provozních a funkčních důvodů nutné otvory větší (pro žárovky, pojistky, zásuvky...), musí být provedeno vhodné opatření proti nahodilému dotyku (např. poučením osob).
- Vodorovný horní povrch krytů a přepážek musí **vyhovovat alespoň stupni krytí IP xxD (IP 4X)** (ochrana před vniknutím těles větších než 1 mm).
- Kryty a přepážky musí být dostatečně mechanicky odolné v daných podmínkách s předpokládanými vnějšími vlivy.
- Jestliže je nutné kryty nebo přepážky odstraňovat, musí to být možné **jen s použitím klíče nebo nástroje, případně se automatickým odpojením živých částí** při odstranění krytu nebo přepážky.

4.4.1.3 Zábrany

Zábrana je opatření zamezující nahodilému dotyku s živými částmi EZ. Nechrání před dotykem úmyslným. Chrání tedy při neúmyslném přiblížení k živým částem a před nahodilým dotykem živých částí při běžném provozu. Zábrany **nejsou přímou součástí EZ**.

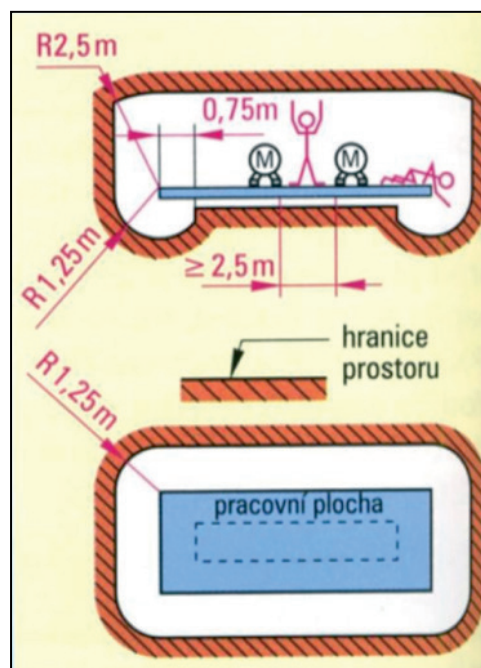
Zábrany mohou být provedeny tak, že jsou odstranitelné bez použití nástrojů, avšak pouze úmyslně (ne omylem nebo jiným neúmyslným způsobem). **Použití zábran je omezeno jen na instalace přístupné pouze osobám znalým nebo poučeným nebo osobám pracujícím pod jejich dozorem.**

4.4.1.4 Ochrana polohou

Ochrana polohou se provádí **umístěním nebezpečných živých částí mimo dosah** tak, že části současně přístupné dotyku nesmí být v dosahu ruky. Vymezení vzdáleností postačujících k zabránění v nahodilém dotyku v prostorách se zařízením *nn* je na Obr. 4.3.

Pokud je ve vodorovném směru nějaká zábrana, představující krytí nižší než IP XXB nebo IP 2X, tj. dá-li se přes ni prostrčit ruka, pak uvedené vzdálenosti platí až od této zábrany.

Použití ochrany polohou je omezeno jen na instalace přístupné pouze osobám znalým nebo poučeným nebo osobám pracujícím pod jejich dozorem.



Obr. 4.3 Minimální vzdálenosti pro ochranu polohou

4.4.1.5 Omezení napětí

Omezení napětí musí zajišťovat, že napětí mezi dvěma současně přístupnými částmi nepřekročí meze ELV (Extra low voltage, IEC 61201), tedy kategorii napětí I viz Tab. 1-1. Tato ochrana se používá u EZ třídy ochrany III např. ve zvláště nebezpečných prostorech a u hraček, ve zdravotnických zařízeních apod.

Tab. 4-3 Meze bezpečných jmenovitých napětí v závislosti na prostorech

Prostory	Při dotyku	Maximální jmenovité napětí	
		efektivní střídavé (V)	stejnoseměrné (V)
Normální i nebezpečné	přímém (živých částí)	25	60
	nepřímém (neživých částí)	50	120
Zvláště nebezpečné	přímém (živých částí)	-	-
	nepřímém (neživých částí)	12	25 (30)

Zdrojem malého napětí ELV mohou být:

- zdroje nezávislé na obvodech s jiným napětím:
 - elektrochemický zdroj, např. akumulátor,
 - generátor, např. se spalovacím motorem,
- zdroje závislé na obvodech s jiným napětím, které však musí obsahovat izolační bariéru na úrovni dvojité izolace:
 - bezpečnostní ochranný transformátor (ČSN EN 61558-2-6),
 - motorgenerátor,
 - izolovaný elektronický zdroj s výstupem s napětím ELV.

4.4.1.6 Omezení ustáleného proudu a náboje

Účelem této ochrany je zajistit, aby byl proud protékající lidským tělem v důsledku přímého či nepřímého dotyku částí EZ omezen na hodnotu, která nemůže být nebezpečná nebo citelná.

Tab. 4-4 Mezní hodnoty proudu a náboje dle ČSN EN 61140 ed. 2

	Mezní proud I		Mezní nahromaděný náboj Q
	Střídavý \sim	Stejnoseměrný $=$	
Doporučená hodnota	0,5 mA	2 mA	0,5 μ C
Mezní hodnota	3,5 mA	10 mA	50 μ C

Předpokládáme, že odpor lidského těla je 2000 Ω ; pak při jeho připojení na části současně přístupné dotyku nesmí přes něj téci proud, který by byl nebezpečný pro lidský organismus. Totéž platí i pro elektrický náboj, který by se přemístil z jedné uvažované části na druhou. Byly stanoveny následující doporučené a mezní hodnoty proudu a náboje - Tab. 4-4.

4.4.2 Prostředky ochrany při poruše

Tyto prostředky chrání před nepřímým dotykem, tedy **za podmínek jedné poruchy**. Ochrana při poruše musí být tvořena jedním nebo více prvky ochrany při poruše, které nezávisí na základní ochraně.

4.4.2.1 Přídavná izolace

Další izolace, která není závislá na základní izolaci, ale je dimenzována na minimálně stejné namáhání jako základní izolace, viz Tab. 4-1.

4.4.2.2 Ochranné uzemnění a pospojování

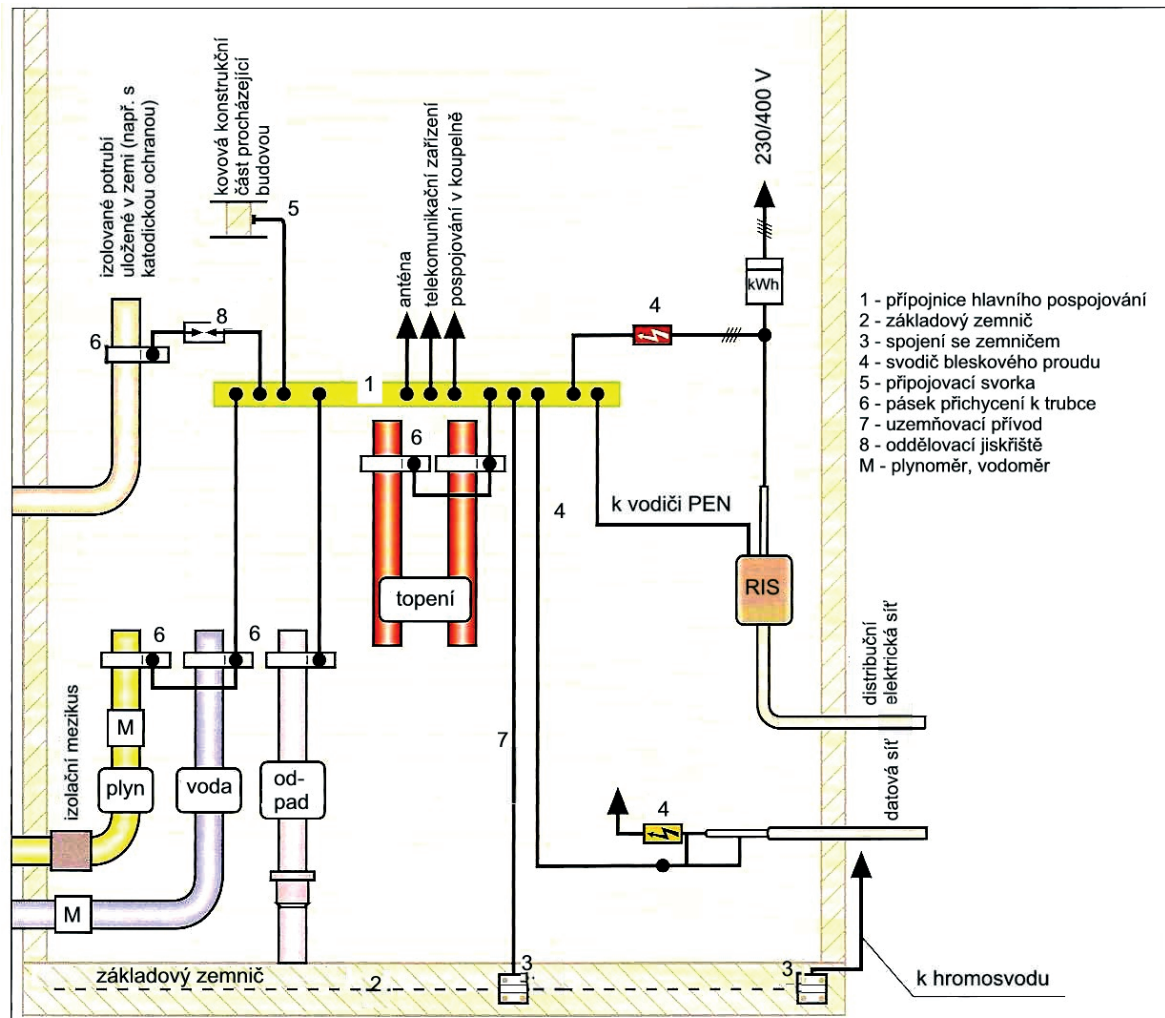
Pospojování zajišťuje uvedení neživých částí elektrických předmětů a zařízení i cizích vodivých částí na společný potenciál. Při dobře provedeném uzemnění a v době, kdy zařízení je v bezporuchovém stavu, je tento potenciál velmi blízký potenciálu země, který se obvykle považuje za nulový. Je možno říci, že čím lepší je pospojování, tím bližší si je vzájemně napětí na neživých částech a na cizích

vodivých částech a čím lepší je uzemnění, tím bližší jsou napětí na těchto vodivých částech přístupných dotyku potenciálu vzdálené země. To je zvláště významné v případech poruchy na elektrickém zařízení. Zároveň je také tím nižší impedance poruchové smyčky a tím jistější je včasné vypnutí částí, na nichž se vyskytla porucha z důvodu průrazu izolace.

V každé budově musí být zřízeno tzv. **ochranné pospojování** (viz ČSN 33 2000-5-54) - Obr. 4.4, které se prakticky realizuje **hlavní ochrannou svorkou (přípojnicí)**, na níž jsou navzájem spojeny:

- ochranné vodiče,
- uzemňovací přívod,
- kovová potrubí uvnitř budovy (např. plyn, voda, odpad),
- kovové konstrukční části (např. ústřední topení, klimatizace),
- hlavní kovové armatury železobetonových konstrukcí, pokud to lze provést,
- kovové pláště sdělovacích kabelů vstupujících do budovy (je nutný souhlas jejich provozovatele).

Tak je zajištěno, že mezi různými neživými částmi EZ, které jsou současně přístupné dotyku, nebude za žádných okolností nebezpečný rozdíl potenciálů. V určitých případech se provádí ještě doplňující ochranné pospojování – kap. 4.5.6.2.



Obr. 4.4 Ochranné uzemnění a pospojování v budově

4.4.2.3 Automatické odpojení

Ochrana zabraňuje vzniku nebezpečí úrazu v důsledku velikosti a trvání dotykového napětí v případě poruchy EZ. Toto ochranné opatření vyžaduje koordinaci provedení sítě a způsobu jejího uzemnění, jakož i provedení elektrických předmětů (třída ochrany I). Nutným předpokladem správné funkce automatického odpojení v kterémkoliv typu sítě, o nichž bude v dalším pojednáno, je ochranné uzemnění a pospojování, viz 4.4.2.2.

Princip

Automatickým odpojením se rozumí použití ochranného přístroje, který v případě poruchy izolace mezi živou a neživou částí nebo mezi živou částí a ochranným vodičem samočinně odpojí elektrické zařízení od zdroje. **Odpojení musí být dostatečně rychlé**, aby dotykové napětí vzniklé při poruše nemohlo způsobit nebezpečný fyziologický účinek osobě dotýkající se částí současně přístupných dotyku. Pro sítě o napětí 230/400V je **maximální doba odpojení 0,4 s pro síť TN a 0,2 s pro síť TT**. Ve zvláštních případech v závislosti na způsobu uzemnění sítě se připouští doba odpojení delší, **maximálně však 5 s**.

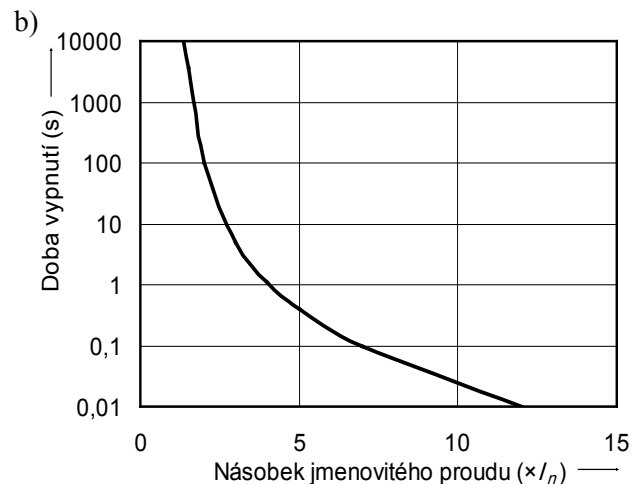
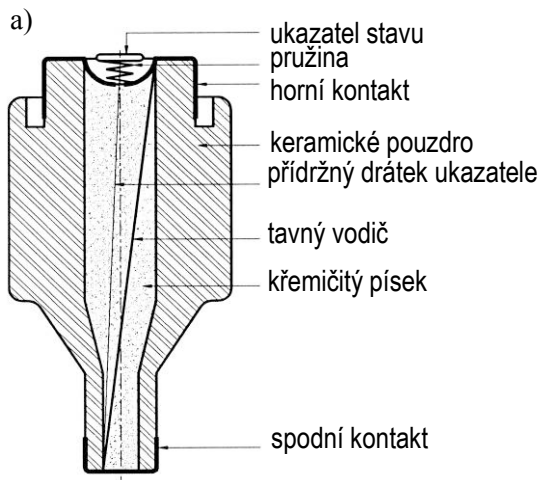
Ochranným přístrojem mohou být *nadproudové přístroje* (pojistka, jistič) nebo *proudový chránič*. Prvotní funkcí pojistek a jističů je ochrana instalace a EZ před nadproudy. Druhotně mohou sloužit jako ochranný přístroj pro automatické odpojení vadného EZ, jestliže jimi procházející proud I_a způsobí vypnutí v požadovaném čase pro jednotlivé typy sítí – viz dále. Tento čas se zjistí z tzv. vypínací charakteristiky pojistky či jističe.

Pojistka

představuje uměle vytvořené slabé místo elektrického obvodu. Při přetížení dojde k přerušení tavného vodiče uvnitř pojistky a tím k odpojení vadné části zařízení.

Konstrukci běžné pojistkové vložky (patrony) ukazuje Obr. 4.5a). Ukazatel stavu slouží k jednoduché identifikaci vadné (vybavené) pojistkové vložky. Křemičitý písek má dvojí funkci: jednak rychle zhášá oblouk vzniklý při přerušení tavného vodiče a zrychluje tak vypnutí, jednak brání usazení vrstvy kovu odpařeného z tavného vodiče na vnitřní plochu pouzdra, což by mohlo vést k nežádoucímu spojení kontaktů pojistky.

U pojistek se kromě jmenovitého proudu a charakteristiky udává tzv. vypínací schopnost, což je maximální hodnota zkratového proudu, který je pojistka schopna rozpojit.



Obr. 4.5 a) Konstrukce pojistkové vložky pro malé proudy, b) její vypínací charakteristika

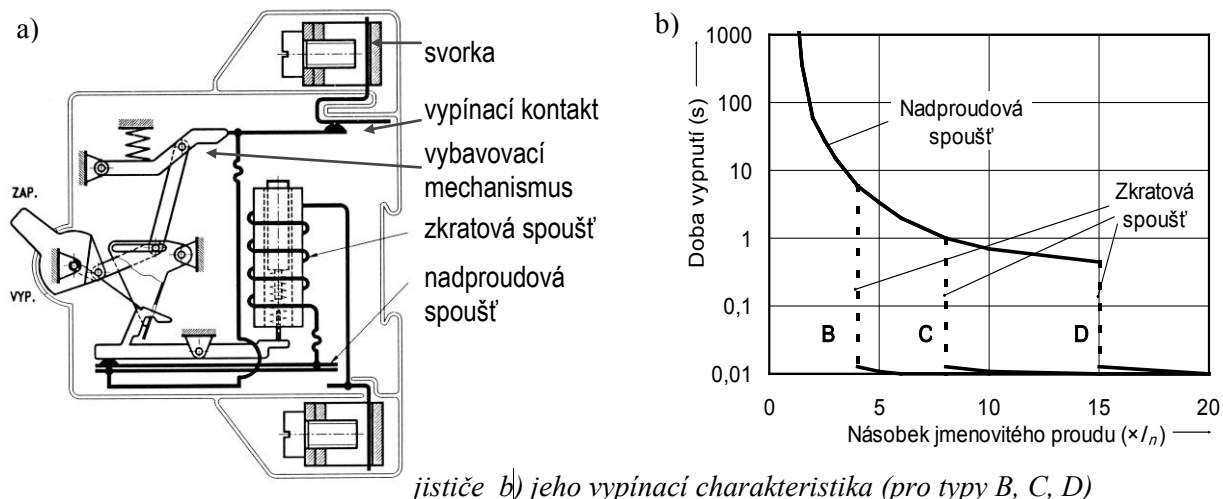
Pojistka nesmí vypínat proudy do velikosti vyznačené jmenovité hodnoty I_n , nesmí také vypnout při krátkodobém menším přetížení (1,3 až 1,5 násobek I_n). Naopak v krátké době musí přerušit obvod při větším přetížení (od 1,6 až 2,1 násobku I_n , podle typu) – viz Obr. 4.5b). Vypnutím je pojistka zničena a musí se vyměnit, **opravovat pojistkové vložky je zakázáno!**

Jistič

Jistič byl vyvinut jako náhrada pojistky. Výhodou je, že po vypnutí lze jistič opět zapnout.

Konstrukci jističe ukazuje Obr. 4.6a). Běžný jistič obsahuje dvě spouště – *nadproudovou* (též tepelnou, bimetalovou) a *zkratovou* (též elektromagnetickou). Při malých nadproudech vypíná spoušť nadproudová s určitým zpožděním, charakteristika je podobná pojistce. Při větších nadproudech je iniciována spoušť elektromagnetická, která působí téměř okamžité vypnutí (do 0,2 s), vypínací charakteristika má nespojitost - Obr. 4.6b). Podle nastavené hodnoty zkratové spouště se rozlišují charakteristiky jističů B (3 až $5 \times I_n$), C (5 až $10 \times I_n$) a D (10 až $20 \times I_n$).





Ochranné přístroje se volí podle druhu chráněných EZ. Pro ochranu vedení se volí pojistky s normální charakteristikou nebo jističe s charakteristikou B, pro jištění motorů a jiných spotřebičů s velkým zapínacím proudem se volí jističe s charakteristikou C nebo D či pojistky se zpožděnou charakteristikou (označují se písmenem T či znakem hlemýždi ulity).

Proudový chránič (RCD)

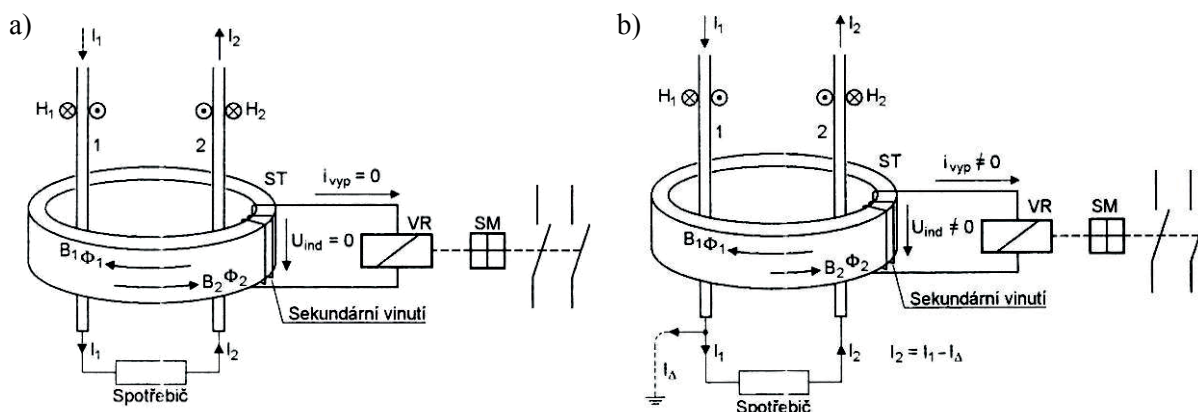
Chránič je ochranný přístroj pro automatické odpojení v případě poruchy, nechrání však před nadproudy. Protože vypíná již při malých proudech unikajících izolaci vedení, chrání účinně i před vznikem požáru. Proudový chránič se označuje také RCD – residual current device.



Princip proudového chrániče je zřejmý z Obr. 4.7. **Součtovým transformátorem musí procházet všechny pracovní vodiče.** Při normální funkci EZ je okamžitý součet procházejících proudů nulový, proto je i magnetický indukční tok Φ v jádře součtového transformátoru ST nulový a v jeho sekundárním vinutí se neindukuje žádné napětí.

Dojde-li v chráněném obvodu k úniku proudu z pracovního vodiče do země (poruchový proud unikající vadnou izolací nebo i dotykem osoby), vznikne rozdíl mezi porovnávanými proudy. Pokud hodnota poruchového proudu I_{Δ} dosáhne velikosti jmenovitého rozdílového (reziduálního) proudu $I_{\Delta n}$ chrániče, způsobí vypínací proud I_{vyp} indukovaný v sekundárním vinutí transformátoru iniciaci vypínacího relé VR a spoušťového mechanismu SM chrániče a tím odpojení chráněného obvodu. Je zřejmé, že **ochranný vodič musí vést mimo proudový chránič.**

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



Obr. 4.7 Proudový chránič a) při normálním provozu EZ b) při poruše EZ, kdy uniká proud I_{Δ}

4.4.3 Prostředky zvýšené ochrany

Tyto prostředky chrání před přímým i nepřímým dotykem, zajišťují tedy **zároveň základní ochranu i ochranu při poruše**.

4.4.3.1 Zesílená izolace

Musí být navržena tak, aby odolávala elektrickému, tepelnému i mechanickému namáhání a vlivů prostředí se stejnou spolehlivostí ochrany, jako dvojitá izolace, viz Tab. 4-1.

4.4.3.2 Ochranné oddělení obvodů

Ochranného oddělení obvodu od ostatních obvodů se dosáhne použitím dvojitě izolace. Jestliže je mezi oddělenými obvody jakákoliv součástka, musí vyhovovat požadavkům na ochrannou impedanci, tedy omezovat dotykový proud na hodnoty v tabulce Tab. 4-4.

4.5 OCHRANNÁ OPATŘENÍ PŘED ÚRAZEM ELEKTRICKÝM PROUDEM

Ochranné opatření musí sestávat ze vhodné kombinace ochranných prostředků pro zajištění **základní ochrany** (ochrana před přímým dotykem neboli dotykem živých částí) a **ochrany při poruše** (ochrana před nepřímým dotykem neboli dotykem neživých částí). Tyto prostředky musí být na sobě nezávislé.

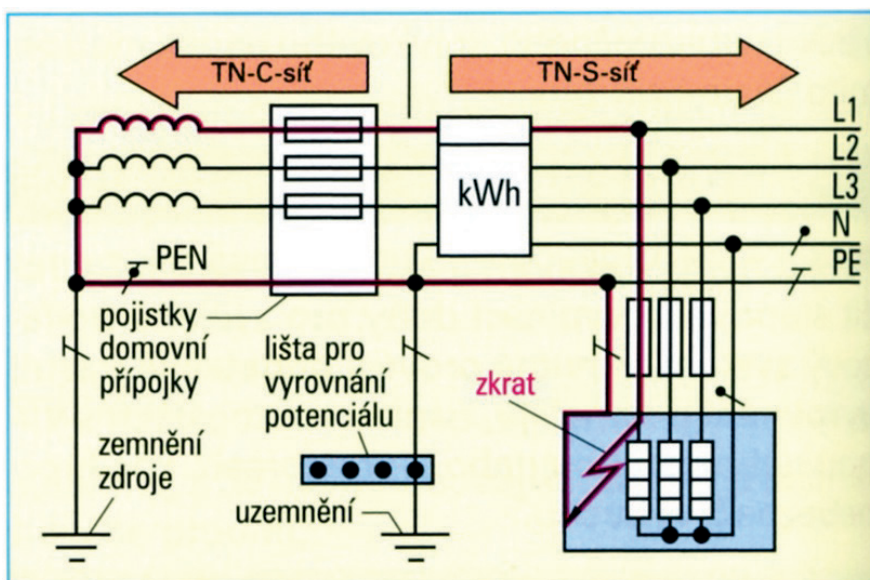
Tab. 4-5 Organizace ochranných opatření před úrazem elektrickým proudem

Ochranné opatření	Základní ochrana	Ochrana při poruše	Další ochrana
Ochrana automatickým odpojením od zdroje	Základní izolace, přepážky, kryty	Automatické odpojení + Ochranné pospojování	Doplňková ochrana proudovým chráničem
Ochrana dvojitou nebo zesílenou izolací	Základní izolace	Přídavná izolace	(nebo Zesílená izolace)
Ochrana elektrickým oddělením	Základní izolace, přepážky, kryty	Jednoduché oddělení obvodů + neuzemněné Ochranné pospojování	-
Ochrana SELV	Omezení napětí (ELV)	Jednoduché oddělení od ostatních obvodů ELV a země	Ochranné oddělení obvodů jiných než SELV
Ochrana PELV	Omezení napětí (ELV)	Jednoduché oddělení od ostatních obvodů ELV	Ochranné oddělení obvodů jiných než ELV
Ochrana omezením ustáleného dotykového proudu a náboje	Omezení ustáleného proudu a náboje	-	Ochranné oddělení od nebezpečných živých částí

Poznámka: norma rozlišuje ještě další ochranná opatření, kterým se v těchto skriptech nebudeme věnovat.

4.5.1 Ochrana automatickým odpojením od zdroje

Základní ochranu zajišťuje základní izolace nebo přepážky nebo kryty, ochranu při poruše zajišťuje ochranné pospojování a automatické odpojení. Podle ČSN 33 2000-4-41 ed. 2 musí být použito doplňkové ochrany proudovým chráničem (4.5.6.1) u zásuvek pro všeobecné použití s jmenovitým proudem do 20 A, které jsou užívány laiky a mobilních zařízení se jmenovitým proudem do 32 A.



Obr. 4.8 Princip ochrany automatickým odpojením od zdroje (zdroj [45])

4.5.1.1 Dovolené dotykové napětí a požadovaná doba odpojení

Dotykové napětí se může na neživých částech EZ vyskytovat *trvale nebo přechodně*.

Dovolené dotykové napětí U_d na neživých částech EZ je závislé na velikosti nebezpečí úrazu v uvažovaném druhu prostoru a na době jeho trvání.

Velikost dovoleného trvalého dotykového napětí U_{dL} je maximálně 25 V~ a 60 V=. Je závislá na druhu prostorů tak, jak je uvedeno v následující tabulce. Všechna uvedená napětí platí i pro kroková napětí v blízkosti neživých částí EZ.

Tab. 4-6 Meze dovoleného dotykového napětí U_{dL} pro EZ do 1000 V - srovnej s mezemi bezpečných malých napětí Tab. 4-3

Prostory	$\sim U_{dL}$ (V _{ef})		= U_{dL} (V)	
	trvale	krátkodobě	trvale	krátkodobě
Normální i nebezpečné	25	50	60	120
Zvláště nebezpečné	-	12	-	25

Poznámka: Za krátkodobé se považuje působení v době, kdy je EZ nebo instalace v poruše, než tato porucha bude odstraněna.

V případě, že se předpokládá výskyt dotykového napětí, které by mohlo být vyšší než trvalé dovolené dotykové napětí, musí být provedeno opatření, které zajistí odpojení vadného EZ v předepsané době. V sítích TN 230 V/50 Hz se předpokládá dotykové napětí 90 V.

4.5.1.2 Ochrana automatickým odpojením od zdroje v síti TN

V síti TN mohou být použity následující ochranné přístroje:

- nadproudové ochranné přístroje,
- proudové chrániče.

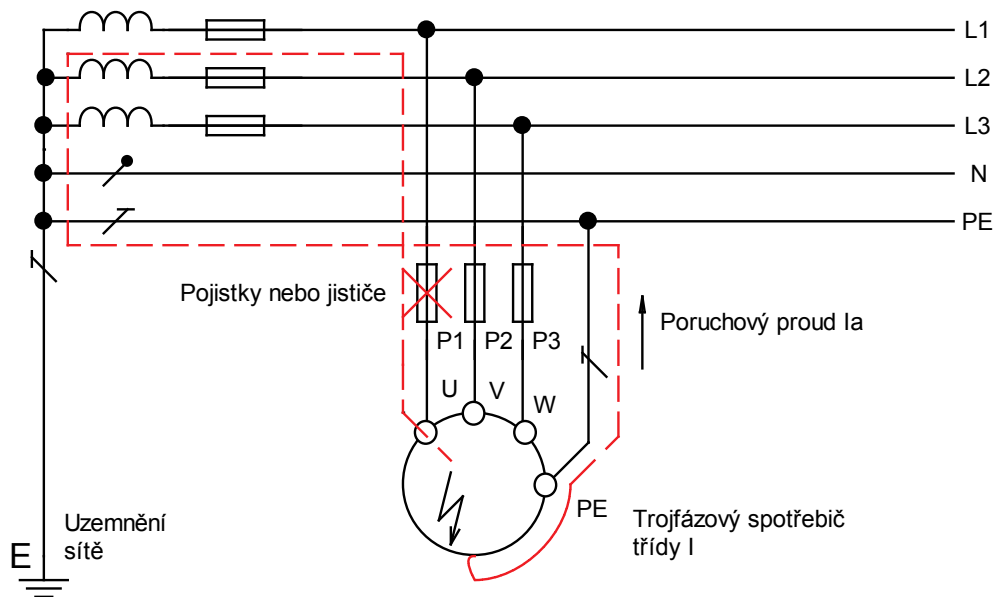
Proudové chrániče se mohou použít s těmito výjimkami:

- nelze je použít v síti TN–C,
- při použití proudového chrániče v síti TN–C–S se nesmí použít vodič PEN na straně zátěže chrániče. Spojení ochranného vodiče PE s vodičem PEN musí být provedeno na straně zdroje.

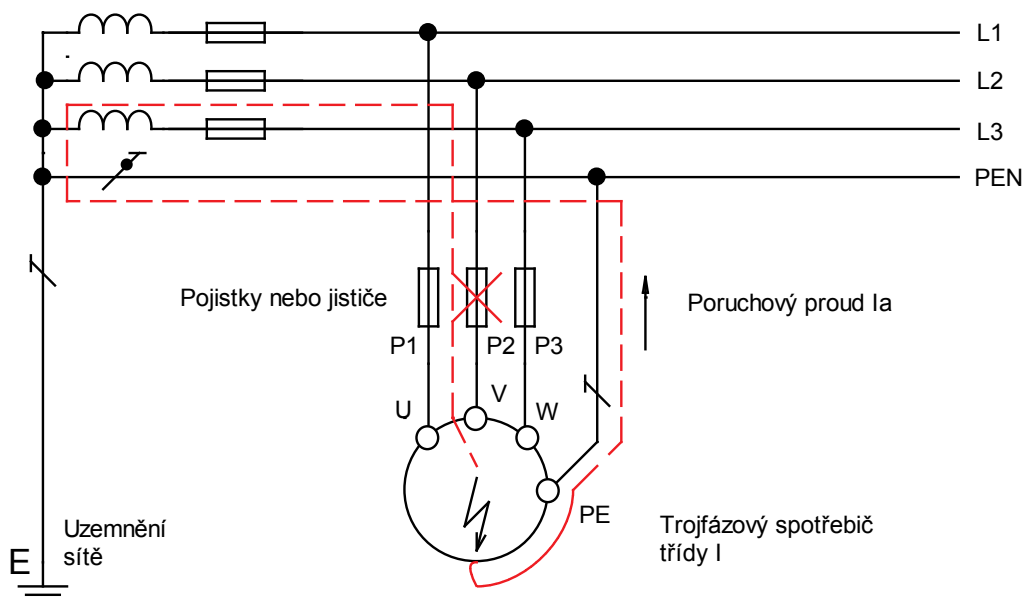
Činnost ochrany

spočívá v odpojení vadné části EZ použitím vodiče PE nebo PEN, spojeného s uzlem zdroje.

Dimenzování ochranných přístrojů má být takové, aby ochrana byla *selektivní*, tedy došlo k vypnutí jen nejbližšího předřazeného ochranného přístroje. Není vhodné, aby porucha jednoho spotřebiče vyřadila z provozu spotřebiče jiné. Selektivity se dosahuje používáním stále citlivějších přístrojů směrem od zdroje ke spotřebiči.



Obr. 4.9 Ochrana automatickým odpojením od zdroje v síti TN-S. Spotřebič má zkrat v první fázi, dojde k přerušení ochranného přístroje P1



Obr. 4.10 Ochrana automatickým odpojením od zdroje v síti TN-C. Spotřebič má zkrat ve druhé fázi, dojde k přerušení ochranného přístroje P2

Podmínky ochrany

- Všechny neživé části instalace musí být spojeny s uzemněným bodem sítě prostřednictvím ochranných vodičů, které musí být uzemněny u každého příslušného transformátoru či generátoru nebo v jejich blízkosti. V pevných instalacích může funkci ochranného vodiče a současně nulového vodiče vykonávat jediný tzv. PEN vodič.
- Ochranný vodič a krajní (fázový) vodič musí být dimenzovány tak, aby při zkratu mezi fázovým vodičem a neživou částí EZ vznikl ve smyčce, která se tím uzavře, vypínací proud nejbližšího

ochranného přístroje (pojistky, jističe nebo proudového chrániče) a aby k odpojení obvodu došlo v předepsaném čase. Impedance smyčky Z_s musí vyhovovat vztahu:

$$Z_s \cdot I_a \leq U_0, \quad (\Omega, A, V)$$

kde je I_a proud, zajišťující samočinné působení odpojovacího ochranného přístroje v požadovaném čase t_O (Tab. 4-7),
 U_0 efektivní hodnota jmenovitého střídavého fázového napětí,
 Z_s impedance poruchové smyčky zahrnující impedanci zdroje, pracovního vodiče a ochranného vodiče mezi zdrojem a místem poruchy, viz Obr. 4.9 až Obr. 4.11.

Tab. 4-7 Maximální doba odpojení t_O pro síť TN pro obvody s proudy do 32 A

U_0 (V)	Doba odpojení t_O (s)
50 - 120	0,8
120 - 230	0,4
230 - 400	0,2
>400	0,1

- C) Doba odpojení delší než je uvedena v Tab. 4-7, avšak **nepřevyšující 5 s**, se připouští pro distribuční obvody a koncové obvody s proudem převyšujícím 32 A.
- D) **Zemní odpor pracovního uzemnění uzlu zdroje (transformátoru, generátoru) nebo pracovního uzemněného místa zdroje nemá být vyšší než 5 Ω .** Nelze-li tuto hodnotu ve ztížených podmínkách dosáhnout obvyklými prostředky, dovoluje se vyšší, **nejvýše však 15 Ω .**
- E) Vyskytnou-li se v dosahu rozvodné sítě zvláště dobrá uzemnění (kovové konstrukce, vodovodní potrubí apod.), musí být spojena s ochranným vodičem.
- F) **Vodič PEN ani vodič PE se nesmí jistit.**
- G) Vodič PEN nebo PE se dimenzuje podle ČSN 33 2000-5-54 ed. 2. Je-li průřez vodiče PEN nebo PE menší než průřez krajního vodiče nebo je-li z jiného materiálu než krajní vodič, musí se jeho průřez kontrolovat, aby se při největším možném zkratovém proudu ve smyčce nepřekročila nejvyšší dovolená teplota jader, než vypne ochranný přístroj.
Minimální průřez vodiče PEN je 10 mm² (Cu) nebo 16 mm² (Al).
- H) Existují-li v místě instalace vhodné kovové konstrukce, mohou být po spojení s vodičem PE nebo PEN využity jako *náhodné ochranné vodiče*. **Jako náhodný ochranný vodič se nesmí použít plynového potrubí, kovových žebříků a některých dalších konstrukcí.**

Ochrana, která používá samostatně vedený ochranný vodič (sít' TN-S) se považuje za bezpečnější a je proto doporučeno její používání v nových instalacích. Toto doporučení Mezinárodní elektrotechnické komise je vhodné respektovat z následujících důvodů:

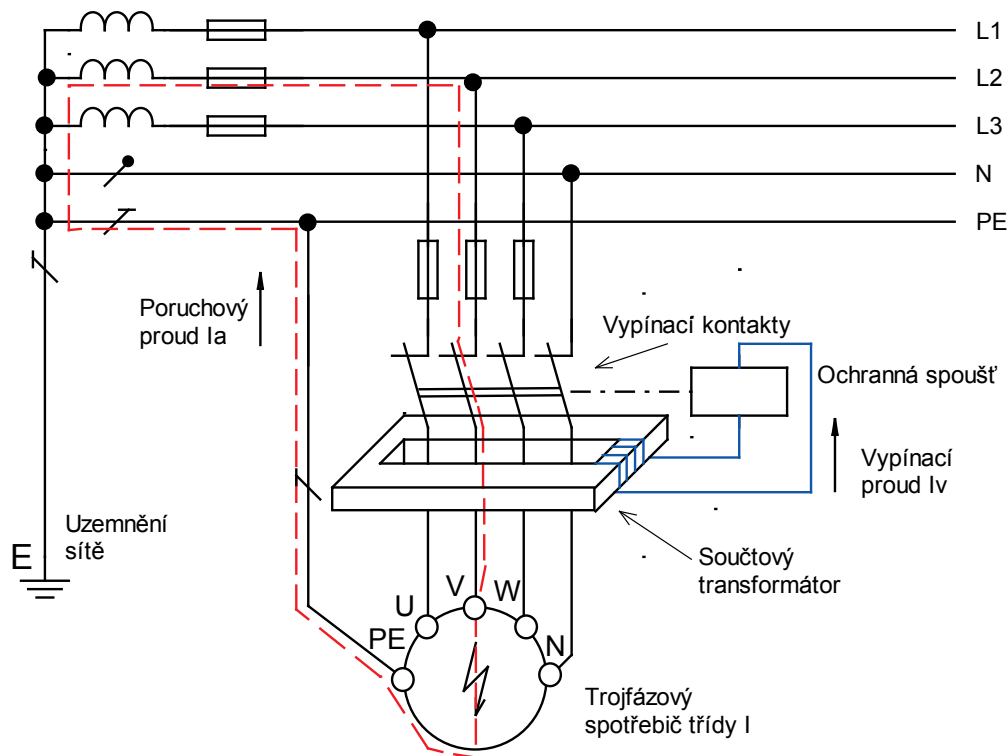
- Úbytek napětí na vodiči PEN může být při používání výkonných jednofázových spotřebičů značný a toto napětí se může objevit na neživých částech všech spotřebičů v objektu.
- Průchod pracovního proudu společným vodičem PEN způsobuje rušení zařízení výpočetní a sdělovací techniky.

Ochrana proudovým chráničem v síti TN-S

Pracovní vodiče procházejí proudovým chráničem, ochranný vodič musí vést mimo něj. Dojde-li v chráněném obvodu k úniku proudu do země (poruchový proud zkratem nebo dotykem osoby), vznikne rozdíl mezi porovnávanými proudy. Pokud hodnota poruchového proudu I_a dosáhne velikosti jmenovitého rozdílového proudu $I_{\Delta n}$ chrániče, dojde k vybavení chrániče a odpojení chráněného obvodu. Impedance smyčky Z_s může být v tomto případě menší než při použití pojistek či jističů:

$$Z_s \cdot I_{\Delta n} \leq U_0, \quad (\Omega, A, V)$$

kde je $I_{\Delta n}$ jmenovitý rozdílový vybavovací proud chrániče,
 U_0 efektivní hodnota jmenovitého střídavého fázového napětí.



Obr. 4.11 Ochrana proudovým chráničem v sítích TN–S. Pracovní vodiče procházejí součtovým transformátorem, jehož sekundární vinutí napájí ochrannou spoušť. Spotřebič má zkrat ve druhé fázi, indukovaný vypínací proud I_v aktivuje ochrannou spoušť a ta odpojí spotřebič. Pojistky nebo jističe slouží k jistění vedení a spotřebiče před přetížením a zkratem.

4.5.1.3 Ochrana automatickým odpojením od zdroje v sítích TT

V sítích TT se musí pro ochranu při poruše použít proudových chráničů. Nadproudové přístroje totiž vyžadují nízkou hodnotu impedance poruchové smyčky, kterou nelze v síti TT kvůli velkému odporu zemničů spolehlivě zajistit. Dříve používané napěťové chrániče se pro nízkou spolehlivost již nepoužívají. Nadproudové přístroje v síti TT plní pouze funkci ochrany instalace a zařízení před přetížením a zkratem.

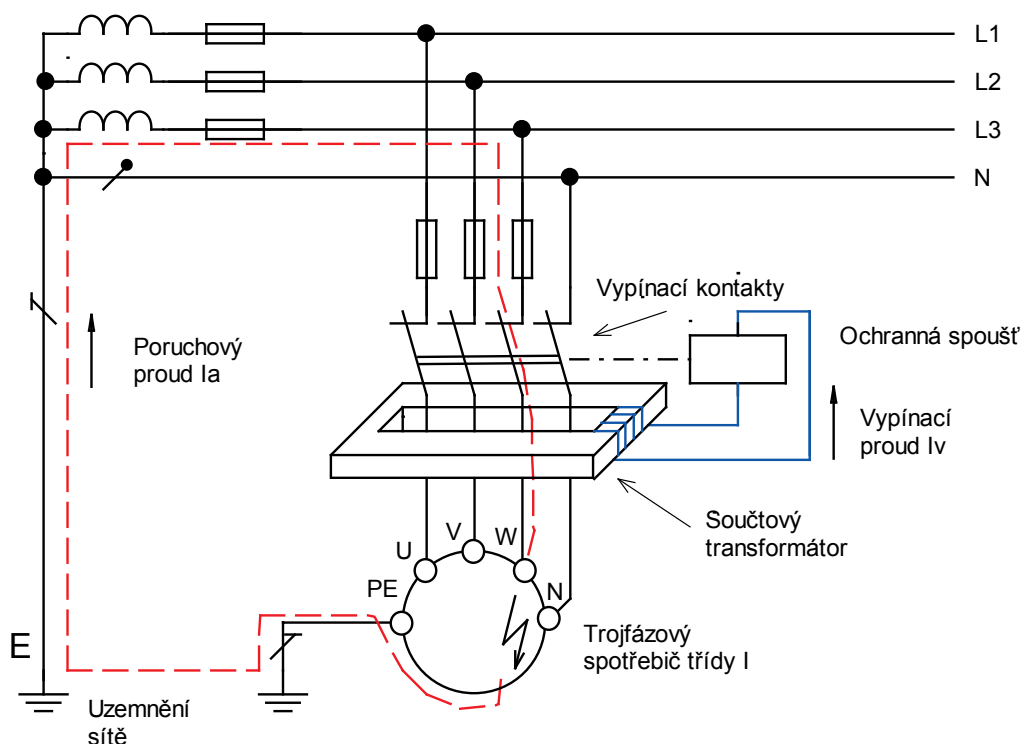
Činnost ochrany

spočívá v odpojení vadné části EZ použitím země k vedení poruchového proudu k uzlu (nulovému bodu) zdroje. Neživé části EZ jsou spojeny pomocí ochranného vodiče se zemí. V případě poruchy zareaguje proudový chránič.

Tab. 4-8 Maximální doba odpojení t_0 pro síť TT

Jmenovité napětí U_0 (V)	Doba odpojení t_0 (s)
50 – 120	0,3
120 - 230	0,2
230 - 400	0,07
>400	0,04

Ochrana proudovým chráničem v síti TT



Obr. 4.12 Ochrana proudovým chráničem v sítích TT. Spotřebič má zkrat ve třetí fázi, indukovaný vypínací proud I_v aktivuje ochrannou spoušť a ta odpojí spotřebič. Pojistky nebo jističe slouží k jistění vedení a spotřebiče před přetížením a zkratem.

Podmínky ochrany

A) Musí být splněna podmínka:

$$R_A \cdot I_{\Delta n} \leq 50, \quad (\Omega, A, V)$$

kde je R_A součet zemního odporu uzemnění a odporu ochranného vodiče,
 $I_{\Delta n}$ jmenovitý rozdílový vybavovací proud chrániče.

Proudový chránič se musí volit s ohledem na připojené zařízení. Pokud se použije citlivý chránič s vybavovacím rozdílovým proudem 30 mA nebo i menším, může docházet k nežádoucímu vypínání (způsobenému unikajícími kapacitními a svodovými proudy, zejména u velkých spotřebičů).

- B) **Všechny neživé části EZ chráněné stejným přístrojem musí být spojeny ochranným vodičem se společným zemničem.**
- C) Průřez ochranných uzemňovacích vodičů se stanoví podle ČSN 33 2000-5-54 ed. 2.
- D) V sítích TT **nesmí být neživé části EZ spojovány s nulovým vodičem.**

4.5.1.4 Ochrana automatickým odpojením od zdroje v sítích IT

Sítě IT jsou izolovány od země nebo spojeny se zemí dostatečně velkou impedancí. Spojení se zemí může být provedeno ve skutečném nebo umělém středu zdroje. Jestliže žádný střed neexistuje, může být se zemí spojen přes impedanci některý fázový vodič.

V sítích IT lze používat tyto hlídající a ochranné přístroje:

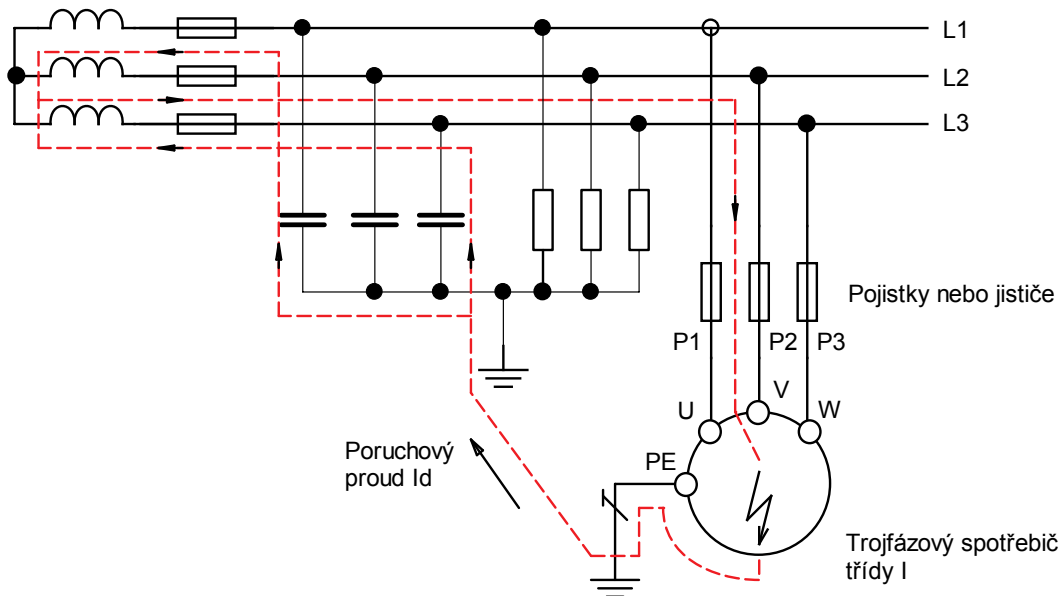
- hlídače izolačního stavu,
- přístroje pro monitorování reziduálního proudu,
- nadproudové ochranné přístroje,
- proudové chrániče.

Činnost ochrany

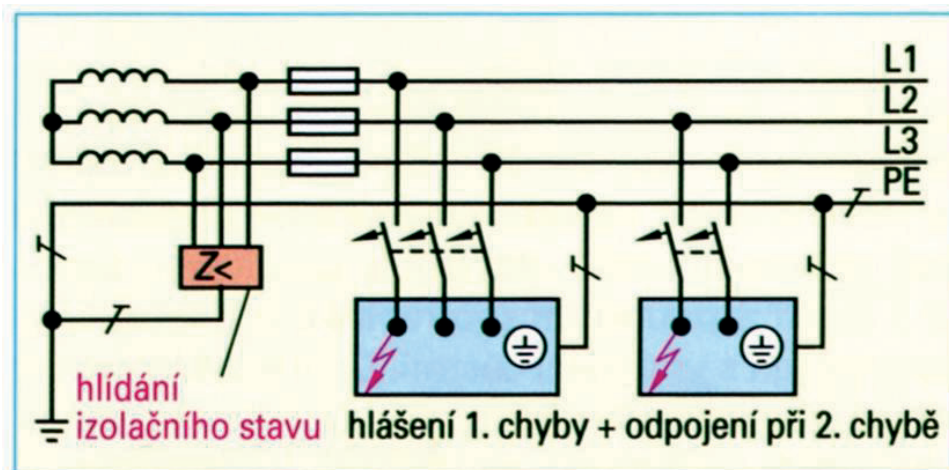
V případě jedné poruchy mezi živou a neživou částí nebo živou částí a zemí je poruchový proud nízký a odpojení se nevyžaduje za předpokladu, že byla splněna podmínka B) a C) - viz níže. Musí však být provedeno opatření zabraňující nebezpečí vzniku škodlivých účinků na osobu, která se dotýká vodivých částí současně přístupných dotyku, v případě, že dojde ke dvěma poruchám současně.

Při druhé (následné) poruše může nastat dvojí situace:

- jsou-li neživé části EZ vzájemně pospojovány ochranným vodičem a jeho prostřednictvím společně uzemněny, platí podmínky ochrany jako v síti TN, včetně doby odpojení Tab. 4-7;
- jsou-li neživé části EZ uzemněny jednotlivě či po skupinách, platí podmínky ochrany jako v síti TT, včetně doby odpojení Tab. 4-8.



Obr. 4.13 Ochrana automatickým odpojením od zdroje v síti IT. Pokud vznikne první porucha (znázorněno), protéká poruchový proud přes odporové a kapacitní svody vedení – vzniká vlastně síť TT – pojistka nebo jistič ještě nemusí zareagovat. Při druhé poruše (na stejném nebo jiném zařízení) dojde k odpojení stejně jako u sítí TT



Obr. 4.14 Síť IT – hlášení v případě 1. poruchy (hlídač izolačního stavu), v případě 2. poruchy dojde k automatickému odpojení (jističem, pojistkou nebo chráničem) – zdroj [45]

Podmínky ochrany

- Přímo se zemí nesmí být spojen žádný fázový vodič.
- Neživé části musí být uzemněny jednotlivě, po skupinách nebo společně.

- C) Na neživé části nesmí vzniknout napětí větší jak 50 V, proto odpor uzemnění neživých částí musí vyhovovat vztahu:

$$R_A \cdot I_d \leq 50, \quad (\Omega, A, V)$$




kde je R_A odpor uzemnění neživých částí,
 I_d poruchový proud při první poruše o zanedbatelné impedanci mezi fázovým vodičem a neživou částí (zahrnuje proud poruchovou impedancí a svodovými impedancemi rozvodu).

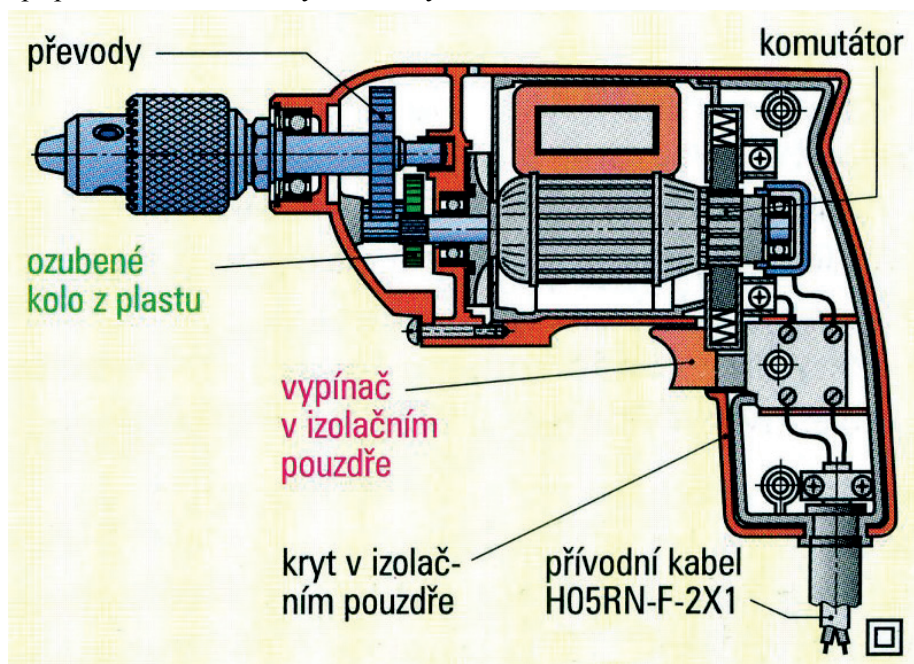
- D) Dimenzování ochranných vodičů v sítích IT a vodičů pro ochranné pospojování v sítích *mn* je uvedeno v ČSN 33 2000-5-54 ed. 2.

4.5.2 Ochrana dvojitou či zesílenou izolací

Smyslem této ochrany je zabránit výskytu nebezpečného napětí na přístupných částech EZ v případech, kdy dojde k poruše základní izolace. Neživé části EZ se nesmí připojit na ochranný vodič- nepoužívá se tedy ochrana automatickým odpojením.

Ochrana se realizuje:

- **použitím EZ typově vyzkoušeným** a označeným značkou 5019 z IEC 60417-1:  Jsou to zařízení:
 - s dvojitou nebo zesílenou izolací (zařízení třídy ochrany II),
 - továrně vyráběné celky úplně izolačně kryté (např. rozvaděče *mn*, ČSN EN 60439-1 ed. 2).
- **použitím přídavné izolace** provedené při výstavbě nebo montáži EZ, které má pouze základní izolaci tak, aby byla zajištěna bezpečnost rovnocenná zařízení třídy II. Na viditelném místě povrchu a vnitřku případného vodivého krytu musí být umístěna značka: 
- **použitím zesílené izolace** provedené v průběhu výstavby (montáže) elektrického zařízení u neizolovaných živých částí. Musí zajišťovat stejnou bezpečnost jako u elektrických zařízení třídy II a musí vyhovět požadavkům A) až D). Takovou izolaci lze připustit pouze tam, kde charakter konstrukce neumožňuje provedení dvojitě izolace. Na viditelném místě povrchu a vnitřku případného vodivého krytu musí být umístěna značka: 



Obr. 4.15 Ukázka provedení EZ s ochranou dvojitou izolací. Základní izolaci tvoří izolace vinutí motoru a izolace vodičů uvnitř zařízení, přídavnou izolaci tvoří kryt zařízení, pouzdro vypínače a plastové ozubené kolo v převodovce (zdroj [45])

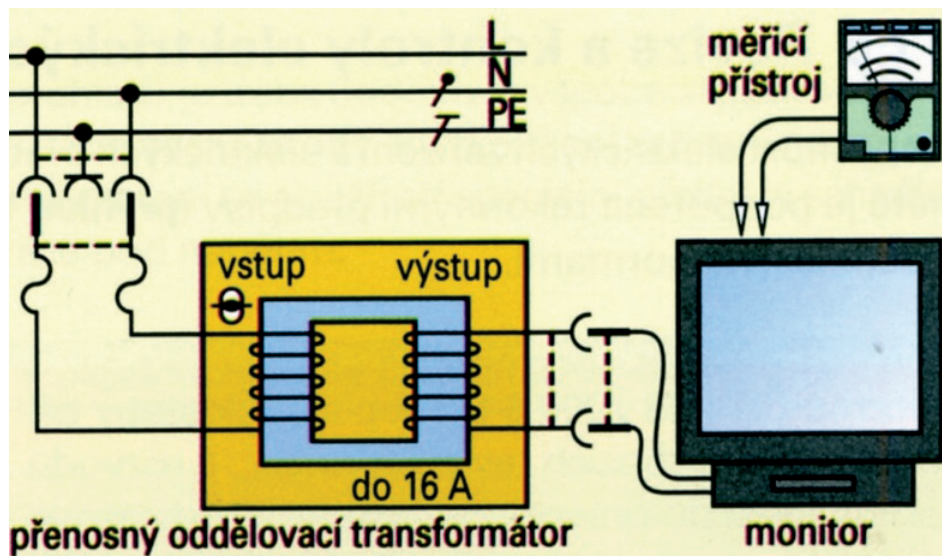
- A) Elektrická zařízení připravená k provozu, jejichž všechny vodivé části jsou odděleny od živých částí pouze základní izolací, musí být uzavřena v izolačním krytu, zajišťujícím krytí alespoň IPXXB nebo IP2X.
- B) Izolační kryt musí být způsobilý odolávat mechanickým, elektrickým nebo tepelným namáháním, která se mohou vyskytnout.
- C) Izolačním krytem nesmějí procházet vodivé části, které by mohly být pod napětím. Izolační kryt nesmí obsahovat žádné šrouby z izolačního materiálu, jejichž nahrazení kovovými šrouby by mohlo porušit izolaci zajišťovanou krytem. Při průchodu mechanických částí krytem (např. závěsy, ovládací prvky), musí být zajištěno, aby v případě poruchy nebyla narušena ochrana před úrazem elektrickým proudem.
- D) Kde se mohou poklopy a dveře v izolačním krytu otevírat bez použití nástroje nebo klíče, musí být všechny vodivé části, které jsou při otevřeném poklopu nebo dveřích přístupné, za izolační přepážkou zajišťující krytí aspoň IPXXB nebo IP2X a bránící tak osobám v nahodilém dotyku těchto částí. Tato izolační přepážka musí být odstranitelná pouze nástrojem.

4.5.3 Ochrana elektrickým oddělením

Základní ochranu zajišťuje základní izolace nebo přepážky nebo kryty, ochranu při poruše zajišťuje jednoduché oddělení obvodu od ostatních obvodů nebo částí i od země. Účelem elektrického oddělení jednotlivých obvodů je zabránit průchodu takového proudu, který by při dotyku neživých částí, které se mohou dostat pod napětí při poruše základní izolace obvodu, způsobil úraz.

Ochrana elektrickým oddělením musí být zajištěna v souladu se všemi následujícími požadavky:

- A) Obvod musí být napájen ze zdroje s alespoň základní izolací, jako např.:
- přes oddělovací transformátor (viz ČSN EN 61558),
 - z motorgenerátoru s vinutími zajišťujícími ekvivalentní izolaci.



Obr. 4.16 Provedení ochrany elektrickým oddělením (zdroj [45])

- B) **Napětí elektricky odděleného obvodu nesmí přesáhnout 500 V.**
- C) **Živé části odděleného obvodu nesmějí být v žádném bodě spojeny s jiným obvodem nebo se zemí nebo s ochranným vodičem.** Proto se musí věnovat zvýšená pozornost izolaci živých částí, zvláště pak pohyblivým přívodům. Uspořádání celého obvodu musí zajišťovat elektrické oddělení aspoň na úrovni základní izolace.
- D) Ohebné kabely a šňůry musí být viditelné po celé své délce, v níž existuje nebezpečí mechanického poškození a musí být předepsaného typu.
- E) U oddělených obvodů se doporučuje použití oddělených rozvodů. Pokud je nevyhnutelné, aby vodiče oddělených obvodů sdílely rozvody jiných obvodů (např. společné kabely, trubky nebo kanály), nesmí být použity kabely s kovovým pláštěm a izolace vodičů musí být alespoň na stejné

jmenovité napětí, jako je nejvyšší napětí, které se může v obvodech vyskytnout a každý obvod musí být chráněn proti nadproudu.

- F) Ochrana elektrickým oddělením pro napájení více než jednoho spotřebiče je přípustná jen když je provoz instalace řízen osobou znalou nebo pod jejím dozorem.

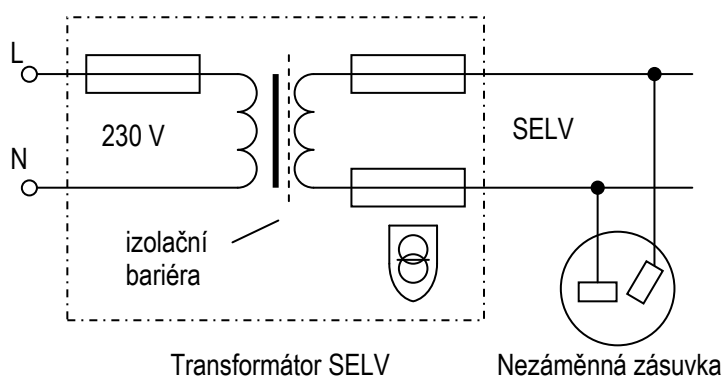
4.5.4 Ochrana malým napětím SELV a PELV

Základní ochranu zajišťuje použití bezpečného malého napětí, ochranu při poruše pak představuje jednoduché oddělení živých částí od ostatních obvodu SELV a PELV a ochranné oddělení od živých částí obvodů jiných než SELV a PELV.

4.5.4.1 SELV (Safety/Separated Extra Low Voltage)

Jedná se o **prakticky nejbezpečnější ochranu**. Představuje nejdokonalejší zajištění proti vniknutí cizích napětí vodivou cestou. Pro toto zajištění klade norma velmi přísné požadavky na zdroj napětí i izolaci celého obvodu.

- **Obvody SELV** a jejich části musí být spolehlivě elektricky odděleny od jiných obvodů. Zvýšenou pozornost je třeba věnovat např. spínacím prvkům, které jsou společné pro SELV a jiné obvody (relé, stykače...).
- **Vodiče obvodů SELV** musí být prostorově odděleny od vodičů jiných obvodů. Tam, kde tento požadavek není možné splnit, musí mít vodiče mimo základní izolaci ještě další nekovový plášť, případně mohou být uloženy do uzemněného kovového pláště. Ve společném kabelu s jinými vodiči musí být odděleny izolační přepážkou s izolací na nejvyšší napětí společných vodičů.
- **Zásuvky a vidlice obvodů SELV nesmějí mít kontakt pro připojení ochranného vodiče a musí být nezáměnné** se zásuvkami a vidlicemi jiných obvodů.



Obr. 4.17 Příklad provedení zdroje pro ochranu SELV

- **Neživé části obvodu SELV nesmí být spojena se zemí nebo ochrannými vodiči ani s neživými částmi jiných obvodů**, protože na neživých částech jiných zařízení se mohou, třeba přechodně, objevit napětí vyšší než bezpečná malá (např. při poruše jiného EZ v době, než dojde k automatickému odpojení).
- **Základní ochrana (před přímým dotykem) nemusí být provedena, pokud jmenovité napětí nepřesáhne 12 V~ nebo 25 V=** (pro suché prostředí 25 V~ nebo 60 V=). Pokud působí nepříznivé vnější vlivy nebo nelze dodržet uvedené meze jmenovitého napětí, musí být provedena základní ochrana např. kryty, přepážkami nebo izolací.

4.5.4.2 PELV (Protective Extra Low Voltage)

V některých případech je vyžadováno, aby byl obvod jednopólově ukostřen (uzemněn). V takovém případě je možné použít obvody **PELV**. Tyto obvody musí splňovat požadavky na SELV s některými odlišnostmi v požadavcích na izolaci obvodu. Podmínky pro ochranu živých částí jsou přísnější.

Spojením uvažovaného obvodu s neživými částmi jiných obvodů se jeho ochrana stává závislou na kvalitě ochrany jiných obvodů. Pak např. při poruše jiného obvodu, kdy se na jeho neživých částech objeví napětí, bude toto napětí i na uzemněné části obvodu chráněného malým napětím.

Použití obvodů PELV je zpravidla nutné pro ovládací a regulační obvody s polovodiči. Nevhodné je především tam, kde se EZ dostává bezprostředně do styku s lidským tělem, např. ve zdravotnictví.

Základní ochrana (před přímým dotykem) nemusí být provedena, pokud je u zařízení provedeno pospojování a zároveň:

- pokud jmenovité napětí nepřesáhne 12 V~ nebo 25 V=,
- pokud jmenovité napětí nepřesáhne 25 V~ nebo 60 V= pro suché prostředí, kdy je zároveň provedeno spojení neživých částí obvodu PELV s hlavní uzemňovací přípojnící,

V ostatních případech musí být provedena základní ochrana - kryty, přepážkami nebo základní izolací.

4.5.5 Ochrana omezením ustáleného dotykového proudu a náboje

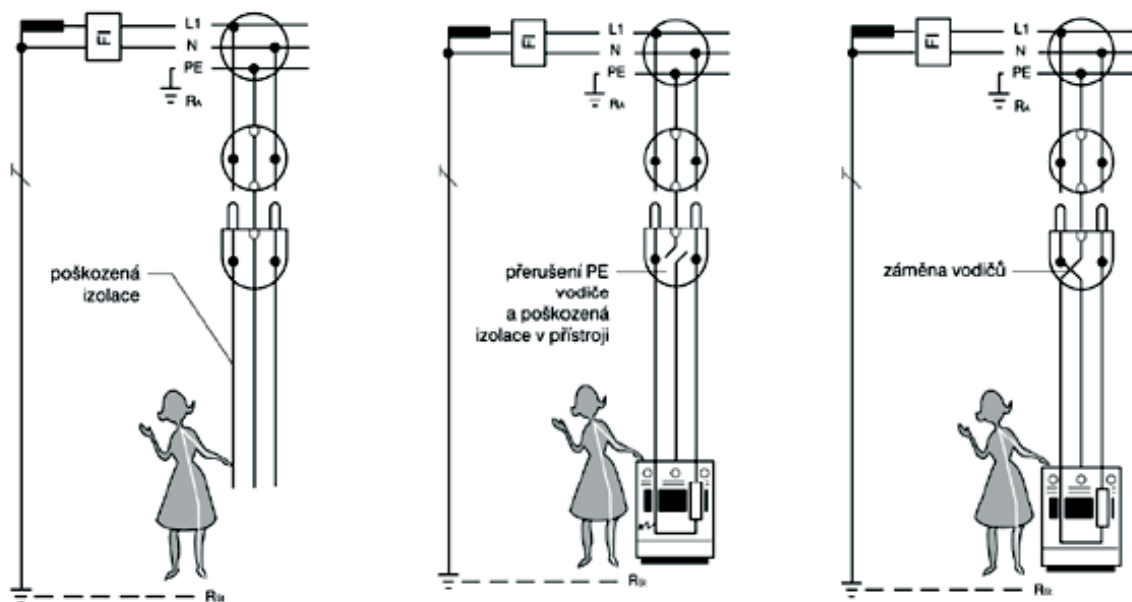
Základní ochranu zajišťuje napájení obvodu ze zdroje ustáleného proudu (kap. 4.4.1.6), ochranu při poruše zajišťuje ochranné oddělení obvodu od nebezpečných živých částí.

4.5.6 Doplnková ochrana

V určitých zvláštních prostorech nebo za určitých podmínek vnějších vlivů, např. v koupelnách, určena jako součást ochranných opatření i doplňková ochrana. Ta zlepšuje funkci jiných ochranných prostředků, avšak nelze ji použít jako jediného ochranného prostředku.

4.5.6.1 Doplnková ochrana proudovým chráničem

Smyslem použití proudového chrániče jako doplňkové ochrany je zlepšení jiných opatření na ochranu proti úrazu elektrickým proudem při normálním provozu. Smí být použita jen současně s některou z ochran uvedenou v kap. 4.5. Proudového chrániče jako doplňkové (záložní) ochrany za normálního provozu zařízení může být použito, pokud jeho **jmenovitý rozdílový proud nepřesahuje 30 mA**. Aktivace této ochrany se předpokládá až v situaci, kdy ostatní (hlavní) ochrany selžou, např. když se poškodí kryt, spadnou vodiče, náhodně se dostane vodivý předmět do zásuvky apod. Poruchový proud protékající tělem pak spustí ochrannou spoušť a vzhledem ke krátké vypínací době chrániče (max. 0,2 s) pak nemusí způsobit úraz.



Obr. 4.18 Příklady poruch, na které proudový chránič reaguje

4.5.6.2 Doplnující ochranné pospojování

Nelze-li v instalaci nebo její části splnit podmínky automatického odpojení (viz kap. 4.5.1), musí být provedeno tzv. **doplňující pospojování** zahrnující všechny neživé části upevněných zařízení a cizí vodivé části současně přístupné dotyku. Tato situace může nastat například tehdy, je-li místo poruchy

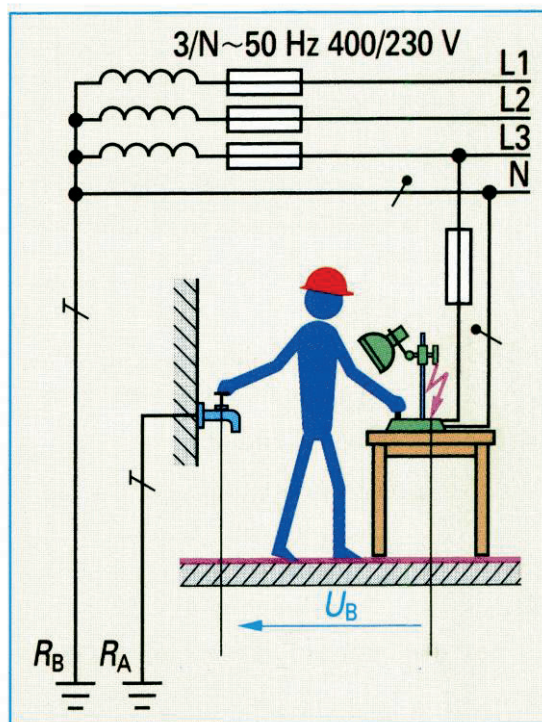
elektricky vzdálené od hlavního pospojování a úbytek na vodiči PE nebo PEN přesahuje mez trvalého dotykového napětí Tab. 4-6.

Doplňující a místní pospojování zajišťují, že mezi neživými částmi a cizími vodivými částmi, které jsou současně přístupné dotyku, nebude za žádných okolností nebezpečný rozdíl potenciálů, viz příklad na Obr. 4.19.

4.5.6.3 Ochrana doplňkovou izolací

Podstatou této ochrany je použití ochranných pomůcek (např. izolačních tyčí, dielektrických rukavic, galoší atd.) nebo izolačních stanovišť s izolačním kobercem. Provedení prostředků této ochrany musí vyhovovat požadavkům na zesílenou izolaci.

Jelikož se použití doplňkové izolace předpokládá při práci pod napětím, je použití těchto prostředků vázáno na elektrotechnickou kvalifikaci. Pracovníci musí být alespoň *pracovníky znalými*.



Obr. 4.19 Vznik rozdílového napětí při chybějícím doplňujícím pospojování - [45]

4.6 KOORDINACE KONSTRUKCE EZ A OCHRANNÝCH PROSTŘEDKŮ V ELEKTRICKÉ INSTALACI

Ochrany před úrazem elektrickým proudem je dosahováno koordinací konstrukčního uspořádání EZ s uspořádáním elektrické instalace. EZ se proto zařazují do tříd ochrany, které definuje ČSN EN 61140 ed. 2. Čísla tříd nejsou určena k vyjádření úrovně bezpečnosti zařízení, ale vyjadřují pouze to, jak je bezpečnosti dosaženo.

4.6.1 Zařízení třídy ochrany 0

Jsou elektrická zařízení se základní izolací jako prostředkem základní ochrany, které nemají jakékoliv opatření pro ochranu při poruše. **Třída ochrany 0 není podle vyhlášky ČÚBP č. 48/1982 Sb. v ČR povolena.** Popis je uveden pouze jako informace o její existenci.

4.6.2 Zařízení třídy ochrany I

Jsou to taková elektrická zařízení, jejichž ochrana před úrazem elektrickým proudem není založena pouze na základní izolaci, ale která **zahrnuje další bezpečnostní opatření umožňující připojení neživých částí k ochrannému vodiči** v pevném rozvodu takovým způsobem, že dojde-li k poruše základní izolace, *nemohou se přístupné vodivé části stát nebezpečně živými*.

4.6.3 Zařízení třídy ochrany II

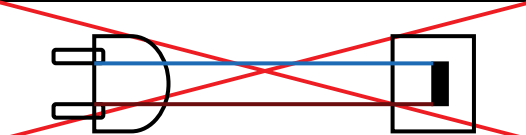
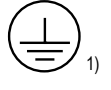
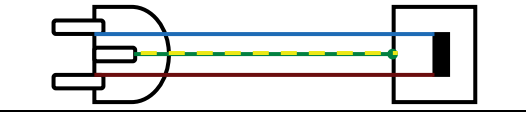
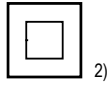


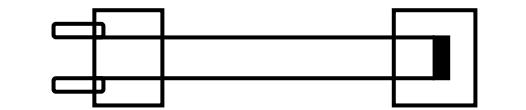
Jsou to elektrická zařízení, která **nemají prostředky pro připojení ochranného vodiče**. Ochrana před úrazem elektrickým proudem **nezávisí na podmínkách instalace a je zajištěna dvojitou izolací** (základní izolací + izolací přídatnou) **nebo izolací zesílenou**. Předměty třídy ochrany II se **připojují pohyblivými přívody bez ochranného vodiče pomocí vidlic případně nástrček bez ochranného kontaktu**.

4.6.4 Zařízení třídy ochrany III

Jsou to elektrická zařízení, jejichž ochrana před úrazem elektrickým proudem je zajištěna **napájením malým bezpečným napětím**. Zařízení je napájeno ze zdroje SELV a nevyskytuje se u něj vyšší napětí než bezpečné malé - Tab. 4-3.

Elektrické zařízení třídy ochrany III **nesmí být vybaveno prostředky pro připojení ochranných vodičů**. Elektrické zařízení třídy ochrany III s kovovým krytem může být vybaveno prostředky pro připojení vodiče na vyrovnání potenciálu nebo prostředky pro spojení se zemí pro funkční účely (odlišující se od ochranných) ke krytu jedině tehdy, jestliže tuto potřebu stanoví příslušná technická komise.

Tab. 4-9 Třídy ochrany EZ

Třída ochrany	Značka na předmětu	Princip ochrany	Poznámka
0			Nemá ochranné prostředky pro případ poruchy Nepovoleno v ČR.
I	 ¹⁾		Spojení neživé části EZ s ochranným vodičem sítě
II	 ²⁾		Dvojitá či zesílená izolace EZ
III	 ²⁾		Zásuvka musí být nezáměnná Připojení na zdroj malého napětí (SELV)

¹⁾ značka se umístí trvanlivě na neživé části v místě určeném k připojení ochranného vodiče

²⁾ značka se umístí trvanlivě na povrch předmětu, například na typový štítek

5 PRVNÍ POMOC PŘI ÚRAZU ELEKTRINOU

Při vzniku úrazu elektrickou energií závisí výsledek záchrany postiženého na *včasném a správném provedení záchranných prací*.

5.1 POSTUP ZÁCHRANNÝCH PRACÍ

Při záchranných pracích se postupuje podle **řetězce přežití**:

Laická první pomoc ⇒ Zdravotnická první pomoc ⇒ Transport ⇒ Odborné ošetření

Postup činností při poskytování první pomoci je:

- Technická první pomoc (zhodnocení příčin úrazu, vyproštění postiženého).
- Určení rozsahu poranění a stavu postiženého.
- Přivolání zdravotnické pomoci.
- Volba způsobu první pomoci a její poskytnutí.
- Vyšetření příčin úrazu.

5.2 TECHNICKÁ PRVNÍ POMOC

Podle úrazového děje rozlišujeme úraz elektrickým výbojem (včetně blesku) a proudem.

Úraz elektrickým výbojem

Úrazový děj je mžikový a postižený nezůstává v přímém kontaktu s elektrickým zařízením. Dle polohy postiženého je nutno zvážit možnost vzniku dalšího elektrického výboje při přiblížení záchránce, tj. nebezpečí přímého ohrožení záchránce. Zejména u elektrických zařízení *vn*, *vvn* a *zvn* je třeba posoudit polohu postiženého a následně záchránce z hlediska bezpečných vzdáleností vzhledem k možnosti *vzniku dalšího elektrického výboje* (přeskoku). Prostor zajistíme proti vzniku dalšího elektrického výboje buď *bezpečným vypnutím* příslušného elektrického zařízení nebo *odtažením postiženého* do bezpečné vzdálenosti.

Následky úrazu výbojem:

- vzhledem k tomu, že úrazový děj je mžikový, nejsou přítomny tzv. spínavé křeče. Postiženo může být dýchání i srdeční činnost;
- i při značné energii výboje nemusí být popálení tělesného povrchu rozsáhlé ani nápadné, ale při tom není vyloučeno velmi těžké vnitřní poranění elektrickou energií;
- úraz elektrickým výbojem o nízké energii může vyvolat jen přechodnou a většinou lehkou zmatenost, svalovou ochablost, pocit poruchy rovnováhy a někdy i přechodnou nepravidelnost jinak dobře hmatného tepu. Všechny tyto příznaky vyžadují kontrolu lékařem.

Úraz bleskem

Možné ohrožení osob bleskem se netýká pouze přímého zásahu bleskem. Rovněž osoby zdržující se v blízkosti bleskem zasaženého objektu jsou ohroženy možným přeskokem blesku nebo poraněním při explozi či požáru. Nebezpečí představuje také nepřímý úder blesku, kdy bleskový proud teče od místa zásahu všemi směry a vytváří krokové napětí (Obr. 4.1). Úraz bleskem se podobá úrazu elektrickým výbojem, ovšem je specifický většími proudy a vyšším napětím.

- člověk může být zasažen hlavním výbojovým kanálem, což bývá často fatální, nebo i vedlejším kanálem bleskového výboje, kde proudy nedosahují takových hodnot; přežívá přibližně 1/3 zasažených;
- při přímém zásahu bleskem může dojít ke klouzavému přeskoku výboje na povrchu těla, téměř veškerý náboj pak projde mimo tělo a zasažená osoba může zásah přežít;
- mohou vzniknout popáleniny prvního až třetího stupně na místě vstupu a výstupu proudu z těla;
- objevuje se ochrnutí nervů a svalů, které mizí zpravidla bez vážných následků v několika hodinách až dnech;
- může dojít k poškození mozku prošlým proudem, poruchám zraku a sluchu;
- k nebezpečným účinkům patří možná zástava dechu nebo srdeční činnosti.

Úraz elektrickým proudem

Postižený obvykle zůstává ve styku s elektrickým zařízením (zdrojem úrazu) a proto úrazový děj pokračuje. Působením elektrického proudu vzniká u postiženého křečovitě stažení svalstva, proto se obvykle nemůže sám vyprostit (např. nemůže se pustit vodiče, který svírá v ruce).

V okamžiku úrazu je postižený součástí příslušného obvodu, proto jeho vyproštění *musí být provedeno tak, aby nebyl následně vyvolán úraz záchránce nebo další osoby*. Přes nezbytnost rychlého zásahu je proto třeba rozvážně volit bezpečný způsob vyproštění postiženého. Volba způsobu vyproštění je určena konkrétními místními podmínkami, polohou postiženého a elektrickými parametry zdroje úrazu.

Souběžně se zahájením vyproštění postiženého je třeba neodkladně uvědomit provozovatele příslušného elektrického zařízení o vzniku a místě úrazu z důvodu zajištění nezbytných opatření k zamezení dalšího ohrožení osob, eventuálně zvířat a majetku.

Úraz elektrickým proudem se od úrazu elektrickým výbojem liší ve svých následcích:

- i proud o nízkém napětí může vyvolat poruchy srdečního rytmu, které se mohou objevit i s časovým odstupem;
- napětí nižší než 1000 V vede nejčastěji k zástavě srdeční činnosti nebo k těžké poruše srdečního rytmu;
- vysoké napětí vede k zástavě dýchání, oběhová zástava je většinou druhotná následkem dušení. V první fázi bývá dýchání ještě zachováno, ale je málo účinné;
- spínavé křeče, které prodlužují styk postiženého s vodičem, mohou vést k trhlinám svalů, zlomeninám obratlů páteře a dokonce i k zlomeninám dlouhých kostí končetin;
- proud o vysokém napětí působí těžké a rozsáhlé popálení tkání;
- často dochází při vyproštění k pádu z výšky nebo k odmrštění, což může vést k dalším následným poraněním.

5.2.1 Vyproštění

Praktické možnosti způsobu vyproštění postiženého jsou:

- vypnutí zdroje elektrického proudu,
- přerušení přívodu elektrického proudu,
- vyproštění postiženého,
- odsunutí zdroje úrazu (např. vodiče) z dosahu postiženého.

Vypnutí zdroje

představuje nejbezpečnější způsob z hlediska záchránce, proto je přednostně používán v případě, kdy je možné rychlé a bezpečné vypnutí předmětného elektrického zařízení bez dalšího ohrožení postiženého.

- V případě, že postižený je v poloze, kdy po vypnutí elektrického proudu a následném povolení křečovitě stažení svalstva je nebezpečí jeho pádu z výšky (způsobení dalšího úrazu), je třeba nejdříve provést zajištění proti pádu postiženého nebo volit jiný způsob vyproštění.
- Při vzniku úrazu elektrickým proudem na elektrickém zařízení nad 1000 V (*vn*, *vvn* a *zvn*), je třeba do doby prokazatelného a jednoznačného vypnutí zařízení odpovědným pracovníkem (zejména na rozvodných energetických zařízeních - veřejném rozvodu), provádět vyproštění postiženého s tím, že zařízení považujeme za zapnuté i přes neexistenci průvodních jevů zapnutého zařízení (elektrické výboje, křeče postiženého atp.). Důvodem je skutečnost, že při vzniku úrazu mohl být iniciován poruchový stav na zařízení, který vyvolal vybavení příslušných ochran, ale následně může působit automatika opětného zapínání a zařízení může být znovu zapnuto.

Přerušení přívodu elektrického proudu

je způsob vhodný tehdy, **kdy vypnutí zdroje je časově náročné** a existují-li technické možnosti přerušit přívod bez vlastního ohrožení úrazem.

- Přerušení přívodu může spolehlivě provádět pouze pracovník s dostatečnou odbornou způsobilostí v elektrotechnice.

- Přerušeni musí být provedeno *nástrojem s dostatečnou izolační schopností* (např. izolační kleště, sekera se suchým dřevěným topůrkem atp.). Po přerušeni je nezbytné zajistit živý konec zařízení (vodič pod napětím) proti samovolnému styku s přerušeným vodičem, kovovým rámem atp.
- Z hlediska možného následného úrazu postiženého platí v plném rozsahu zásady uvedené u způsobu „Vypnutí zdroje“.

Vyproštění postiženého

je způsob vhodný tehdy, **kdy vypnutí zdroje je časově náročné nebo vypnutí zařízení není prokazatelné**, nebo při poloze postiženého s možností vzniku následného úrazu.

- Základní zásadou je, že *zachránce se v žádném případě nesmí sám stát částí obvodu* stykem s vodičem nebo postiženým. Proto se nesmí přímo dotýkat těla postiženého, vlhkých částí jeho oděvu a zejména kovových předmětů.
- Pro zásah je vhodné vytvořit improvizovanou izolovanou plošinu, na které bude zachránce stát (např. suché prkno, bedna, koberec, pneumatika atp.) dle místních podmínek. V každém případě si zachránce chrání ruce vhodnou izolací podle možností (rukavicemi, suchým šatstvem, suchým ručníkem ...). Doporučuje se odtahovat postiženého pouze jednou rukou.
- Při úrazu na elektrickém zařízení nad 1000 V (zejména při pádu vodiče *vn* nebo *vvn*) je nebezpečí vzniku krokového napětí – Obr. 4.1. Proto se zachránce přibližuje k postiženému krátkými kroky a další postup odtažení provádí tak, aby při pohybu překlenul vždy nejmenší potenciálový rozdíl.

Odsunutí zdroje úrazu z dosahu postiženého

je způsob vhodný zejména **při nebezpečí vzniku krokových napětí nebo opětného zapnutí** zařízení působením zapínací automatiky.

- Odsunutí zdroje úrazu (např. vodiče) lze provést *předmětem s dostatečnou izolací* (suchou dřevěnou tyčí, suchými hráběmi, provazem atp.).
- Přístup k příslušnému zdroji úrazu volíme dle místních podmínek s maximálním využitím dostupných ochranných pomůcek (provizorních izolačních plošin, gumových přezůvek atp.).

5.3 URČENÍ ROZSAHU PORANĚNÍ A PŘIVOLÁNÍ LÉKAŘSKÉ PRVNÍ POMOCI

5.3.1 Základní zásady

Při zástavě dýchání a zástavě krevního oběhu se přeruší přívod kyslíku ke tkáním (nejcitlivěji reaguje tkáň mozková). Je-li resuscitace zahájena do 2 minut, lze oživit 90 % postižených, po 4 minutách 50 % a po 5 minutách už jen asi 20 % postižených.

Proto má být vyšetření postiženého rychlé (do 30 sekund) a zahájení resuscitace neodkladné.

Pro přežití postiženého je nejdůležitější, jak závažně byly elektrickou energií postiženy dvě základní životní funkce: **dýchání a srdeční činnost**. Proto se první orientační vyšetření o zdravotním stavu postiženého a první výkony první pomoci soustředí na ně, ať byl úrazový děj jakýkoliv. Samozřejmě se mohou vyskytovat i další, většinou životu a zdraví méně nebezpečná poranění, kterým se věnujeme následně.

Zahájení a ukončení resuscitace

Povinnost poskytnout první pomoc v rozsahu svých možností a schopností je v ČR uzákoněna.

Resuscitace se nemusí zahájit pouze:

- při jistých známkách smrti, jako posmrtné skvrny či posmrtná ztuhlost,
- pokud se jedná o úraz neslučitelný se životem,
- pokud by se zachránce sám vystavil ohrožení,
- DNR (do not resuscitate) - rozhodnutí lékařského týmu,
- terminální fáze nevyléčitelných onemocnění - rozhodnutí lékařského týmu.

Resuscitace se smí ukončit pouze:

- po obnovení životních funkcí,
- po předání postiženého do péče záchranářů,
- po vyčerpání zachránce.

5.3.2 Přivolání zdravotnické pomoci

Je-li resuscitaci přítomno více osob, odešleme jednu zatelefonovat pro odbornou pomoc a jednu pověříme, aby dohlížela na bezpečnost při poskytování první pomoci (na vozovce, na kolejích apod.)

Na tísňová čísla lze volat i z veřejných automatů bez karty či mince a z mobilů bez SIM karty.

Tísňová telefonní čísla:

- **150** Hasičský záchranný sbor ČR,
- **155** Zdravotnická záchranná služba ČR (ZZS),
- **158** Policie ČR,
- **112** Evropské číslo tísňového volání ve státech EU.



Komunikace s operačním střediskem záchranné služby:

- a) Volající se představí a sdělí, co se přihodilo, pro koho žádá pomoc (počet osob) a kam.
- b) Další komunikaci vede operátor a volající by měl co nejpřesněji odpovídat na jeho otázky. Cílem je na základě anamnestických údajů a popisu příznaků vyhodnotit stav pacienta a následně vyslat optimální výjezdovou skupinu.
- c) V průběhu hovoru se operátor informuje o způsobu poskytnuté pomoci, eventuálně doporučí další postup. Rady k poskytování laické první pomoci jsou nedílnou součástí jeho služebních povinností.
- d) V závěru hovoru volající operátorovi upřesní příjezdovou trasu, zdůrazní důležité orientační body, domluví způsob kontaktu a oznámí číslo svého telefonu.
- e) Sdělení čísla vlastního telefonu je nesmírně důležité. Pokud operátor na základě prvních informací stav pacienta vyhodnotí jako kritický, přeruší hovor, aby bez ztráty času aktivoval výjezdovou skupinu. Po jejím vyslání aktivně kontaktuje volajícího a standardním způsobem pokračuje v upřesňování údajů.
- f) Hovor ukončuje operátor – **nezavěšujte jako první!**

Nejčastější chyby v komunikaci:

- a) Volající sdělí jméno a adresu postižené osoby a neuvědomí si, že není uvedeno na domovním zvonku.
- b) Obyvatelé činžovních domů si neuvědomí, že vchod je v noci uzamčen a zvonky bývají nefunkční nebo nečitelné.
- c) Vesničtí obyvatelé udají číslo popisné a neuvědomí si, že není umístěno na viditelném místě (případně chybí).
- d) Při zásazích v terénu - lesy, pole, louky, apod. - nečeká u výjezdu ze silnice kontaktní osoba.

5.4 POSKYTNUTÍ LAICKÉ PRVNÍ POMOCI

Celé vyšetření stavu postiženého by mělo být provedeno co nejrychleji. Při poskytování první pomoci je třeba pamatovat i na to, aby se chránil i sám záchránce. Jednak zabezpečením místa poskytování pomoci před možným dalším úrazem, jednak použitím ochranných prostředků: latexových rukavic, dýchací roušky.

Při vyšetřování zdravotního stavu postiženého postupujeme podle následujícího schématu:

Je postižený při vědomí?

Zkontrolujte vědomí hlasitým dotazem: „Co se vám stalo?“ a dotykem ramene, obličej. Pokud nereaguje, přivolejte si pomoc.

Přivolejte pomoc

V případě, že je záchránce sám, doporučuje se **nejprve přivolat pomoc (viz 5.3.2) a následně se věnovat neodkladné resuscitaci**. Výjimky jsou tepenné krvácení, úraz elektrickým proudem nebo ztráta vědomí u dítěte, kdy začínáme poskytnutím resuscitace a teprve **po krátké (asi minutové) úvodní resuscitaci postiženého přivoláme pomoc a pokračujeme v resuscitaci**.

V situaci dvou či více záchránců jeden přivolává pomoc a další provádí resuscitaci. Pokud to situace umožňuje, přivoláme křikem pomoc okolí.



Zkontrolujte dýchání

Zkontrolujte dutinu ústní, viditelné překážky vyčistěte a uvolněte dýchací cesty přizvednutím brady s mírným záklonem hlavy. Poslechněte si zda normálně dostatečně dýchá. Dýchání je možné ověřit i podle pohybů hrudníku nebo registrací dechu na tváři.



Vyšetření srdeční činnosti se neprovádí, je to nespolehlivé a časově náročné. **Při bezdeší se automaticky předpokládá i srdeční zástava.** Pokud tedy postižený nemá normální dýchání, zahajte úplnou KPR (třicet kompresí hrudníku s následnými dvěma vdechy).



Metody ABC a ABCD

Jednoduchá metoda resuscitace se nazývá ABC. Vypracoval ji americký lékař rakouského původu Peter Safar. Metodu sestavil ze tří částí a nazval ji podle anglického *Airway* – uvolnění dýchacích cest záklonem hlavy, *Breathing* – dýchání z plic do plic ústy a *Circulation* – částečná obnova krevního oběhu nepřímou masáží srdce. Doktor Safar se tím zasloužil o zrod moderní resuscitace, která již zachránila bezpočet lidských životů.

Nověji se resuscitace rozšířila o možnost defibrilace (metoda ABCD) pomocí automatického externího defibrilátoru (AED).

5.4.1 Postižený je při vědomí

- Nikdy postiženého neodvážíme osobním autem k lékařskému ošetření. **Vždy přivoláme lékařskou pomoc** na místo nehody, neboť náhlá porucha základních životních funkcí může vzniknout dodatečně i po delším časovém intervalu.
- Postiženého **až do předání odborné zdravotnické pomoci nikdy neopouštíme**, i když se okamžitý zdravotní stav jeví jako uspokojivý (postižený je při vědomí, bez dalšího poranění, klidný, nemá bolesti).
- Je-li nadále postižený klidný a při vědomí, uvolníme mu oděv kolem krku a na hrudníku. Uložíme jej pohodlně, nejlépe na bok, ale volbu polohy ponecháme raději na postiženém - co je mu příjemnější.
- Postiženého **nenecháme vstávat, chodit, kouřit**. Dodržujeme protišoková opatření - kap. 5.4.6.
- Vždy po několika minutách **kontrolujeme stav jeho vědomí** oslovením, dotazem apod. Při náhlé ztrátě vědomí postupujeme podle 5.4.2.
- Při nepříznivých klimatických podmínkách jej chráníme před podchlazením, ale hlavu a hrudník ponecháme volné (nezakryté).

5.4.2 Postižený je v bezvědomí, dostatečně dýchá

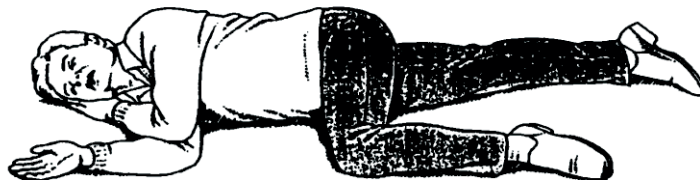
- Postiženého v bezvědomí nepřemísťujeme, pokud jej nebo záchránce neohrožuje prostředí (např. další zásah proudem, dopravní provoz apod.).
- Uvolníme postiženému oděv kolem krku, hrudníku a pasu, což zajistí lepší krevní oběh a lepší dýchání.
- Pokud to není nutné, s postiženým nemanipulujeme. Pokud jej však musíme na chvíli ponechat o samotě (přivolání pomoci, ošetření dalších zraněných), **uložíme jej do stabilizované polohy** na boku.

5.4.2.1 Uložení do stabilizované polohy

Stabilizovaná poloha umožňuje volné dýchání a zabraňuje dušení a vdechnutí zvratků. Uložení končetin udržuje tělo ve stálé poloze. **Při podezření na poranění páteře postiženého do stabilizované polohy neukládáme!** Jedna z možných metod ukládání do stabilizované polohy:

- Postiženému sejmeme brýle a vyjmeme objemné předměty z kapes. Poklekneme k jeho boku a rovně natáhneme dolní končetiny. Pak vyčistíme ústní dutinu a uvolníme dýchací cesty záklonem hlavy a předsunutím dolní čelisti vpřed.

- Paži k nám bližší upažíme do pravého úhlu, pokrčíme ji v lokti a položíme na podložku dlaní nahoru. Od nás vzdálenější paži položíme postiženému přes hrudník, dlaní dolů na rameno (k nám bližší).
- Vzdálenější dolní končetinu uchopíme pod kolenem a táhneme ji nahoru tak, aby se chodidlo posunovalo po podložce.
- Volnou rukou uchopíme postiženého za vzdálenější rameno a současným tahem za něj a za vzdálenější dolní ohnuté koleno jej šetrně a pomalu druhou rukou překllopíme k sobě na bok. Současně upravíme výše ležící dolní končetinu tak, aby kyčel i koleno byly ohnuty v pravém úhlu.
- Postiženému zakloníme hlavu, aby dýchací cesty zůstaly volné. Je-li třeba, uložíme jeho výše ležící ruku pod tvář tak, aby se hlava udržela v záklonu a byla skloněna mírně k podložce. Pravidelně kontrolujeme vědomí, dýchání a tep.

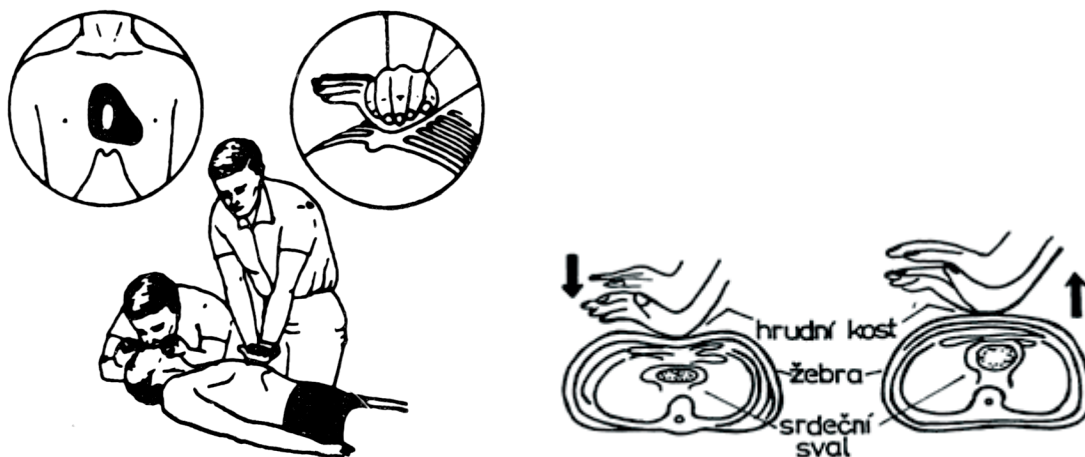


Obr. 5.1 Stabilizovaná poloha

5.4.3 Postižený je v bezvědomí, nedýchá nebo dýchá nedostatečně

Na rozdíl od dříve používaných postupů se v současnosti v případě bezdeší předpokládá i zástava srdeční činnosti, proto ihned zahajujeme kardiopulmonální resuscitaci (KPR - umělé dýchání kombinované s nepřímou srdeční masáží).

- Postiženého **uložíme rovně na záda na rovnou pevnou podložku** a obnažíme mu hrudník. Oděv kolem krku uvolníme, stejně tak hrudník a pásek na břicho musí být volné.
- Pokud jsou v ústech viditelné překážky, např. volná zubní protéza, žvýkačka, odstraníme je.
- Dlaní na plocho položenou na čelo stlačíme šetrně hlavu do záklonu tak, aby palec a ukazovák této ruky zůstaly volné a mohli jsme stisknout chřípí nosu z obou stran.
- Nedojde-li k obnově dýchání, zahájíme resuscitaci. Provedeme **sérii 30 stlačení hrudníku** (masáže srdce):
 - Zápěstí jedné druhé ruky dolním okrajem dlaně položíme na střed hrudní kosti. Na zápěstí této ruky položíme dlaňovou plochu zápěstí své druhé ruky a zaklesneme prsty obou rukou.
 - Nakloníme se nad resuscitovaného tak, abychom s **nataženými horními končetinami v loktech** kolmo proti páteři mohli stlačovat hrudní kost **do hloubky 4 až 5 cm**.
 - Po plynulém aktivním stlačení vždy **tlak zcela uvolníme**, ruce však necháme ležet na hrudníku - nezdviháme je – a pokračujeme s **frekvencí 100 stlačení za minutu pravidelně a plynule** tak, aby se délka stlačení rovnala délce uvolnění tlaku.



Obr. 5.2 Nepřímá masáž srdce, zde při součinnosti dvou záchránců: první provádí masáž, druhý umělé dýchání. Je vyznačena správná poloha a postavení rukou masírujícího záchránce

- Po 30 stlačeních **provedeme 2 vdechy**:
 - Jednou rukou stiskneme měkkou část chřípí mezi ukazovákem a palcem tak, aby se nosní průchody neprodyšně uzavřely; tlakem této ruky zároveň udržujeme záklon hlavy.
 - Druhou rukou umožníme mírné otevření úst a udržujeme lehké předsunutí dolní čelisti.
 - Zhluboka se nadechneme a obemkneme svými rty těsně ústa postiženého.
 - Plynule vdechujeme svůj vydechovaný vzduch do jeho úst tak, aby **celý umělý vdech trval přibližně 1 sekundu**, a současně **pozorujeme, zda se postiženému zvedá hrudník**. Objem vdechu by měl být 500 až 600 ml. Vdechu má být kladen velmi malý odpor. Zvýší-li se odpor, zvětšíme záklon hlavy a předsunutí čelisti.
 - Svoji hlavu oddálíme, udržujeme stále záklon hlavy postiženého a předsunutí jeho dolní čelisti s pootvřenými ústy a současně pozorujeme hrudník, až zcela poklesne do předchozího výdechového postavení. Vždy počkáme na úplné poklesnutí hrudníku a teprve pak pokračujeme dalším vdechem.



Obr. 5.3 Dýchání z plic do plic. Není-li možno ústa otevřít, náhradně dýcháme z plic do plic ústy do nosu. U malých dětí dýcháme z plic do plic ústy do úst a nosu současně

- Pokračujeme další sérií 30 stlačení hrudníku
- U kojenců a velmi malých dětí se hrudník stlačuje pouze jedním či dvěma prsty, frekvencí 120 stlačení za minutu, u novorozenců se doporučuje poměr 1 vdech na 3 až 5 stlačení.

Při provádění kardiopulmonální resuscitace se věnujeme výhradně této činnosti!

S postiženým nepohybujeme. Krvácení z ran bývá minimální, protože krevní tlak je nízký. Podle lékařských výzkumů je při KPR dosahováno pouze 30 – 40 % normálního průtoku krve mozkem, což je ale dostatečné pro jeho udržení při životě.

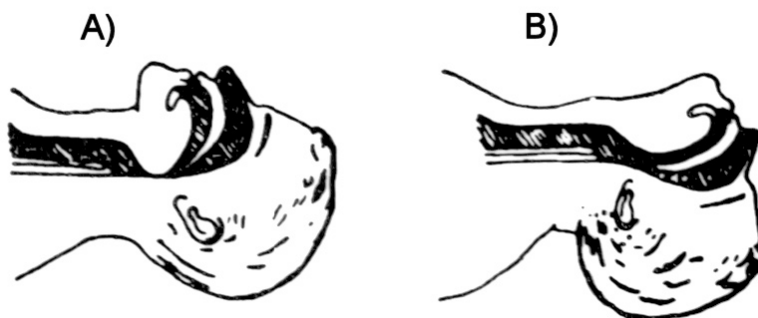
Výhodnější je součinnost dvou záchránců, kteří se mohou střídát v dýchání a masáži srdce. Nejsou-li od počátku k dispozici, zahájí resuscitaci bez prodlení jeden záchránce.

5.4.3.1 Uvolnění dýchacích cest a udržení jejich průchodnosti

Základní podmínkou dostatečného dýchání při spontánním i umělém dýchání je volná průchodnost dýchacích cest.

Při umělém dýchání nebo u člověka v bezvědomí je důležité udržovat záklon hlavy, aby nedošlo k uzavření dýchacích cest kořenem jazyka, Obr. 5.4. Při

uvolňování dýchacích cest prsty lehce zaklesnutými pod oblouk dolní čelisti zdviháme



Obr. 5.4 Význam záklonu hlavy pro uvolnění dýchacích cest: a) před zakloněním, b) po zaklonění hlavy

dolní čelist tahem dopředu a vzhůru. Máme-li k dispozici spolupracovníka, zasuneme postiženému pod zátylek stočenou příkrývku, podušku nebo noviny tak, aby se hlava udržovala v záklonu.

V případě obstrukce dýchacích cest cizím tělesem (ovšem za předpokladu postiženého při vědomí) použijeme pro uvolnění obstrukce např. až 5 úderů dlaní ruky do zad mezi lopatky (postižený je v předklonu) nebo tzv. Heimlichův manévr: postiženého posadíte či postavte a obejměte jej ze zadu rukama kolem nadbříšku. Jednu ruku sevřete v pěst a položte ji pod dolní konec hrudní kosti, druhou ruku obejměte první. Pak několikrát ostře zatlačte směrem vzhůru. Pozor, Heimlichův manévr se neprovádí u dětí, těhotných žen a silně obézních osob.

5.4.3.2 Obličejová resuscitační rouška

Při dýchání z úst do úst je výhodné použít obličejovou resuscitační roušku. Rozestřenou do plochy ji uložíme na obličej resuscitovaného tak, aby ventilůk nebo speciální filtr byl uložen na jeho ústech. Hlavu zakloníme a ústa jsou pootevřena proti filtru. Dvěma prsty stiskneme chrípí. Pak provádíme umělé dýchání způsobem, jak bylo uvedeno výše.

5.4.3.3 Účinnost resuscitace

Účelem laické resuscitace je udržet postiženého ve stavu schopném oživení až do příjezdu lékařské první pomoci.

KPR provádíme až do obnovení krevního oběhu či příjezdu odborné pomoci. Případy, kdy se obnoví dostatečná srdeční činnost, dostatečné dýchání, případně dojde i k návratu vědomí, jsou výjimečné. V případě, že postižený po resuscitaci nabude vědomí, **musí zůstat nadále vleže a musí být sledován jeho stav** až do předání do lékařské péče. Není vyloučeno opakované selhání kterékoliv životně důležité funkce.

Účinnost prováděné kardiopulmonální resuscitace je možno posoudit podle různých známek. Pokud se stav postiženého lepší:

- mizí cyanotické zbarvení (zmodrání) kůže,
- obnovuje se reakce zornic na světlo,
- obnoví se spontánní dýchání a krevní oběh.

5.4.4 Automatický externí defibrilátor (AED)

Následkem infarktu myokardu, zásahu elektrickým proudem a některých dalších úrazů dochází k poruše pravidelnosti srdečních stahů nebo k srdeční zástavě. V 80 – 90 % případů nastává nejprve ventrikulární (komorová) fibrilace, kdy se srdce namísto normálních stahů chvěje a přestává čerpat krev. Tento život ohrožující stav je možné efektivně zvrátit podáním řízeného elektrického výboje do srdce, čímž může dojít k restartu normální elektrické srdeční aktivity a obnovení pravidelného srdečního rytmu.

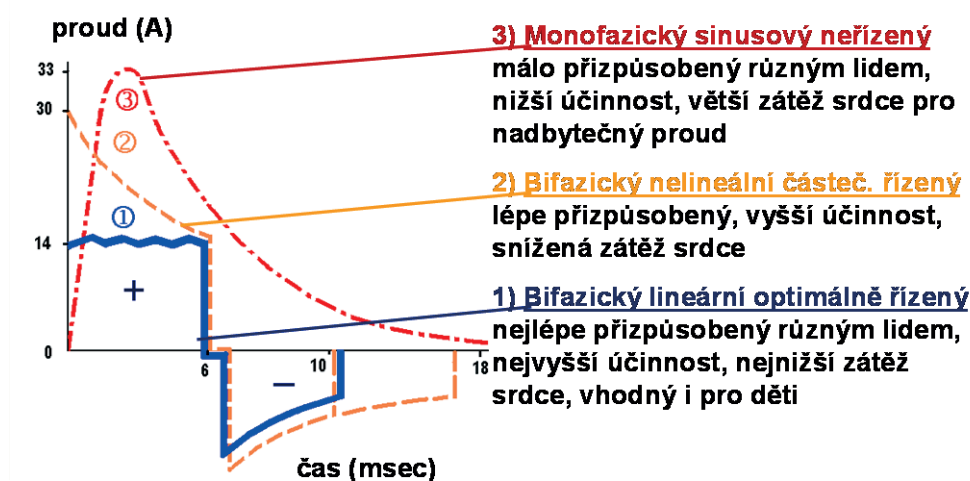
Pro tento účel slouží defibrilátory. Manuální (tzv. „lékařské“) defibrilátory se používají od 50. let 20. století. Může je obsluhovat pouze vyškolený lékař, který posoudí vhodnost podání výboje podle monitoru EKG, ručně nastavuje energii výboje a přikládá elektrody na hrudník pacienta. Na počátku 90. let se objevily automatické (tzv. „laické“) defibrilátory - AED. Při jejich vývoji byl kladen velký důraz na spolehlivost automatiky a bezpečnost pacienta a záchránce. AED mají elektrody na jedno použití pro snadné přiložení na hrud' pacienta, automaticky rozhodují o vhodnosti podání výboje podle EKG a nastavují energii výboje. Pro usnadnění laické první pomoci byly moderní typy AED rozšířeny o názorné vedení záchránce během celého procesu resuscitace pomocí hlasových instrukcí. U některých AED je účinnost masáže srdce kontrolována tlakovými čidly umístěnými v elektrodách.

Postupem technického vývoje se zlepšily parametry defibrilátorů. První defibrilátory používaly výboj



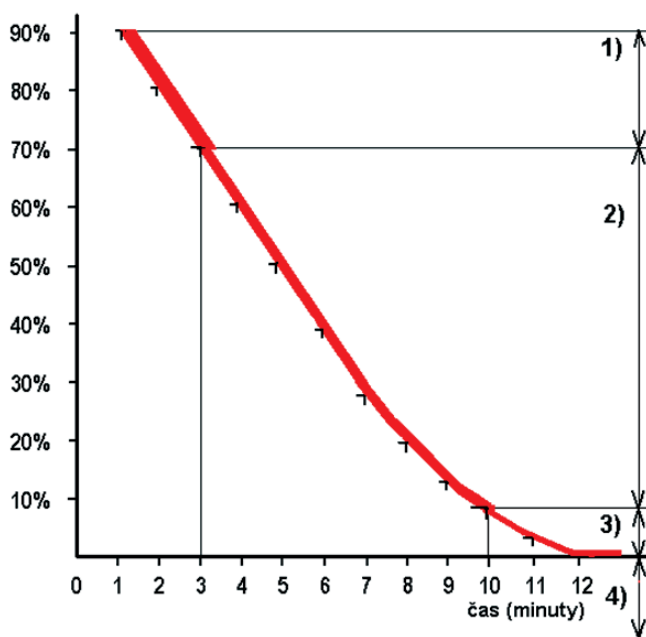
Obr. 5.5 AED s připojenými elektrodami

nabitého kondenzátoru přes RL obvod do těla pacienta, čímž vznikal monofazický neřízený puls. Bifazický puls (sestavá z kladné a záporné části) má lepší účinnost při defibrilaci a méně zatěžuje srdce elektrickým proudem, viz Obr. 5.6.



Obr. 5.6 Průběhy výbojů elektrických defibrilátorů

úspěšnost defibrilace



- 1) AED přímo v místě, aplikuje svědek do 3 min., úspěšnost 90 – 70 %
- 2) AED není v místě, aplikuje svědek do 3 -10 min., úspěšnost 70 – 10 %
- 3) průměrné zahájení resuscitace ZZS do 10 – 12 min., úspěšnost pod 10 %
- 4) při delší době dojezdu ZZS, nad 12 min., úspěšnost 0 %

Obr. 5.7 Pravděpodobnost úspěšné defibrilace v závislosti na čase od vzniku fibrilace do podání výboje

V ČR je ročně 20 000 občanů postiženo zástavou srdce mimo nemocnici. Zdravotní záchranné službě se podaří z časových důvodů defibrilovat asi 1 000 (asi 5 %). Jak vyplývá z grafu na Obr. 5.7, je pro účelnou defibrilaci nutná rychlá dostupnost AED. Jejich vhodná umístění jsou např.:

- vrátnice, recepce firem a hotelů, u bezpečnostních služeb,
- ošetrovny, ordinace lékaře, místnost pro sestry,
- místnost obecního úřadu s přístupem autorizovaných osob,



- frekventované prostory ve skříňce s hlásičem vyjmutí,
- hasičská zbrojnice, výjezdová vozidla, u hasicího přístroje.

Místo kde je AED k dispozici se označuje značkou srdce s nápisem AED.

5.4.5 Další úkony při poskytování první pomoci

- Má-li postižený spontánní srdeční činnost s hmatným tepem, **je třeba ošetřit zevní krvácení, zvláště silné a z větších ran**. Přiložíme proto tlakový obvaz. Ošetřením pověříme další osobu.
- Pokud nelze na končetiny přiložit tlakový obvaz, můžeme dočasně přiložit zaškrcovadlo přibližně na horní třetině paže nebo stehna, které neuvolňujeme. Čas přiložení zaškrcovadla zaznameneáme.
- Zlomeninám a ranám věnujeme pozornost jen tehdy, pokud je postižený při vědomí a dostatečně dýchá. Účelem takové pomoci je chránit rány před znečištěním a zastavit krvácení. Rány zakryjeme dočasným krycím obvazem, např. balíčkovým sterilním rychloobvazem.
- Kryté zlomeniny, tj. bez porušení kůže, je nejvhodnější ponechat k lékařskému ošetření.
- Otevřené zlomeniny, tj. s porušením kůže, vyžadují během laické první pomoci:
 - rozstřížení oblečení v místě krvácení a v jeho okolí,
 - krytí rány bez větších pohybů zlomenou končetinou, nesmí se stlačovat úlomky kostí,
 - při prudkém krvácení přiložení zaškrcovadla.
- **Popáleniny dobře kryjeme popáleninovou rouškou** nebo improvizovaně čistou bavlněnou textilií, která není plstnatá ani s vlasem. Upevníme ji obinadlem nebo šátkem.

5.4.6 Protišoková opatření

Následkem úrazu **může u postiženého při vědomí nastat pourazový šok**, který může být i životu nebezpečný. Proto je třeba odstranit nepříznivě působící faktory a zabránit rozvinutí šoku. Vhodná je protišoková poloha s vyvýšenou dolní částí těla, kdy dojde k přesunu krve z končetin k mozku.

Protišoková opatření jsou známa jako **pravidlo 5T**:

- **Ticho** Uklidňujeme postiženého a zajistíme dostatečný klid v okolí.
- **Teplo** Následkem šoku může být porušena termoregulace těla, proto zamezíme podchlazení postiženého. Podložíme pod něj termoizolační podložku, odstraníme případný mokrý oděv, přikryjeme jej suchou pokrývkou. V některých případech musíme naopak zabránit přehřátí.
- **Tekutiny** Postiženému se nesmí podávat žádné tekutiny, pocit žízně lze tlumit vlhčením rtů.
- **Tišení bolesti** Není vhodné podávat tišící léky. Bolesti tlumíme ošetřením poranění a znehybněním zraněných částí těla postiženého.
- **Transport** Pokud je možné, přenecháme transport na odbornou lékařskou pomoc. V nutných případech je třeba přemísťovat postiženého šetrně, např. pomocí nosítek.

5.5 VYŠETŘENÍ PŘÍČIN ÚRAZU

Každý úraz elektrickou energií musí být bezodkladně a řádně vyšetřen zejména z hlediska jeho příčin (selhání lidského faktoru, technická závada, chybná organizace pracovní činnosti). Povinnost vyšetřit úraz a uvědomit příslušný orgán státního odborného dozoru nad bezpečností práce ze strany zaměstnavatele je jednoznačně stanovena v §133 odst. 1 písm. h) Zákoníku práce. Po určení příčiny úrazu smí být zařízení uvedeno do provozu za následujících podmínek:

- **Příčinou úrazu bylo selhání pracovníka** a následně byla provedena odborná prohlídka EZ odpovědným pracovníkem organizace.
- **Příčinou úrazu byla chybná organizace pracovní činnosti**, následně byly stanoveny organizační a technická opatření zamezující opakování příčin úrazu (opatření musí být odsouhlasena orgánem státního odborného dozoru nad bezpečností práce)
- **Příčinou úrazu byla technická závada na zařízení**, závada byla následně odstraněna a byla provedena výchozí revize.

Výsledek šetření je důležitý pro další preventivní opatření. Vyšetření úrazu je rovněž nezbytné pro řízení příslušné zdravotní pojišťovny.

LITERATURA

Související české technické normy

- [1] ČSN 33 0010:1984 Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení. Rozdělení a pojmy
- [2] ČSN 33 0050-826:1996 Mezinárodní elektrotechnický slovník. Kapitola 826: Elektrická zařízení a instalace v budovách ČSN IEC 60050-826:2006
- [3] ČSN 33 0120:2001 Elektrotechnické předpisy. Normalizovaná napětí IEC
- [4] ČSN 33 0121:2001 Elektrotechnické předpisy. Jmenovitá napětí veřejných distribučních sítí nn
- [5] ČSN 33 0172:1988 Elektrotechnické předpisy. Označování a tvary ovládacích tlačítek
- [6] ČSN 33 1310:1995 Elektrotechnické předpisy. Bezpečnostní předpisy pro elektrická zařízení určená k užívání osobami bez elektrotechnické kvalifikace
- [7] ČSN 33 1500:1991 Elektrotechnické předpisy. Revize elektrických zařízení
- [8] ČSN 33 1600:1994 Elektrotechnické předpisy. Revize a kontroly elektrického ručního nářadí během používání
- [9] ČSN 33 1610:2005 Elektrotechnické předpisy. Revize a kontroly elektrických spotřebičů během jejich používání
- [10] ČSN 33 2000-1:2003 Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení. Část 1: Rozsah platnosti, účel a základní předpisy
- [11] ČSN 33 2000-3:1995 Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení. Část 3: Hodnocení základních charakteristik
- [12] ČSN 33 2000-4-41 ed. 2:2007 Elektrická instalace nízkého napětí. Část 4-41: Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti – Ochrana před úrazem elektrickým proudem
- [13] ČSN 33 2000-4-42:1994 Elektrická zařízení. Část 4: Bezpečnost. Kapitola 42: Ochrana před tepelnými účinky
- [14] ČSN 33 2000-4-43:2003 Elektrické instalace budov. Část 4: Bezpečnost. Kapitola 43: Ochrana proti nadproudům
- [15] ČSN 33 2000-4-47:1997 Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení. Část 4: Bezpečnost. Kapitola 47: Použití ochranných opatření pro zajištění bezpečnosti. Oddíl 470: Všeobecné. Oddíl 471: Opatření k zajištění ochrany před úrazem elektrickým proudem
- [16] ČSN 33 2000-4-473:1994 Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení. Část 4: Bezpečnost. Kapitola 47: Použití ochranných opatření pro zajištění bezpečnosti. Oddíl 473: Opatření k ochraně proti nadproudům
- [17] ČSN 33 2000-4-481:1997 Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení. Část 4: Bezpečnost. Kapitola 48: Výběr ochranných opatření podle vnějších vlivů. Oddíl 481: Výběr opatření na ochranu před úrazem elektrickým proudem podle vnějších vlivů
- [18] ČSN 33 2000-5-51 ed. 2:2000 Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení. Část 5: Výběr a stavba elektrických zařízení. Kapitola 51: Všeobecné předpisy
- [19] ČSN 33 2000-5-54:1996 Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení. Část 5: Výběr a stavba elektrických zařízení. Kapitola 54: Uzemnění a ochranné vodiče
- [20] ČSN 33 2000-6:2007 Elektrotechnické předpisy. Elektrické instalace nízkého napětí. Část 6: Revize
- [21] ČSN 33 2130:1994 Elektrotechnické předpisy. Vnitřní elektrické rozvody
- [22] ČSN 34 0350:1965 Elektrotechnické předpisy ČSN. Předpisy pro pohyblivé přívody a pro šňůrová vedení
- [23] ČSN EN 50110 ed. 2:2005 Obsluha a práce na elektrických zařízeních
- [24] ČSN EN 50191:2001 Zřizování a provoz zkušebních elektrických zařízení
- [25] ČSN EN 60071-1:2000 Elektrotechnické předpisy. Koordinace izolace. Část 1: Definice, principy a pravidla

- [26] ČSN EN 60073 ed. 2:2003 Základní a bezpečnostní zásady pro rozhraní člověk-stroj, značení a identifikaci - Zásady kódování sdělovačů a ovládačů
- [27] ČSN EN 60439-1 ed. 2:2000 Rozváděče nn. Část 1: Typově zkoušené a částečně typově zkoušené rozváděče
- [28] ČSN EN 60445 ed. 2:2001 Základní a bezpečnostní principy pro rozhraní člověk-stroj, značení a identifikace. Značení svorek zařízení a konců určitých vybraných vodičů, včetně obecných pravidel písmenno-číslicového systému
- [29] ČSN EN 60446:2001 Základní a bezpečnostní zásady při obsluze strojních zařízení. Značení vodičů barvami nebo číslicemi
- [30] ČSN EN 60447 ed. 2:2004 Základní a bezpečnostní zásady pro rozhraní člověk-stroj, značení a identifikaci - Zásady pro ovládání
- [31] ČSN EN 60529:1993 Stupně ochrany krytem (krytí – IP kód)
- [32] ČSN EN 61140 ed. 2:2003 Ochrana před úrazem elektrickým proudem. Společná hlediska pro instalaci a zařízení
- [33] ČSN EN 61558-1 ed. 2:2006 Bezpečnost výkonových transformátorů, napájecích zdrojů, tlumivek a podobných výrobků
- [34] ČSN EN 61558-2-1 ed.2:2007 Bezpečnost výkonových transformátorů, napájecích zdrojů a podobně - Část 2-1: Zvláštní požadavky pro transformátory s odděleným vinutím pro všeobecné použití
- [35] ČSN IEC 479-1:1998 Účinky proudu na člověka a domácí zvířectvo. Část 1: Obecná hlediska
- [36] ČSN IEC 60050-195:2001 Mezinárodní elektrotechnický slovník. Kapitola 195: Uzemnění a ochrana před úrazem elektrickým proudem
- [37] ČSN ISO 3864:1995 Bezpečnostní barvy a bezpečnostní značky
- [38] Doporučení ČES 00.02.94:1994 První pomoc při úrazu elektrickou energií
- [39] Doporučení ČES 33.03.94:1994 Kontroly elektrických spotřebičů a pohyblivých přívodů
- [40] Doporučení ČES 33.04.94:1994 Poučení o správném a bezpečném užívání elektrické instalace laiky

Použitá literatura

- [41] CIPRA, M. – KŘÍŽ, M. – KŮLA, V.: Úvod do elektrotechniky. Skriptum ČVUT, Praha 2000
- [42] HONYS, V.: Příručka pro zkoušky elektrotechniků. Druhé vydání. IN-EL s.r.o., Praha 2001
- [43] URBAN, Z.: Úrazy, požáry a havárie v elektrotechnice – příčiny a důsledky. IN-EL s.r.o., Praha 1997
- [44] BASTIAN, P. a kol.: Praktická elektrotechnika. EUROPA-SOBOTÁLES, Praha 2004
- [45] TKOTZ, K. a kol.: Příručka pro elektrotechnika. EUROPA-SOBOTÁLES, Praha 2002

Použité firemní podklady a materiály

- [46] OEZ, s.r.o. www.oez.cz
- [47] OBO Bettermann Praha, s.r.o. www.obo.cz
- [48] SALTEK, s.r.o. www.saltek.cz
- [49] DEHN + Söhne ČR www.dehn.cz
- [50] JHM, s.r.o. www.jhm.cz
- [51] Promat, s.r.o. www.promatpraha.cz

ÚVOD	3
1 ELEKTRICKÁ ZAŘÍZENÍ	4
1.1 Názvosloví	4
1.2 Rozdělení elektrických zařízení	4
1.2.1 Rozdělení EZ podle účelu	4
1.2.2 Rozdělení EZ podle napětí	5
1.2.3 Rozdělení EZ podle druhu proudu	5
1.2.4 Rozdělení EZ podle nebezpečí úrazu	5
1.2.5 Rozdělení EZ podle provozní spolehlivosti	5
1.3 Jmenovitá napětí	5
1.3.1 Jmenovitá napětí střídavých sítí	6
1.3.2 Jmenovitá napětí střídavých zdrojů a spotřebičů	6
1.4 Značení vodičů a svorek elektrických předmětů	6
1.4.1 Značení vodičů a svorek písmenno-číslicovým systémem	6
1.4.2 Značení vodičů barvami	7
1.5 Druhy rozvodných sítí	9
1.5.1 Značení sítí	9
1.5.2 Síť TN	10
1.5.3 Síť TT	12
1.5.4 Síť IT	12
1.5.5 Stejnoseměrné sítě	13
1.6 Připojování elektrických předmětů	13
1.6.1 Druhy přívodů	13
1.6.2 Zásuvky střídavého rozvodu	15
1.7 Krytí elektrických zařízení	15
1.8 Značky na elektrických předmětech	16
Schvalovací značky	16
Grafické značky	17
2 BEZPEČNOST V ELEKTROTECHNICE	18
2.1 Názvosloví	18
2.2 České technické normy	19
2.3 Bezpečný výrobek	19
2.3.1 Kontroly a revize elektrických spotřebičů	20
2.4 Bezpečná elektrická instalace	20
2.5 Povinnosti zaměstnavatelů a zaměstnanců při provozu EZ	21
2.5.1 Povinnosti zaměstnavatelů	21
2.5.2 Práva a povinnosti zaměstnanců	21
2.6 Bezpečná činnost na EZ	22
2.6.1 Přehled činností na EZ	22
2.7 Elektrotechnická kvalifikace pro obsluhu a práci na EZ	23
2.7.1 Vyhláška č. 50/1978 Sb.	23
2.7.2 Studenti a žáci elektrotechnických škol	25
2.8 Zakázané práce	26
2.9 Zajištění bezpečnosti při práci	26
2.9.1 Bezpečnostní sdělení	26
2.9.2 Ochranné a pracovní pomůcky	28
2.9.3 Technická a organizační opatření	28

2.9.4	Pravidla bezpečné práce na EZ	28
2.9.5	Státní odborný dozor nad bezpečností práce	29
2.10	Zřizování a provoz zkušebních zařízení	30
2.10.1	Názvosloví	30
2.10.2	Zřizování zkušebních zařízení	30
2.10.3	Provozování zkušebních zařízení	31
3	ÚRAZ ELEKTRICKÝM PROUDEM	32
3.1	Účinky elektrického proudu na lidský organizmus	32
4	OCHRANA PŘED ÚRAZEM ELEKTRICKÝM PROUDEM	34
4.1	Názvosloví	34
4.2	Všeobecně	35
4.2.1	Prostory z hlediska nebezpečí úrazu elektrickým proudem	35
4.3	Princip ochrany před úrazem elektrickým proudem	35
4.3.1	Druhy izolací elektrických zařízení	36
4.4	Ochranné prostředky (prvky ochranných opatření)	37
4.4.1	Prostředky základní ochrany	38
4.4.2	Prostředky ochrany při poruše	39
4.4.3	Prostředky zvýšené ochrany	43
4.5	Ochranná opatření před úrazem elektrickým proudem	43
4.5.1	Ochrana automatickým odpojením od zdroje	43
4.5.2	Ochrana dvojitou či zesílenou izolací	50
4.5.3	Ochrana elektrickým oddělením	51
4.5.4	Ochrana malým napětím SELV a PELV	52
4.5.5	Ochrana omezením ustáleného dotykového proudu a náboje	53
4.5.6	Doplňková ochrana	53
4.6	Koordinace konstrukce EZ a ochranných prostředků v elektrické instalaci	54
4.6.1	Zařízení třídy ochrany 0	54
4.6.2	Zařízení třídy ochrany I	54
4.6.3	Zařízení třídy ochrany II	54
4.6.4	Zařízení třídy ochrany III	55
5	PRVNÍ POMOC PŘI ÚRAZU ELEKTRIKOU	56
5.1	Postup záchranných prací	56
5.2	Technická první pomoc	56
5.2.1	Vyproštění	57
5.3	Určení rozsahu poranění a přivolání lékařské první pomoci	58
5.3.1	Základní zásady	58
5.3.2	Přivolání zdravotnické pomoci	59
5.4	Poskytnutí laické první pomoci	59
5.4.1	Postižený je při vědomí	60
5.4.2	Postižený je v bezvědomí, dostatečně dýchá	60
5.4.3	Postižený je v bezvědomí, nedýchá nebo dýchá nedostatečně	61
5.4.4	Automatický externí defibrilátor (AED)	63
5.4.5	Další úkony při poskytování první pomoci	65
5.4.6	Protišoková opatření	65
5.5	Vyšetření příčin úrazu	65
	LITERATURA	66