

Učební text

Elektromontér fotovoltaických systémů

Kód oboru : 26-014-H

První pomoc při úrazu elektrickým proudem, ochrana před úrazem elektrickým proudem, obsluha a práce na elektrických zařízeních

13.5.2016

Solární energie s.r.o.

Zpracoval: Ing. Jan Dudek, Ph.D.

Název: **První pomoc při úrazu elektrickým proudem, ochrana před úrazem elektrickým proudem, obsluha a práce na elektrických zařízeních**

Autor: Jan Dudek

Vydal: Solární Energie s.r.o. www.solarnienergie.cz

Vydání: první, 2016

Počet stran: 95

Studijní materiály pro školení první pomoci při úrazu elektrickým proudem a informace týkající se obsluhy a práce na elektrických zařízeních

Jazyková korektura: nebyla provedena.

Určeno pro projekt:

Národní soustava kvalifikací – NSK, přípravný text ke zkouškám Elektromontér fotovoltaických systémů (kód: 26-014-H)

© Solární Energie s.r.o.

POKYNY KE STUDIU

První pomoc při úrazu elektrickým proudem, ochrana před úrazem elektrickým proudem, obsluha a práce na elektrických zařízeních

Materiál vznikl jako přípravný text ke zkouškám Elektromontér fotovoltaických systémů (kód: 26-014-H), neobsahuje kompletní informace týkající se technických opatření k zajištění bezpečnosti a všeobecné předpisy vztahující se k provedení a funkce elektrické instalace, ale respektuje požadavky obsažené v hodnoticím standardu NSK, a reflektuje požadavky na ústní a písemnou část zkoušky.

Prerekvizity

Pro studium tohoto materiálu se předpokládají znalosti v rozsahu učebních oborů elektro.

Cílem dokumentu

je seznámení se základními předpisy a nařízeními v elektrotechnice týkající se obsluhy a práce na elektrických zařízeních, způsobů dosažení ochrany před úrazem elektrickým proudem, zásadami poskytování první pomoci a principem vzniku úrazu elektrickým proudem.

Pro koho je dokument určen

Učební text je svým rozsahem poměrně stručný, mnohá problematika je pouze nastíněna, protože úplný výklad norem a předpisů (tak, jak ji znají vedoucí elektrotechnici a revizní technici) by výrazně přesahoval požadovaný časový rámec. Text se opírá o výtahy z technických norem a předpisů, avšak je záměrně psán tak, aby náročnost studia odpovídala přibližně středoškolské učebnici.

Text se dělí na části, kapitoly, které odpovídají logickému dělení studované látky, ale nejsou stejně obsáhlé. Předpokládaná doba ke studiu kapitoly se může výrazně lišit, proto jsou velké kapitoly děleny dále na číslované podkapitoly a těm odpovídá níže popsaná struktura.

Při studiu každé kapitoly doporučujeme následující postup:



Čas ke studiu: xx hodin

Na úvod kapitoly je uveden **čas** potřebný k prostudování látky. Čas je orientační a může vám sloužit jako hrubé vodítko pro rozvržení studia celého předmětu či kapitoly. Někomu se čas může zdát příliš dlouhý, někomu naopak. Jsou studenti, kteří se s touto problematikou ještě nikdy nesetkali a naopak takoví, kteří již v tomto oboru mají bohaté zkušenosti.



Cíl: Po prostudování tohoto odstavce budete umět

- ☐ popsat ...
- ☐ definovat ...
- ☐ vyřešit ...

Ihned potom jsou uvedeny cíle, kterých máte dosáhnout po prostudování této kapitoly – konkrétní dovednosti, znalosti.



VÝKLAD

Následuje vlastní výklad studované látky, zavedení nových pojmů, jejich vysvětlení, vše doprovázeno obrázky, tabulkami, řešenými příklady, odkazy na animace.



Shrnutí pojmů

Na závěr kapitoly jsou zopakovány hlavní pojmy, které si v ní máte osvojit. Pokud některému z nich ještě nerozumíte, vraťte se k nim ještě jednou.

Úspěšné a příjemné studium s touto učebnicí Vám přeje autor výukového materiálu.

Jan Dudek

1. Definice pojmů



Čas ke studiu: 45 min



Cíl Po prostudování tohoto odstavce budete umět

- znát význam všeobecně užívaných odborných termínů v elektrotechnice
- charakterizovat aspekty, na kterých závisí bezpečný provoz VTZ



Výklad

1.1. Odborné termíny

□ Užití odborných termínů

Pro správné pochopení principů a požadavků normativních dokumentů nestačí pouhá znalost fyzikální podstaty. Ta je nutnou, nikoliv však postačující podmínkou. Aby se technici byli schopni mezi sebou domluvit, musí platit jednoznačně definované termíny, jejichž význam je zcela přesně definován. Proto ve většině technických norem je v úvodu kapitola *termíny a definice*.

Velmi často se lze setkat s neodborně přeloženým manuálem a návody k obsluze elektrických zařízení nebo nesmyslnými výrazy v technické dokumentaci. Pro zcela jednoznačný výklad i do cizích jazyků je součástí technických norem soubor IEC 50 (ČSN IEC 50) – Mezinárodní elektrotechnický slovník. Není nutné zdůrazňovat, že překlad s pomocí kapesního konverzačního slovníku leckdy degraduje snahu o srozumitelnost dokumentace a bylo by pravděpodobně lepší zachovat plnohodnotný a terminologicky správný anglický manuál (je-li k dispozici).

Citát:

"Odborné názvosloví neboli terminologie je nezbytnou podmínkou ke zvládnutí a využití všech zkušeností a myšlenek ve všech oborech. Vyspělá terminologie je nutná nejen k jejich dokumentování, ale i k jejich překládání a k pohoťovému tlumočení, k jejich *využívání při výuce na odborných školách* jakož i k vyučování cizím jazykům".

1.2. Výběr termínů z oblasti bezpečnosti v elektrotechnice

V následujícím odstavci budou objasněny některé termíny, se kterými se v textu bude dále pracovat, mnohdy bez dalšího upřesnění.

Živá část elektrického zařízení je vodič nebo vodivá část určená k tomu, aby při obvyklém užívání byla pod napětím. Nejčastěji se jedná o vodiče, vinutí motorů, transformátorů, ale i např. svorku baterie nebo akumulátoru.

Neživá část elektrického zařízení je vodivá část, které se lze dotknout a která není obvykle živá, ale může se stát živou v případě poruchy. Nejčastěji se jedná o kovové kryty.

Nebezpečná živá část je živá část, která za určitých podmínek může způsobit úraz elektrickým proudem. Prakticky se jedná o živou část s vyšším než tzv. bezpečným napětím.

Základní izolace je izolace živých částí, která zajišťuje tzv. základní ochranu, tj. ochranu před dotykem živých částí. Tato izolace musí mít definovanou kvalitu např. pro pracovní napětí 230 V AC, musí tato izolace mít izolační pevnost 1250 V.

Přídavná izolace je izolace, která v kombinaci se základní izolací zajišťuje ochranu tzv. dvojitou izolací. Prakticky je to např. u prodlužovacích šňůr vnější plášť. Přídavná izolace má rovněž definovanou kvalitu, pro pracovní napětí 230 V AC je předepsána izolační pevnost 2500 V.

Dvojitá nebo zesílená izolace je kombinací základní a přídavné izolace nebo, je-li to výrobně jednodušší jedné vrstvy tzv. zesílené izolace tj. izolace mající vlastnosti základní a přídavné izolace. Je to izolace, jejíž zaručená elektrická pevnost pro instalace nn musí být nejméně 4 kV.

Ochranné uzemnění - uzemnění může být pracovní (pro správnou funkci) a ochranné. Ochranné uzemnění je spojení neživých částí pomocí ochranného vodiče se zemí. To je předpoklad vyrovnání potenciálů vadné části zařízení a země při poruše. Ochranné uzemnění slouží tedy buď k eliminaci dotykového napětí nebo k zajištění tzv. automatického odpojení od zdroje.

Ochranné pospojování – pospojování se provádí za účelem vyrovnání potenciálů. Dvě části dobře vodivě spojené mají stejné napětí. Je tedy vyloučena existence dotykového napětí. Na rozdíl od ochranného uzemnění není obvod pospojování uzemněn.

Porucha – poruchou z bezpečnostního hlediska u instalací a elektrických spotřebičů se myslí stav, kdy jsou buď volně přístupné nebezpečné živé části (např. porušením izolace) nebo kdy se neživé části stanou částmi nebezpečně živými (například spojením nebezpečných živých částí s částmi neživými).

Dotykové napětí – jedná se o napětí, kterému může být vystavena osoba při doteku elektrického zařízení. Nejčastěji se jedná o napětí část elektrického zařízení v poruše – potenciál země, ale může se jednat i o napětí mezi dvěma částmi elektrického zařízení v poruše např. u ochrany elektrickým oddělením.

Malé napětí – **mn** jedná se o napětí, které nepřesahuje hranici napětíového pásma I. V prostorech normálních se malým napětím rozumí hodnoty do 50 V AC resp. 120 V DC. *(Poznámka – malé napětí zahrnuje jak obvody FELV, tak obvody SELV a PELV, jinak řečeno ne každé malé napětí je nutně bezpečné malé napětí).*

Nízké napětí – **nn** jedná se o napětí vyšší než napětí malé, ale nižší než napětí vysoké, které nepřesahuje hranici napětíového pásma II. Jeho meze jsou tedy 50 V AC – 600 V fázové, resp. 1 kV sdružené napětí a 120 V DC – 1,5 kV pro stejnosměrné.

Vysoké napětí – **vn** může být interpretováno dvěma způsoby. Vždy se jedná o napětí vyšší 1 kV AC (sdružené), resp. 1,5 kV DC. Z hlediska rozdělení napětí do hladin je vysoké napětí do 52 kV, u hladin napětí nad 52 kV hovoříme o velmi vysokém napětí, zvláště vysokém napětí atd.. Často však pojmem vysoké napětí charakterizujeme napětí vyšší než 1 kV (tedy všechny další skupiny). V některých evropských zemích (a často bohužel i v českých překladech) figuruje pojem střední napětí – jeho meze jsou podobné našemu napětí vysokému.

1.3. Bezpečnost elektrických zařízení

□ Definice pojmu bezpečnost elektrických zařízení

Pojem bezpečnost elektrických zařízení je obtížně definovaný termín. Připustíme-li drobné zkreslení, lze pojem bezpečnost elektrických zařízení definovat jako **schopnost nezpůsobit škody**. Pojmem škoda můžeme uvažovat ohrožení života a zdraví osob, hmotné škody a škody na životním prostředí (tedy to co legislativa, jmenovitě zák. 22/1997 Sb. definuje jako tzv. oprávněný zájem).

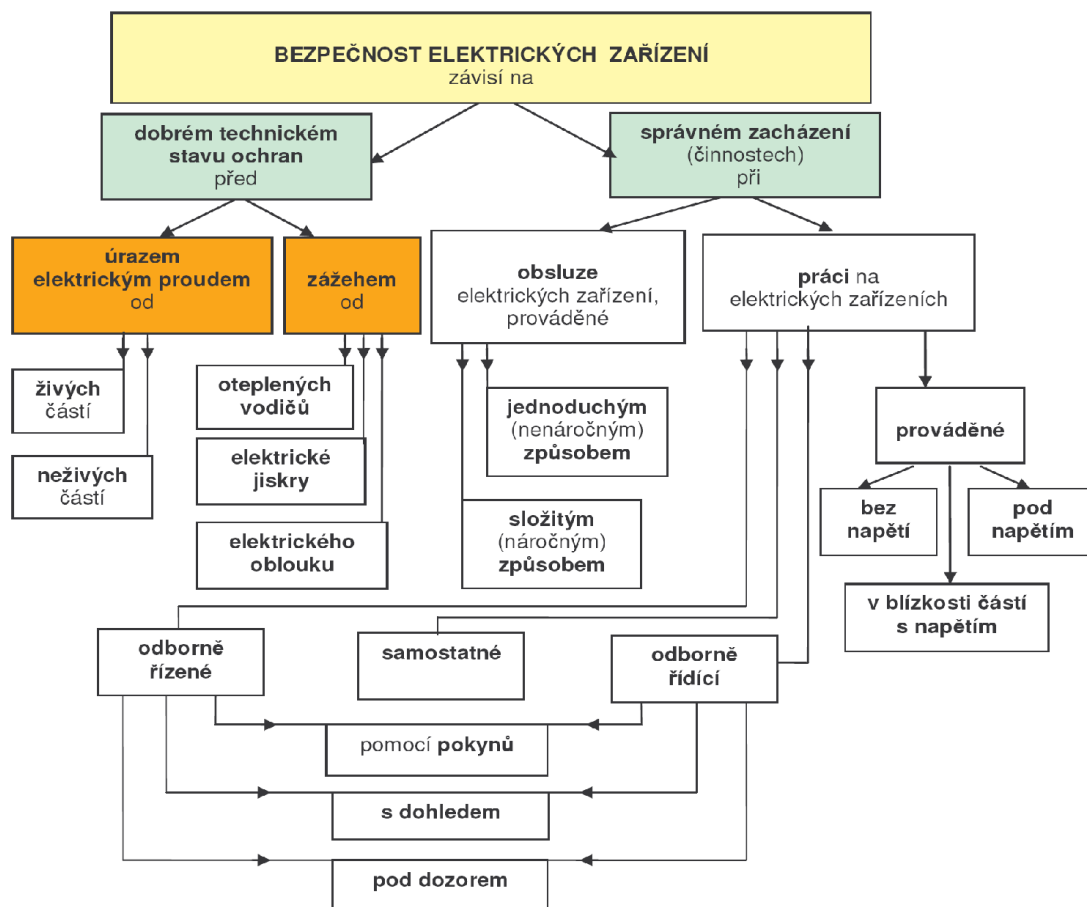
Elektrické zařízení se při svém provozu může stát zdrojem mnoha **elektrických nebezpečí** (tj. zdrojů potenciální škody). Tato nebezpečí mohou vznikat jednak **při poruše** popř. špatném technickém stavu zařízení, jehož příčinou může být úraz elektrickým proudem nebo zážeh od oteplených vodičů nebo jiskry nebo oblouku v důsledku spínání, vypínání nebo zkratu, ovšem i v **normálním** bezporuchovém stavu nejčastěji při neodborné obsluze nebo práci na elektrickém zařízení.

Proto lze bezpečnostní opatření pro zajištění bezpečného provozu elektrických zařízení rozdělit do dvou skupin:

Organizační opatření - se týkají výběru a odborné elektrotechnické kvalifikace pracovníků provádějících činnost na elektrickém zařízení.

Technická opatření - mají vyloučit nebo podstatně snížit riziko úrazu způsobené elektrickým zařízením, která svým provedením, volbou a umístěním nemusí být vždy naprosto bezpečná.

Teprve koexistence obou těchto opatření může významnou měrou snížit riziko úrazu při provozování elektrických zařízení (týká se jak elektrických rizik, z nichž je nejvýznamnější riziko úrazu elektrickým proudem, tak i např. mechanických rizik při provozu točivých elektrických strojů).



Obr. 1-1 Faktory vymezující bezpečnost elektrických zařízení, zdroj [22]

1.4. Dělení elektrických zařízení

□ Pojem elektrické zařízení

Elektrické zařízení je zařízení, které ke své činnosti nebo působení využívá účinků elektrických nebo elektromagnetických jevů. Elektrické zařízení nebo jeho části se skládají z elektrických obvodů, elektrické instalace a elektrických předmětů.

- *Elektrický obvod* je soustava vodičů a jiných prvků, kterými může protékat elektrický proud.
- *Elektrická instalace* je sestava vzájemně spojených elektrických předmětů a částí zařízení v daném prostoru nebo místě.
- *Elektrický předmět* je konstrukční část, sestava nebo celek, která se připojuje nebo zapojuje do elektrického obvodu.

□ Dělení elektrických zařízení podle účelu používání

Elektrická zařízení se podle svého účelu dělí na zařízení sdělovací, řídicí, silová a zvláštní.

- *Silová zařízení* jsou zařízení sloužící k výrobě, přeměně, přenosu a rozvodu elektrické energie. Jejich účel je tedy využití elektřiny jako formy energie.
- *Sdělovací zařízení* jsou elektrická zařízení sloužící k přenosu, zpracování, záznamu a reprodukci informací v jakékoliv formě. Jejich účelem je využití elektřiny k přenosu a zpracování informací.
- *Řídicí zařízení* jsou elektrická zařízení, která slouží k ovládání, měření, řízení ochraně a kontrole elektrických a neelektrických zařízení.
- *Zvláštní zařízení* jsou elektrická zařízení, která slouží zvláštním účelům, jiným, než zařízení výše jmenovaná. Jedná se např. o laboratorní, nebo zdravotnická zařízení.

Elektrické zařízení se posuzuje jako celek podle účelu, ke kterému má sloužit. Proto silové zařízení může obsahovat řídicí a sdělovací. Zejména v dnešní době je hranice mezi řídicími a sdělovacími zařízeními neostrá, vzniklá nepřesnost našťěstí ovšem neznámá problémy.

□ Dělení elektrických zařízení podle nebezpečí úrazu elektrickým proudem

Elektrická zařízení se podle nebezpečí úrazu elektrickým proudem dělí na zařízení silnoprůdová a slaboprůdová.

U silnoprůdových zařízení mohou při obvyklém užívání vznikat proudy nebo dojít k výskytu napětí, která mohou být nebezpečná osobám, užitkovým zvířatům, majetku a věcem.

Slaboprůdovými zařízeními nazýváme ta zařízení, u nichž tyto proudy a napětí nevznikají.

□ Dělení elektrických zařízení podle druhu a velikosti napájecího napětí

V Tab. 1-1 je uvedeno dělení elektrických druhů zařízení podle druhu a velikosti napájecích napětí a dělení napětí do kategorií. Zde je důležité zdůraznit meze tzv. malého napětí (bezpečné malé napětí je druh malého napětí) a to je 50 V střídavých (ať již proti zemi nebo mezi vodiči navzájem) a tzv. nízké napětí, které je již napětím, které může vyvolat úraz elektrickým proudem a toto napětí je napětím vyšším než je malé napětí, ale nejvýše 1000 V sdružené nebo 600 V fázové u střídavých napájecích soustav a 1500 V u stejnosměrných soustav.

Tab. 1-1 Dělení elektrických zařízení podle napětí a dělení napětí do kategorií dle ČSN 33 0010

Kategorie napětí	Označení napětí	Název zařízení	Jmenovité napětí		
			v uzemněné soustavě		v izolované soustavě
			mezi vodičem a zemí	mezi vodiči	mezi vodiči
1.	2.	3.	4.	5.	6.
I	mn	zařízení malého napětí	do 50 V**) včetně	do 50 V**) včetně	do 50 V **) včetně
II	nn	zařízení nízkého napětí	nad 50 V do 600 V včetně	nad 50 V*) do 1000 V**) včetně	nad 50 V*) do 1000 V**) včetně
A	vn	zařízení vysokého napětí	nad 0,6 kV a menší než 30 kV	nad 1 kV a menší než 52 kV	nad 1 kV a menší než 52 kV
B	vvn	zařízení velmi vysokého napětí	od 30 kV a menší než 171 kV	od 52 kV a menší než 300 kV	od 52 kV a menší než 300 kV
C	zvn	zařízení zvlášť vysokého napětí	—	od 300 kV do 800 kV včetně	—
D	uvn	zařízení ultra vysokého napětí	—	nad 800 kV	—



Shrnutí pojmů 1.

Bezpečnost elektrických zařízení – schopnost nezpůsobit škody.

Technická opatření – opatření spočívající v konstrukci, koncepci a provedení (zařízení).

Organizační opatření – opatření spočívající v kvalifikaci osob, jejich kompetencích, proškolení, v zásadách bezpečné činnosti a bezpečného provozu.

Živá část, neživá část, nebezpečná živá část – viz objasnění v kap. 1.1 - výběr termínů z oblasti bezpečnosti.

Základní izolace, přídatná izolace dvojité nebo zesílená izolace – viz objasnění v kap. 1.1 - výběr termínů z oblasti bezpečnosti.

Ochranné uzemnění, ochranné pospojování – viz objasnění v kap. 1.1 - výběr termínů z oblasti bezpečnosti.

Porucha, dotykové napětí – viz objasnění v kap. 1.1 - výběr termínů z oblasti bezpečnosti.

Malé napětí – mn, nízké napětí – nn, vysoké napětí – vn – viz objasnění v kap. 1.1 - výběr termínů z oblasti bezpečnosti.

2. Značení barvami a písmeny, význam barev



Čas ke studiu: 35 min



Cíl Po prostudování tohoto odstavce budete umět:

- znát barevné a písmenné značení vodičů a svorek v elektrické instalaci
- objasnit pojem ovládač a sdělovač a přiřadit správné barevné kódování těmto prvkům v závislosti na jejich funkci
- charakterizovat druhy informačních tabulek užívaných v průmyslu



Výklad

2.1. Značení a barvy vodičů v elektrické instalaci v síti nn

□ Vyhrazené barvy

V elektrické instalaci nízkého napětí je v zásadě povoleno používat barvy: černá, hnědá, oranžová, červená, modrá, zelená, žlutá, bílá, fialová, šedá, růžová, tyrkysová. Předpis použití jednotlivých barev uvedený dále v textu je přednostní, tj. pokud nehrozí záměnou nebezpečný stav, je možné od něj v krajním případě upustit.

Existují ovšem dvě výjimky. Jsou to tzv. vyhrazené barvy – jsou to barvy a kombinace jenž **nesmí** být použity pro jiný účel, než pro jaký jsou vyhrazeny. Jedná se o zeleno-žlutou (kombinace zelené barvy a žlutých pruhů) a málo sytou modř, nazývanou česky světle modrá.

Zeleno-žlutá barva musí být použita jen pro ochranný vodič (vodič PE). Proto se nedoporučuje ani užití vodičů barvy zelené nebo žluté tam, kde by toto mohlo vézt k záměně s ochranným vodičem.

Světle modrá barva musí být použita jen k identifikaci vodiče N (nulový nebo střední vodič).

Vodiče vyhrazených barev není dovoleno přeznačovat za účelem jiné funkce.

□ Přednostní barvy vodičů

Barvy vodičů se liší v závislosti na tom, jestli se jedná o tzv. holé nebo izolované vodiče. Holými vodiči rozumíme přípojnice (hliníkové nebo měděné pásy v rozvodnách, rozváděcích apod.). Izolovanými vodiči rozumíme jednotlivé izolované žíly (například kabelu) nebo tzv. jednožilové vodiče.

Tyto barvy jsou barvami přednostními, tj. je možné (s výjimkou barev vyhrazených) užít pro daný vodič i jiných barev. Je profesní ctí a dobrým zvykem užívat přednostních barev. Velmi výjimečně lze trvanlivým značením přeznačit vodič pro účely jiné funkce.

Barvy holých a izolovaných vodičů jsou uvedeny v Tab. 2-1 a v Tab. 2-2. Kromě barev zmíněných silových vodičů v instalaci se setkáváme s vodiči, které mají odlišné barevné značení a slouží pro napájení ovládacích okruhů strojních zařízení (napájení relé, stykačů, kontaktní logika obecně), a s vodiči, které nejsou vypínány hlavním vypínačem (obvody místního osvětlení, zásuvka v rozváděči pracovního stroje). Tyto a některé jiné odlišnosti jsou vidět v Tab. 2-3.

Tab. 2-1 Přednostní barvy holých vodičů, zdroj [7]

Stejnoseměrná soustava (DC)		Trojfázová a jednofázová střídavá soustava (AC)	
kladný pól	červená	fázový vodič	oranžová, pro rozlišení pořadí fáze se používají černé pruhy
záporný pól	tmavě modrá		
střední vodič	světle modrá	nulový vodič	světle modrá
ochranný vodič	zeleno-žlutá	ochranný vodič	zeleno-žlutá
PEN vodič	zeleno - žlutá	PEN vodič	zeleno - žlutá

Tab. 2-2 Přednostní barvy izolovaných vodičů, zdroj [7]

Stejnoseměrná soustava (DC)		Trojfázová a jednofázová střídavá soustava (AC)	
kladný pól	černá, hnědá, šedá	fázový vodič	hnědá, černá, šedá
záporný pól			
střední vodič	světle modrá	nulový vodič	světle modrá
ochranný vodič	zeleno-žlutá	ochranný vodič	zeleno-žlutá
PEM vodič (ochranný a střední)	zeleno – žlutá s modrými návlaky na koncích	PEN vodič (ochranný a nulový)	zeleno – žlutá s modrými návlaky na koncích

Tab. 2-3 Barvy izolovaných vodičů užívaných pro zvláštní funkci, zdroj [7]

Barva	Význam
tmavě modrá	stejnoseměrné napájení řídicích okruhů pracovních strojů
tmavě červená	střídavé napájení řídicích okruhů pracovních strojů
oranžová	obvody nevypínané hlavním vypínačem (!!! mohou být pod napětím)

Kromě zmíněných přednostních barev je dobré vést v evidenci následující fakta:

- šedým vodičem se v instalacích a u strojů v Japonsku a USA značí nulový vodič;
- zeleným vodičem se v instalacích v Japonsku a USA značil ochranný vodič;
- ve starých instalacích u nás se zeleným vodičem značil ochranný vodič. Styk starého a nového značení PE vodiče je možný bez úprav.

□ Značení vodičů a svorek písmeny

Pro písmenné značení vodičů a svorek existuje rovněž jednoznačný předpis. Význam značení je uveden v tab. 3.4. resp. v tab. 3.5. Místa připojení ochranného vodiče napájecí sítě se značí písmeny PE, místa připojení ochranného vodiče uvnitř stroje, rozváděče pro zachování spojitosti ochranného obvodu se značí grafickou značkou „stromečku“ na Obr. 2-1



Obr. 2-1 Grafická značka připojovacích míst ochranného vodiče PE, zdroj [8]

Tab. 2-4 Značení vodičů písmeny, zdroj [8]

Stejnoseměrná soustava (DC)		Trojfázová a jednofázová střídavá soustava (AC)	
kladný pól	L+	fázový vodič	L – u 1-f soustavy L1, L2, L3 u 3-f
záporný pól	L-		
střední vodič	M	nulový vodič	N
ochranný vodič	PE	ochranný vodič	PE
PEM vodič (ochranný a střední)	PEM	PEN vodič (ochranný a nulový)	PEN
vodič ochranného pospojování uzemněného	PBE	vodič ochranného pospojování neuzemněného	PBU

Tab. 2-5 Značení svorek písmeny, zdroj [8]

Stejnoseměrná soustava (DC)		Trojfázová a jednofázová střídavá soustava (AC)	
svorka kladného pólu	+	svorky pro připojení fázového vodiče	U – u 1-f soustavy U, V, W u 3-f
svorka záporného pólu	-		
svorka připojení středního vodiče	M	svorka připojení nulového vodiče	N
svorka ochranného vodiče	PE	svorka připojení ochranného vodiče	PE
svorka pro PEM vodič (ochranný a střední)	PEM	svorka pro PEN vodič (ochranný a nulový)	PEN
svorka vodiče ochranného pospojování uzemněného	PBE	svorka vodiče ochranného pospojování neuzemněného	PBU

2.2. Rozhraní člověk – stroj, sdělovače a ovládače

□ Rozhraní člověk stroj

Rozhraním člověk stroj (*man-machine interface (MMI)*) rozumíme část zařízení určená k poskytování přímých komunikačních prostředků mezi obsluhou a zařízením, která umožňuje obsluze řídit a sledovat provoz zařízení. V praxi obsahují ovládače, sdělovače a obrazovky. Ovládačem je část ovládacího systému, na který člověk působí při ovládací činnosti, sdělovačem mechanické, optické nebo elektrické zařízení, nebo určitá část zařízení poskytující viditelné, slyšitelné nebo hmatové informace. Zjednodušeně vzato můžeme pod pojmem ovládač rozumět např. tlačítko, sdělovačem např. signálku indikující provozní stav zařízení.

Snahou je, aby z barvy sdělovače nebo ovládače bylo možno rychle a jednoznačně odhadnout funkci resp. závažnost vzniklé situace. Vzhledem k tomu, že světelná signalizace a barvy byly v posledních letech vícekrát podstatně změněny, lze signalizaci a ovládací tlačítka provedená podle předchozích norem ponechat do nejbližší rekonstrukce nebo zániku zařízení. Rovněž je nutné respektovat jednotné provedení významu barev na jednom pracovišti (tj. aby vedle sebe nebyla zařízení, kde jedna a tatáž barva může mít jiný význam).

□ **Staré a nové značení sdělovačů a ovládačů**

Tab. 2-6 Význam barevného značení ovládačů a sdělovačů, zdroj [5]

Barva	Význam		
	Bezpečnost osob nebo životního prostředí	Provozní podmínky	Stav zařízení
ČERVENÁ	Nebezpečí	Nouzové	Porucha
ŽLUTÁ	Varování/výstraha	Abnormální	Abnormální
ZELENÁ	Bezpečí	Normální	Normální
MODRÁ	Zvláštní význam		
BÍLÁ ŠEDÁ ČERNÁ	Není přidělen zvláštní význam		

Červenou barvou značíme u sdělovače nebezpečný stav, poruchu důležitého zařízení pro ovládače je červenou barvou značen nouzový vypínač nebo spuštění nouzové funkce.

Žlutou barvou značíme u sdělovače závadu, méně podstatnou poruchu, mimořádné stavy obecně jako přetížení nebo výpadek, u ovládače mimořádný stav jako např. ruční najetí přerušeného automatického cyklu.

Zelená barva značí u sdělovače i ovládače bezpečnou a řádnou funkci zařízení, u ovládače například zapnutí za normálních provozních podmínek.

Modrá barva značí u sdělovače a ovládače podmínky vyžadující zásah (příkaz) u ovládače to může být např. seřízení nebo nastavení stroje resp. strojního zařízení.

Bílá, šedá a černá barva nemá zvláštní význam, u sdělovače značí všeobecnou informaci bez hlubší návaznosti na bezpečnost.

Pro úplnost, je v Tab. 2-7 uvedeno staré značení se kterým se lze doposud setkat ve starších instalacích. Není přípustné, aby v rámci jednoho celku bylo užito staré i nové značení. Přednost má jednotnost značení. Případný nesoulad s aktuálními normativními požadavky je žádoucí zpracovat do Místního provozního bezpečnostního předpisu.

Tab. 2-7 Význam dříve užívaného barevného značení, zdroj [4]

<i>Barva</i>	<i>Význam barvy</i>	<i>Příklad</i>
<i>Zelená</i>	<i>Normální klidový stav</i>	<i>El. zařízení bez napětí, motor v klidu, spínač vypnut</i>
<i>Červená</i>	<i>Normální provozní stav</i>	<i>Motor v chodu, spínač sepnut</i>
<i>Žlutá</i>	<i>Mimořádný provozní stav, porucha, kritický stav</i>	<i>Zvýšení napětí, nouzové vypnutí</i>
<i>Modrá</i>	<i>Ostatní hlášení</i>	

□ Provedení ovládacích tlačítek

Pro provedení ovládacích tlačítek (spouštění a vypínání strojů, části instalace apod.) platí níže uvedené zásady v tab. 3.8.

Tab. 2-8 Provedení a barvy tlačítek, zdroj [5]

Funkce tlačítka	Barva	Provedení	Poznámka
Start/Zap	Bílá, šedá, černá, může být zelená	Spínací tlačítko	Přednostní barva je bílá, mohou být i další uvedené, ale nikdy červená
Stop/Vyp	Černá, šedá, bílá, může být červená	V kontaktní logice rozpínací tlačítko	Přednostní barva je černá, mohou být i další uvedené, ale nikdy zelená
Total stop	Červená (pokud možno na žlutém reflexním pozadí)	Rozpínací tlačítko	Tlačítko je většinou hříbek, vždy s aretací (není samovolný návrat do výchozí pozice), znovu nastavení nesmí vyvolat spuštění stroje nebo instalace
Opakované použití Start-Stop	Bílá, šedá, černá	Spínací tlačítko	

2.3. Barevné značení tabulek

□ Barvy a druhy tabulek

Barevné značení tabulek je v zásadě shodné s barevným kódováním sdělovačů a ovládačů. Značky se dělí na zákazové (červené), příkazové (modré), výstražné (žluté) a informativní (zelené). Příklady značek jsou na Obr. 2-2.



Obr. 2-2 Barvy a druhy tabulek



Shrnutí pojmů 2.

Vyhrazená barva – barva, jenž nesmí být užita k jinému účelu, než pro jaký je určena.

Rozhraní člověk – stroj (MMI) – jedná se o signalizační a ovládací část stroje, určená pro obsluhu pro účely ovládání, předávání informací o stavu stroje atd.

Barevné kódování – barvy mají předepsaný určitý význam (vodiče, sdělovače, ovládače) tak, aby bylo možno pokud možno všude a rychle univerzálně dedukovat význam a funkci (vodiče, ovládače, sdělovače). Toto nezbavuje obsluhu povinnosti být zaškolen, event. znát návod k použití!

3. Základní principy ochrany před úrazem elektrickým proudem



Čas ke studiu: 120 min



Cíl Po prostudování tohoto odstavce budete umět

- Objasnit základní pravidlo ochrany před úrazem elektrickým proudem.
- Definovat pojmy základní ochrana, ochrana při poruše, doplňková ochrana.
- Zdůvodnit potřebu užití dvou nezávislých ochrany.
- Vyjmenovat prostředky základní ochrany, ochrany při poruše a doplňkové ochrany v instalaci.
- Vyjmenovat prostředky ochrany v PV instalacích



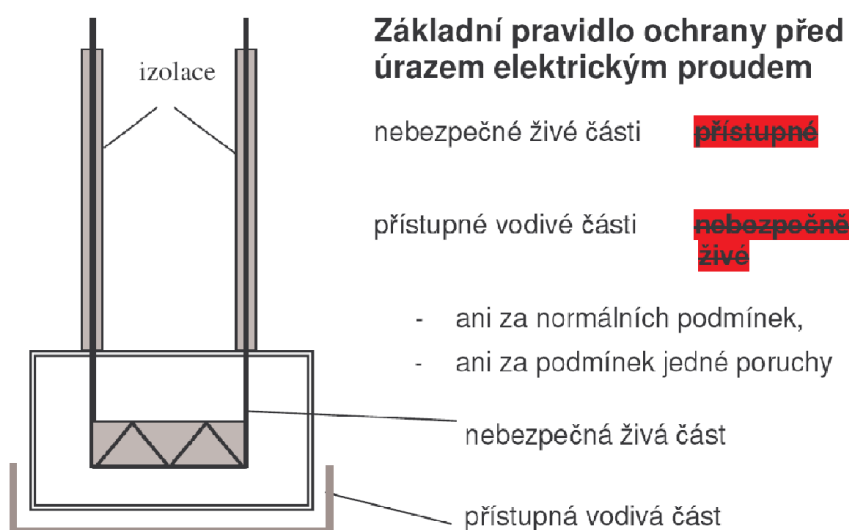
Výklad

3.1. Základní pravidla ochrany před úrazem elektrickým proudem

□ Základní pravidlo ochrany před úrazem elektrickým proudem:

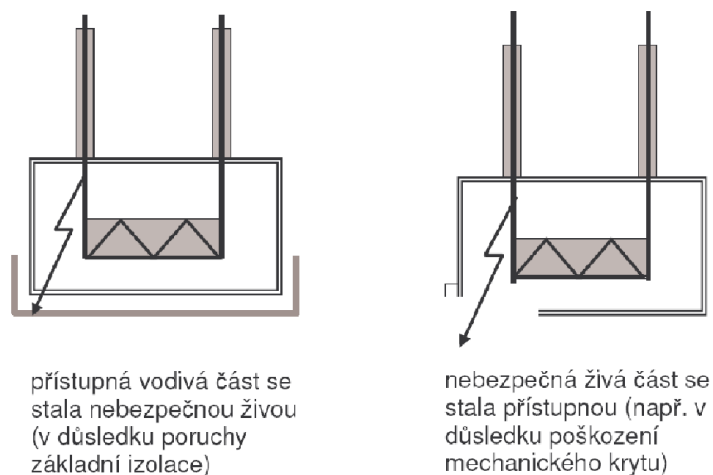
Nebezpečné živé části nesmí být volně přístupné a přístupné vodivé části nesmí být nebezpečně živé ani za normálních podmínek (provoz při určeném použití a bez poruchy) ani za podmínek jedné poruchy.

Toto pravidlo se pokusíme objasnit na příkladu elektrického spotřebiče – např. topného tělesa na následujících obrázcích. Na Obr. 3-1 je spotřebič, který je v bezporuchovém stavu. Živé části – vodiče - jsou kryty vrstvou izolace, další živá část je kryta krytem, takže živé části nejsou přístupné. Přístupná neživá část (kryt) není spojena s částí živou, proto na ní není za provozu potenciál.



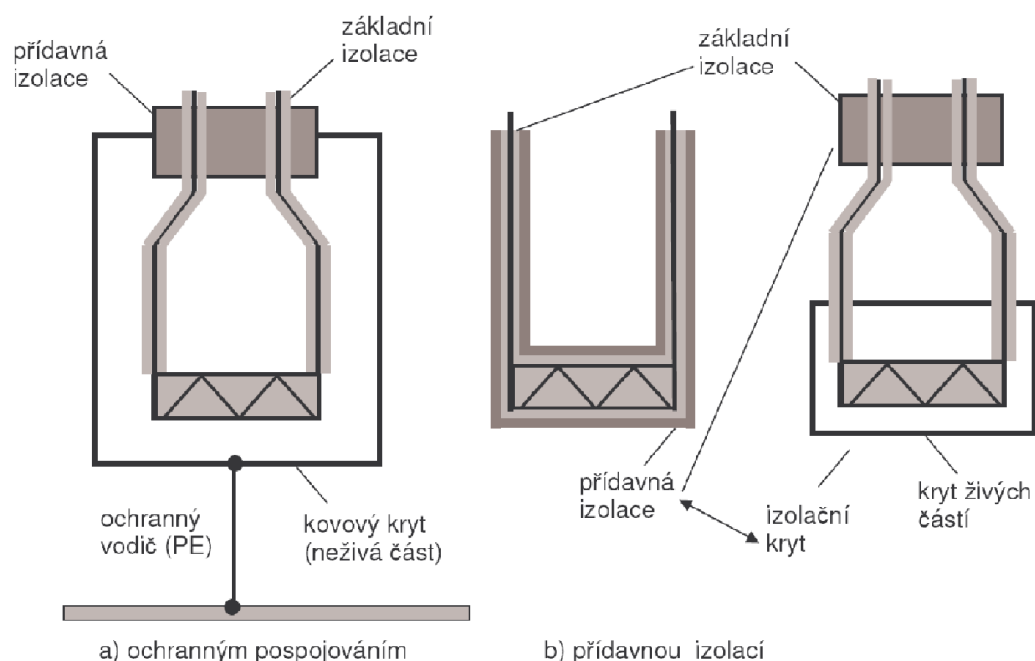
Obr. 3-1 Objasnění pravidla ochrany před úrazem elektrickým proudem, bezporuchový provoz

Na Obr. 3-2 je vidět, jaké uvažované poruchy mohou vzniknout. Z hlediska rizika úrazu elektrickým proudem je to poškození krytu (nebo poškození základní izolace), porucha (průraz) izolace na kostru. V tomto případě je již živá část volně přístupná resp. neživá část se stala částí nebezpečně živou, což je nepřijatelný stav.



Obr. 3-2 Objasnění vzniku poruchy

Na Obr. 3-3 jsou naznačeny některé ze způsobů, jak zajistit ochranu před úrazem elektrickým proudem v podmínkách jedné poruchy. Jednou z možností je ochranné pospojování (spojení neživých částí s PE vodičem sítě) a to buď realizací automatického odpojení od zdroje (bude rozebráno dále) nebo snížením dotykového napětí pod konvenční mez, druhou zde vyobrazenou možností je nanesení na základní izolaci izolaci přídatnou (tím vznikne izolace dvojité), kdy porušení nebo průraz obou vrstev izolace je nepravděpodobný. Další možnosti a podrobnější požadavky budou rozebrány v textu.



Obr. 3-3 Způsoby jak zajistit ochranu v podmínkách 1 poruchy

3.2. Fyzikální podstata zamezení úrazu elektrickým proudem v instalacích

□ Podstata zamezení úrazu elektrickým proudem v instalacích nn

Úraz elektrickým proudem vznikne v důsledku průchodu proudu tělem postiženého, který je podle Ohmova zákona přímo úměrný dotekovému napětí a nepřímo úměrný impedanci této cesty proudu. Proto lze technicky tuto ochranu realizovat některým z níže uvedených principů:

- Zamezení dotyku se živou částí.
- Omezení proudu/ náboje na bezpečnou hodnotu.
- Včasné samočinné odpojení od zdroje.
- Snížení dotykového napětí pod konvenční mez.

Jak technicky některý z těchto principů realizovat bude rozebráno dále v textu.

□ Zamezení dotyku se živou částí

Toto zamezení dotyku lze realizovat např. kryty, zábranami, přepážkami nebo izolací. V zásadě se jedná o prostředky tzv. základní ochrany, které budou rozebrány dále, ale i např. komplexní ochranné opatření – ochrana dvojitou nebo zesílenou izolací.

□ Ochrana ustáleným proudem/ nábojem

Souvisí s účinky elektrického proudu na lidský organismus. Předně je nutné zdůraznit, že neexistuje bezpečný proud. Má se za to, že hodnoty proudu pod 0,5 mA nejsou člověkem vnímány, proudy nad 5 mA již mohou způsobit křečovitě stahy a obtíže dýchání, ale bez škod na organismu. Toto platí pro zdravého jedince.

Omezení ustáleného dotykového proudu a náboje musí chránit osoby nebo hospodářská zvířata, aby nebyly vystaveny působení ustáleného dotykového proudu a náboje o takových hodnotách, že by mohly být nebezpečné nebo citelné:

- Doporučen ustálený proud 0,5 mA st, 2 mA ss.
- Možno zvýšit na 3,5 mA st, 10 mA DC.
- Práh bolesti 50 mC, jinak náboj 5 mC.
- Uplatnění např. ochranná impedance (vadaska).

□ Včasné automatické odpojení od zdroje

Jedná se o nejčastější ochranné opatření. Podstatou je odpojení vadné části elektrické instalace od zdroje napájení. Toto odpojení může být realizováno jističem, pojistkou nebo proudovým chráničem. V síti TN 3^x400/230 V je pro koncové obvody předepsán vypínací čas 0,4 s.

□ Snížení dotykového napětí pod konvenční mez

V Tab. 3-1 jsou meze konvenčních dotkových napětí. Tyto meze jsou shodné s mezemi malých napětí.

Tab. 3-1 Meze konvenčních dotykových napětí

Za bezpečná napětí proti zemi se považují hodnoty napětí nejvýše ve [V]				
v prostorech	střídavá		stejnoseměrná	
	působící			
	trvale	krátkodobě	trvale	krátkodobě
normálních a nebezpečných	25	50	60	120
zvláště nebezpečných	0	12	0	25
Pojmem krátkodobé působení se myslí působení když je instalace v poruše do doby než bude tato porucha odstraněna				

3.3. Koordinace ochran, technické prostředky k dosažení ochrany před úrazem elektrickým proudem

□ Princip koordinace ochran

Jak bylo objasněno výše je u elektrických zařízení požadováno, aby ani v podmínkách jedné uvažované poruchy nepředstavovaly bezpečnostní riziko vzniku úrazu elektrickým proudem. Tohoto lze dosáhnout kombinací různých nezávislých technických prostředků ochran k zajištění bezpečnosti.

Proti dotyku živých částí se aplikuje **ochrana základní** (dříve také nazývaná ochrana před přímým dotykem), proti dotyku neživých částí se aplikuje **ochrana při poruše** (dříve také nazývaná ochrana před nepřímým dotykem). V některých případech se aplikuje **ochrana zvýšená**, která zajišťuje úroveň danou kombinací ochrany základní a ochrany při poruše.

Je-li to z bezpečnostního hlediska žádoucí lze v instalacích nad rámec těchto ochran aplikovat **ochranu doplňkovou** (což je ochrana pro případ, že selže ochrana základní nebo při poruše).

3.4. Ochrana základní

□ Druhy ochrany základní

Ochranou základní rozumíme ochranu před přímým dotykem, tedy dotykem živých částí. Lze ji v elektrické instalaci nn realizovat některým z následujících způsobů:

- izolací;
- kryty, přepážky – krytí min IP2x resp. IP4x;
- zábranou / polohou.

Existují další typy základních ochran, ty se však v nízkonapěťových instalacích neuplatňují. Uplatňují se u výrobků (spotřebičů) a v sítích např. vysokého napětí.

□ Izolace

Izolací rozumíme vrstvu dielektrika, již nelze bez mechanického poškození odstranit. Základní izolace v obvodech nízkého napětí musí mít izolační pevnost 1250 V, což ovšem neznamená, že by mohla být provozována takovýmto pracovním napětím.

Někdy se lze setkat s pojmem pracovní izolace. Pracovní izolace je izolace k zabezpečení funkce. Například mezizávitová izolace vinutí transformátoru nemusí mít jakost izolace základní.

Z uvedeného vyplývá, že **zvonkový drát, laky a smalty (lakované vodiče)** nelze považovat za vodiče se základní izolací na hladině nízkého napětí.

□ Kryty a přepážky

Ochranný (elektrický) kryt (*(electrically) protective enclosure*) je kryt obsahující vnitřní části zařízení, který brání přístupu k nebezpečným živým částem z jakéhokoli směru. Navíc kryt obvykle zajišťuje ochranu před vnitřními nebo vnějšími vlivy, např. před vniknutím prachu nebo vody nebo chrání před mechanickým poškozením. Kryt se značí kódem IP.

Význam kódu IP (ingress protection) užívaný pro krytí spočívá v ochraně před vnikem pevných částic (první číslice – hodnota 0-6) a vnikem vody (nově 0-9).

(Elektrický) ochranná přepážka (*(electrically) protective barrier*) je část zajišťující ochranu před přímým dotykem (dotykem živých částí) z jakéhokoliv obvyklého směru přístupu.

Za zmínku stojí, že zařízení užívané laiky musí splňovat z důvodu ochrany před dotykem živých částí minimální krytí IP 2X nebo IP XX-B (tedy ochrana před vnikem nástroje o průměru 12,5 mm nebo prstu nebo) pro svislé části krytů resp. IP4X resp. IP XX-D (ochrana před vnikem nástroje o průměru 1 mm nebo drátu) pro vodorovné části krytů nebo pro místnosti kde se pohybují děti.

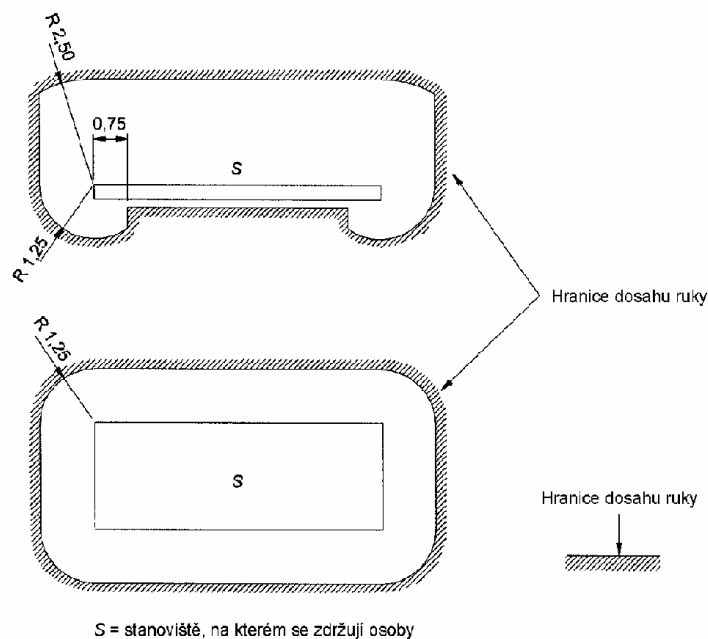
□ Zábrana a poloha

Ochrany zábranou a polohou jsou ochranami, které jsou určeny jen pro instalace ovládané nebo pod dozorem osobami znalými.

(Elektrický) ochranná zábrana (*(electrically) protective obstacle*) je část, která brání nahodilému přímému dotyku (nahodilému dotyku živých částí), nebo nahodilému neúmyslnému přiblížení těla k živým částem, ale nebrání úmyslnému přímému dotyku (úmyslnému dotyku živých částí). Zábranu by nemělo být možné neúmyslně odstranit.

Ochrana polohou je ochranou mimo dosah – míněno dosah ruky dospělého člověka. V instalacích to znamená minimální výšku 2,5 m, resp. vzdálenost 1,25 m v horizontálním směru od stanoviště.

Dosah ruky (*arm's reach*) je zónou možného dotyku rukou osoby sahající od povrchu, kde osoby obvykle stojí nebo po němž se pohybují, až po mez, kam může osoba dosáhnout rukou v jakémkoli směru bez použití pomůcek. Zjednodušeně tedy kam může osoba na jednom místě dosáhnout rukou.



Obr. 7.1. Ochrana polohou, hranice dosahu ruky.

3.5. Ochrana při poruše

□ Druhy ochran při poruše

Ochranou při poruše rozumíme v instalacích vždy kombinace ochrany základní a

- automatického odpojení od zdroje;
- dvojitou nebo zesílenou izolací;
- elektrickým oddělením pro napájení 1 spotřebiče.

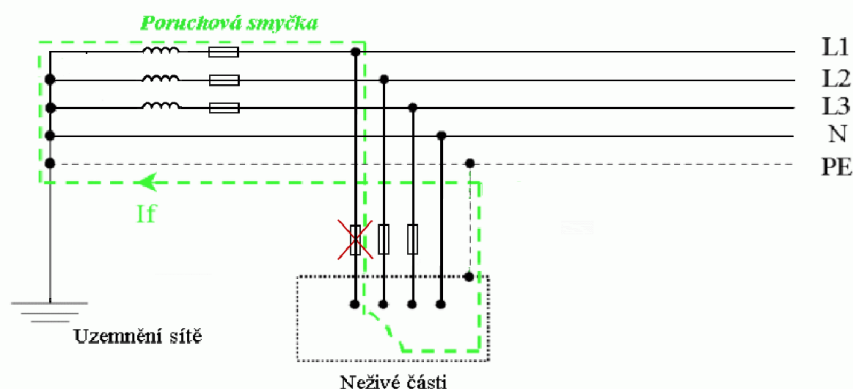
Pro instalace pod dozorem kvalifikovanou obsluhou navíc můžeme uplatnit ochranné opatření složené ze základní ochrany a:

- ochrany nevodivým okolím;
- ochrany elektrickým oddělením pro napájení více než 1 spotřebiče;
- neuzemněným místním pospojováním.

Principy těchto ochran budou rozebrány dále v textu.

□ Automatické odpojení od zdroje

Automatické odpojení od zdroje v případě poruchy se realizuje v sítích TN resp. TT, v sítích IT je obvykle vyžadováno až při výskytu druhé poruchy. Automatické odpojení od zdroje lze realizovat v sítích TN nadproudovým jisticím prvkem (pojistka nebo jistič) nebo proudovým chráničem, v sítích TT zpravidla proudovým chráničem. Princip automatického odpojení v síti TN (viz Obr. 3-4) spočívá v tom, že při poruše se jedná de-facto o jednopólový zkrat a tento poruchový proud je vypnut buď nadproudovým jisticím prvkem (pojistka, jistič) a/nebo proudovým chráničem, je-li v instalaci použit.



Obr. 3-4 Síť TN-S – definice poruchy a cesty poruchového proudu, princip automatického odpojení od zdroje

□ Dvojitá nebo zesílená izolace

Dvojitá nebo zesílená izolace se užívá jak v instalacích tak u elektrických spotřebičů. Principy jsou v obou případech shodné. V elektrické instalaci se s dvojitou izolací setkáváme nejčastěji u kabelů nízkého napětí. Ve dvojitě izolaci jsou kromě spotřebičů (svítidla) i např. rozváděče, zde hovoříme o tzv. ochraně úplnou izolací (analogická dvojitě nebo zesíleně).

□ Elektrické oddělení

Pojmem (jednoduché) elektrické oddělení obvodů rozumíme oddělení mezi obvody nebo mezi obvodem a zemí základní izolací. Pro napájení je často použit tzv. oddělovací transformátor.

Výše zmíněná specifika je nutné pečlivě kontrolovat, protože případná porucha není jednoduše detekovatelná, tudíž je možná kumulace dvou nezávislých poruch, které představují riziko úrazu.

Ochrana elektrickým oddělením je až nápadně podobná síti IT. Hlavní rozdíl spočívá v tom, že v síti IT se neživé části spotřebičů zemní, síť IT nemá obecně limity délky a napětí ochrana při poruše nespočívá v oddělení obvodů, ale v uzemnění neživých částí a musí být detekována a při nahodilém dotyku živé části sítě IT může osoba utrpět úraz elektrickým proudem.

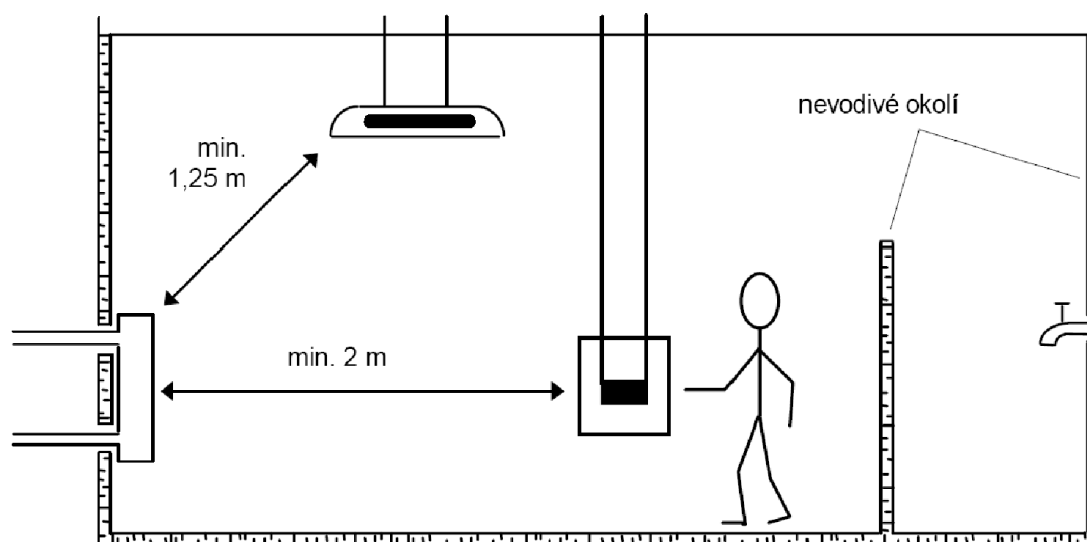
□ Ochrana nevodivým okolím

Ochrana nevodivým okolím je analogická třídě ochrany 0 u elektrických zařízení. Je to ochrana jen pro instalace řízené osobami znalými. Pojmem nevodivé okolí rozumíme odpor podlah, stěn a obecně všech vodivých částí vůči potenciálu země minimálně 50 k Ω . Případná porucha elektrického zařízení sice vyvolá dotykové napětí vůči zemi, avšak protože osoba stojí na izolovaném stanovišti, neprotéká tělem osoby proud, jenž by mohl způsobit úraz elektrickým proudem.

Ochrana nevodivým okolím má svá specifika:

- nesmí být v dosahu osoby/ místnosti volně přístupný PE vodič nebo zařízení třídy ochrany I. s kabelem spojenou s PE vodičem;
- kovové uzemněné části (radiátor, vodovod, plyn) buď v místnosti nesmí být nebo musí být v dostatečné vzdálenosti od upevněných spotřebičů event. odděleny přepážkou;
- musí být splněny minimální odpory podlah, stěn;
- je určena jen pro řízení nebo obsluhu osoby znalé, jinak v ČR zakázáno.

Riziko představuje zejména vnesení cizích spotřebičů tř. ochrany I (např. svářečky) napájených prodlužovací šňůrou z jiných místností, kde se ochrana nevodivým okolím neuplatňuje.



Obr. 3-6 Princip ochrany nevodivým okolím.

□ Ochrana bezpečným malým napětím (Extra low voltage),

Ochrana bezpečným malým napětím – SELV a PELV můžeme s určitými výhradami zařadit mezi ochranu zvýšenou, tj. ochranu základní a ochranu při poruše. Naštěstí tyto výhrady se týkají jen logického zařazení do skupiny ochrany nikoliv účinnosti a kvality této ochrany.

Ochrana musí splňovat následující podmínky:

- horní mez napěťového pásma je limitována mezí bezpečných malých napětí (viz Tab. 3-2);
- jednoduchým oddělením (použití základní izolace) mezi jinými obvody SELV a PELV;
- ochranným oddělením (užití dvojité izolace nebo užití jednoduché izolace a ochranného stínění) mezi obvody SELV/ PELV a zemí.

Obvody bezpečného malého napětí se dělí na obvody SELV a PELV.

Obvody SELV jsou obvody, kde žádná živá část obvodu ani neživá část není přímo spojena se zemí (tj. spotřebič se připojuje zásadně dvou vodičově), zatímco obvody PELV jsou obvody, kde jedna živá část obvodu nebo neživé části obvodu uzemněny být mohou.

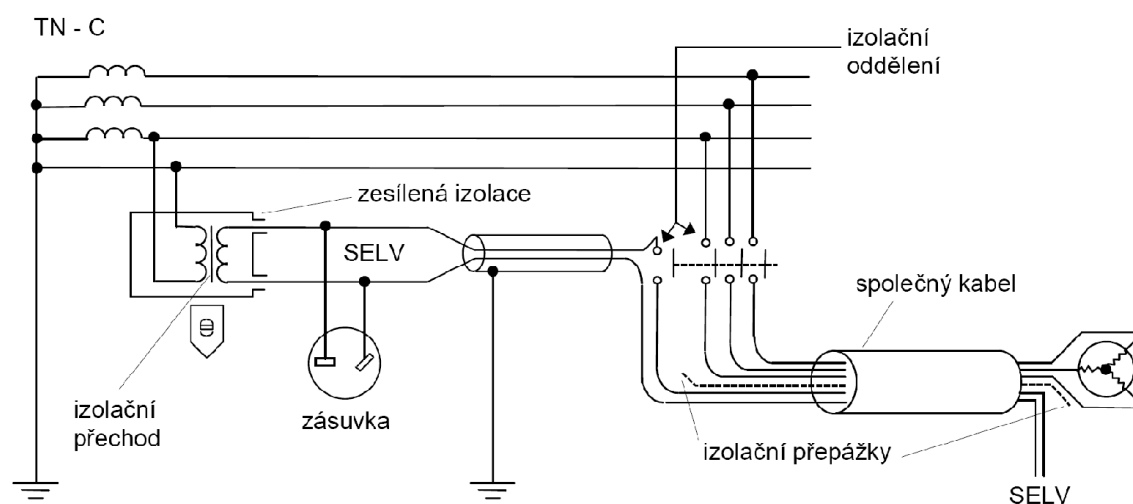
Tab. 3-2 Meze bezpečných malých napětí

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

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

²⁾ Stejnoseměrná napětí jsou bez zvlnění. Pojem „bez zvlnění“ se zpravidla definuje jako efektivní hodnota zvlněného napětí nepřesahující 10 % stejnosměrné složky.

³⁾ Rozumí se krytů izolovaných od živých částí.



Obr. 3-7 Princip ochrany bezpečným malým napětím.

Hodnoty uvedené v Tab. 3-2 lze interpretovat následovně:

- pokud jsou živé části volně přístupné dotyku (lze se jich dotknout prstem, tj. stupeň krytí menší než IP 2X nebo IP XX-B), je omezení jmenovitého napětí obvodů SELV a PELV na 25 V a.c. a 120 V d.c. v prostorách normálních a nebezpečných (ve smyslu rizika úrazu elektrickým proudem);
- v prostorách zvláště nebezpečných (např. mokré prostory) se nepřipouští volně přístupné živé části;
- pokud napětí živých částí v prostorách normálních a nebezpečných přesahuje 25 V a.c. nebo 60 V d.c., musí být zajištěna ochrana proti přímému dotyku (izolace, kryty, přepážky);
- rozvody s napětím přesahujícím meze bezpečných malých napětí v závislosti na prostoru a možnosti přímého dotyku se živou částí nelze považovat za obvody SELV a PELV.

Pro rozvody musí platit (viz Obr. 3-7) následující:

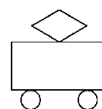
- zdroj musí splňovat požadavky na SELV a PELV (viz níže);
- vodiče musí být odděleny základní izolací mezi ostatními obvody SELV a PELV;
- mezi obvody SELV/PELV a obvody nízkého napětí nebo obvody FELV musí být ochranné oddělení obvodů (tj. na úrovni dvojité izolace) nebo základní izolace a ochranného stínění;
- zásuvky, jsou-li použity, musí být nezáměnné (tj. nesmí být možné vidlice zasunout do zásuvek sítě o jiném napětí a zásuvky musí vylučovat zasunutí vidlic pro jiné napětí);
- zásuvky obvodů SELV, jsou-li použity, nesmějí mít kontakt pro ochranný vodič;
- pro aplikaci základní ochrany (izolace/ kryty) platí předchozí odstavec.

Aby ochrana bezpečným malým napětím byla účinná **musí** být zdroj takové zařízení, které splňuje požadavky na to, že v žádném případě při žádné poruše nepřekročí mez napětí uvedenou hodnotu pro danou instalaci v Tab. 3-2 Meze bezpečných malých napětí. V elektrotechnice hovoříme o ochranném oddělení mezi obvody nízkého napětí a malého napětí (tj. oddělení na úrovni dvojité izolace, nebo základní izolace a ochranné stínění).

Zdrojem pro obvody SELV a PELV mohou být elektrochemické zdroje (baterie), zdrojová soustrojí (motorgenerátor), transformátory, případně jiné zdroje s ekvivalentním stupněm ochrany.

U transformátorů hovoříme o tzv. bezpečnostních ochranných transformátorech. Tyto transformátory vhodné pro napájení obvodů SELV a PELV mají na štítku značku podle Obr. 3-8.

V žádném případě nesmí být pro napájení obvodů SELV nebo PELV použito transformátorů s jednoduchým oddělením primárního a sekundárního vinutí nebo dokonce autotransformátoru.



Obr. 3-8 Vlevo značka pro bezpečnostní ochranný transformátor, vpravo značka pro bezpečnostní ochranný transformátor pro napájení dětských hraček.

□ Obvody FELV a rozšíření vstupního obvodu vs. bezpečné malé napětí

Jestliže se z funkčních důvodů používá napětí, které není vyšší než AC 50 V nebo DC 120 V, přičemž však nejsou splněny požadavky týkající se SELV a PELV, a pokud SELV a PELV nejsou zapotřebí, pak se jedná o obvody funkčního malého napětí a označují se jako FELV.

POZNÁMKA Takové podmínky mohou vzniknout např. tehdy, když obvod obsahuje zařízení (jako jsou transformátory, relé, dálkově ovládané spínače, stykače), jejichž izolace je vzhledem k obvodům vyššího napětí nedostatečná.

Tyto obvody **musí** být vybaveny základní ochranou (izolací, kryty, přepážky) stejnou jako obvody nízkého napětí. Neživé části (kostry spotřebičů) **musí** být spojeny s ochranným vodičem sítě PE.

Zdrojem sítě FELV musí být buď transformátor alespoň s jednoduchým oddělením vinutí, nebo zdroj vyhovující požadavkům na zdroje SELV a PELV.

Pro zásuvky platí opět požadavek vzájemné nezáměnnosti, podobně jako u obvodů SELV a PELV a navíc **musí** mít ochranný kontakt.

POZNÁMKA Jestliže je síť napájena ze sítě vyššího napětí zařízením, které nesplňuje ani požadavky na jednoduché oddělení mezi touto sítí a sítí FELV, tj. takovým zařízením, jako jsou autotransformátory, potenciometry, polovodičové přístroje atd., považuje se výstupní obvod za rozšíření vstupního obvodu, tj. musí se k němu přistupovat jako k obvodu primárního vstupního obvodu (typicky nízkého napětí).

Z výše uvedených skutečností vyplývá, že u obvodů FELV příp. obvodů, které považujeme za rozšíření vstupního obvodu nelze vyloučit výskyt napětí přesahující meze bezpečného malého napětí (u obvodu FELV při poruše, u rozšíření vstupního obvodu i během řádné funkce), proto se při obsluze a práci **musí** uplatnit požadavky jako na vstupní obvody (typicky nízkého napětí).

U obvodů SELV a PELV je překročení jmenovitého napětí při poruše považováno za nemožné. Pokud napětí nepřesahuje meze pro dotyk částí podle Tab. 3-2, nehrozí úraz elektrickým proudem. *Pozn. Pro práci pod napětím na obvodech SELV a PELV musí být navíc uplatněna opatření proti účinkům zkratových proudů (pojistka, proudové omezení zdroje).*

3.6. Ochrana zvýšená

Pojmem zvýšená ochrana rozumíme kombinaci opatření ochrany základní a ochrany. V instalacích prakticky používáme dva druhy těchto ochran:

- **ochranu zesílenou izolací** (analogie základní a přídavné izolace), s rozdílem, že je fyzicky při výrobě nanesena jedna vrstva izolace,

a v určitém přeneseném významu i

- **Ochrana bezpečným malým napětím**, jedná se o obvody SELV, PELV, jež byly rozebrány v kap. 3.5.

3.7. Ochrana doplňková

Jako prostředky doplňkové ochrany, což je ochrana pro případ selhání základní ochrany nebo ochrany při poruše jsou v instalacích používány:

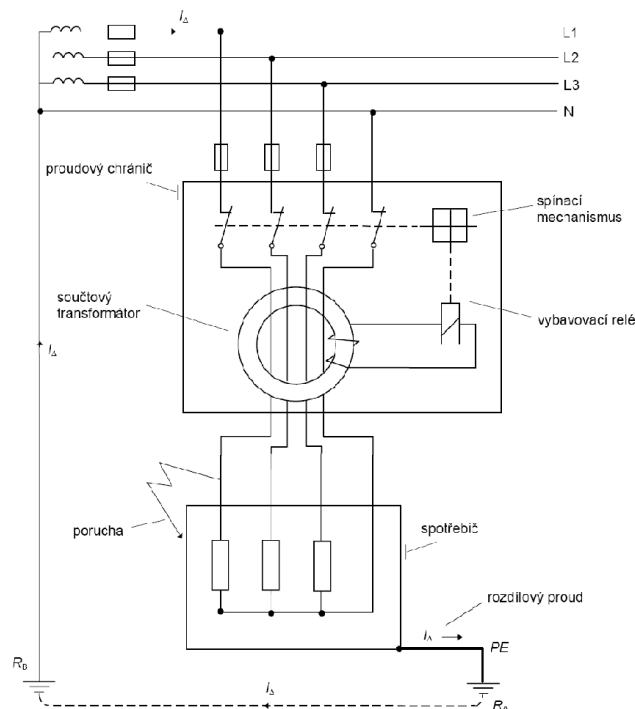
- proudový chránič;
- doplňující místní pospojování.

3.8. Proudové chrániče

□ Podstata funkce proudového chrániče

Proudový chránič je ochranný prvek s velkým významem. Podstata jeho funkce spočívá v tom, že chrání obvod (a uživatele) před účinky tzv. reziduálního proudu. Reziduální proud je proud, který neprochází pracovními vodiči (L a N), ale vrací se k napájecímu zdroji jinou cestou nejčastěji vodičem PE, cizími kovovými částmi nebo zemí. Jedná se o unikající nebo taky rozdílový proud.

Proudový chránič je v podstatě citlivý součtový transformátor s velmi citlivým vybavovacím mechanismem. Magnetickým obvodem proudového chrániče procházejí všechny pracovní vodiče (fázové a nulový). Za normálních okolností teče proud pouze fázovými event. nulovým vodičem. Součet všech proudů je roven nule a na sekundárním vinutí se neindukuje žádné napětí. Pokud ovšem začne za chráničem unikat proud z fázového vodiče do země nebo se spojí nulový a ochranný vodič, je proud tekoucí do zařízení logicky vyšší, než proud tekoucí ze zařízení. Na to reaguje vybavovací relé a obvod odpojí od napájení. Proudový chránič s reziduálním proudem 30 mA je tak citlivý, že dokáže detekovat a vybavit i tak malé hodnoty proudů, které protékají lidským tělem při náhodném dotyku živých částí, proto může zachránit život.

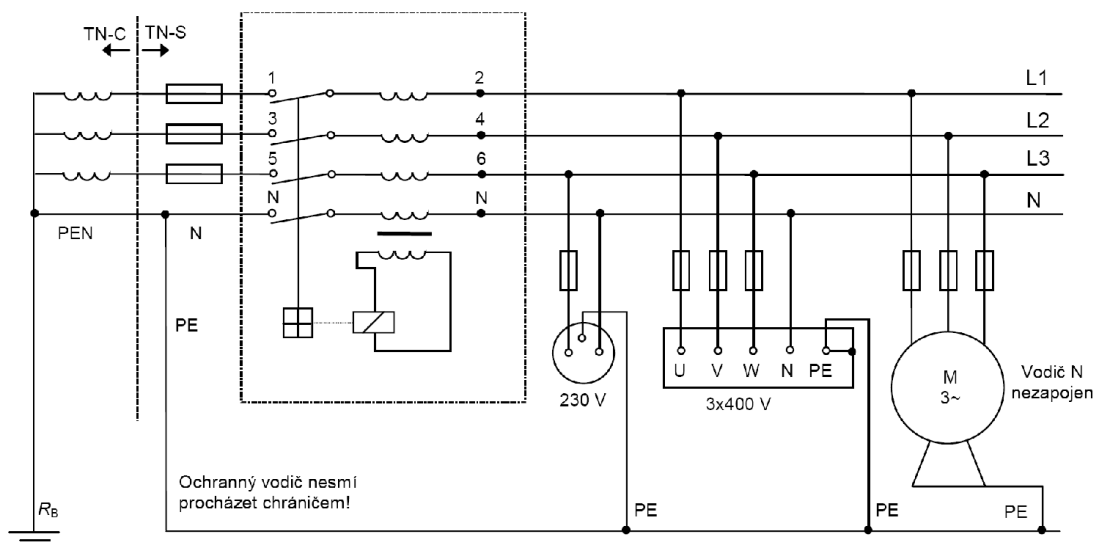


Obr. 3-9 Podstata funkce proudového chrániče, zdroj [22]

Proudové chrániče s reziduálním proudem 30 mA jsou prostředky tzv. doplňkové ochrany před dotykem živých i neživých částí.

□ Vlastnosti proudových chráničů

Proudové chrániče se vyrábějí jako dvoupólové pro ochranu jednofázových obvodů nebo čtyřpólové pro ochranu trojfázových obvodů. Další dělení je podle velikosti reziduálních proudů. V instalacích se lze nejčastěji setkat s chrániči 30 mA, 100 mA a 300 mA. Další členění chráničů je podle typu (tvaru vlny) reziduálního proudu, zpoždění, event. selektivity. V textu jsou uvedeny základní vlastnosti a charakteristiky užívaných proudových chráničů.



Obr. 3-10 Instalace proudového chrániče v síti TN-C-S, zdroj [22].

Proudové chrániče mají specifické vlastnosti, které je nutno respektovat, aby bylo dosaženo optimálního stupně ochrany před úrazem elektrickým proudem.

- Proudové chrániče z podstaty funkce nechrání před nadproudy a zkraty. Je nutno k nim instalovat v sérii nadproudovou ochranu, případně použít kombinovaný přístroj jistič a chránič.
- Magnetickým obvodem proudového chrániče **nesmí** procházet ochranný vodič PE.
- V síti TN-C **nelze** proudový chránič instalovat (vodič PEN nesmí procházet magnetickým obvodem chrániče).
- Proudový chránič odpiná všechny pracovní vodiče (tedy i vodič N).
- Proudový chránič se nesmí použít jako prostředek základní ochrany.

□ Typy a volba proudových chráničů

Při volbě proudového chrániče je nutné přihlídnout k následujícím podmínkám:

- jmenovitý proud proudového chrániče (např. 25 A);
- jmenovité pracovní napětí (např. 230/400 V);
- počet pólů proudového chrániče (2p/4p);
- integrovaná nadproudová ochrana (ano/ne);
- jmenovitý kmitočet (např. 50 – 60 Hz);
- jmenovitý reziduální proud proudového chrániče (např. 30 mA);
- způsob působení (prakticky jen FI);
- typ vypínání (přímo/ nepřímo);
- typu (jaký reziduální proud chránič detekuje);
- zpoždění vypínací spouště chrániče (-/G/S);
- jmenovitý podmíněný zkratový proud;
- rozsah provozních teplot.

Jmenovitý proud proudového chrániče je nejvyšší dovolený pracovní proud hlavních kontaktů. Udává se v řadách tj. typicky 25-40-63-80-100-125 A, u některých výrobců se pro snazší orientaci barevně odlišují páčky.

Jmenovité pracovní napětí je uváděno s ohledem na zhášení oblouku tj. vypnutí obvodu. Dvoupólové přístroje uvádějí fázové napětí (např. 230 V), čtyřpólové pak uvádějí fázovou a sdruženou hodnotu napětí (např. 230/400 V). Nižší připojené napětí nemá vliv na vlastní funkci (u chrániče typu FI), ale na funkci testovacího obvodu.

Počet pólů proudového chrániče souvisí s tím, zdali bude chránič chránit jednofázovou zátěž (dvoupólové) a nebo trojfázovou zátěž (4 pólové). Chráničem prochází všechny pracovní vodiče chráněného obvodu tj. fázový resp. fázové vodiče a nulový vodič.

Poznámka: V sítích TN lze užít jednopólové a trojpólové jističe, v sítích TT a IT se i jističe musí užít dvou a 4 pólové. Úleva, že nulový vodič se nemusí odpínat platí jen pro síť TN !!!

Integrovaná nadproudová ochrana znamená, že chránič je vlastně kombinací proudového chrániče a jističe. Ze štítku přístroje lze vždy jednoznačně určit, zda se jedná o běžný chránič, nebo o chránič s vestavěnou nadproudovou ochranou, v souvislosti se způsobem, jakým je zde uveden jmenovitý proud.

U běžného chrániče musí být jmenovitý proud uveden ve tvaru „25 A“, zatímco u proudového chrániče s vestavěnou nadproudovou ochranou ve tvaru „B25“ nebo „C25“, případně „D25“, kde písmeno před jmenovitým proudem určuje vypínací charakteristiku vestavěného jističe.

Poznámka k nadproudové ochraně – v bytových instalacích se pro jištění běžných spotřebičů a zásuvkových obvodů používají jističe charakteristiky B. Dodavatel elektrického zařízení má v dokumentaci určit způsob připojení k napájecí síti včetně specifikovaného předjištění.

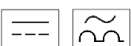
Jmenovitý kmitočet je hodnota kmitočtu. Pro kterou je proudový chránič navržen (typ AC a A) a při níž pracuje správně za stanovených podmínek. Převážná většina proudových chráničů je navržena pro $f_N = 50 - 60$ Hz.

Jmenovitý reziduální proud je hodnota reziduálního proudu pro něj musí chránič za stanovených podmínek vypnout. Chrániče se nejčastěji vyrábějí s jmenovitým reziduálním proudem $I_{\Delta N} = 10, 30, 100, 300$ a 500 mA. Proudový chránič musí reagovat na reziduální proudy v rozmezí $0,5 - 1,0 I_{\Delta N}$. V praxi to znamená, že nižší reziduální proudy než $0,5 I_{\Delta N}$ chránič nesmí vypnout, zatímco vyšší reziduální proudy než $1,0 I_{\Delta N}$ chránič vypnout musí.

Způsob působení chrániče typu AC a A se většinou vyrábějí jako napěťově nezávislé, tj. typu FI. Chrániče typu DI jsou napěťově závislé tj. pro svou funkci potřebují napětí zpravidla v rozsahu $0,8 (0,7) - 1,0 U_N$.

Typ chrániče z hlediska reziduálních proudů popisuje, jaké druhy reziduálních proudů je schopen chránič detekovat.

Tab. 3-3 Značení typu chrániče podle druhu detekovaných reziduálních proudů

Typ	Značení	Zajištění vypnutí
AC		Pro sinusové reziduální proudy.
A		Pro sinusové reziduální proudy a pulzující proud (kladné a záporné půlvlny), vypíná rovněž pro fázově řízené pulzující proudy.
B		Pulzující stejnosměrný reziduální proud superponovaný na hladký stejnosměrný proud 6 mA.

Typ vypínání určuje, zda chránič vypíná chráněný obvod přímo (většina chráničů do 125 A) – s přímým vypínáním, nebo zda chránič vypíná pomocný rozpínací kontakt, který posléze zajistí přerušení obvodu pomocí připojeného (předřazeného) stykače, jističe apod.

Zpoždění vypínací spouště – Proudové chrániče mají normálně nezpožděnou spoušť. To znamená, že sériovým řazením chráničů s nezpožděnou spouští nelze dosáhnout selektivního vypnutí v případě poruchy. Aby se při sériovém řazení proudových chráničů dosáhlo selektivity, musí být předřazené přístroje časově zpožděné proti nezpožděným přístrojům a rovněž musí být odstupňována velikost jmenovitých reziduálních proudů.

Tab. 3-4 Zpoždění vypínání proudových chráničů

Typ	Značení	Rychlost vypnutí
Bez zpoždění	Neznačí se	Není zdola omezen
Se zpožděním	G	Zpoždění min. 10 ms (aplikace je žádoucí, jsou-li za chráničem SPD typu III (přepětové ochrany))
Se zpožděním - selektivní	S	Zpoždění min. 40 ms (je zajištěna selektivita s chráničem bez zpoždění a/nebo typu G. Selektivita je zaručena pro chrániče S s $I_{\Delta N} = 300 \text{ mA}$ a G a nebo bez zpoždění s $I_{\Delta N} = 10$ nebo 30 mA).

Jmenovitý podmíněný zkratový proud - Princip funkce a konstrukce nedovoluje použít proudového chrániče k jištění proti zkratu. K jištění obvodu musíme použít jistič nebo pojistku. Tyto prvky spolehlivě vypnou zkratovaný obvod. Proudový chránič musí snést pouze průchod zkratového proudu. Velikost maximálního průchozího proudu označujeme jako jmenovitý podmíněný zkratový proud I_{nc} . Zkratová odolnost je tedy vyjádřena proudem I_{nc} . Výrobci rovněž definují předřazené jištění proti zkratu před chrániči.

Provozní rozsah teplot - pro proudové chrániče je podle téměř všech mezinárodních norem $(-5 \div +40)^\circ\text{C}$. Některé chrániče pracují i v rozšířeném pásmu $(-25 \div +40)^\circ\text{C}$. Tato možnost použití je označena následujícím symbolem na štítku přístroje:



3.9. Ochrany užívané v PV instalacích

□ Důležité upozornění

PV zařízení na straně DC musí být považováno za činné (pod napětím) vždy, i když je odpojeno od strany AC. Důvodem je skutečnost, PV řetězec generuje napětí naprázdno.

□ Poznámka k uzemnění

Uzemnění jednoho živého vodiče na straně DC je dovoleno, pokud je splněna podmínka alespoň jednoduchého (elektrického) oddělení mezi stranou AC a stranou DC.

Pokud by tato podmínka nebyla splněna, docházelo by v sítích TN ke zkratu, v síti TT a IT k zemnímu spojení při připojení PV měniče a fotovoltaický systém by mohl zároveň injektovat stejnosměrné proudy do napájecí sítě.

Pro úplnost je nutno uvést, že podle ČSN 33 2000-5-54 ed. 3, čl. NA.10.3.4 se pro pracovní uzemnění kladného pólu ve stejnosměrných zařízeních nemá používat náhodný základový zemnič.

❑ Meze bezpečných malých napětí

U systémů SELV a PELV opalizované zkušební napětí naprázdno PV řetězce nesmí přesáhnout 120 V DC.

❑ Ochranné opatření při poruše, proti přetížení a zkratu

Na straně AC musí být PV napájecí vodič připojen k napájené straně přes přístroje zajišťující ochranu automatickým odpojením od zdroje ve stanoveném čase podle ČSN 33 2000-4-41 ed.2.

Pozn: Pro koncové obvody s proudem do 32 A včetně v síti s fázovým napětím $U_0=230$ V je maximální doba odpojení 0,4 s, pro obvody nad 32 A je tato doba 5 s.

Zároveň musí být zajištěna ochrana PV napájecího vodiče na straně AC proti přetížení a zkratu. Zároveň je nutné respektovat pokyny výrobce PV měniče ohledně předepsaného jistění a připojení k síti.

Pozn: V určitých případech může být ochrana automatickým odpojením od zdroje realizována proudovým chráničem, který ovšem ze své podstaty nejistí obvod před přetížením z krátkých mezi pracovními vodiči.

Na straně DC se ochrana proti proudovému přetížení se nemusí provádět u vodičů PV řetězců a PV polí, pokud zatížitelnost vodiče je rovna nebo vyšší než 1,25násobek $I_{SC\ STC}$ (normalizovaný zkušební proud nakrátko) v každém místě.

Pozn: Důvod je ten, že při prohoření invertoru (měniče) je automatické odpojení realizováno na AC straně, a na DC straně se neuvažuje větší proudový příspěvek do sítě AC než normalizovaný zkušební proud nakrátko.

Ochrana proti zemnímu spojení na straně DC

Jak bylo uvedeno výše v poznámce k uzemnění, případné zemní spojení (uzemnění) jednoho pólu DC strany by vedlo jednak ke zkratu v síti TN, jednak by docházelo k injektování stejnosměrného proudu do elektrické instalace.

Proto je aplikován požadavek, že pokud elektrická instalace, včetně PV napájecího systému nemá aspoň jednoduché oddělení mezi AC stranou a DC stranou užije se k samočinnému odpojení od zdroje proudový chránič typu B.

Proudový chránič typu B se nepředepisuje, pokud je měnič pro zařízení PV konstruován tak, že není schopen přenést poruchový proud DC do elektrické instalace.

❑ Přednostní ochranné opatření proti poruše na DC straně

Jelikož ochrana automatickým odpojením od zdroje je pro poruchy na DC straně problematická (normalizovaný zkušební proud nakrátko a pracovní proud se liší poměrně málo), tudíž jako praktické připadá de-facto jen užití IT sítě a vypínání měniče při snížení izolačního stavu.

Toto vypnutí měniče ovšem neřeší vypnutí stav, že osluněné PV články nadále generují napětí, je jako přednostní ochrana na DC straně **Ochrana použitím zařízení třídy ochrany II nebo s rovnocennou izolací.**

Pozn: Ochrana bezpečným malým napětím je možná, ale pro přenos větších výkonů je ekonomicky méně výhodná z důvodu nutnosti užít zdroje s bezpečnostním ochranným oddělením obvodů a v neposlední řadě vyššímu proudu z důvodu nižší napěťové hladiny pro přenos stejného výkonu.

❑ Nedovolená ochranná opatření na straně DC

Ochrana nevodivým okolím a neuzemněným místním pospojováním se na straně DC nedovoluje.

Nevodivé okolí ve venkovním prostoru je z důvodu vlhkosti, cizích vodivých částí apod. obtížně dosažitelné a ze stejného důvodu by ani ochrana neuzemněným místním pospojováním nebyla účinná.

□ Dimenzování a volba přístrojů

Odpínače a odpojovače užívané na DC straně musí být určeny pro stejnosměrná napětí. Nelze použít spínací přístroje určené do obvodů střídavého napětí, tedy např. pro odpínače a odpojovače kategorie DC-20A nebo DC-20B nebo DC-21A nebo DC-21B. Za zmínku rovněž stojí, že z konstrukčních důvodů není dovoleno odpojovače (tedy přístroje kategorie DC-20A nebo DC-20B) rozpojovat pod zatížením, neboť zde hrozí riziko hoření oblouku.

PV moduly mohou být spojeny do sérií až do dovoleného provozního napětí PV modulů ($U_{OC\ STC}$ tj. normalizované zkušební napětí naprázdno PV řetězců) a PV měniče a řídí se tím, které je z těchto napětí nižší. Údaje k jednotlivým zařízením musí být dodány od výrobců těchto zařízení.

Pokud jsou použity závěrné diody, potom se závěrné napětí určuje jako $2 \times U_{OC\ STC}$ PV řetězce. Závěrné diody musí být připojeny do série PV řetězců.

□ Ochrana před bleskem a přepětím

Pro ochranu před bleskem a přepětím je nutné respektovat Vyhl. 268/2009 Sb. (Technické požadavky na stavby) tam, kde připadá v úvahu, tj. zejména budovy bytové a občanské výstavby (podrobně viz Vyhl. 268/2009 Sb., § 36).

To znamená, že musí být proveden výpočet rizika podle normových hodnot (směrodatná norma je ČSN EN 62305-2 ed.2) k výběru nejvhodnějších ochranných opatření stavby (tato opatření jsou rozložena v normách ČSN EN 62305-3 ed.2 a ČSN EN 62305-4 ed.2).

Stejně jako pro PV systémy i pro systém ochrany před bleskem musí být provedena výchozí revize před uvedením do provozu. Zároveň je u objektů nutno provést výchozí revizi dojde-li k podstatným změnám nebo rekonstrukcím chráněné stavby (např. montáž PV systému) resp. mimořádnou revizi po úderu bleskem.



Shrnutí pojmů 3

Koordinace ochran - viz kap. 3.3

ochrana základní - viz kap. 3.4

ochrana při poruše - viz kap. 3.5

obvody bezpečného malého napětí – viz kap. 3.5

obvody SELV, PELV a FELV – viz kap. 3.5

doplňková ochrana – viz kap. 3.7

proudový chránič – viz kap. 3.8

ochranná opatření v PV instalacích – viz kap. 3.9

4. Obsluha a práce na elektrických zařízeních



Čas ke studiu: 60 min



Cíl Po prostudování tohoto odstavce budete umět:

- objasnit pojem ochranný prostor, a zóna přiblížení;
- charakterizovat aspekty práce pod napětím, bez napětí a v blízkosti živých částí;
- popsat postup uvedení pracoviště do beznapěťového stavu;
- vyjmenovat kompetence osob poučených a znalých;
- popsat zásady chování při pracovní činnosti na elektrických zařízeních



Výklad

4.1. Předmluva, definice pojmů

□ Motto – předmluva k následující kapitole

„Sebelepší pravidla a postupy plní svůj účel pouze tehdy, jsou-li s nimi a se všemi zákonnými požadavky seznámeny všechny osoby pracující na elektrických zařízeních, s nimi nebo v jejich blízkosti a důsledně se jimi řídí.“

EN 50110-1:2013

V úvodu učebního textu bylo v kapitole 1 rozebráno, že opatření k zabezpečení bezpečného provozu elektrických zařízení (tedy schopnosti nezpůsobit škody) jsou dvojí: technické a organizační. V kapitole 3 byly stručně rozebrány technická opatření, a základní legislativa vztahující se k obsluze a práci na elektrických zařízeních.

V této kapitole se podrobněji rozeberou požadavky na správné pracovní postupy k zajištění bezpečné činnosti na elektrických zařízeních.

□ Definice pojmů

V elektrotechnice se ustálily následující termíny a definice. Většina z těchto termínů jsou uvedeny i v mezinárodních slovnících.

Elektrické zařízení (*electrical installation*)

zahrnuje všechna elektrická zařízení, která jsou určena pro výrobu, přenos, přeměnu, rozvod a užití elektrické energie; zahrnuje zdroje energie jako jsou baterie, kondenzátory a všechny další zdroje akumulované elektrické energie.

Obsluha a práce (*operation*)

zahrnuje všechny pracovní činnosti nutné k uvedení elektrického zařízení do chodu, zahrnuje takové úkony jako je spínání, ovládání, monitorování, údržba a také práce na elektrických zařízeních a neelektrické práce.

Riziko (*risk*)

kombinace pravděpodobnosti a stupně možného zranění nebo poškození zdraví osoby, která je vystavena riziku nebo rizikům.

Elektrické riziko (*electrical hazard*)

zdroj možného zranění nebo poškození zdraví působením elektrické energie z elektrického zařízení.

Elektrické nebezpečí (*electrical danger*)

riziko zranění od elektrického zařízení.

Zranění způsobené elektřinou (*electrical injury*)

smrt nebo zranění osoby způsobené elektrickým proudem, popálením elektrickým obloukem, ohněm nebo výbuchem způsobeným elektrickou energií při obsluze nebo práci na elektrickém zařízení.

Osoba znalá (*skilled person*)

osoba s odpovídajícím vzděláním, znalostmi a zkušenostmi, umožňující jí vyvarovat se nebezpečí a vyhodnotit rizika, která elektřina může vytvořit.

Osoba poučená (*instructed person*)

osoba prokazatelně poučená osobami znalými, umožňující jí vyvarovat se nebezpečí, které elektřina může vytvořit.

Vedoucí práce (*nominated person in control of a work activity*)

pověřená osoba s konečnou odpovědností za pracovní činnosti. Pokud je to vyžadováno mohou být některé odpovědnosti přeneseny na jiné osoby.

Osoba odpovědná za elektrické zařízení (*person responsible for an electrical installation*)

pověřená osoba s konečnou odpovědností za stav a provoz elektrického zařízení tak, aby byla zajištěna bezpečná činnost. Tím, že stanovuje pravidla, organizace nebo směrnice. Osobou se rozumí vlastník, zaměstnanec, investor nebo pověřená osoba. Některé z povinností mohou být delegovány na jiné osoby, je-li to vyžadováno. V případě rozsáhlých nebo složitých elektrických instalací nebo sítí může být odpovědnost delegována na jejich části nebo sítě.

Osoba pověřená kontrolou zařízení během pracovních činností (*nominated person in control of an electrical installation during work activities*)

osoba odpovědná za bezpečný stav elektrického zařízení během pracovních činností na něm nebo v jeho blízkosti. Tato osoba má posoudit možné následky pracovních činností na elektrickém zařízení nebo jeho částech, které jsou v její odpovědnosti, a účinků elektrického zařízení na pracující osoby během pracovních činností. Některé z těchto povinností mohou být delegovány podle potřeby na další osoby

Pracoviště (*work location*)

místo (místa), prostor (prostory) nebo oblast (oblasti), kde se má pracovat, pracuje se nebo se pracovalo

Zóna přiblížení (*vicinity zone*)

vymezený prostor vně ochranného prostoru.

Ochranný prostor (*live working zone*)

prostor okolo živých částí, ve kterém není při zasahování nebo vstupování do něho bez ochranných opatření zajištěna izolační hladina k odvrácení elektrického nebezpečí.

Živá část (*live*)

Část elektrického zařízení určena k vedení proudu za normálních podmínek. Jedná se o vodič nebo vodivou část určenou tomu, aby při obvyklém užívání byla pod napětím. Nejčastěji se jedná o vodiče, vinutí motorů, transformátorů, ale i např. svorku baterie nebo akumulátoru.

Beznapětový stav (*dead*)

napětí je nulové nebo přibližně nulové a/nebo bez náboje.

Neživá část (*Exposed conductive part*)

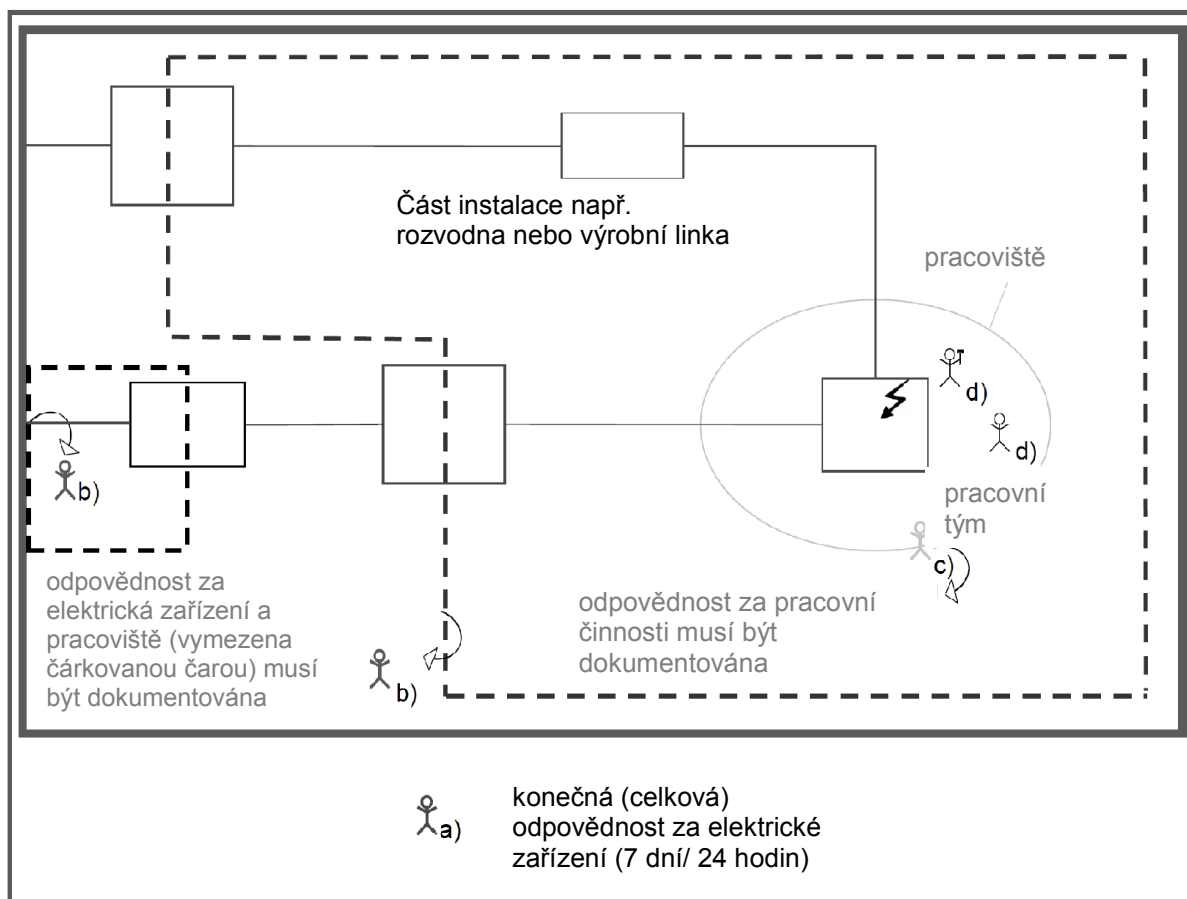
elektrického zařízení je vodivá část, které se lze dotknout a která není obvykle živá, ale může se stát živou v případě poruchy. Nejčastěji se jedná o kovové kryty.

Malé napětí (ELV - extra low voltage)

normálně nepřevyšuje 50 V u střídavého proudu (AC) nebo 120 V u nezářivého stejnosměrného proudu (DC) buď mezi vodiči nebo vodiči a zemí, toto zahrnuje SELV, PELV a FELV.

Nízké napětí (LV - low voltage)

normálně nepřevyšuje AC 1 000 V nebo DC 1 500 V.



Obr. 4-1 Úrovně odpovědnosti, zdroj EN 50110 ed.3:2013

Legenda k Obr. 4-1:

- a) osoba odpovědná za elektrické zařízení;
- b) osoba pověřená kontrolou elektrického zařízení během pracovní činnosti;
- c) vedoucí práce;
- d) člen pracovního týmu.

4.2. Ochranný prostor a zóna přiblížení

□ Ochranný prostor

K úrazu způsobenému elektrickým proudem v instalacích nízkého napětí dochází v důsledku kontaktu se živou částí (ať už osoby nebo nevhodným nářadím, kovovou částí drženou osobou apod.) a následném proudem protékajícím tělem postiženého.

V instalacích vysokého napětí (nad 1500 V DC, resp. 1000 V AC) se již uvažuje, že i při pouhém přiblížení osoby k živé části může dojít k úrazu elektrickým proudem v důsledku přeskočení.

Vzdálenost, při níž už může dojít k úrazu elektrickým proudem při pouhém přiblížení k živým částem se nazývá *ochranný prostor*. V sítích nízkého napětí se předpokládá, že k úrazu elektrickým proudem dojde pouze při kontaktu se živou částí.

Pokud osoba zasahuje tělem, nářadím, vybavením nebo předměty do ochranného prostoru (v instalacích vn), resp. dotýká-li se živých částí u instalací nn, je toto považováno za práci pod napětím (bude rozebráno dále).

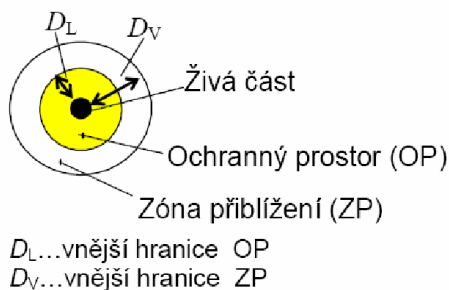
Definice ochranného prostoru a zóny přiblížení je na Obr. 4-2.

□ Zóna přiblížení

Zóna přiblížení je prostor vně ochranného prostoru. Při pohybu osob, práci na elektrickém zařízení nedochází k narušení ochranného prostoru. Nejedná se tudíž o práci pod napětím. Hrozí zde bezprostřední riziko, že při neopatrné manipulaci, v důsledku jiných okolností apod. může dojít k narušení ochranného prostoru a s tím souvisejícímu úrazu elektrickým proudem.

Vzdálenosti, které jsou definovány pro zónu přiblížení a ochranný prostor jsou uvedeny v Tab. 4-1.

Je nutno zdůraznit, že tyto vzdálenosti jsou minimální a v případě potřeby (analýzy rizika) je vhodné je zvýšit úměrně rizikům při vykonávané práci.



Obr. Vzdušné vzdálenosti a zóny pro pracovní postupy

Jmenovité napětí soustavy U_N [kV]	D_L [mm]	D_V [mm]
do 1 kV		300
3 kV	60	1120
6 kV	90	1120
22 kV	260	1260
35 kV	370	1370
400 kV	2600	4600

Obr. 4-2 Definice ochranného prostoru a zóny přiblížení kolem nezakryté živé části, zdroj [32]

Tab. 4-1 Číselné hodnoty vzdáleností ochranného prostoru a zóny přiblížení, zdroj ČSN EN 50110-1 ed.3

Pokud osoba zasahuje nářadím nebo pracuje v zóně přiblížení, jedná se o tzv. práci v blízkosti živých částí. Specifika této práce budou rozebrána dále.

4.3. Definice obsluhy a práce na elektrických zařízeních

□ Obsluha elektrických zařízení

V původním znění normy ČSN EN 50110-1 ed. 3 je definován termín *operation* jako obsluha a práce. Naše národní předpisy rozlišovaly (a rozlišují) pojem obsluhy a práce na elektrických zařízeních. Konkrétně jsou tyto pojmy vymezeny v TNI 34 3100:2005.

Obsluhou elektrického zařízení jsou pracovní úkony spojené s provozem elektrického zařízení, např. spínání, místní, dálkové nebo ústřední ovládání, regulování, monitorování, čtení údajů trvale namontovaných přístrojů, synchronizování, prohlídka zařízení apod. Při obsluze se osoby zásadně dotýkají jen těch částí, které jsou k tomu určené. Pokud je pro obsluhu stanoveno používání osobních ochranných prostředků (OOP), musí být použity.

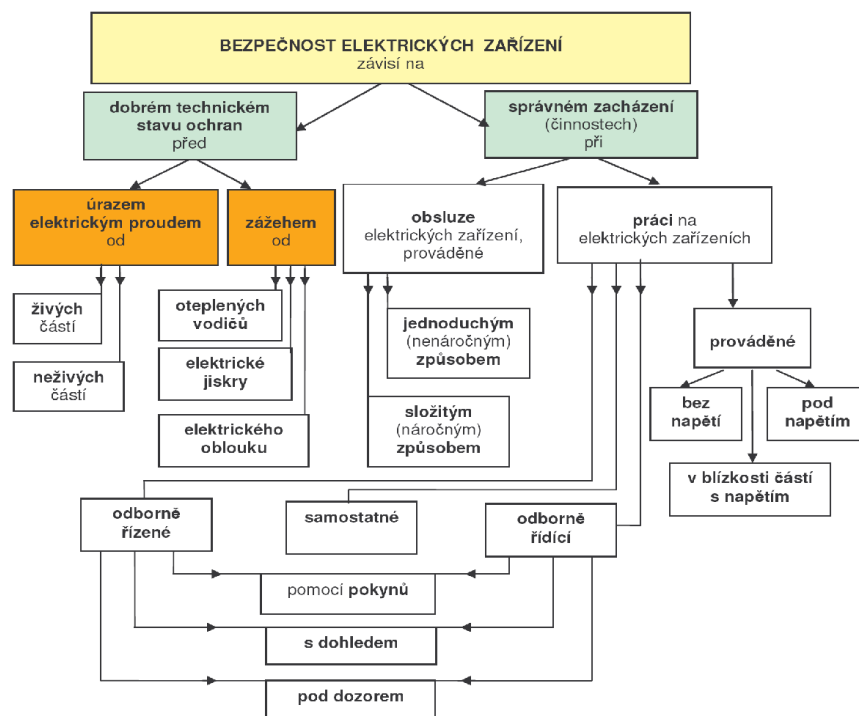
□ Práce na elektrických zařízeních

Práci na elektrickém zařízení se rozumí výstavba, montáž, revize a údržba elektrického zařízení. Sem patří také všechny úkony pro zajišťování pracoviště, jakož i měření přenosnými přístroji. Práce mohou být prováděny na zařízení **bez napětí**, na zařízení **pod napětím**, a **v blízkosti živých částí**. Podle způsobu práce prováděné na elektrickém zařízení se jedná o **práce podle pokynů**, **práce s dohledem** a **o práce pod dozorem**.

Práce podle pokynů je práce, pro kterou jsou dány jen nejnutnější pokyny. Při této práci, odpovídají za dodržování bezpečnostních předpisů pracující osoby samy.

Práce s dohledem je práce, která se provádí podle podrobnějších pokynů. Před zahájením práce se osoba provádějící dohled přesvědčí, zda jsou provedena nutná bezpečnostní opatření. V průběhu prací, občas podle potřeby, kontroluje osoba provádějící dohled dodržování bezpečnostních předpisů. Při této práci odpovídají za dodržování bezpečnostních předpisů pracující osoby samy.

Práce pod dozorem je práce, která se provádí za trvalé přítomnosti osoby, která je pověřena dozorem a která je odpovědná za dodržování příslušných bezpečnostních předpisů.



Obr. 4-3 Bezpečnost elektrických zařízení (technická a organizační hlediska), zdroj [22]

4.4. Bezpečná obsluha a práce

□ Před započítím práce

Před započítím prací na elektrických zařízeních je třeba analyzovat rizika. Tímto pojmem se myslí vyhodnotit kdo bude práci provádět, jak bude prováděna a s kým a čím ji bude provádět a jaká bezpečnostní opatření musí být provedena, aby byla zajištěna bezpečnost.

Pokud se k danému pracovišti nebo práci váží specifické předpisy (např. místní provozní bezpečnostní předpis, řád laboratoře apod.) je nutné pracovníky s těmito předpisy seznámit, resp. provést proškolení pracovníků. Pro složité práce je nutno pracovníky v přiměřených intervalech přezkušovat.

Zákoník práce stanovuje, že jsou-li třeba speciální ochranné pomůcky resp. ochranný oděv je nutné je mít.

Zákoník práce, stejně jako další předpisy uvádějí, že jsou-li při činnostech specifická nebezpečí (zde myšleno hlavně elektrická), je nutné, aby je vykonávala jen osoba, která má dostatečné znalosti a zkušenosti.

Pro každou práci musí být jmenován (jeden) vedoucí práce tj. osoba s konečnou odpovědností za pracovní činnosti. Před zahájením pracovní činnosti a během ní musí vedoucí práce dbát na dodržování všech příslušných bezpečnostních požadavků a předpisů. Vedoucí práce musí poučit všechny osoby zapojené do pracovní činnosti o všech rozumně předvídatelných nebezpečích, která jim nejsou okamžitě zřejmá.

□ Dorozumívání, komunikace

V normě ČSN EN 50110-1 ed.3 se připouští jakákoliv forma komunikace (mluvené slovo, radiotelefonicky, písemně, vizuálně atd.)

Před započítím bezpečné práce musí být sděleny všechny informace pro zajištění této práce (stav zařízení, uzemnění, zkratování, vyřazení ochran apod.).

Všechna hlášení musí obsahovat jméno a příjmení, a pokud je to nutné i funkci a polohu osoby předávající informace.

Pro ústní formu platí, že je nutno potvrdit obsah a porozumění zprávy. Obecně není přípustné provádět úkony po uplynutí smluvených časových intervalů případně v bez dalšího ohlášení v předem dohodnutých časových intervalech.

Jestliže jsou na pracovišti osoby hovořící různými jazyky, musí být předem stanoven jazyk, kterému příslušné osoby rozumějí (v zahraničí nejčastěji anglický jazyk).

□ Sled kroků při zahájení prací

Před zahájením prací musí být osoba pověřená kontrolou elektrického zařízení během pracovních činností informována vedoucím práce o povaze a sledu prováděných prací. Pokyn k zahájení prací dává vedoucímu práce osoba pověřená kontrolou elektrického zařízení během pracovních činností.

Vedoucí práce poté dává pracovníkům (po zajištění pracoviště) pokyny k zahájení prací. O případném přerušení nebo skončení prací musí být opět informována osoba pověřená kontrolou elektrického zařízení.

Pozn. Oproti předchozí normě ČSN EN 50110 ed.2 je v současné normě definována nová osoba – osoba pověřená kontrolou elektrického zařízení během pracovních činností. Ta fakticky přebírá většinu odpovědnosti v průběhu elektrických prací, jež byla původně delegována na osobu odpovědnou za elektrické zařízení.

4.5. Provozní a pracovní postupy

□ Běžné provozní postupy

Z hlediska provozních postupů prací na elektrických zařízeních lze definovat tyto postupy:

- provozní činnosti (odpojování, manipulace, připojování elektrických zařízení);
- kontroly funkčního stavu (měření a zkoušení a revize elektrických zařízení);

Měření na elektrických zařízeních přenosnými měřicími přístroji, přestože jsou pracemi pod napětím mohou vykonávat i osoby poučené, zkoušení potom mohou vykonávat osoby poučené pod dozorem osoby znalé. **Při měření je nutné před měřením zkontrolovat funkčnost měřicích přístrojů!!**

□ Druhy prací z hlediska pracovních postupů

Jak již bylo uvedeno výše pro každou práci musí být určen pracovní postup. Pro složitější práce musí být vydán postup písemně (v ČR se osvědčil a užívá pro vn instalace „příkaz B“ a „příkaz B-PPN“ a pro nn instalace potom „PPNN“ i když jej evropská norma EN 50110 – 1 v této formě nepředepisuje).

Z hlediska stavu ve kterém je elektrické zařízení, tedy elektrického rizika lze definovat tři druhy prací a to **práci pod napětím, práci bez napětí a práci v blízkosti živých částí.**

4.6. Práce bez napětí

□ Uvedení pracoviště do beznapěťového stavu

Práce je považována za práci bez napětí jen při splnění podmínek pro zajištění pracoviště pro práci bez napětí. Tyto podmínky musí bezpodmínečně všechny osoby znalé znát. Jedná se o splnění všech pěti (v určitých případech v instalacích nn stačí prvních třech a páté) podmínky a to v uvedeném pořadí:

1. vypni;
2. zajisti;
3. proměř;
4. uzemni a zkratuj;
5. proved' opatření k živým částem v blízkosti.

Pojmem **vypni** se myslí odpojení instalace ze všech stran napájení.

Zajisti znamená zajistit proti opětovnému zapnutí například zamknutí odpojovače, vypínače vlastním zámekem, nebo vedoucí práce schová pojistkové vložky a hlavice do kapsy, v prostorách, kde se pohybují jen osoby znalé tak v určitých případech stačí instalace cedulky „nezapínej na zařízení se pracuje“. Zároveň je nutné zajistit, aby pomocné zdroje byly odpojeny a bylo znemožněno nevyžádané sepnutí od místního nebo dálkového ovládání.

Proměř znamená ověření, že daná část instalace je bez napětí. Zkoušečka musí být před měřením zkontrolována přiložením na živou část (nutno ověřit, že funguje). V některých případech je nutné ověřit funkčnost zkoušečky i po ověření beznapěťového stavu.

Jestliže je v kterémkoliv čase práce přerušena nebo musí pracovní tým opustit pracoviště a v důsledku toho nemůže průběžně kontrolovat elektrické zařízení, musí být beznapěťový stav opětovně ověřen před započetím práce, jestliže však je pracoviště trvale uzemněno a zkratováno, není ověření beznapěťového stavu nutné.

Uzemni a zkratuj není nutné provádět v instalacích nízkého napětí, které nejsou napájeny ze záložního zdroje energie, případně nedochází ke křížování venkovního vedení nebo souběhu s jinými druhy vedení (vliv indukce). Důvod je odvedení zbytkového náboje, dále jako opatření proti

naindukování z jiných živých částí pod proudem (v souběhu), dále i jako psychologický efekt. Proto na vn instalacích musí být z pracoviště zkratovací soustava na dohled.

Uzemňovací a zkratovací soupravy nebo přístroje musí být nejdříve spojeny s uzemňovací soustavou a pak se všemi póly (vodiči) vypnutého zařízení, které má být uzemněno, demontáž se provádí v opačném pořadí.

Proved' opatření k živým částem v blízkosti – je nutné zabezpečit pracoviště, ohradit jej, provést opatření k zamezení účinků indukce atd. Pokud jsou poblíž části pod napětím v zóně přiblížení, je nutné aplikovat požadavky na práci v blízkosti živých částí. V instalacích nn, pokud nejsou v blízkosti živé části není třeba tento krok provádět.

V instalacích vn se při vpuštění pracovní čtyř aplikuje požadavek, aby vedoucí práce dotykem ruky na živou část (bez napětí) přesvědčil ostatní pracovníky o tom, že zařízení je bez napětí. Rovněž v instalacích vn se po odejmutí zkratovací soupravy považuje instalace již za instalaci pod napětím.

Vzor příkazu B (resp. jeho přední strany) je na obr. Obr. 4-4. Je zde patrné písemné zaznačení sledu uvedení vn instalace do stavu bez napětí a „reverz“ pracovníků, že byli poučeni o stavu pracoviště.

□ **Práce bez napětí na elektrickém zařízení nn**

Za práci na elektrickém zařízení nn bez napětí se považuje práce, při níž zařízení, popř. jeho část, na které se pracuje, je odpojena od napětí a oddělena od jiných živých částí pod napětím kryty nebo zábranami, chránícími před neúmyslným dotykem.

Tyto práce smějí konat osoby alespoň poučené podle pokynů. Osoba znalá a znalá s vyšší kvalifikací smí pracovat sama.

PŘÍKAZ „B“ čís.....

pro vedoucího práce:*) s četou osob,
pro dozor:*)

aby dne od do hodin na elektrickém zařízení (vedení) –
v blízkosti živých částí*) elektrického vedení*) – za napětové výluky*) – pod napětím*)

vykonali.....

Příkaz „B“: osobně – poslem – telefonicky – radiotelefonicky*)

vydal nebo hlásil (jméno a podpis) dne hodin

přijal (jméno, podpis) dne hodin

Zapsal do knihy příkazů „B“ č číslo příkazu

Místa	Úkony pro zajištění pracoviště (vyplní nebo určí osoba vydávající příkaz „B“)	Poř. čís. úkonu	Za vykonání úkonu odpovídá	Provedl – hlásil	
				datum hodin	podpis nebo hlásil
	Vypne se:				
	Odpojí se:				
	Další bezpečnostní opatření:				
Na pracovišti	způsob kontroly, že zařízení je bez napětí				
	zemnění a zkratování:				
	způsob označení pracoviště:				
	vymezení pracoviště:				
	další bezpečnostní opatření:				
Nejbližší části elektrického zařízení (vedení) pod napětím:					

Takto zajištěné pracoviště převzal a za další bezpečnost zodpovídá vedoucí práce: (jméno)

dne: hodin: podpis:

Stvrzujeme podpisy, že jsme byli před zahájením práce o stavu pracoviště poučeni.....

.....

Obr. 4-4 Vzor příkazu B, přední strana, zdroj TNI 34 3100:2005

firma.....

PŘÍKAZ „PPNN“č. kniha č. NN.....

POZOR, PRÁCE POD NAPĚTÍM – NN!

I. Odpovědná osoba pro PPN vydává
pro vedoucího prací..... a osoby

příkaz k provedení prací pod napětím na těchto zařízeních (místo a druh prací):

- 1.....
- 2.....
- 3.....
- 4.....
- 5.....
- 6.....
- 7.....

Bezpečnostní a doplňující informace:

Příkaz je platný od:

Příkaz byl vydán O, P, T, R ¹⁾ dne.....hod.....podpis.....

II Příkaz přijal vedoucí prací O, P, T, R ¹⁾ dne.....hod.....podpis.....

III. Osoby svými podpisy u každé práce uvedené v odstavci IV. potvrzují, že byli instruováni o stavu pracoviště, způsobu provádění prací a použití pracovních postupů a že jsou fyzicky a psychicky způsobilé uvedené práce pod napětím provádět.

IV. Vedoucí práce potvrzuje, že:

a) shora uvedené práce byly provedeny:

1. dne.....od.....do.....hod., tj. zahod.
2. dne.....od.....do.....hod., tj. zahod.
3. dne.....od.....do.....hod., tj. zahod.
4. dne.....od.....do.....hod., tj. zahod.
5. dne.....od.....do.....hod., tj. zahod.
6. dne.....od.....do.....hod., tj. zahod.
7. dne.....od.....do.....hod., tj. zahod.

podpisy osob:

b) Ostatní práce pod č.nemohly být provedeny nebo byly přerušeny z těchto důvodů.....

Legenda: O – osobně, P – poslem, T – telefonem, R – rádiem
¹⁾nehodící se škrtněte

.....
jméno a podpis vedoucího práce

Obr. 4-5 Vzor příkazu PPNN, zdroj: 34 3100:2005

4.7. Práce pod napětím

□ Definice a požadavky na práci pod napětím

Práce pod napětím smí vykonávat jen osoba znalá, která je k tomu proškolená a má k tomu zkušenosti. Při práci pod napětím musí mít pracovník obě ruce volné, nesmí být pod časovým nátlakem. Osoby provádějící práce pod napětím musí být pravidelně přezkušovány z předpisů a pracovních postupů.

Pracující osoby musí být vhodně oblečeny a musí mít odpovídající osobní ochranné prostředky a pomůcky. Nemají mít na sobě žádné kovové předměty, například osobní šperky, je-li pravděpodobné, že mohou být příčinou zranění.

Tyto práce se nesmí provádět v místnostech s nebezpečím výbuchu nebo požáru.

Za práci pod napětím lze považovat i práci na nezajištěném pracovišti bez napětí nebo nasazení a sejmutí zkratovací soupravy.

□ Pracovní metody

Práce pod napětím lze provádět některým z níže uvedených metod.

- **Práce na potenciálu**

Je možné pracovat na potenciálu (dnes se užívá název práce v přímém dotyku). Metoda práce pod napětím, při které osoba vykonává práci v přímém dotyku s živými částmi, které mají potenciál těla a vhodnou izolaci proti okolí. Příklad: pracovník je na izolované plošině spojen s živou částí (trolej trakčního vedení).

- **Práce na bezpečnou vzdálenost**

Druhý druh práce pod napětím je práce na bezpečnou vzdálenost, kdy pracovník zasahuje do ochranného prostoru izolační tyčí, sám stojí mimo, aby nedošlo k úrazu elektrickým proudem.

- **Práce v dotyku**

Třetí druh je práce pod napětím je práce v dotyku (dnes se užívá název práce s izolačními rukavicemi), kdy pracovník má izolační rukavice, případně dielektrický koberec.

Jistý druh prací pod napětím je i měření přenosnými měřicími přístroji, měření izolačního stavu na odpojeném zařízení. Tato měření (jsou-li jednoduchá) může vykonávat i osoba poučená. **Obecně ale práce pod napětím, ve smyslu TNI 34 3100:2005 může v instalacích nn vykonávat minimálně osoba znalá (min. §5, vyhl. 50/1978 Sb.)**

□ Okolní prostředí

Práce pod napětím musí být omezena v případě nepříznivých vnějších vlivů. Tato omezení vycházejí ze snížení izolačních vlastností a snížené viditelnosti a omezení pohybu osob.

Při práci ve venkovním prostředí musí být zohledněny, pokud to je nutné k odvrácení nebezpečí, klimatické podmínky, jako je déšť, hustá mlha, bouřka, silný vítr, sláný déšť, mimořádně nízká teplota. Práce pod napětím musí být zakázána nebo přerušena při silném větru, špatné viditelnosti, nebo když osoby nemohou snadno ovládat nářadí. **V případě blízkosti se bouřky nesmí být práce pod napětím zahájena nebo musí být přerušena.**

□ Činnost vedoucího práce

Vedoucí práce musí informovat osobu pověřenou kontrolou elektrického zařízení během pracovní činnosti, o jakou práci se jedná a o zařízení, na kterém se bude práce konat.

Před zahájením práce musí být osoby seznámeny, z čeho práce sestává, jaká jsou bezpečnostní hlediska, jaká je úloha každé z nich a jaké nářadí a výstroj budou použity.

Povolení k zahájení práce smí dát osobám pouze vedoucí práce.

Po ukončení práce musí vedoucí práce požadovaným způsobem informovat osobu pověřenou kontrolou elektrického zařízení během pracovní činnosti.

4.8. Práce v blízkosti živých částí

Práce v blízkosti živých částí je prací, při níž osoba nezasahuje do ochranného prostoru D_L a to ani náradím, avšak se pohybuje v zóně přiblížení D_V . Tyto práce musí provádět osoby poučené o případném nebezpečí, musí mít podobně jako při práci pod napětím stabilní postavení a obě ruce volné.

Pokud tyto práce vykonávají v instalacích nn osoby poučené, musí tak činit s dohledem osoby znalé s vyšší kvalifikací (min. § 6, vyhl. 50/1978 Sb.). Osoby znalé tak v instalacích vn mohou vykonávat jen s dohledem osoby znalé s vyšší kvalifikací (v instalacích nn potom mohou v blízkosti živých částí pracovat osoby znalé samy).

Před zahájením práce musí vedoucí práce poučit osoby, zejména ty, které nejsou dobře obeznámeny s prací v blízkosti živých částí, o dodržování bezpečnostních opatření, bezpečných vzdáleností a nezbytnosti stále zachovávat bezpečnost. Hranice pracoviště musí být nezpochybnitelně stanovena a pozornost musí být soustředěna na neobvyklé okolnosti nebo podmínky. Toto poučení musí být ve vhodných intervalech nebo po změně pracovních podmínek opakováno.

Osoba, která vykonává práci, se sama musí přesvědčit, že při všech možných pohybech nedosáhne ochranného prostoru, částí těla nebo náradím a věcmi, se kterými pracuje. Zvláště musí být opatrná, když manipuluje s dlouhými předměty, například nástroji, konci kabelů, trubkami, žebříky apod.

4.9. Uvedení do provozu, provoz elektrických zařízení

□ Revize

Při uvádění instalací do provozu (po montáži nebo rekonstrukci) je zapotřebí provést revizi elektrické instalace. Revizí elektrické instalace rozumíme posouzení, zdali je elektrické zařízení z hlediska bezpečnosti schopno provozu (tj. zdali odpovídá platným normám a předpisům a není zdrojem nebezpečí).

Revize elektrické instalace zahrnuje několik kroků. Nejprve se posuzuje shoda instalace s technickou dokumentací, následně se prohlídkou (s využitím smyslů a důvtipu) kontroluje stav zařízení, poté se provede měření, ve kterém se posuzuje stav zařízení a posuzuje se účinnost ochrany před úrazem elektrickým proudem a nakonec se vypracovává zpráva o provedené revizi.

Rozeznáváme tři druhy revizí – **výchozí** při uvedení nového zařízení do provozu, **pravidelnou** – po uplynutí lhůty pro revizi a **mimořádnou** – při pochybnosti o kvalitě provedené revize, event. po mimořádné události (úder blesku, úraz, povodeň, ztráta dokumentace).

Povinnost provést výchozí revizi elektrické instalace revizním technikem s platným osvědčením příslušného druhu a rozsahu je jednoznačně stanovena vyhláškou 73/2010 Sb. Povinnost provádět následné kontroly (pravidelné revize) je pak stanovena např. NV 378/2001 Sb.

V některých případech je nutné, aby zahájené montáží (jedná se o zařízení třídy I.) bylo ohlášeno organizaci státního odborného dozoru (TIČR) a zařízení třídy I. lze uvést do provozu jen na základě souhlasného odborného a závazného stanoviska. Blíže viz [33],[34].

□ Dokumentace

Ke každému elektrickému zařízení musí existovat dokumentace. Ve fázi projektu se jedná o tzv. **projektovou dokumentaci**, která popisuje budoucí stav zařízení.

Při uvádění zařízení do provozu musí toto zařízení být vybaveno **průvodní dokumentací**. V ní musí být u instalace zpráva o výchozí revizi, dokumentace skutečného stavu instalace (projektová dokumentace a změny), protokol o určení vnějších vlivů, návody na obsluhu a údržbu.

V průběhu životnosti instalace může dojít ke změnám souvisejícím s rozšířením instalace, změnám apod. Tyto změny musí být rovněž společně s poslední zprávou o pravidelné revizi a průvodní dokumentací archivovány (a aktualizovány) a nazývají se **provozní dokumentací**. Průvodní (a provozní) dokumentace musí být archivována po celou dobu životnosti zařízení nebo instalace tj. do úplného zániku.

Důležité je zmínit, že před uvedením do provozu je nutno provést kontrolu bezpečnosti provozu podle průvodní dokumentace výrobce. Pokud dokumentace neexistuje nebo není znám výrobce (mimořádný, nepředpokládaný stav), stanoví rozsah kontroly zaměstnavatel místním provozním bezpečnostním předpisem. Tímto ustanovením je v podstatě řešen v minulosti neřešitelný stav.

Zařízení musí být vybaveno provozní dokumentací. Následná kontrola v rozsahu požadavků nařízení vlády 378/2001 Sb. musí být prováděna nejméně 1x za rok. Upřesnění má obsahovat místní provozní bezpečnostní předpis, pokud není stanoveno jinak.

4.10. Srovnání kompetencí osob poučených a znalých

□ Osoby poučené §4

Osoby poučené **smí** v rámci svých kompetencí:

- samostatně obsluhovat elektrická zařízení všech napětí;
- pracovat podle pokynů na částech EZ nn bez napětí;
- pracovat v blízkosti živých částí zařízení nn s dohledem (>200 mm);
- pracovat v blízkosti živých částí vn pod dozorem, v blízkosti vypnutých živých částí vn s dohledem;
- měřit zkoušecím zařízením.

Osoby poučené **nesmí** v rámci svých kompetencí:

- pracovat na částech nn, vn pod napětím (netýká se jednoduchých schválených prací určených pracovním postupem).

□ Osoby znalé §5

Osoby znalé **smí** v rámci svých kompetencí:

- samostatně obsluhovat elektrická zařízení všech napětí;
- pracovat samostatně na částech nn i pod napětím (vyjma prostorů mokrých venkovních a omezených vodivých);
- podle rozsahu kvalifikace mohou pracovat na zařízení vn (jednoduché věci a bez napětí sami, jinak s dohledem).

Osoby znalé **nesmí** v rámci svých kompetencí:

- vykonávat zakázané činnosti na částech nn, vn pod napětím;
- pracovníci znalí (§5) nesmí pracovat sami na částech nn v prostorách mokrých, omezených vodivých, venkovním (je nutný dozor osoby znalé s vyšší kvalifikací).



Shrnutí pojmů 4.

Elektrické zařízení, obsluha a práce – viz kap. 4.3

Riziko, elektrické riziko, elektrické nebezpečí – viz kap. 4.1.

Osoba znalá, osoba poučená - viz kap. 4.10.

Pracoviště, zóna přiblížení, ochranný prostor – viz kap. 4.2

Živá část, neživá část, beznapěťový stav – viz kap. 11.1..

Malé napětí, nízké napětí – viz kap. 11.1.

Práce pod napětím, bez napětí, v blízkosti živých částí – viz kap. 4.6, 4.7, 4.8.

5. Zásady poskytování první pomoci



Čas ke studiu: 60 min



Cíl Po prostudování tohoto odstavce budete:

- znát zásady poskytování první pomoci při úrazech se ztrátou vědomí;
- schopni teoreticky poskytnout první pomoc při úrazu elektrickým proudem;
- seznámení s právním rámcem legislativy ČR týkajícím se poskytování první pomoci.



Výklad

5.1. Právní hlediska

□ Úvod

Neškolený záchranář si může klást otázku, co se stane, neprovede-li první pomoc tak kvalitně jako profesionální záchranář. Častá je rovněž otázka, nebude-li záchranář trestně stíhán při např. prasklém žeburu v důsledku silně prováděné kardiopulmonální resuscitace.

I když tato otázka není etická, může být rovněž položena: Je (existuje) povinnost poskytnout první pomoc? A pokud ano, tak v jakém rozsahu? Z tohoto důvodu je vhodné nastínit platnou legislativu, jež se k problematice (ne)poskytnutí první pomoci vztahuje.

□ Neposkytnutí první pomoci

Ve většině literatury (a obecném podvědomí veřejnosti) se hovoří o povinnosti poskytnout první pomoc. Ve skutečnosti žádná taková povinnost není v zákonech přímo uvedena, to ovšem neznamená, že neposkytnutí první pomoci je beztrestné. Povinnost poskytnout první pomoc je dána nepřímo na základě zákonů trestajících její neposkytnutí. (*Pozn. Zák. 89/2012 – Nový občanský zákoník definuje v §2901 povinnost zakročit na ochranu jiného, příp. odvrátit újmu, tedy nepřímo definuje povinnost poskytnout první pomoc*).

V současné době platí zejména dva resp. tři legislativní předpisy stavící neposkytnutí první pomoci za hranu zákona:

- Zák. 40/2009 Sb. – Trestní zákoník;
- Zák. 361/2000 Sb. – Zákon o silničním provozu;
- Zák. 89/2012 Sb. – Občanský zákoník (není explicitně vyjádřeno).

Trestní zákoník kvalifikuje v §150 a 151 v druhé části, díl 3 – trestné činy ohrožující život nebo zdraví neposkytnutí první pomoci a neposkytnutí pomoci řidičem dopravního prostředku jako trestný čin.

Trestný čin Neposkytnutí pomoci podle §150 trestního zákona (trestní sazba až 2 léta) spáchá ten, „kdo osobě, která je v nebezpečí smrti nebo jeví vážné známky poruchy zdraví nebo jiného vážného onemocnění, neposkytne potřebnou pomoc, ač tak může učinit bez nebezpečí pro sebe nebo jiného“.

Trestný čin Neposkytnutí pomoci řidičem dopravního prostředku podle §151 trestního zákona (trestní sazba až 5 let nebo zákaz činnosti) „spáchá řidič dopravního prostředku, který po dopravní nehodě, na

níž měl účast, neposkytne osobě, která při nehodě utrpěla újmu na zdraví, potřebnou pomoc, ač tak může učinit bez nebezpečí pro sebe nebo jiného“.

Povinnost poskytnout první pomoc tedy ve smyslu citovaného zákona není absolutní. Ze zákona plyne povinnost poskytnout pomoc jen při přímém ohrožení života nemocného, příp. při vážném úrazu. Řidiči jsou ovšem povinni poskytnout první pomoc vždy. Trestné je tedy již ujetí od nehody, bez ohledu na to, zda druhý účastník nehody nějakou pomoc potřeboval.

Jedinou výjimkou je neposkytnutí první pomoci, jež by vystavilo zachránce příp. třetí osobu nebezpečí. V praxi se vychází z „přiměřenosti“ nebezpečí – určitého rizika se při poskytování první pomoci nelze vyvarovat nikdy, musí však být přiměřené okolnostem události, schopnostem a postavením zachránce atd. U úplných laiků se zpravidla považuje za dostatečné poskytnutí pomoci již pouhé přivolání záchranné služby. U osob, které prokazatelně absolvovaly odborné školení v poskytnutí první pomoci (vyškolení zdravotníci, řidiči, sportovní instruktoři, osoby s elektrotechnickou kvalifikací dle Vyhl. 50/1978 Sb., vyjma osob seznámených, apod.), bývá požadován i aktivní zásah. V případě sporu však vždy závisí na konkrétních okolnostech dané události a jednoznačný výklad neexistuje.

❑ **Odpovědnost za chybné poskytnutí první pomoci**

Pro vznik trestní odpovědnosti platí, že člověk, jež má být odpovědný, musí svým jednáním jednak naplnit skutkovou podstatu trestného činu, a jednak navíc následek zavinit, tedy úmyslně jednak tak, že právě proto k následku došlo.

I neúmyslný čin vyžaduje, aby viník buď věděl, že může následek způsobit, ale nedbal toho, anebo sice nevěděl, ale měl vědět a mohl vědět. Nerozebíráme zde úmysl ublížit.

Z výše uvedeného plyne, že obava z právních problémů po poskytnutí první pomoci, při dodržení zásady přiměřenosti není na místě. Čím vážnější je stav zraněného, tím více si můžeme resp. musíme dovolit. Při evidentní snaze zachránit život není co ztratit a nikdo nám toto nemůže z právního ani morálního hlediska vyčítat. Problémy mohou hrozit snad jen v případě poskytování první pomoci násilím nebo proti vůli postiženého.

Řečeno jinak: o co aktivněji bychom měli zasáhnout v případě ohrožení postiženého na životě (bezvědomí, tepenné krvácení), o to rozumnější je držet se zpátky, když zjevně nehrozí přímé ohrožení života a postižený dává jasně najevo svou nesouhlas s poskytovanou pomocí.

Pokud zraněný (nemocný) svoji vůli nebýt ošetřen jasně a srozumitelně deklaruje, a nehrozí bezprostřední ohrožení života, nemůže být takové jednání trestným činem (chrání nás §31 trestního zákona – svolení poškozeného).

❑ **Poskytnutí první pomoci a překročení zákona**

Při poskytování první pomoci se můžeme dostat do situace, kdy je nutné postupovat ne zcela v souladu se zákony či předpisy, případně může při poskytnutí pomoci vzniknout škoda na majetku. Zákon na tyto situace pamatuje institutem tzv. „krajní nouze“ (§28 trestního zákona). V zásadě platí, že pokud někdo odvrací hrozící nebezpečí a způsobí při tom škodu (případně poruší zákony či jiné předpisy) v míře, která není nepřiměřená možnému ohrožení, trestní ani jiná odpovědnost nevzniká.

Zachránce má dokonce naopak nárok na náhradu škody, která při poskytování pomoci vznikla jemu samotnému. V praxi první pomoci to tedy znamená, že pokud je pro poskytnutí první pomoci vážně zraněnému nutné např. rozstříhnout část oděvu, rozbít okénko auta, vykopnout dveře kanceláře, kde je uložené AED apod., zachránce za tuto škodu neodpovídá. Pokud např. pro transport postiženého do nemocnice použije vlastní automobil, protože záchranná služba není z jakéhokoliv důvodu k dispozici nebo je vyčíslena jinými pacienty, má právo i na náhradu nákladů, které takto vzniknou (provozní náklady, vyčištění auta apod.). Jiná věc samozřejmě je, zda v praxi zachránce takové náklady uplatní.

Závažnost hrozícího následku ovšem musí být zjevně vyšší, než způsobená škoda. Nelze tedy takto obhájit například porušování dopravních předpisů během jízdy do nemocnice s nemocným, který má

„odřené koleno“, trpí průjmovým onemocněním, teplotou, má klíště apod. Naproti tomu, pokud má soused zjevné příznaky infarktu a záchranná služba není z jakéhokoliv důvodu v daném okamžiku k dispozici (nebo třeba nemáme po ruce funkční telefon), nebude jízda do nemocnice pod vlivem alkoholu trestným činem.

5.2. Základní instrukce pro poskytnutí první pomoci

□ Význam telefonicky asistované první pomoci

Při závažnějších úrazech se vždy volá lékařská pomoc. Při potřebě přivolat rychlou lékařskou pomoc k událostem běžného rozsahu s vážným postižením zdraví se mohou volat buď jednotné evropské číslo 112 nebo 155 (v Severní Americe je jednotné číslo 911).

Linky 112 jsou obsluhovány Hasičským záchranným sborem a telefonát musí být proto přepojen na linku 155, což představuje jisté zdržení. Je výhodnější volat v České republice na linku 155, protože jste spojeni rovnou s krajským operačním střediskem, kde se vám bude věnovat kvalifikovaný operátor se zdravotnickým vzděláním.

Tito operátoři jsou školeni v poskytování telefonicky asistované první pomoci. To znamená, že kromě zajištění přivolání první pomoci jsou schopni dát jasné instrukce volajícímu. Zejména telefonicky asistovaná neodkladná resuscitace v případě náhlé zástavy oběhu zvyšuje naději na přežití při náhlých zástavách oběhu v terénu až o 50 % (zdroj [10]).

□ Základní instrukce pro poskytnutí první pomoci

Základní instrukce pro poskytnutí telefonicky asistované první pomoci při úrazech jsou uvedeny v Tab. 5-1. Lze jich využít i v případě poskytování laické první pomoci.

Tab. 5-1 Základní instrukce pro poskytnutí první pomoci, zdroj [10], modifikováno

Situace	Instrukce
Náhlá zástava oběhu	Metodika rozebrána v rámci kap. 5.3.
Dušení z obstrukce dýchacích cest	Vypuzovací manévry, uvolnění dýchacích cest, umělé dýchání, viz Obr. 5-2.
Dušnost	Ortopnoická poloha, viz Obr. 5-1.
Bezvědomí se zachovalým dýcháním ¹⁾	Problém rozebrán rovněž v rámci kap. 5.3. Obecně platí: 1. Pokud vzniku bezvědomí předcházela kolaps, otočit pacienta na záda s hlavou v neutrální (přirozené) poloze, případně v přiměřeném záklonu nutném pro uvolnění dýchacích cest. Pokud je spontánní dýchání po opakovaných kontrolách dostatečné a zejména pokud z okolností vyplývá zvýšené riziko aspirace, uvážít otočení do zotavovací polohy. 2. Pokud se spontánní dýchání jeví dostatečné, ponechat postiženého v poloze, v jaké se nachází. Při reálném riziku aspirace uvážít uložení do zotavovací polohy. Při jakýchkoliv pochybnostech o stavu dýchání uložit na záda a dále viz odst. 1.
Dopravní nehody, pády a ostatní traumata	Prioritou je zástava tepenného krvácení a obnovení/udržení průchodnosti dýchacích cest. Pokud to není nutné (postižený dýchá) s postiženým nehýbat. V případě potřeby manipulace s postiženým vždy šetrně s fixací hlavy vůči tělu. Pokud možno přikrýt (udržení teploty). Zřetelně označit místo nehody, zajistit bezpečnost zraněného i zachránce.

Krvácející rány	Zástava masivního krvácení, krytí pokud možno sterilním materiálem. Použít gumové rukavice, jsou-li k dispozici.
Intoxikace požitím ²⁾	Podle povahy látky vyvolat nebo naopak zabránit zvracení, podání tekutin atd.
Popálenina	Lokální chlazení popáleného místa. Nepřikládat mastný obvaz, udržovat sterilní prostředí.
Poleptání, zasažení chemikálií	Podle chemické podstaty mechanicky očistit nebo opláchnout proudem vody.
Cizí těleso	Pokud to není nutné pro manipulaci s pacientem, nevyndávat.
Náhlé zhoršení chronické nemoci	Asistované podání emergentní medikace, pokud ji má pacient k dispozici.
Porod	Asistence u porodu, vyčištění dýchacích cest novorozence, péče o novorozence (udržení tepla).
Všeobecně	Bezpečnostní instrukce pro záchránce. Udržování optimální tělesné teploty. Poloha adekvátní potížím. Instrukce (od operátora) pro případ zhoršení stavu do příjezdu záchranné služby.

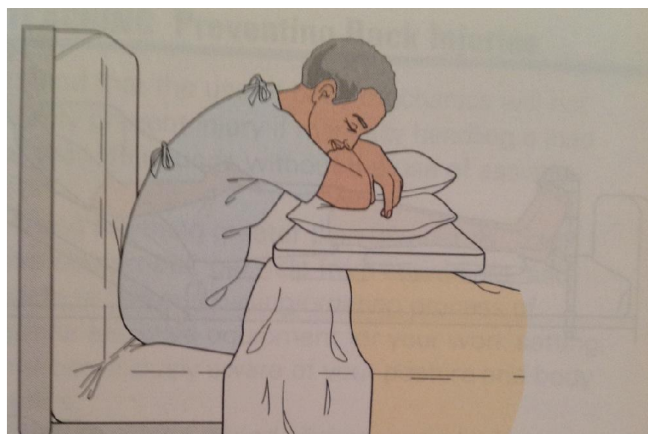
Poznámky

¹⁾ V literatuře existuje disproporce v aplikaci zotavovací polohy. Evropská rada pro resuscitaci (zdroj [17] a některé jiné prameny první pomoci např. [14]) uvádí paušálně uložit raněného v bezvědomí se spontánním dýcháním do zotavovací polohy). Podle dokumentu [10], je s ohledem na možné postupné zhroucení životních funkcí a absenci účinné kontroly dýchání pouze doporučeno uvážít uložení do zotavovací polohy. Při podezření na možné poranění páteře při např. pádech z výšky, dopravních nehodách se nedoporučuje uložení do zotavovací polohy.

²⁾ Zvracení má smysl vyvolat do 1 hodinu od požití, dá se vyvolat slanou vodou. Nikdy se nevyvolává zvracení při požití benzínu, kyselin, louhu, petroleje, nafty a pěnidel – je zde riziko vdechnutí zvratků a vzniku chemického zápalu, perforace jícnu a žaludku.

□ Vypuzovací manévry, ortoptická poloha

V případě dušnosti se doporučuje uvést pacienta do tzv. ortopnoické polohy. Ortopnoická poloha ulehčuje dýchání maximální expanzí hrudníku. Je často vyhledávána nemocnými s expiračními problémy. Nemocný sedí popř. stojí v mírném předklonu. Ruce má rozevřeny do široka, opřeny do široké baze např. o jídelní stůlek.



Obr. 5-1 Ortopnoická poloha, zdroj [28]

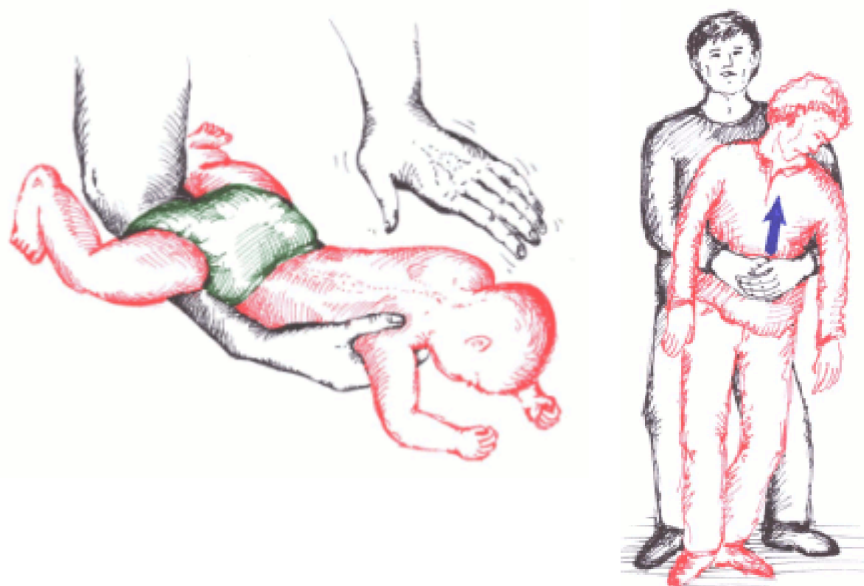
Při dušení z obstrukce dýchacích cest, může mít víc příčin. Postižený si může držet (tisknout krk). Jedná se o zřídka jev, ale s potenciálně odstranitelnou příčinou, jež může vést až k náhlému úmrtí. Znaky a symptomy umožňující rozdělení mezi mírnou a těžkou obstrukcí dýchacích cest (dušení) jsou následující:

- mírná obstrukce – kašel, postižený může mluvit a dýchat, stačí kontrola, zdali nedojde ke zhoršení a do uvolnění dýchacích cest;
- těžká obstrukce – neefektivní kašel, postižený nemůže dýchat příp. sípavě dýchá nebo jsou patrné náznaky kašle, bezvědomí.

Při podezření na vdechnutí cizího předmětu provedeme vypuzovací manévry:

Pokud postižený stojí, proveďte Heimlichův manévr – obejmout zezadu a opakovaně prudce stisknout v nadbřišku. Při vzniku bezvědomí se postižený uloží na záda a zahájí se resuscitace.

Malé děti se položí na ruku, dlaní se podepře hlava a opakovaně se poplácají po zádičkách. Pokud se podaří cizí těleso vypudit, kontroluje se průběžně dýchání a stav vědomí. Pokud se nepodaří těleso vypudit a bezdeší trvá, zahajuje se resuscitace.



Obr. 5-2 Vypuzovací manévry. Vlevo vypuzení tělesa u malých dětí, vpravo, vypuzení tělesa u dospělého jedince (Heimlichův manévr). Zdroj [18]

□ Popáleniny

Popáleniny elektrickým proudem jsou způsobeny vysokou teplotou při průchodu elektrického proudu tělem tzv. Joulovo teplo. Elektřina vstupuje do těla v okamžiku kontaktu a poté jde cestou nejmenšího odporu. Před tím, než opustí tělo, může elektrický proud procházet vnitřními strukturami a hlubšími tkáněmi těla.

Popáleniny ohrožují postiženého následně:

- rozvojem šoku (ztráta tekutin, bolest);
- infekcí (rozsáhlá raná plocha - vznik sepse);
- ztrátou tvaru a funkce tkáně (jizevnaté hojení).

První pomoc při popáleninách se skládá z následujících kroků

a) chlazení

dostatečně dlouhé a účinné chlazení, které provádíme dokud přináší úlevu - 20 minut, nejlépe tekoucí vodou (ne však silným proudem), je nutno začít co nejdříve (do 3 minut po úraze). Správné chlazení snižuje celkový stupeň poškození tkáně, zmenšuje bolestivost, působí protišokově. Hluboké, rozsáhlé popáleniny a popáleniny obličeje s rozsáhlou nekrózou, nebo poškozením tkáně se nedoporučují chladit. Chlazení by mohlo způsobit větší traumatizaci zraněného a nemá již tak velký efekt.

b) sterilní krytí rány

slouží k zamezení zanesení infekcí, nejlépe zdravotnickým materiálem, improvizovaně přežehleným kapesníkem. Nepoužívejte materiál, jež pouští chlupy, může se přilepit k popáleninám. Při sterilním krytí rukou je nutné mezi prsty vložit záložky z gázy. **Rána se nezasypává ani nemaže**, puchýře nikdy nepropichujeme a přiškvary (oděv) nestrháváme.

c) protišoková opatření

U rozsáhlejších popálenin provádíme protišoková opatření. Při popáleninách v rozsahu 15 % u dospělého a 10 % u dětí hrozí rozvoj šoku.

Zdroj: [37]

5.3. Poskytování první pomoci při úrazech se ztrátou vědomí

□ Shrnutí účinků elektrického proudu na lidský organismus

Podrobněji je tato část rozebrána v kap.6.2. Elektrický proud může být příčinou mnoha úrazů. V některých z nich je elektrický proud primární příčinou úrazu jako např. komorová fibrilace, povrchové i hluboké vnitřní popáleniny, zástava dechu a nemožnost odpoutat se od živé části, příp. elektroporéza. Druhou skupinou jsou úrazy tzv. sekundární, tj. elektrickou energii můžeme považovat za spouštěcí mechanismus (např. pády, žár, oheň a další).

Tyto sekundární úrazy nespádají do rozsahu první pomoci při úrazech elektrickým proudem, ale mohou být rovněž nesmírně závažné.

V následující kapitole bude rozebráno poskytování první pomoci při uvažované komorové fibrilaci, protože tato je hlavní příčinou úmrtí v důsledku úrazů elektrickým proudem, avšak metodika níže popsaná je univerzálně aplikovatelná pro poskytování první pomoci při jakémkoliv úraze.

Účinek el. proudu na lidský organismus je ovlivněn (zesílen nebo potlačen) některými z následujících faktorů:

- druhu proudu;

- velikosti proudu;
- frekvenci proudu;
- impedanci lidského těla;
- dráze proudu;
- době průchodu proudu;
- fyziologickém stavu a psychickém stavu organismu;
- velikosti dotykového napětí.

□ Harmonogram a zásady poskytování první pomoci

Při vzniku úrazu elektrickým proudem musí zachránce zachovat klid, nepodléhat panice. Většina postižených je mrtva pouze zdánlivě. Jsou známy i případy, kdy postižený přežil nahodilý kontakt s vedením vysokého napětí 22 kV.

Záchranu postiženého je nutno provádět do příjezdu lékaře, případně do úplného vyčerpání s ohledem na svůj zdravotní stav. Obecný způsob poskytování první pomoci (při jakýchkoliv úrazech ohrožujících postiženého na životě) zahrnuje následující opatření:

- předejít ztrátám na životě – zahrnuje kontrolu a zhodnocení rizik pro zachránce, oběť, třetích osob;
- předejít dalším zraněním – je-li to možné, nehýbat zbytečně se zraněným, zahájit první pomoc. Přenášet postiženého jen v případě, že je to nutné k záchraně života, příp. z důvodu prevence dalších zranění;
- poskytnout první pomoc – pomoci resp. umožnit zraněnému dýchat, zastavit krvácení, poskytnout kvalifikovanou první pomoc, zabezpečit zraněnému pohodlí;
- stabilizovat zraněného v bezvědomí – kontrola průchodnosti dýchacích cest, příp. uložení raněného do zotavovací polohy.

Z výše uvedeného vyplývá málo zdůrazňovaná skutečnost, že především je nutno dbát své vlastní bezpečnosti a bezpečnosti ostatních osob.

Při úrazech elektrickým proudem je nutno dodržet následující sled činností:

1. zhodnocení rizik, vyproštění postiženého z dosahu proudu;
2. kontrola vědomí – zatřesením, bolestivým podnětem, zakřičením;
3. kontrola průchodnosti dýchacích cest, příp. zprůchodnění cest (max. 10 s);
4. kontrola dýchání – jestliže postižený dýchá, ukládáme jej do zotavovací polohy;
5. snažíme se přivolat lékařskou pomoc (je-li v blízkosti automatický defibrilátor, přineseme jej);
6. jestliže postižený nedýchá nebo dýchá nepravidelně, příp. jsou-li pochybnosti, zahajujeme nepřímou srdeční masáž případně doplněnou o umělé dýchání (neověřuje se tep na krčních tepnách);
7. školená osoba nasadí defibrilátor, je-li k dispozici a dbá hlasových pokynů;
8. informovat vedoucího práce, zaevidovat úraz do knihy úrazů.

□ Vyproštění postiženého z dosahu proudu

Nejprve je nutno postiženého vyprostit z dosahu el. proudu. Nejlépe vypnutím vypínače, vytažením šňůry ze zásuvky tedy standardním způsobem. Pokud to není možné, tak připadá v úvahu odtažení

postiženého nebo vodiče, přetržení nebo přeseknutí vodiče, odsunutí vodiče dřevěnou tyčí, hráběmi, zkratem – tyto metody připadají v úvahu pro osoby znalé. V žádném případě se k odtažení vodiče příp. zraněného nesmí použít kovové nebo vlhké předměty. V případě vysokého napětí se pro neškolené pracovníky důrazně doporučuje počkat na vypnutí instalace.

Zachránce by měl v rámci svých možností dbát na to, aby postižený po vypnutí proudu neutrpěl sekundární úraz – například pád z výšky. Primárně musí zachránce myslet na svou vlastní bezpečnost. Proto může být nutné používat izolované pomůcky, jsou-li po ruce (suché tyče, hadry, záchranný hák apod.) nebo izolované stanoviště (stůl, bedna, pneumatika, dielektrický koberec).



Obr. 5-3 Vyprošťovací hák, zdroj [12]



Obr. 5-4 Způsob uložení a užití vyprošťovacího háku, zdroj [13]

Při úrazu na vysokém napětí se musí vést v evidenci možnost úrazu krokovým napětím, zvláště při pádu vodiče vn, vvn na zem. Pokud postižený hoří, je nutné oheň udusit zamezením přístupu vzduchu např. dekou, kabátem apod.

Důležité upozornění: Některé části elektrické instalace mohou být pod napětím i po vypnutí hlavního vypínače resp. jističe. V nových instalacích jsou tyto vodiče označeny oranžovou barvou. Rovněž vypnutí tlačítkem nouzového vypnutí např. v laboratořích/technologiích typicky nevypíná světelné okruhy, nýbrž pouze technologii resp. laboratorní zařízení.

□ Kontrola vědomí

Při ztrátě vědomí postiženého nemusí být vždy zřejmá prvotní příčina a hloubka poruchy vědomí. Po eliminaci rizik (vypnutí elektrického proudu, vypnutí rotujících částí stroje apod.) je prvním krokem snaha o zjištění závažnosti poruchy vědomí, tj. zjištění jsou-li zachovány základní životní funkce.

Příčiny a hloubky poruchy vědomí jsou různé, hloubky poruch vědomí jsou:

- somnolence tj. lehčí poruchy vědomí (hluboký spánek);
- sopor – velmi hluboký spánek, je obtížné z něj pacienta probudit;
- semikóma – stav mezi soporem a kómatem;
- kóma – tj. hluboké bezvědomí;
- hluboké kóma, při němž je ohroženo spontánní dýchání.

Nejkritičtější jsou hluboká kómata se ztrátou životních funkcí (spontánního dýchání), jehož příčinou může být např. náhlá zástava oběhu, ať již v důsledku srdeční příhody nebo úrazu elektrickým proudem.

Prvním krokem je tedy ověření hloubky poruchy vědomí. Prvním krokem, má-li postižený poruchu vědomí, je snaha o navázání kontaktu s postiženým. Ta se provádí pomocí bolestivého podnětu (zakřičení, hlasitý dotaz na jméno, stisknutím a zatřesením ramen, štípnutím, políčkem).

Jestliže postižený odpoví, snažíme se zavolat lékařskou pomoc, zajistíme další poranění (krvácení, zlomené končetiny), snažíme se postiženého zklidnit. V některých případech, zejména mimo pracoviště, se setkáme s odmítnutím další pomoci s odůvodněním, že se jednalo o stav, jenž je u postiženého častý (epilepsie, hypoglykemický šok, nevolnost). Zde záleží na individuálním posouzení stavu postiženého. Při úrazech elektrickým proudem se důrazně doporučuje zajištění lékařské péče v každém případě výskytu poruchy vědomí (dle [15] a blíže rozvedeno v kap. 6).



Obr. 5-5 Možný způsob navázání kontaktu s osobou s poruchou vědomí, zdroj [14]

Jestliže se postižený probere z přechodné ztráty vědomí, dýchá a svým konáním se zjevně neohrožuje, je nejlépe nechat pacienta zaujmout polohu, jaká mu vyhovuje.

Poznámka: Jestliže došlo u postiženého k úrazu elektrickým proudem bez ztráty vědomí, je i tak vhodné zavolat lékařskou pomoc případně doprovodit postiženého k lékaři. V žádném případě není možné nechat postiženého bez dozoru (riziko embolie, při vysoké energii pulzů vně zranitelné periody může dle [20] dojít rovněž k fibrilaci, dokonce několik minut po prvotní příčině). Postižený je navíc často silně rozrušen, takže při pokračování v činnosti (elektrické práci) je zvýšená pravděpodobnost opětovného kontaktu s živou částí.

□ Kontrola průchodnosti dýchacích cest, základních životních funkcí

Před kontrolou základních životních funkcí musí záchránce zjistit, zda postižený dýchá. **Ověřování tepu se neprovádí, protože neškolený záchranář jej obvykle nenahmatá, případně nahmatá vlastní tep.** Při náhlých zástavách oběhu dochází současně ke ztrátě schopnosti spontánního dýchání, proto se při absenci dýchání usuzuje zároveň na zástavu srdeční činnosti. Pokud není do 5-7 minut obnoven přívod kyslíku do mozku, může dojít k nevratným změnám na mozku, i když se postiženého později podaří oživit. Některé funkce mozku mohou být trvale poškozeny. Proto má kardiopulmonální resuscitace jednoznačně přednost před ošetřováním jiných poranění. *(Pozn. A to i za cenu např. vyproštění zraněného s podezřením na poranění páteře).*

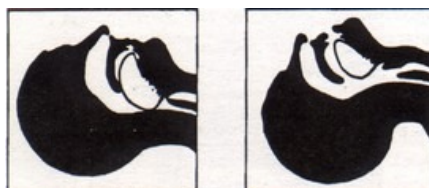
Na druhou stranu kardiopulmonální resuscitaci neprovádíme u postiženého, jež má zachovány základní životní funkce.

Před ověřením dýchání je nutné zkontrolovat a případně odstranit cizí předměty z úst postiženého. Může se jednat o krev, zvratky, jídlo, zuby a podobně. Jestliže vidíme cizí předměty v ústech, otočíme postiženého do zotavovací polohy, odstraníme předměty z úst pro zprůchodnění dýchacích cest, mírně zakloníme hlavu dozadu, abychom ulehčili případný odtok polotekutých předmětů.



Obr. 5-6 Způsob zprůchodnění dýchacích cest postiženého, jsou-li v ústech cizí předměty, zdroj [14]

V bezvědomí ovšem dochází k ochabnutí dýchacích cest (lidově nazývanou zapadnutí jazyka). Pokud postižený leží na zádech, vlivem gravitace se kořen jeho jazyka opírá o zadní stěnu hltanu a ucpává tak dýchací cesty. K jejich zneprůchodnění stačí nepatrný posun jazyka o několik milimetrů. Proto při ověřování dýchání, při aplikaci zotavovací polohy a při umělém dýchání, je-li aplikováno, musí být hlava zakloněna dozadu.



Obr. 5-7 Význam záklonu jazyka pro zprůchodnění dýchacích cest, zdroj [21]

Ověření dýchání se provede nejlépe pohmatem event. pohledem tj. ověří se zvedání a pokles hrudního koše, případně přiložením ušního boltce (ucha) k nosu a ústům postiženého (závan vydechovaného vzduchu). Existují i jiné metody (papírek, zrcátko a jiné), výše uvedené tj. pohmat a poslech jsou plně průkazné. Pohled může být rovněž účinný. Při nakloněné hlavě zachránce nad nos a ústa postiženého lze vidět pohyb hrudního koše.



Obr. 5-8 Kontrola dýchání poslechem, pohledem, pohmatem, zdroj [14]

Doba kontroly se v různých pramenech liší. Dle [14], [17] se udává nejdelší přípustná doba cca 10 s. Pokyny pro telefonicky asistovanou první pomoc [10] hovoří, že pokud se do 60 s nepodaří spolehlivě potvrdit, že postižený reaguje a dýchá normálně, přestože je volající u pacienta, postupuje se tak, jako by šlo o náhlou zástavu oběhu.

Poznámka: Identifikace náhlé zástavy oběhu přináší nejvíce problémů i úskalí a ne ve všech případech je snadná. Navíc u některých pacientů (netýká se úrazů elektrickým proudem) v okamžiku volání ještě nejde o náhlou zástavu oběhu a k náhlému zhroucení životních funkcí dochází až v dalším průběhu. Identifikace náhlé poruchy vědomí zpravidla nečiní zásadní potíže. Matoucí mohou být křeče, které se u části pacientů s náhlou zástavou oběhu krátce vyskytují jako následek hypoxie (nedostatek kyslíku) centrální nervové soustavy.

Pozor – při náhlé zástavě krevního oběhu je možné někdy diagnostikovat agonální dýchání (kapří – lapavé dechy). Právě „lapavé“ dechy jsou ovšem největším úskalím identifikace náhlé zástavy oběhu. Terminální (lapavé) dechy jsou přitom přítomny až u 50 % pacientů s náhlou zástavou oběhu.

Typické známky agonálního dýchání jsou zejména:

- v časně fázi bezprostředně po zástavě: nepřírodně dlouhý resp. postupně se prodlužující interval mezi jednotlivými nádechy;
- prodloužené expirium často doprovázené nápadnými, chrčivými zvukovými projevy;
- v pozdějších fázích: neúčinné pohyby pomocných dýchacích svalů, jazyka a svalů obličeje.

Pokud se do šedesáti sekund podle [10] nepodaří spolehlivě potvrdit, že postižený reaguje a normálně dýchá, přestože je volající u pacienta, postupujeme tak, jako by šlo o náhlou zástavu oběhu.

Poznámka: Jedna či více známek agonálního dýchání může přetrvávat po celou dobu neodkladné resuscitace, je-li prováděna účinně.

□ Přivolání pomoci

Zachránce se snaží přivolat lékaře. Od dříve udávané informace, že pokud je záchranář sám, nesmí postiženého v bezvědomí opustit, ale snaží se přivolat pomoc voláním, se upouští. Je-li volající na místě sám a je-li reálně možné přivolání pomoci dalších osob do 1-2 minut, je prvním úkolem zachránce přivolání této pomoci viz také [10]. Je důležité zdůraznit, že maximální přípustná prodleva pro přivolání pomoci se udává cca 1 minutu **nikdy však ne déle**.

Přivolat lékaře nebo dovést postiženého k lékaři je však třeba i při malých úrazech el. proudem, kdy zdánlivě nedošlo k poškození zdraví. Průchod el. proudu tělem postiženého může způsobit změny na životních orgánech, jejichž příznaky se mohou projevit až později.

□ Zotavovací poloha

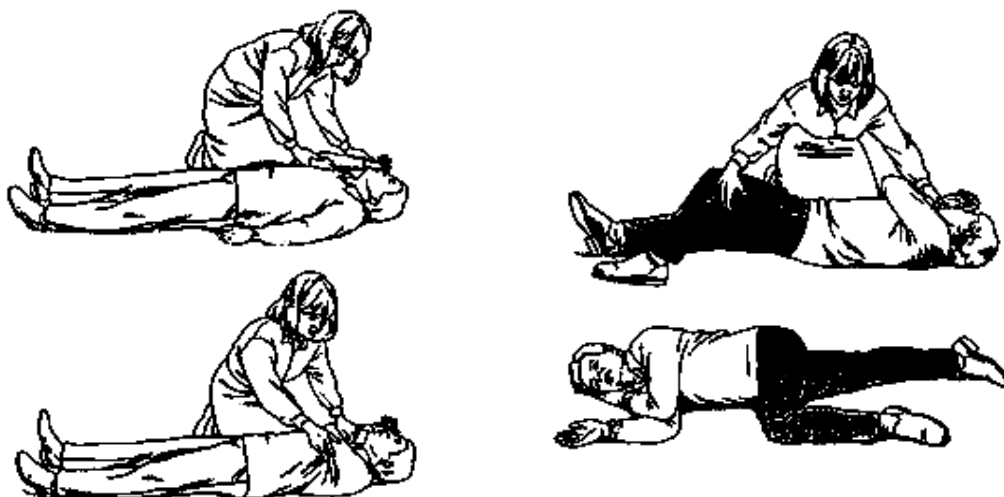
Není-li podezření na poškození páteře a je-li jednoznačně (nejlépe po opakované kontrole) potvrzeno dýchání, doporučuje se podle [14], [17] uložení do zotavovací polohy. V praxi je nutno k tomuto kroku přistupovat poměrně střízlivě, protože po uložení do zotavovací polohy se velmi špatně identifikuje, zdali postižený dýchá. Z důvodů agonálního dýchání, příp. postupného zhroucení životních funkcí se v ČR nedoporučuje paušální uložení do zotavovací polohy [10]. Výjimkou jsou intoxikace alkoholem, příp. stavy s podezřením na zvracení. Rovněž začne-li postižený v bezvědomí zvracet, ukládá se do zotavovací polohy.

Poznámka: Dříve se postižený ukládal do tzv. stabilizované polohy. Jsou zde drobné nuance v uložení horních a dolních končetin.

Důvod pro uložení pacienta do zotavovací polohy je jednak v zprůchodnění dýchacích cest (záklonu hlavy) jednak při poloze na boku je zabráněno pronikání žaludečního obsahu do hrtanu a následnému dušení.

Způsob uložení postiženého do zotavovací polohy je následující: otočíme ho na bok, spodní nohu natáhneme, horní pokrčíme v kolenu, spodní ruku pokrčíme v lokti a předsuneme před obličej, hlava se zakloní a podloží horní rukou. Uvolníme mu oděv kolem hrudníku, břicha a krku.

V každém případě je nutné opakovaně provádět monitorování stavu dýchání.



Obr. 5-9 Způsob uložení postiženého do zotavovací polohy, zdroj [1]



Obr. 5-10 Zotavovací poloha, zdroj [14]

□ Kardiopulmonální resuscitace

Jestliže nejsme schopni s jistotou určit, jestli postižený dýchá (viz **Kontrola průchodnosti dýchacích cest, základních životních funkcí**) přistupujeme primárně k nepřímé srdeční masáži. Přitom může být prováděno umělé dýchání.

Potřebu nepřímé srdeční masáže pozná školený záchranář i podle toho, že se u postiženého projevují známky cyanosy (tmavomodré zabarvení sliznic a kůže). Ta je nejlépe patrná na nehtovém lůžku, ušních lalůčkách, sliznicích, v místech, kde je tenká kůže.

Nepřímou srdeční masáž provádíme buď v kombinaci s umělým dýcháním, nebo v případě nemožnosti zavedení umělého dýchání samostatně a nikdy ji nelze nacvičovat na zdravém člověku.

Komprese se provádí tlakem na hrudní kost uprostřed hrudníku (zhruba v úrovni prsních bradavek) s nataženými rukama propnutými v loktech s frekvencí 100 krát za minutu do hloubky 5 cm resp. do 1/3 hloubky hrudníku u dětí.

Na zápěstí položíme dlaň druhé ruky a zaklesneme prsty obou rukou. Nad postiženého se nakloníme tak, abychom s nataženými horními končetinami v loktech mohli stlačovat hrudní kost do hloubky asi 5 cm. Po stlačení se hrudní kost uvolní. Dlaň musí být v kontaktu s hrudní kostí (ruka neodskakuje od hrudní kosti).



Obr. 12.7. Přiložení rukou na hrud' postiženého k provedení nepřímé srdeční masáže, zdroj [22]

Masáž provádíme, do doby než:

- se dostaví lékař, nebo;
- bude užít defibrilátor (sám vydá upozornění), je-li k dispozici a užít, nebo;
- postižený začne sám spontánně dýchat, nebo;
- dojde k fyzickému vyčerpání záchránce, nebo;
- záchránce (je-li např. kardiak) ucítí problémy, jež by mohly ohrozit jeho samotného.

Je možné kombinovat nepřímou srdeční masáž s umělým dýcháním. Dýchání se provádí objemem asi 500-600 ml u dospělého člověka. Délka vdechu i výdechu je asi 1 sekunda. Při provádění umělého dýchání se toto kombinuje s nepřímou srdeční masáží v poměru 30 stlačení na dva vdechy.

Provádění umělého dýchání se provádí následujícím způsobem: Záchránce přiklekne z boku k postiženému, položí ruku na jeho čelo, prsty sevře nos postiženého, zhluboka se nadechne, svými ústy

obemkne ústa postiženého a plynule vydechuje. Jsou-li ústa křečovitě sevřená, vdechujeme do nosu, u malého obličejě do úst i nosu současně. Frekvence umělých vdechů je 2 vdechy na 30 stlačení hrudního koše, počet stlačení je 100 krát za minutu. Rovněž se musí sledovat, zda se postiženému při vdechu zvedá hrudník. Pokud tomu tak není, jsou neprůchodné dýchací cesty a musí se lépe uvolnit (zaklonit hlavu, kontrola průchodnosti dýchacích cest).

Poznámka: V krvi postiženého je navázáno na hemoglobin tolik kyslíku, že i při pouhé nepřímé srdeční masáži stačí zásobovat mozek postiženého po dobu cca 10 minut, což ve většině případů koresponduje s dojezdovými časy rychlé lékařské pomoci. Přestože je podle [14], [17] doporučována kombinace umělého dýchání s nepřímou srdeční masáží, lze při neochotě neškoleného zachránce provádět kardiopulmonální resuscitaci bez umělého dýchání [10].

Přibližně po minutě nepřetržité kardiopulmonální resuscitace lze provést kontrolu dýchání (max. 10 s).



Obr. 5-11 Princip provádění kardiopulmonální resuscitace, zdroj [14]

❑ Užití automatizovaného externího defibrilátoru (AED)

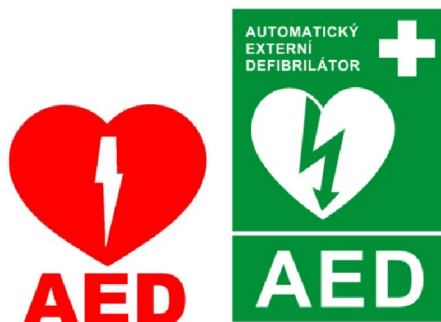
Existují dva základní typy defibrilátorů: manuální a automatizované.

Manuální externí defibrilátory jsou užívány v nemocnicích a na záchranných službách více jak 30 let. Jeden z prvních přenosných defibrilátorů na světě byl vyvinut v roce 1962 v Praze docentem Peleškou (IKEM). Tyto přístroje obvykle obsahují EKG monitor a mohou být užívány i k podpoře srdečního rytmu. K interpretaci srdečního rytmu je u těchto přístrojů nutná profesionální zkušenost, která umožní rozhodnout, zda má být elektrický výboj postiženému podán.

Automatizované externí defibrilátory (zkratka AED) byly sestrojeny mnohem později. Jsou to malé, bezpečné a uživatelsky přívětivé přístroje, které analyzují srdeční rytmus a samy vyhodnotí, zda je srdeční rytmus vhodný k defibrilaci. Jestliže AED detekuje rytmus vhodný k defibrilaci, nabije se a vyzve zachránce, aby pouhým zmáčknutím tlačítka na přístroji vyslal léčebný defibrilační výboj. AED vede zachránce krok za krokem zvukovými a obrazovými povely podle naprogramovaného protokolu. Zaznamenává a analyzuje srdeční rytmus a dává jasné a klidné pokyny – od upevnění elektrod na tělo pacienta až k defibrilaci.

Na rozdíl od manuálních (lékařských) defibrilátorů u AED nerozhoduje lékař, ale spolehlivá a schválená automatika tohoto přístroje. AED umožňují dosáhnout časné defibrilace v mimonemocničních podmínkách laiky. Zvyšují tak šanci na přežití postižených komorovou fibrilací – nejčastější příčinu většiny zástav oběhu.

Umístění defibrilátoru určených k veřejně přístupné defibrilaci (obchodní domy, letiště, místa s velkou koncentrací osob) je označeno symbolem uvedeným v Obr. 5-12.



Obr. 5-12 Označení místa s umístěním AED určených k veřejně přístupné defibrilaci

Při užití automatického defibrilátoru je nutné řídit se pokyny vydávanými samotným přístrojem. Při ověřování srdeční činnosti a při aplikaci defibrinačního výboje se nesmí zachránce dotýkat postiženého.

Postupy se mohou podle typu defibrilátoru nepatrně lišit hlavně v tom, zdali se rovnou analyzuje srdeční činnost nebo se před tím provede krátká kardiopulmonální resuscitace. Přednost mají hlasové pokyny přístroje.

Typický návod (převzato z [23]) k použití je následující:

1. Zkontrolujte vědomí hlasitým dotazem: „Co se vám stalo?“ a dotykem ramene, obličeje. Pokud nereaguje, přivolejte si pomoc a nechte si přinést AED. Máte-li AED u sebe, zapněte jej, povede vás v dalších krocích.
2. Oznamte situaci ZZS na 155 (112), sdělte kdo volá, co se stalo, místo, rozsah a druh poškození apod. Nezavěšujte telefon dokud dispečerka nedokončí dotazy. Pokud již máte AED u sebe zapněte a sledujte instrukce.
3. Zkontrolujte dutinu ústní, event. vyčistěte a proveďte uvolnění dýchacích cest přizvednutím brady s mírným záklonem hlavy a udržujte. Poslechněte si zda normálně dostatečně dýchá.
4. Pokud nemá normální dýchání a nereaguje, zahajte úplnou KPR 30 (15) kompresemi hrudníku a pokračujte 2 vdechy. Připravte si jednorázové bezpečné elektrody.
5. Rozhalte postiženého a nalepte elektrody dle instrukcí na obalu elektrod. Zaměřovací kříž vám pomůže s jejich umístěním. Pokud nejsou připojeny, zasuňte do konektoru.
6. Čekajte a nedotýkejte se pacienta. AED nyní samo automaticky měří a analyzuje srdeční arytmií. Sledujte další instrukce.
7. V případě defibrilovatelné arytmiie přístroj sdělí: „Výboj doporučen. Nedotýkej se pacienta. Stiskni tlačítko výboj“ AED vyšle defibrilační výboj. Nově zachránce pokračuje v úplné KPR opět 30 (15) kompresemi a 2 vdechy. V případě potřeby AED znovu vyzve po 2 minutách k přerušení KPR a provede kontrolu.
8. Provádějte 30 (15) stlačení hrudníku. Stlačujte v tempu akustických signálů přístroje. Při nedostatečné hloubce vám AED dá instrukci: „Přitlač více“. Pokud budete správně stlačovat hrudník do hloubky 4 - 5 cm sdělí: „Dobrá masáž“. Rychlost 100/min.
9. Uvolněte dýchací cesty nově přizvednutím brady a případně s mírným záklonem hlavy. Proveďte 2 vdechy. Nově po 2 minutách AED požádá o přerušení resuscitace a bude znovu kontrolovat EKG pacienta. V případě potřeby znovu vyzve k vyslání dalšího výboje pomocí tlačítka. Instrukce provádějte nově do obnovení normálního dýchání nebo do příjezdu ZZS.



Obr. 5-13 Příklad užití automatizovaného defibrilátoru, zdroj [14]

□ Uvědomění vedoucího práce

Okamžitě, jak to postup záchranných prací a oživovacích pokusů dovolí, je třeba o události uvědomit vedoucího pracoviště a zapsat záznam o úrazu.



Shrnutí pojmů 5.

AED – viz kap. 5.3., str. 60; str. 60;

Nepřímá srdeční masáž, umělé dýchání – viz kap.5.3., str 59;

Resuscitace – viz kap. 5.3., str 59;

Zotavovací poloha – viz kap. 5.3., 58.

6. Účinky elektrického proudu na lidský organismus



Čas ke studiu: 40 min



Cíl Tato kapitola není bezprostředně nutná pro účely poskytování první pomoci. Její první část (kap. 6.1) je nutná pro pochopení příčiny vzniku úrazu elektrickým proudem. Druhá část (kap. 6.2) popisuje škodlivé účinky elektrického proudu na lidský organismus. Poslední část (kap. 6.3) je určena zájemcům o hlubší pochopení problematiky. Po prostudování této kapitoly budete umět:

- popsat účinky elektrického proudu na lidský organismus;
- vyjmenovat druhy nebezpečného dotyku s elektrickým zařízením;
- pochopit rozdíl v účincích střídavého a stejnosměrného proudu na lidský organismus.



Výklad

6.1. Nebezpečný dotyk s elektrickým zařízením

Při řešení a posuzování ochrany před nebezpečným dotykem elektrických zařízení, který by mohl vést k úrazu, jsou důležité některé okolnosti, jež jsou uvedeny dále. Při výkladu uvedeného problému se používají dnes už vžitá názvy.

Styk člověka s elektrickým zařízením se může uskutečnit jako dvoupólový dotyk, nebo dotyk jednopólový.

Dvoupólový dotyk se stává nebezpečným, jestliže se člověk současně dotkne (přiblíží) dvou částí s rozdílným potenciálem, zpravidla částí, které jsou určeny k vedení proudu, tedy částí živých. Takový dotyk je nebezpečný, i když není napájecí soustava (sít') v žádném bodě trvale spojena se zemí a kapacitní proudy jsou nulové (například v elektricky odděleném obvodu) viz obr. Obr. 6-1 – A. Velikost proudu je prakticky omezena pouze impedancí lidského těla (a případně ochranných pomůcek např. rukavic) (viz kap. 6.4). Při dvoupólovém dotyku typicky nedochází k automatickému odpojení instalace při jeho výskytu, protože nelze rozlišit jestli došlo k připojení zátěže nebo dvoupólovému kontaktu.

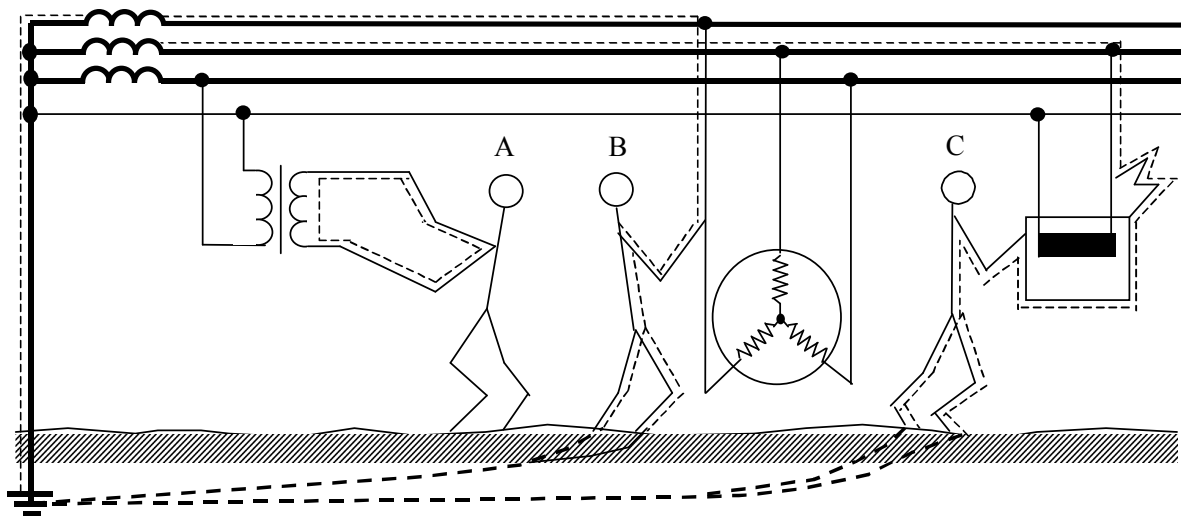
V sítích, jejichž určitý bod je záměrně trvale spojen se zemí (TN a TT) nebo v rozsáhlé síti IT, kde jsou velké kapacitní proudy v případě první poruchy je však nebezpečný i **jednopólový dotyk** viz Obr. 6-1 – B a Obr. 6-1 - C, při kterém se člověk dotýká kromě živé části i cizí vodivé části, která má, nebo je blízká potenciálu země příp. stojí na zemi. V moderních instalacích, kde je instalován proudový chránič s reziduálním proudem nepřesahujícím 30 mA (sítě TN-S se zásuvkovými obvody s jmenovitým proudem do 20 A resp. 32 A pro venkovní zásuvky užívané laiky) je možné zajistit i pro jednopólový dotyk ochranu před úrazem elektrickým proudem při jednopólovém dotyku.

Rozlišuje se takzvaný přímý a nepřímý jednopólový dotyk s elektrickým zařízením. Přímým dotykem (viz Obr. 6-1 – B) rozumíme kontakt s živou částí (např. holým fázovým vodičem). Proud teče tělem postižené osoby do země, příp. drží-li se postižená osoba neživé nebo cizí vodivé části, pak tento proud teče lidským tělem převážně do této neživé, příp. cizí vodivé části. Velikost proudu je prakticky omezena pouze impedancí lidského těla (viz kap. 6.4).

Stojí-li osoba na zemi a nedrží-li se druhou rukou neživé části, teče tento proud nohama do země. Velikost poruchového proudu je omezena jak impedancí lidského těla, tak přídatnou impedancí obuvi a země.

K jednopólovému dotyku často dochází při poruše izolace, kdy se napětí z živé části dostane na část neživou, t.j. část na níž normálně napětí není, avšak může ho dostat při nahodilé poruše (Obr. 6-1 - C).

Takovému dotyku říkáme také nepřímý dotyk. Je-li instalace v řádném technickém stavu, pak po poruše izolace následuje v sítích TN (pozn. nejrozšířenější síť České republiky) tzv. automatické odpojení od zdroje, tedy vybavení nadproudového jisticího prvku, příp. proudového chrániče, je-li v instalaci užit.



Obr. 6-1 Druhy nebezpečného dotyku

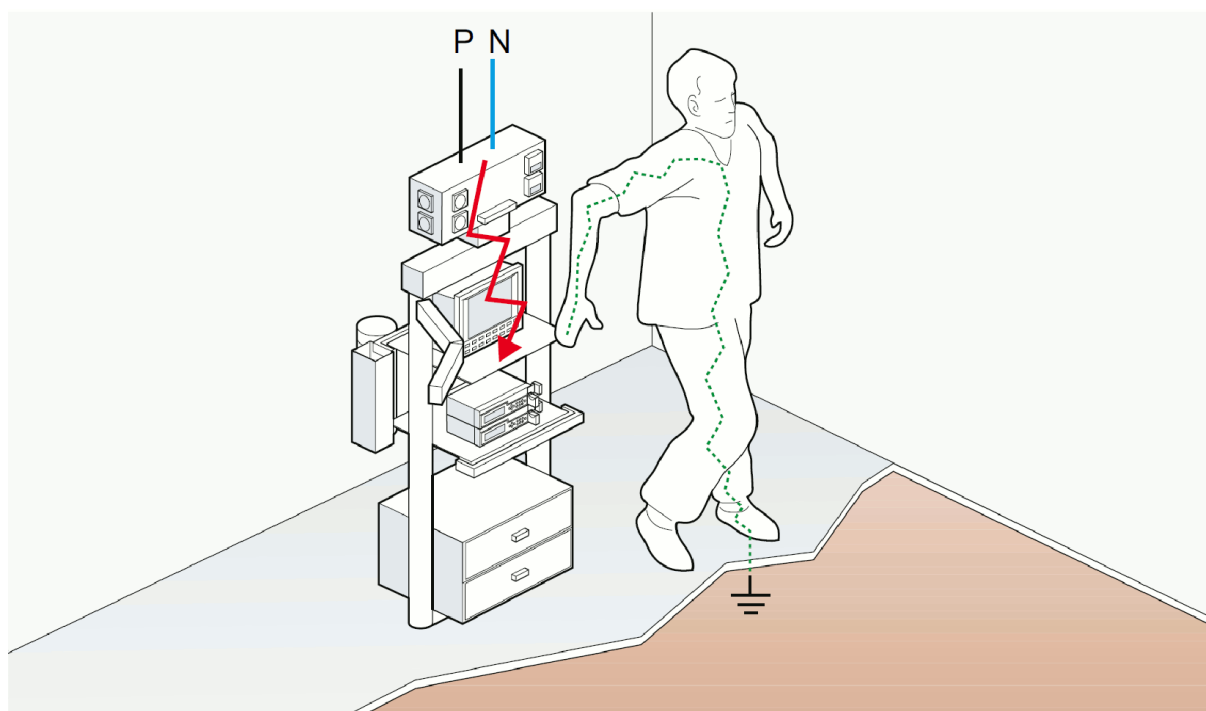
□ Microshock a macroshock

V této kapitole jsou rozebírány účinky elektrického proudu na lidský organismus. Při popisu účinků proudu a zejména prezentované hodnoty jsou vztaženy pro proud procházející lidským tělem mezi dvěma elektrodami (místy dotyku) umístěnými vně lidského těla. To jsou typické expozice člověka elektrickým proudem.

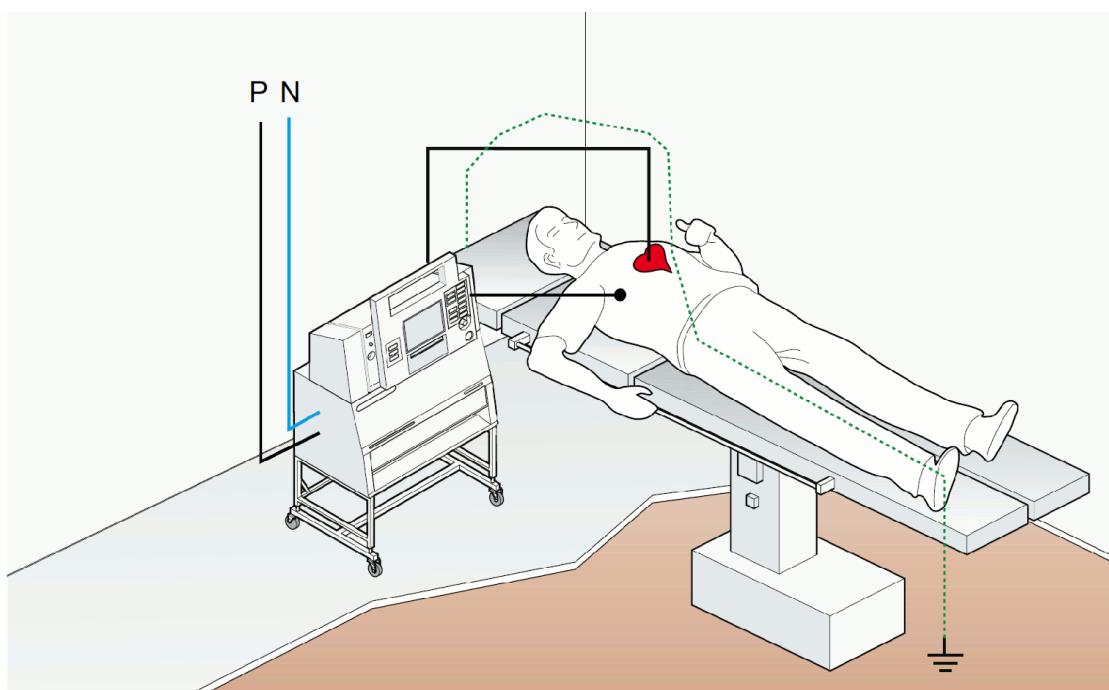
Řádově jiné (mnohem menší) hodnoty elektrického proudu mohou způsobit úraz, zejména vznik komorové fibrilace, je-li cesta proudu přímo přes srdeční sval.

Důvodem je skutečnost, že zatímco hodnota proudu procházející zdravým jedincem schopna vyvolat komorovou fibrilaci, jež je konzervativně udávána jako 30 mA, teče celým tělem, tj. jen část proudu teče srdečním svalem, pak hodnoty proudu protékajícího přímo srdečním svalem (skrze dotyk s nástrojem do země a/ nebo jiného nástroje příp. elektrody), jenž může je považován za nebezpečný je udáván v rozmezí 10-60 μA .

V anglosaské literatuře [24] se pro tyto jevy uvádí termín macroshock (viz Obr. 6-2 - úraz elektrickým proudem protékajícím lidským tělem v důsledku dotyku s nebezpečnou živou částí) a microshock (viz Obr. 6-3 - úraz elektrickým proudem procházejícím z elektrody a/ nebo nástroje v přímém kontaktu se srdečním svalem).



Obr. 6-2 Definice termínu macroshock (úraz elektrickým proudem při dotyku s nebezpečnou živou částí), zdroj [24]



Obr. 6-3 Definice termínu microshock (úraz elektrickým proudem při přímých zásazích na srdci), zdroj [24]

6.2. Škodlivé účinky elektrického proudu na lidský organismus

Elektrický proud se používá i k léčbě pacientů. Příkladem může být elektroterapie, elektrošoky pro léčbu depresí, schizofrenie, maniodepresivní psychózy. Elektroterapie je oblíbená terapie, jež využívá různé druhy elektrických proudů, které zlepšují prokrvení tkání, uvolňují napětí svalů nebo je naopak posilují. Působí proti bolesti a zánětu. Typ elektroléčebné procedury se volí podle převažujícího typu onemocnění. Je možné léčit choroby pohybového aparátu, poruchy prokrvení, zánětlivá a degenerativní onemocnění, pooperační stavy, kožní problémy apod.

Na druhou stranu úrazy elektrickým proudem mohou být smrtelné. Úraz elektrickým proudem vzniká v důsledku proudu procházejícím tělem postiženého. Velikost tohoto proudu je určena velikostí dotykového napětí, drahou proudu, impedancí podlahy, do značné míry pro nižší dotyková napětí i kontaktní plochou. V zásadě se při osudových úrazech elektrickým proudem za hlavní mechanismus způsobující smrt považuje nebezpečí komorové fibrilace.

U dané dráhy průchodu proudu přes lidské tělo závisí nebezpečí pro osoby zejména na velikosti a době působení proudu. Nicméně zóny doba/proud stanovené v následujících kapitolách a získané z lit. [19], [20] nejsou v mnoha případech přímo uplatnitelné v praxi pro navrhování ochrany před úrazem elektrickým proudem, neboť nutným kritériem je přípustná mez dotykového napětí (tj. součin proudu procházejícího tělem a impedance těla) jako funkce času. Vztah mezi proudem a napětím není lineární, poněvadž impedance lidského těla se mění s dotykovým napětím, a proto se vyžadují údaje o tomto vztahu. Různé části lidského těla představují pro elektrický proud určitou impedanci složenou z odporových a kapacitních složek.

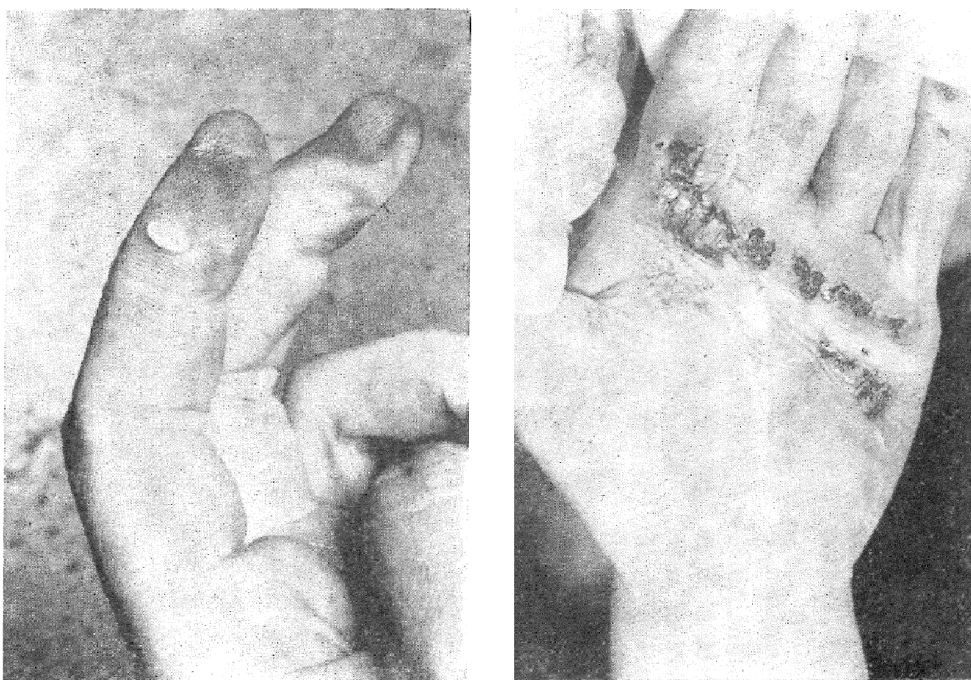
Elektrický proud procházející lidským tělem může způsobit i další nežádoucí účinky.

□ Popáleniny

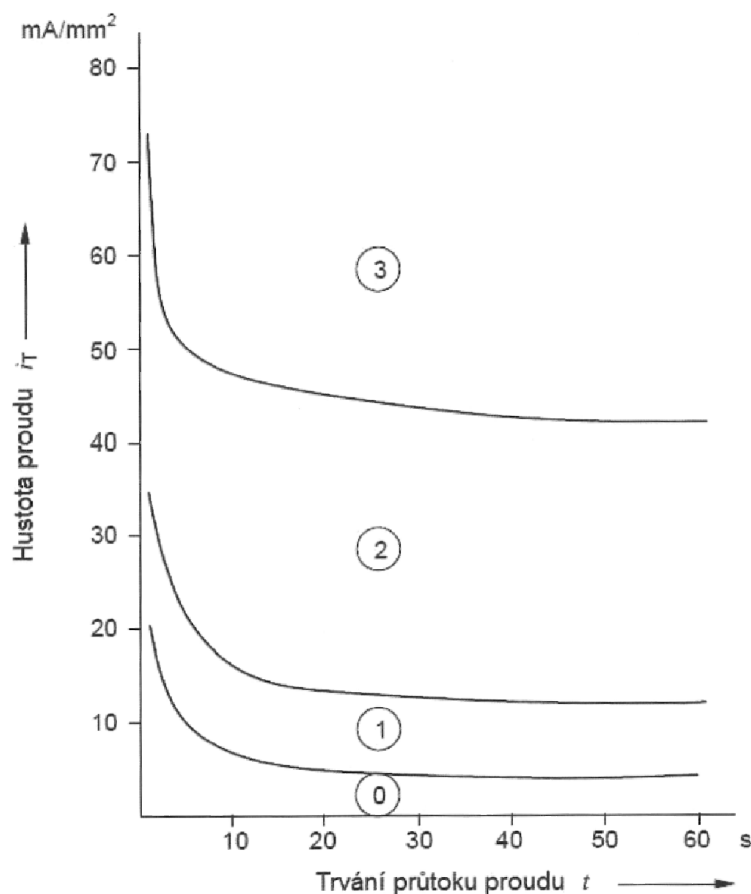
U proudů o několika ampérech trvajících déle než několik sekund, je pravděpodobný výskyt hlubokých popálenin a jiných zranění, která mohou být i vnitřní. Je možno se setkat i s povrchovými popáleninami.

Obr. 6-5 znázorňuje závislost změn lidské kůže na hustotě proudu i_T (mA/mm²) a na době trvání průchodu proudu. Jako vodítko mohou být uvedeny následující hodnoty:

- při méně než 10 mA/mm² nejsou změny na kůži obecně pozorovány. Pro delší doby trvání průchodu proudu (několik sekund) může kůže pod elektrodou získat šedavě bílé zabarvení se zhrublým povrchem (zóna 0);
- mezi 10 mA/mm² a 20 mA/mm² se objevuje zarudnutí kůže se známkami otoku bílé barvy na okraji elektrody (zóna 1);
- mezi 20 mA/mm² a 50 mA/mm² se pod elektrodou rozvíjí hnědavé zabarvení rozšiřující se do kůže. Po delším trvání průtoku proudu (několik desítek sekund) jsou okolo elektrod pozorována proudová znamení (puchýře), (zóna 2);
- nad 50 mA/mm² se může objevit zuhelnatění kůže (zóna 3);
- při větších kontaktních površích mohou být proudové hustoty dostatečně nízké na to, aby způsobily jakékoliv změny kůže i při hodnotách způsobujících smrt.



Obr. 6-4 Vstup elektrického proudu – příškvary na prstech a na dlani, zdroj [27]



Legenda:

Zóna 3 = uhelnatění kůže

Zóna 2 = stopy po proudu

Zóna 1 = zrudnutí kůže

Zóna 0 = beze změn

Obr. 6-5 Závislost změn stavu lidské kůže na hustotě proudu i_T a době průchodu proudu, zdroj [19]

□ Elektroporéza

Vysoká elektrická pole mezi membránami buněk mohou buňky, a to zvláště dlouhé štíhlé buňky, jako jsou buňky kosterních svalů, poškodit. Není to tepelným účinkem. Bylo to pozorováno například při krátkodobých tělesných proudech vysoké intenzity (jaké se vyskytují při chvilkovém kontaktu s přenosovým vedením vysokého napětí). Vysoká elektrická pole mezi membránami buněk mohou způsobovat vytváření otvůrků v membránách.

Tento následek se nazývá elektroporéza. Tyto otvůrky se mohou stabilizovat a definitivně uzavřít, nebo se mohou rozšířit, destabilizovat se a následně mohou způsobit protržení membrán. Tkáň je přitom nevratně poškozena. Může dojít k odumření tkáně, které často vyžaduje amputaci protržené končetiny. Elektroporéza není omezena určitou intenzitou proudu nebo specifickou drahou proudu nebo dobou průchodu proudu.

□ Sekundární úrazy

Tato kapitola se vztahuje zvláště na účinky elektrického proudu. Jestliže se vyhodnocují škodlivé účinky jakýchkoliv událostí na lidské bytosti a zvířectvo, je nutno brát v úvahu i jiné než elektrické elektrické účinky. Mezi ně patří například:

- žár;
- pády;
- oheň;
- tlakové a tepelné účinky při obloukových výbojích.

Tyto záležitosti nespádají do rozsahu této specifikace, ale mohou být ze svého pohledu nesmírně závažné.

Velmi závažnou problematikou, jež je dlouho známá, avšak prakticky řešená až od počátku milénia jsou účinky obloukových výbojů. Ty připadají v potaz v instalacích s fázovým napětím přesahujícím 120 V a velkými zkratovými proudy, tedy především v průmyslových instalacích nn a vn a instalacích pro distribuci elektrické energie.

Obloukový výboj je důsledkem rychlého uvolnění energie způsobené obloukovým zkratem mezi sběrnici fázového a jinou sběrnici (fázové nebo nulové sběrnice) nebo zemí. Během trvání obloukového výboje je ve vzduchu udržován hořící elektrický oblouk, tj. plazma. Plazma skrze vysokou teplotu a vysokou proudovou hustotu má značnou energii, přičemž velikost proudu je omezena jen zkratovou impedancí v místě poruchy a impedancí elektrického oblouku. Obrovské uvolnění energie opaluje sběrnice, dochází k odpaření mědi, a tedy způsobuje explozivní tlakovou reakci. U obloukového výboje je konzervativně odhadováno s činitelem rozpínání (expanze) 40.000:1. Tato explozivní tlaková vlna devastuje cokoliv ve svém okolí vytvářením smrtících střepin při expanzi.

Pro ochranu před obloukovým výbojem a obloukovým výbuchem se v analýze vypočítávají další dvě veličiny. Tyto dvě vypočtené hodnoty se označují jako hranice ochrany před výbojem a energie incidentu v joulech na čtvereční centimetr. Hranice ochrany před výbojem je (v normě NFPA 070E 2004, článek 10 – Definice) definována jako „přístupová mez ve vzdálenosti od obnažených součástí pod proudem, v níž by v případě obloukového výboje osoba utrpěla popáleniny druhého stupně“. Energie incidentu je hodnotou tepla v joulech na čtvereční centimetr, které se uvolní při obloukovém výboji. Definuje třídu ochranných pracovních prostředků, které musí pracovník nosit pro ochranu před obloukovým výbojem.

Hranice ochrany před zasažením elektrickým proudem a výbojem obecně definují, že se uvnitř tohoto prostoru smí pohybovat pouze povolovaná osoba, v případě že jsou součástí pod proudem obnažené, a že tato osoba musí být vyškolená, pokud jde o rizika, a náležitě se před nimi chránit.

□ Komorová fibrilace

Komorová fibrilace je hlavní příčinou úmrtí v důsledku úrazu elektrickým proudem. Fibrilace komor a rychlá komorová tachykardie (KT) patří mezi tzv. maligní (zhoubné) arytmie (tedy poruchy srdečního rytmu). Jedná se o poruchy srdečního rytmu, které pacienta urgentně ohrožují na životě (je třeba je neodkladně řešit) a které jsou nejčastější příčinou náhlé srdeční smrti (NSS). Relativně často vzniká komorová fibrilace v rámci akutního infarktu myokardu a při úrazech elektrickým proudem.

V případě komorové fibrilace se jednotlivé kardiomyocyty srdečních komor kontrahují zcela nesynchronizovaně. Tyto chaotické a rychlé kontrakce vedou k naprostému selhání funkce srdce jakožto pumpy. Jelikož srdce nepřecherpává žádnou krev (minutový výdej srdeční je téměř nulový), dochází k vážné poruše perfúze vitálních orgánů včetně mozku (→ ztráta vědomí nastává do 10 s) a

bez okamžité kardiopulmonální resuscitace a defibrilace vede komorová fibrilace ke smrti (za 3–5 minut se rozvíjí irreverzibilní poškození mozku [38]).

Klinicky se fibrilace komor projevuje:

- ztrátou vědomí;
- neslyšitelnými srdečními ozvami;
- nehmatným pulzem;
- neměřitelným tlakem.

Práh komorové fibrilace při úrazech elektrickým proudem závisí na fyziologických parametrech (anatomii těla, stavu srdeční funkce atd.), stejně jako na elektrických parametrech (době trvání a dráze proudu, parametru proudu atd.).

U sinusového střídavého proudu (50 Hz nebo 60 Hz) práh fibrilace značně poklesne, jestliže působení proudu se prodlouží za periodu srdečního cyklu. K tomuto účinku dochází zvýšenou nestejnorodostí vzbuzeného stavu srdce v důsledku dodatečných srdečních stahů vyvolaných proudem.

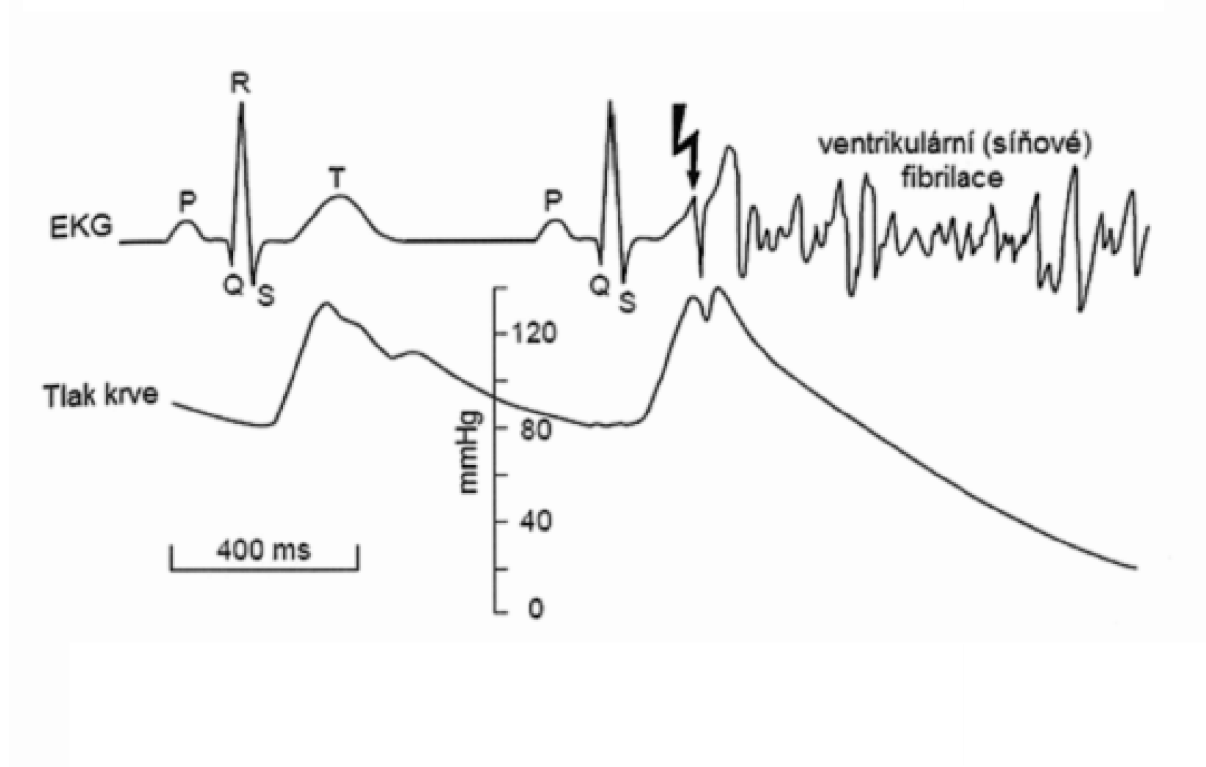
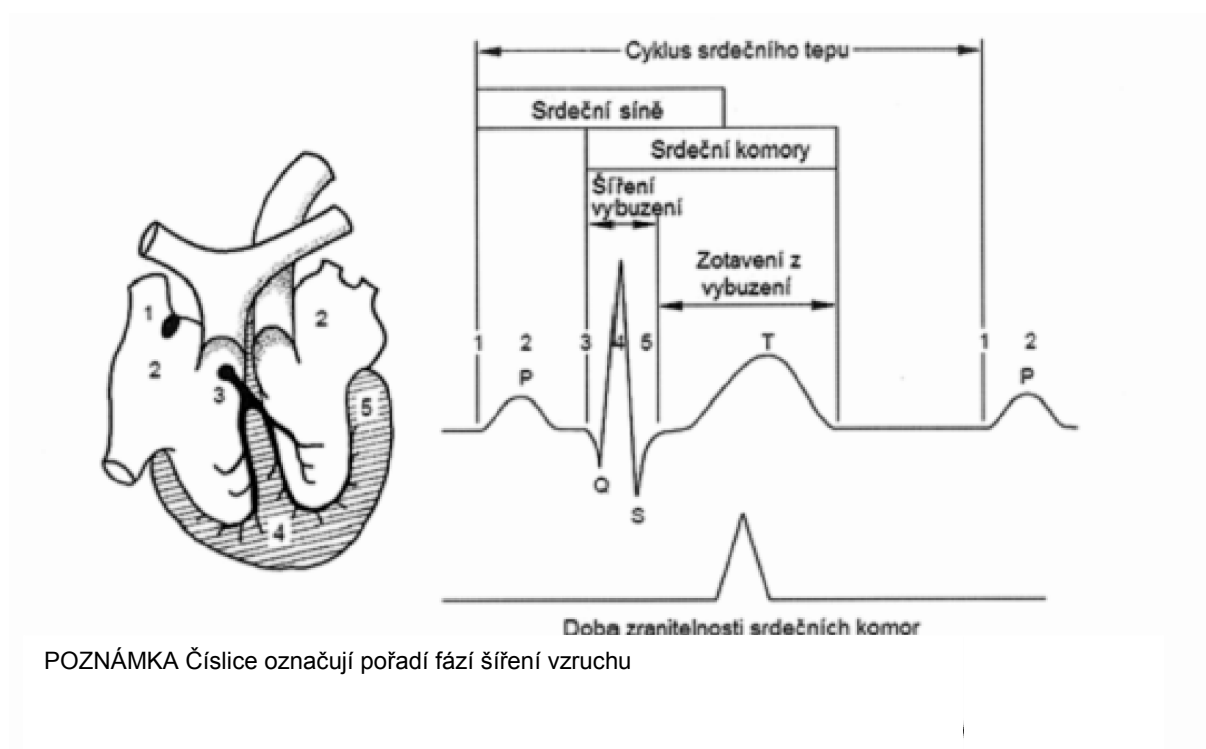
Působí-li proud při úrazu v čase do 0,1 s, může se fibrilace vyskytnout u proudu o intenzitách nad 500 mA a pravděpodobně se vyskytuje u proudu o intenzitách řádu několika jednotek ampérů pouze tehdy, jestliže k zasažení proudem dojde v době zranitelnosti (T-vlna). Působí-li proud takové intenzity po dobu delší, než je jeden srdeční cyklus, může způsobit vratnou zástavu srdce.

Průběh spuštění komorové fibrilace v době zranitelnosti, průběh EKG a krevního tlaku při úrazu elektrickým proudem je znázorněn na Obr. 6-6.

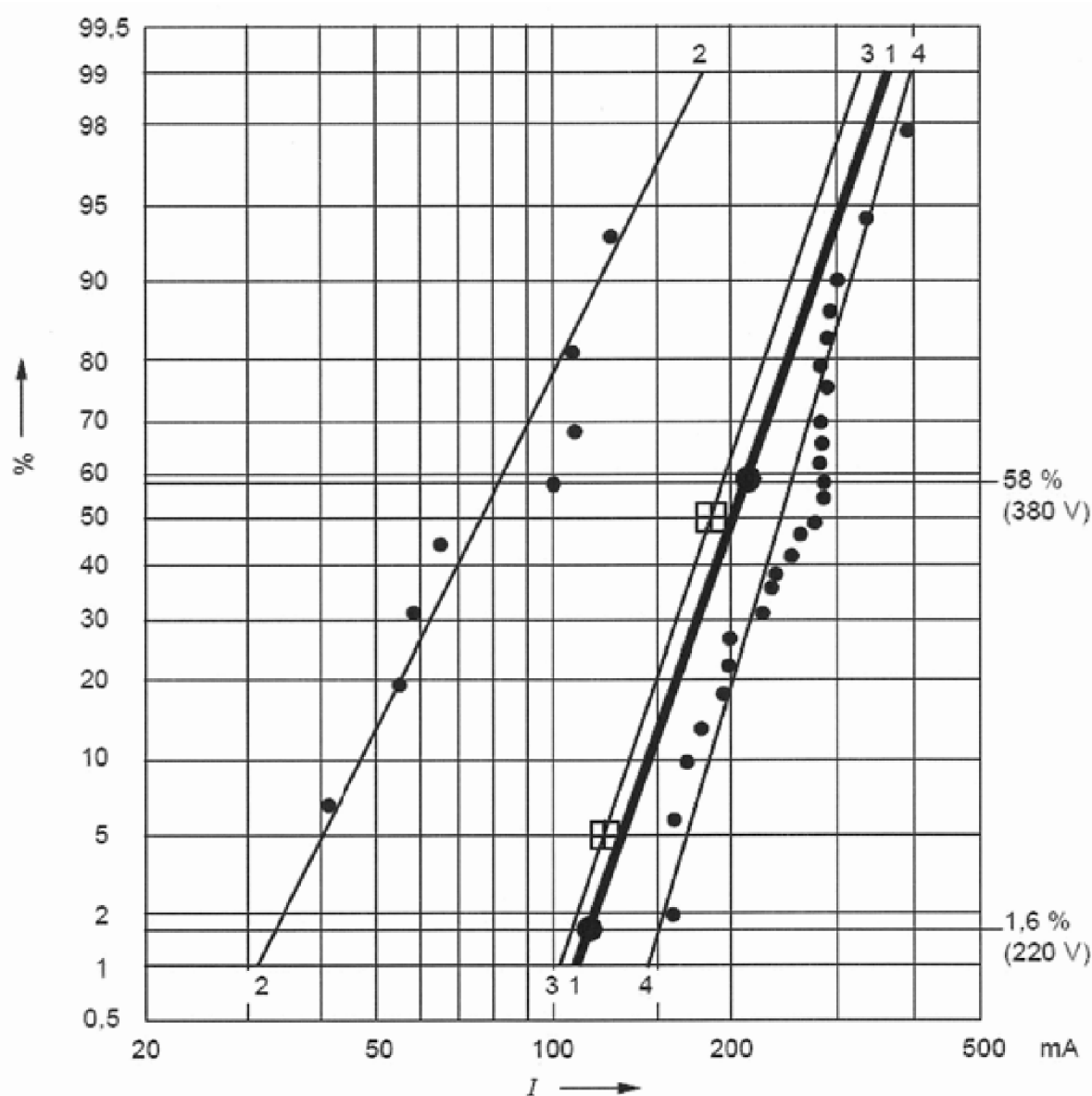
Pro doby trvání průtoku proudu delší než jeden srdeční cyklus, znázorňuje Obr. 6-7 porovnání mezi prahem ventrikulární (komorové) fibrilace z pokusů na zvířatech a pro lidské bytosti vypočítaný na základě statistik úrazů elektrickým proudem.

Úpravou výsledků pokusů provedených na zvířatech na lidské činnosti byla stanovena obvyklým způsobem křivka c_1 , viz Obr. 6-8 a Obr. 6-10 pro dráhu proudu z levé ruky do obou chodidel, pod kterou je výskyt fibrilace nepravděpodobný. Vysoká úroveň pro krátké doby působení proudu mezi 10 ms a 100 ms byla zvolena jako sestupná linie od 500 mA do 400 mA. Na základě informací o elektrických úrazech byla zvolena dolní úroveň pro doby delší než 1 s jako sestupná linie z 50 mA při 1 s až 40 mA pro doby delší než 3 s. Obě úrovně jsou spojeny hladkou křivkou.

Na základě statistického vyhodnocení pokusů provedených na zvířatech byly stanoveny křivky c_2 a c_3 (viz Obr. 6-8 a Obr. 6-10) pro vymezení pravděpodobnosti fibrilace okolo 5 % respektivě 50 %. Křivky c_1 , c_2 a c_3 patří pro dráhu proudu z levé ruky do obou chodidel.



Obr. 6-6 Spuštění komorové fibrilace v době zranitelnosti - účinky patrné na elektrokardiogramu (EKG) a na krevním tlaku, zdroj [19]



Legenda:

- 1 data o fibrilacích u osob počítaná ze statistik úrazů ($U_T = 220 \text{ V}$, 1,6 %, $U_T = 380 \text{ V}$, 58 %);
- 2 data o fibrilacích u psů, doba průchodu proudu 5 s;
- 3 data o fibrilacích u vepřů, doba průchodu proudu $t > 1,5 \times$ perioda srdečního rytmu;
- 4 data o fibrilacích u ovcí, doba průtoku proudu 3 s;
- ⊙ hodnoty vypočítané na základě statistik o úrazech ($U_T = 220 \text{ V}$, 1,6 %, $U_T = 380 \text{ V}$, 58 %, kterým přísluší $I_T = 110 \text{ mA}$ a 220 mA) (1);
- ⊠ statistické hodnoty z měření na vepřích ($I(5\%) = 120 \text{ mA}$, $I(50\%) = 180 \text{ mA}$);
- (1) hodnoty korigované pomocí faktoru proudu procházejícího srdcem $F=0,4$.

Obr. 6-7 Experimentálně získané hodnoty fibrilací pro psy, vepře a ovce a hodnoty fibrilací¹ pro osoby vypočítané na základě statistik úrazů elektrickým proudem při příčném průchodu proudu z ruky do ruky a při střídavých dotkových napětích $U_T = 220 \text{ V}$ a 380 V při impedancích lidského těla Z_T (5 %). Zdroj [19].

6.3. Účinky stejnosměrného a střídavého proudu

□ Definice pojmů

Pro popis účinků střídavých a stejnosměrných proudů jsou v následujícím textu užity definice převzaté z [19]. Pro pochopení následujícího textu jsou tyto termíny objasněny níže:

práh vnímání

minimální hodnota proudu, kterou vnímá člověk, jímž prochází elektrický proud;

práh reakce

minimální hodnota dotykového proudu, která vyvolá bezděčné stažení svalů;

práh odpoutání

maximální hodnota dotykového proudu, při níž osoba držící elektrody je může pustit;

práh komorové fibrilace

minimální hodnota proudu procházejícího tělem, který vyvolá komorovou fibrilaci;

faktor proudu procházejícího srdcem F

vztahuje intenzitu elektrického pole (hustotu proudu) v srdci pro danou dráhu proudu k intenzitě elektrického pole (hustotě proudu) v srdci pro proud stejné velikosti, proudící z levé ruky do chodidel;

perioda zranitelnosti

poměrně krátká část srdečního cyklu, během níž jsou srdeční tkáně z hlediska vybuzení v neurčitým stavu a, jsou-li vybuzeny elektrickým proudem dostatečné velikosti, dochází ke komorové fibrilaci.

Poznámka: Perioda zranitelnosti odpovídá první části vlny T v elektrokardiogramu, která je přibližně 10 % ze srdečního cyklu (viz Obr. 6-6)

Znehybnění

Znehybněním se v tomto dokumentu rozumí takový účinek elektrického proudu, při němž se tělo nebo část těla zasažené lidské bytosti nemůže z vlastní vůle pohybovat.

□ Účinky střídavého proudu v rozsahu 15-100 Hz

Práh vnímání závisí na několika parametrech, jako je plocha těla v kontaktu s elektrodou (kontaktní plocha), na podmínkách kontaktu (suchý, vlhký, na tlaku, teplotě) a také na fyziologických charakteristikách jednotlivce.

Práh reakce závisí na několika parametrech, jako je plocha těla v kontaktu s elektrodou (kontaktní plocha), na podmínkách kontaktu (suchý, vlhký, na tlaku, teplotě) a také na fyziologických charakteristikách jednotlivce.

Lit. [19] uvažuje pro práh reakce při dotyku vodivého povrchu hodnotu 0,5 mA nezávislou na čase.

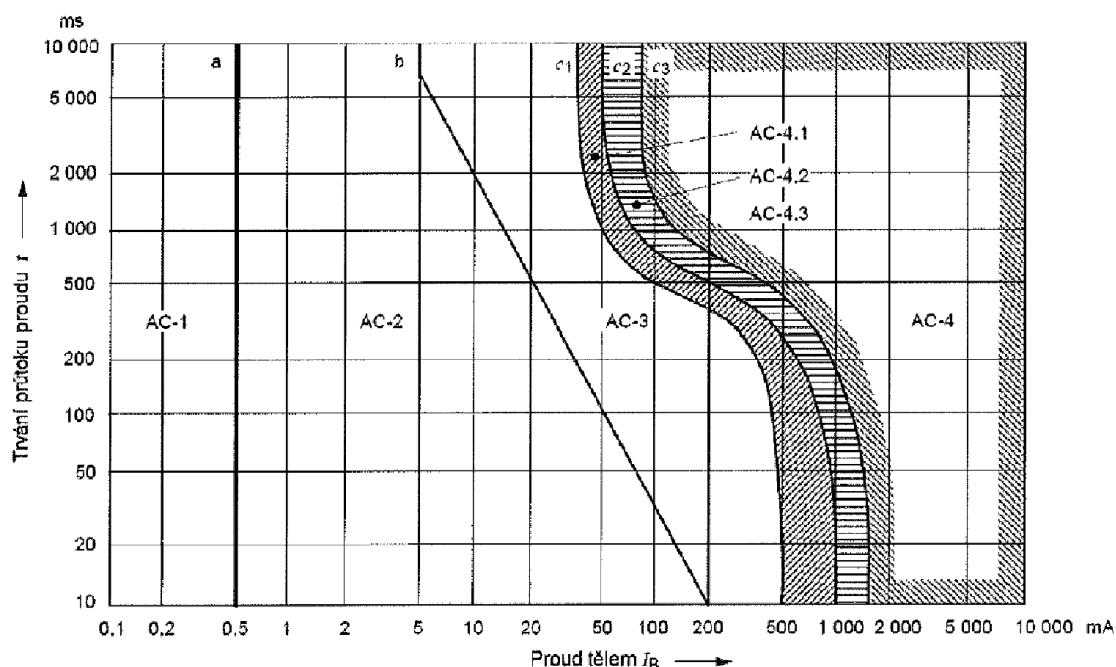
Hodnoty proudu, které způsobují znehybnění, závisí na objemu postižených svalů, druhů nervů a na částech mozku zasažených srdcem. Příčinou působení na svaly může být proud protékající postiženými svaly nebo k nim příslušejícími nervy nebo částmi mozku.

Práh odpoutání závisí na několika parametrech, jako je kontaktní plocha, tvar a velikost elektrod a také na fyziologických charakteristikách jednotlivce. Lit. [19] uvažuje pro práh odpoutání pro dospělé muže hodnotu okolo 10 mA. Pro celou populaci se předpokládá hodnota 5 mA. Doplnující informace viz

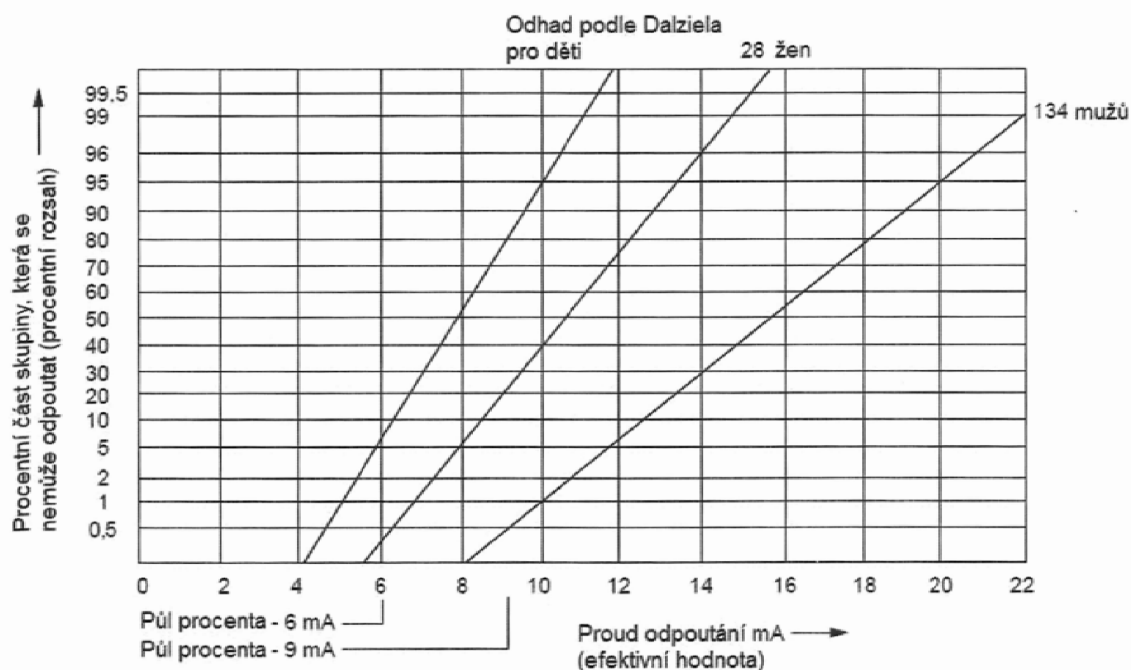
Pro komorovou fibrilaci viz kap. Komorová fibrilace na str. 69.

Tab. 6-1 Zóny čas/proud pro střídavý proud o kmitočtu 15-100 Hz pro dráhu proudu z ruky do chodidel - přehled zón z Obr. 6-8, zdroj [19]

Zóny	Vymezení	Fyziologické účinky
AC-1	do 0,5 mA křivka a	Vnímání je možné, ale obvykle bez 'úlekové' reakce
AC-2	0,5 ma až do křivky b	Vnímání a pravděpodobnost bezděčných svalových stahů, obvykle ale bez škodlivých fyziologických účinků
AC-3	křivka b a napravo od ní do křivky c_1	Silné bezděčné svalové stahy. Dýchací potíže. Vratné poruchy srdeční funkce. Může dojít k znehybnění. Účinky se s intenzitou proudu zvyšují. Obvykle se nepředpokládá poškození organismu.
AC-4 ¹⁾	Napravo od křivky c_1 $c_1 - c_2$ $c_2 - c_3$ za křivkou c_3	Mohou se objevit patofyziologické účinky jako je zástava srdce, zástava dýchání, popáleniny nebo jiná poškození na buněčné úrovni. Pravděpodobnost komorových fibrilací, která se zvyšuje s intenzitou proudu a dobou trvání jeho průtoku AC-4.1 Pravděpodobnost komorových fibrilací zvyšující se až přibližně do 5 % AC-4.2 Pravděpodobnost komorových fibrilací přibližně až do 50 % AC-4.3 Pravděpodobnost komorových fibrilací nad 50 %
1) Při trvání průchodu proudu do 200 ms dojde ke komorové fibrilaci pouze ve zranitelné fázi, jestliže jsou překročeny odpovídající meze. Pokud se týká komorové fibrilace, vztahuje se tento obrázek na na účinky proudu procházejícího dráhou z levé ruky do nohou. Pro ostatní proudové dráhy je nutno uvažovat s faktorem proudu procházejícího srdcem (viz str. 75).		



Obr. 6-8 Konvenční zóny čas/proud účinků střídavých proudů (15 Hz až 100 Hz) na osoby pro dráhu proudu odpovídající dráze z levé ruky do chodidel (legenda viz Tab. 6-1), zdroj [19]



Obr. 6-9 Proud pro odpoutání pro sinusový průběh proudu 60 Hz, zdroj [19]

Při expozici střídavým proudem se mohou rovněž objevit další účinky proudu, jako jsou dýchací potíže, zvýšení tlaku krve, poruchy tvorby a vedení impulsů v srdci (včetně síňové fibrilace a přechodných poruch v srdečním rytmu). Takové účinky nejsou obvykle smrtelné.

Úrazy způsobené vysokým napětím nemusí způsobovat komorové fibrilace, ale jsou spíše příčinou jiných forem srdeční zástavy.

Jsou známy [19] i smrtelné úrazy, které nejsou doprovázeny komorovou fibrilací. Z výše jmenovaných účinků to mohou být poruchy dýchání, jež brání postižené osobě v přivolání pomoci. Mechanismy poruch dýchání zahrnují funkční poruchy ovládání dechu, ochromení dýchacích svalů, poškození nervové aktivity cest k těmto svalům a poškození mechanismu řídicího dýchání v mozkové tkáni. Tyto účinky, pokud trvají, vedou nevyhnutelně k smrti. Pokud se má osoba z přechodných dýchacích potíží zotavit, je nutné umělé dýchání. Avšak i přesto může postižená osoba zemřít. Jestliže proud protéká kritickými částmi, jako je mícha, nebo centrum pro řízení dýchání, může smrt nastat.

❑ Faktor proudu procházejícího srdcem F

Křivky uvedené na Obr. 6-8 se vztahují na proud procházející z levé ruky do chodidel. Jedná se o nejnejpříznivější stav z hlediska rizika komorové fibrilace. Faktor proudu procházejícího srdcem umožňuje výpočet proudů I_h pro dráhy jiné než z levé ruky do chodidel, které představují stejné nebezpečí komorové fibrilace jako ty, které odpovídají proudům I_{ref} resp I_B uvedeným na Obr. 6-8.

$$I_h = \frac{I_{ref}}{F}$$

kde je

I_{ref} proud procházející tělem dráhou z levé ruky do chodidel uvedený na Obr. 6-8;

I_h proud procházející tělem dráhy uvedené v Tab. 6-2;

F faktor proudu procházejícího srdcem uvedený v Tab. 6-2.

Poznámka: Faktor proudu procházejícího srdcem je třeba považovat pouze za hrubý odhad nebezpečí odpovídajícího různým drahám proudu z hlediska komorové fibrilace.

Tab. 6-2 Faktor proudu procházejícího srdcem F pro různé dráhy proudu, zdroj [19]

Dráha proudu	Faktor proudu procházejícího srdcem F
Z levé ruky do levého chodidla, pravého chodidla nebo do obou chodidel	1,0
Z obou rukou do obou chodidel	1,0
Z levé ruky do pravé ruky	0,4
Z pravé ruky do levého chodidla, pravého chodidla nebo do obou chodidel	0,8
Ze zad do pravé ruky	0,3
Ze zad do levé ruky	0,7
Z hrudi do pravé ruky	1,3
Z hrudi do levé ruky	1,5
Ze zadku do levé ruky, pravé ruky nebo do obou rukou	0,7
Z levé nohy do pravé nohy	0,04

Z výše uvedeného lze odvodit, že při proudu 225 mA z jedné ruky do druhé je stejná pravděpodobnost vyvolání komorové fibrilace jako při proudu 90 mA z levé ruky do chodidel.

Je ovšem nutné zdůraznit, že hovoříme o hodnotách proudu, jež jsou funkcí dotykového napětí U_T a impedance celé poruchové dráhy proudu Z . Ta se skládá z impedance lidského těla a impedance obuvi, rukavic, podlahy a poruchové smyčky (poslední zmíněnou můžeme v soustavách s přímým uzemněním sítě tj. sítích TN a TT zanedbat).

Drží-li se osoba jednou rukou např. fázového vodiče a druhou rukou neživé části (kostry spotřebiče) příp. cizí vodivé části zahrnuté do soustavy pospojování nebo dobře uzemněné bude hodnota proudu lidským tělem výrazně vyšší, než stojí-li osoba např. na suchém betonu v obuvi při jednopólovém dotyku (tj. proud teče z ruky do nohou a do země).

□ Účinky stejnosměrného proudu

Práh vnímání a práh reakce jsou závislé na několika parametrech, jako je plocha kontaktního povrchu, podmínky kontaktu (suchý, vlhký, na tlaku teplotě), době působení proudu a na individuálních fyziologických charakteristikách. Na rozdíl od střídavého proudu se pocítuje pouze připojení a odpojení proudu a není vnímán žádný pocit během působení proudu na úrovni prahu vnímání. V podmínkách srovnatelných s těmi, které se uplatňují při studiu střídavého proudu je práh vnímání okolo 2 mA.

Na rozdíl od střídavého proudu nelze pro stejnosměrný proud definovat práh odpoutání. Pouze připojení a odpojení proudu vyvolá bolestivé reakce.

Pro práh komorové fibrilace platí, obdobné závislosti jako v případě střídavého proudu, tj. je závislý na fyziologických i elektrických parametrech.

Informace vyvozené z elektrických úrazů ukazují, že nebezpečí komorové fibrilace obecně existuje u podélných (směr hlava – noha, ruka – noha). Pokusy provedené na zvířatech však ukázaly, že v případě příčných proudů může při vyšších intenzitách proudu dojít též ke komorové fibrilaci.

Pokusy provedené na zvířatech, stejně jako informace odvozené z elektrických úrazů ukazují, že práh fibrilace pro proud směřující dolů (tj. dotek rukou s kladným pólem, dotek nohy se záporným pólem) je přibližně dvakrát vyšší než proud směřující vzhůru.

Pro doby působení proudu delší než je cyklus srdce, je práh fibrilace pro stejnosměrný proud několikrát vyšší než pro střídavý proud. Pro dobu trvání zasažení proudem kratší než 200 ms je práh fibrilace přibližně stejný jako pro střídavý proud vyjádřený v efektivních hodnotách.

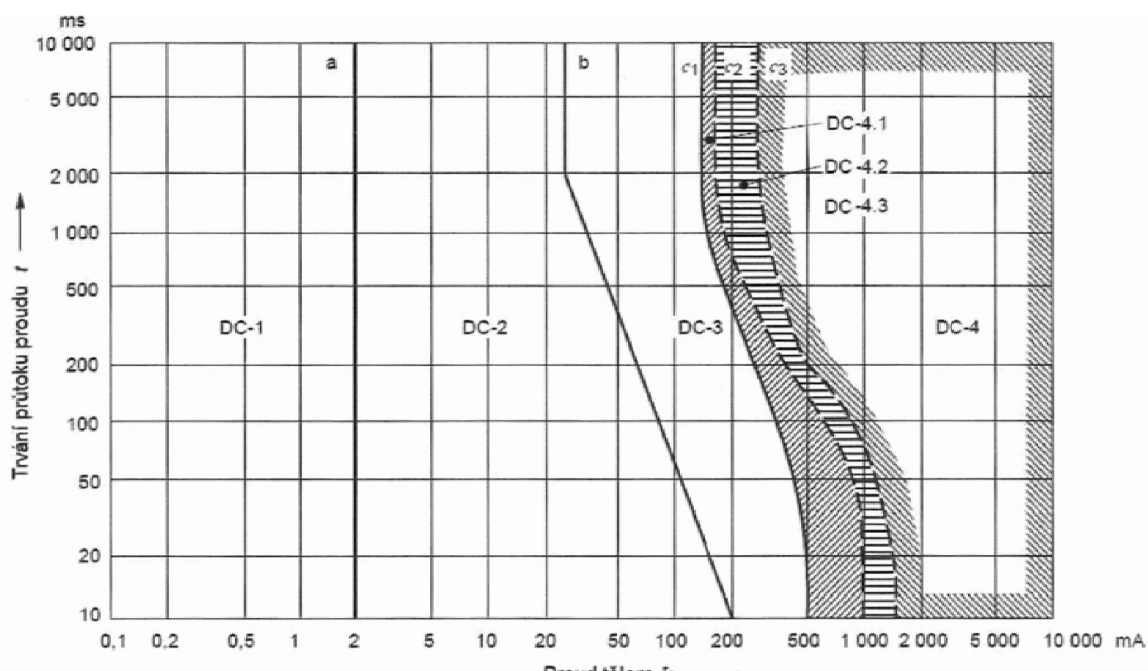
Přibližně nad 100 mA může vzniknout v končetinách během protékání proudu pocit tepla. Uvnitř plochy kontaktního povrchu vznikají bolestivé pocity v kůži.

Příčné proudy do 300 mA protékající lidským tělem po několik minut, čím déle protékají, tím závažněji mohou způsobovat vratné srdeční arytmie, stoy po proudu, popáleniny, závratě a někdy bezvědomí. Nad 300 mA je častý výskyt bezvědomí.

U proudů o několika ampérech, trvajících více než několik sekund, může dojít k hlubokým popáleninám nebo k jiným zraněním a dokonce k úmrtím.

Tab. 6-3 Zóny čas/proud pro stejnosměrný proud pro dráhu proudu z ruky do chodidel -
přehled zón z Obr. 6-10, zdroj [19]

Zóny	Vymezení	Fyziologické účinky
DC-1	do 2 mA křivka a	Jsou možné slabé pocity píchání při připojení a odpojení proudu a rychlých změnách jeho průběhu
DC-2	2 mA až do křivky b	Bezděčné svalové stahy, které jsou pravděpodobné zvláště při připojení a odpojení proudu a rychlých změnách jeho průběhu, ale obvykle bez škodlivých fyziologických účinků
DC-3	křivka b a napravo od ní do křivky c_1	Mohou se objevit silné bezděčné svalové reakce a vratná rušení při vytváření a vedení impulzů v srdci, které se zvyšují s velikostí proudu a s dobou jeho trvání. Obvykle se nepředpokládá poškození organismu.
DC-4 ¹⁾	Napravo od křivky c_1	Mohou se objevit patofyziologické účinky jako je zástava srdce, zástava dýchání, popáleniny nebo jiná poškození na buněčné úrovni. Pravděpodobnost komorových fibrilací, která se zvyšuje s intenzitou proudu a dobou trvání jeho průtoku
	$c_1 - c_2$	DC-4.1 Pravděpodobnost komorových fibrilací zvyšující se až přibližně do 5 %
	$c_2 - c_3$	DC-4.2 Pravděpodobnost komorových fibrilací přibližně až do 50 %
	za křivkou c_3	DC-4.2 Pravděpodobnost komorových fibrilací nad 50 %
¹⁾ Při trvání průchodu proudu do 200 ms dojde ke komorové fibrilaci pouze ve zranitelné fázi, jestliže jsou překročeny odpovídající meze. Pokud se týká komorové fibrilace, vztahuje se tento obrázek na účinky proudu procházejícího dráhou z levé ruky do nohou a na proud směřující vzhůru. Pro ostatní proudové dráhy je nutno uvažovat s faktorem proudu procházejícího srdcem (viz str. 75).		



Obr. 6-10 Konvenční zóny čas/proud účinků stejnosměrných proudů na osoby pro podélnou dráhu proudu směřujícího vzhůru (legenda viz Tab. 6-3), zdroj [19]

□ Účinky opakovaných impulzů (dávek impulzů) proudu na prahu komorových fibrilací

To, že se komorové fibrilace objeví při jediném neopakovaném impulsu proudu srdcem, jestliže kombinace jeho velikosti a doby trvání je pod křivkou c_1 , znázorněnou na Obr. 6-8 a Obr. 6-10, je možno považovat za nepravděpodobné. Obr. 6-8 se vztahuje k jediné neopakované dávce impulzů sinusového proudu o kmitočtu 15 Hz až 100 Hz, zatímco Obr. 6-10 se týká jediného neopakovaného impulsu stejnosměrného proudu bez významné střídavé složky.

Impulzy proudů, které jsou od sebe navzájem odděleny intervalem stejným nebo delším, než je doba srdečního cyklu nemají kumulativní účinky na srdce a může se s nimi zacházet jednotlivě, jako kdyby se jednalo o nepakované proudové impulzy. Toto platí, jsou-li proudové pulzy od sebe odděleny intervalem nejméně 1 s.

Impulzy protékající srdcem, které jsou odděleny intervaly kratšími než je perioda normální činnosti srdečního tepu (kratšími než 1 s mezi následujícími impulzy) mohou způsobovat poruchy srdeční činnosti s kumulativními účinky. Tyto kumulativní účinky mohou vést ke komorovým fibrilacím, i když každý proudový impuls v sérii je významně menší než práh komorové fibrilace, který se uplatňuje při jednotlivém proudovém impulsu.

První proudový impuls v sérii může být posuzován s využitím Obr. 6-8 nebo Obr. 6-10, podle toho, zda se jedná o proud střídavý nebo stejnosměrný. Práh komorové fibrilace, který je možno uplatnit pro druhý proudový impuls může být přibližně na úrovni 65 % prahu příslušného pro první impuls. Tento postup může pokračovat, dokud práh nedosáhne po několika impulzech minimální hodnoty. Minimální dosažená hodnota může být dle [20] pouze 10 % nebo i méně z prahové hodnoty pro první impuls.

Tab. 6-4 Příklad odhadu prahu komorové fibrilace po dávkách po sobě jdoucích proudových impulzů, zdroj [20]

Impulz proudu v dávce impulzů oddělených intervaly kratšími než 1 s, kdy první impulz proudu je v zóně AC-3 nebo DC-3 (viz Obr. 6-8 nebo Obr. 6-10)	Příklad odhadu prahu komorové fibrilace po sobě jdoucích proudových impulzů %
První proudový impulz	100
Druhý proudový impulz	65
Třetí proudový impulz	42
Čtvrtý proudový impulz	27
Pátý proudový impulz	18
Šestý proudový impulz	12
Sedmý a další následující impulz	10 nebo méně

6.4. Impedance lidského těla

Hodnoty impedancí lidského těla závisí na množství faktorů a zvláště na dráze proudu, na dotykovém napětí, trvání průtoku proudu, na kmitočtu, stupni vlhkosti kůže, ploše kontaktního povrchu, tlaku, který působí a na teplotě. Schematické znázornění pro impedanci lidského těla je znázorněno na Obr. 6-11.

Celkovou impedanci lidského těla můžeme rozložit na vnitřní impedanci lidského těla Z_T , jež je tvořena převážně odporovou složkou a impedancí kůže Z_S , složenou z odporů a kapacit. Strukturu kůže tvoří poloizolující vrstva a malé vodivé prvky (póry). Impedance kůže klesá, když se proud zvyšuje.

Hodnota impedance kůže závisí na napětí, kmitočtu, době působení proudu, ploše kontaktního povrchu, tlaku kontaktu, na míře vlhkosti, teplotě a typu kůže.

Pro nižší dotyková napětí impedance kůže značně kolísá v závislosti na výše uvedených parametrech. Pro vyšší dotyková napětí se impedance kůže znatelně snižuje, a jakmile dojde k průrazu kůže, je zanedbatelná. Pro vyšší kmitočty se kůže se zvyšujícím s kmitočtem snižuje.

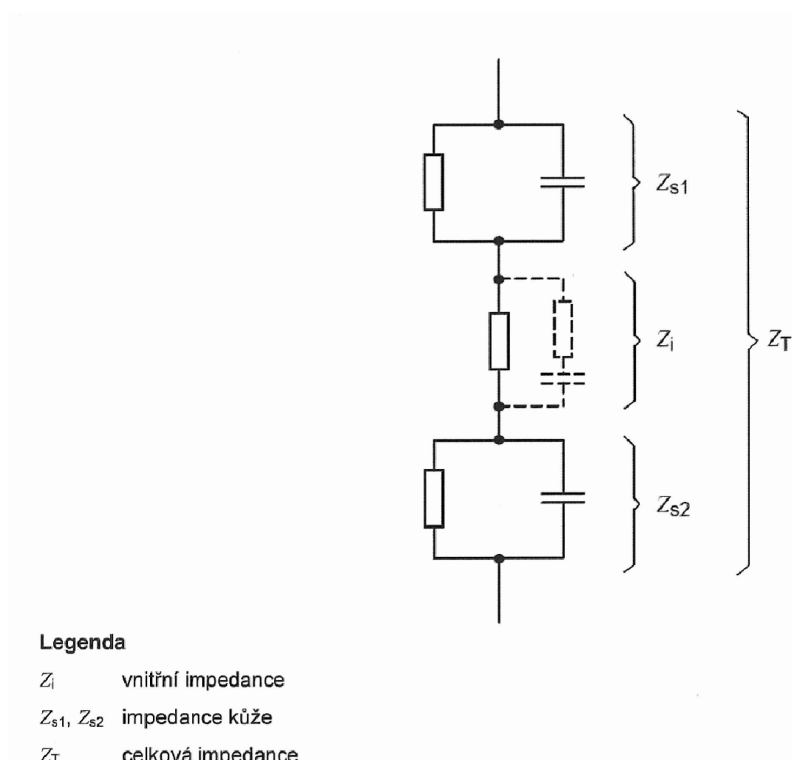
Z výše uvedeného vyplývá, že pro vyšší dotyková napětí (cca 700 V) má impedance kůže již zanedbatelná vliv a proud je de-facto omezen pouze vnitřní impedancí těla a impedancí zdroje (poruchové cesty proudu mimo lidské tělo).

Lit. [19] udává hodnotu vnitřní impedance (asymptotickou hodnotu), jež je nezávislá na frekvenci pro rovnou:

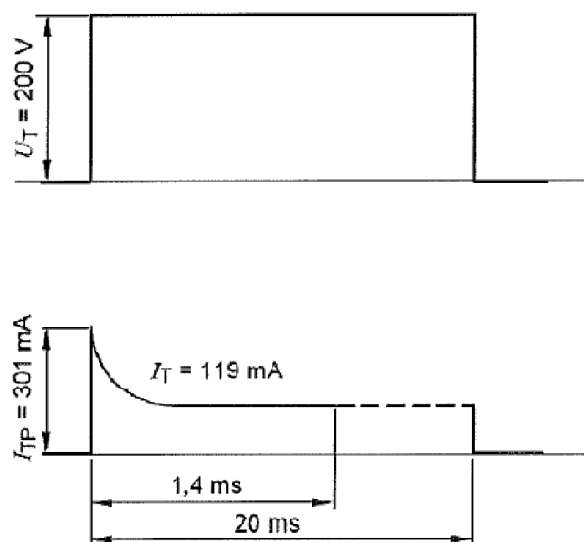
- 575 Ω a více pro 95 % populace;
- 775 Ω a více pro 50 % populace;
- 1050 Ω a méně pro 95 % populace.

Rozložení vnitřní dílčí impedance částí lidského těla ve vztahu k dráze z ruky do chodidla je znázorněno na Obr. 6-15.

Vzhledem k odporově kapacitnímu charakteru lidského těla se definuje tzv. počáteční odpor lidského těla R_0 . Hodnotu počátečního odporu lidského těla pro dráhu proudu z jedné do druhé ruky nebo do nohy a velké plochy kontaktního povrchu je možno brát jako 500 Ω pro 5 % z lidské populace pro střídavý i stejnosměrný proud. Hodnoty pro 50 % a 95 % z lidské populace je možno brát jako rovnající se 750 Ω , resp. 1000 Ω . Hodnoty závisí na ploše kontaktního povrchu a stavu kůže málo.

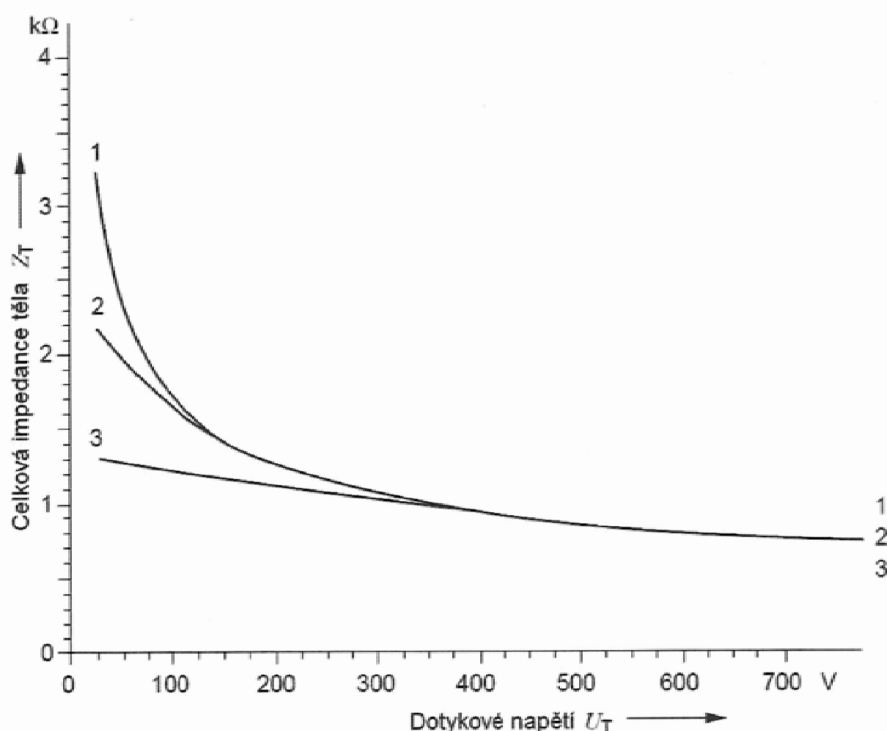


Obr. 6-11 Náhradní schéma impedance lidského těla, zdroj [19]



Obr. 6-12 Průběh dotykového napětí U_T a dotykového proudu I_T pro stejnosměrný proud, dráhu proudu z ruky do ruky, velkou plochu kontaktního povrchu v suchých podmínkách, zdroj [19]

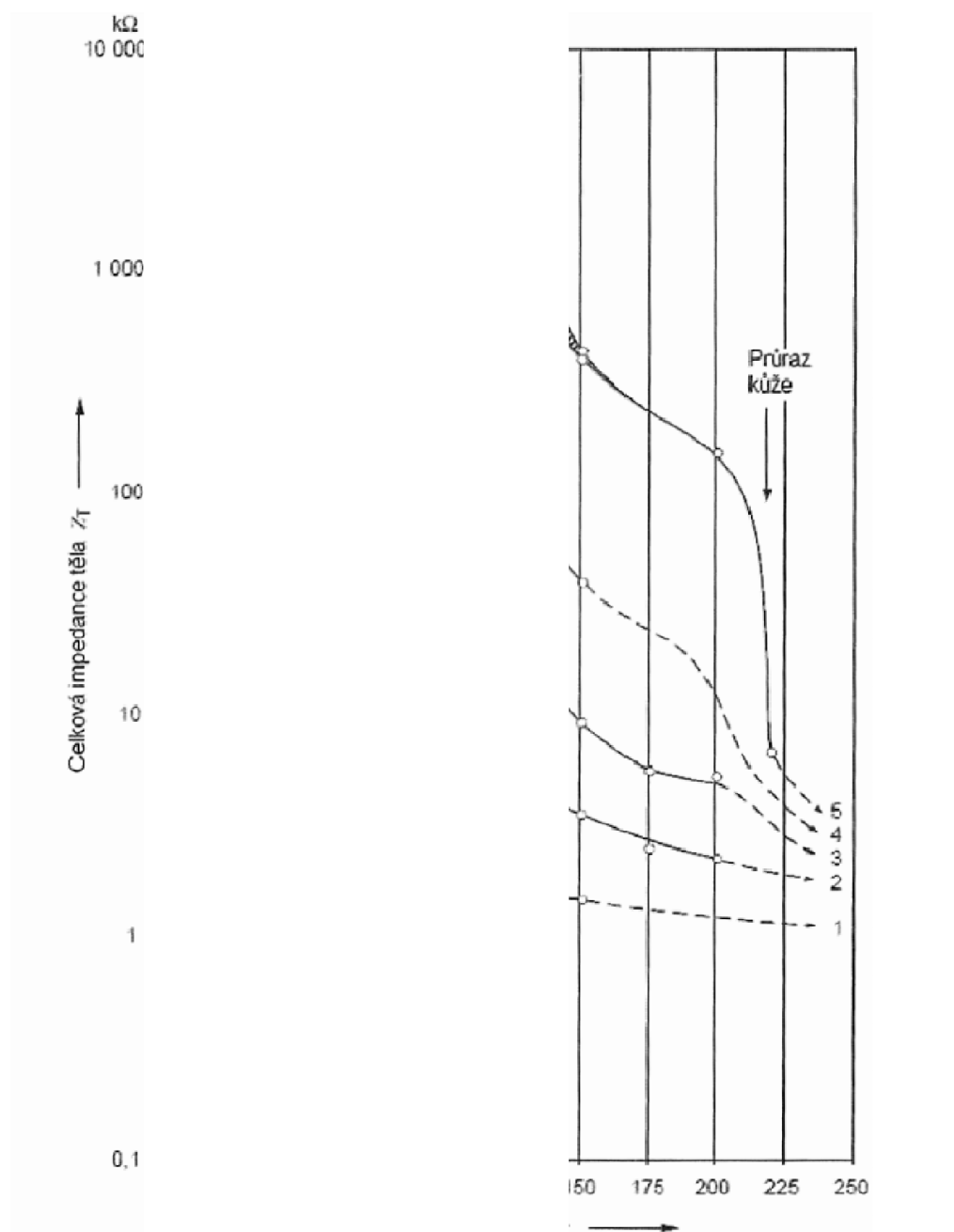
Poznámka k obr. Obr. 6-12 – $U_T = 200\text{ V}$ stejnosměrného napětí, doba trvání průchodu proudu 20 ms , dotykový proud $I_T = 119\text{ mA}$, špičková hodnota dotykového proudu $I_{TP} = 301\text{ mA}$, celková rezistance těla $R_T = 1681\ \Omega$, počáteční rezistance těla $R_0 = 664\ \Omega$, silný pocit pálení a bezděčné škubavé reakce v pažích a ramenou.

**Legenda**

- 1 suché podmínky (tabulka 1)
- 2 podmínky vodní vlhkosti (tabulka 2)
- 3 podmínky vlhkosti způsobené slanou vodou (tabulka 3)

Obr. 6-13 Celková impedance lidského těla Z_T (50%) pro dráhu proudu z ruky do ruky pro velké plochy kontaktního povrchu v suchých podmínkách, podmínkách vodní vlhkosti a podmínkách vlhkosti způsobené slanou vodou pro procentní rozsah 50 % populace pro střídavá dotyková napětí $U_T = 25$ až 700 V, 50/ 60 Hz, zdroj [19].

Poznámka k Obr. 6-13 Některá měření podle [19] ukazují, že celková impedance těla je pro dráhu proudu od ruky k chodidlu poněkud nižší než pro dráhu proudu z jedné ruky do druhé (10 % až 30 %).

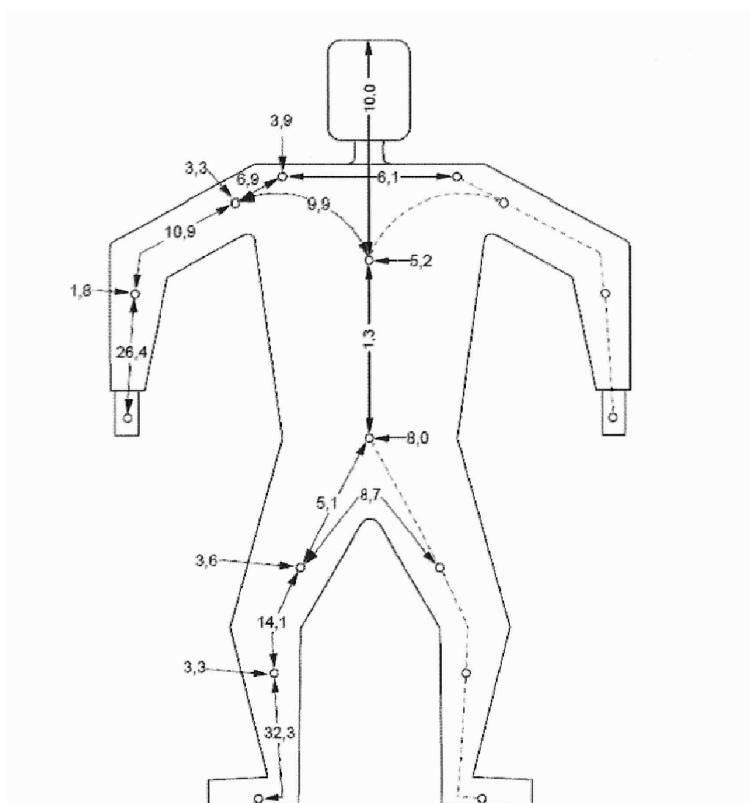


Legenda:

1. Plocha kontaktního povrchu 8 200 mm²
2. Plocha kontaktního povrchu 1 250 mm²
3. Plocha kontaktního povrchu 100 mm²
4. Plocha kontaktního povrchu 10 mm²
5. Plocha kontaktního povrchu 1 mm²

(K průrazu kůže dochází při 220 V)

Obr. 6-14 Závislost celkové impedance Z_T jedné živé osoby na ploše kontaktního povrchu za suchých podmínek na dotykových napětích (50 Hz), zdroj [19].

Obr. 6-15 Vnitřní impedance Z_{ip} lidského těla, zdroj[19]

Poznámky k obr. Obr. 6-15:

1. Čísla označují procenta vnitřní impedance lidského těla pro danou část těla ve vztahu k dráze z ruky do chodidla.
2. Pro výpočet celkové impedance těla Z_T pro danou dráhu proudu musejí být sečteny vnitřní impedance všech částí těla dané dráhy, stejně jako impedance kůže ploch kontaktních povrchů. Čísla vně těla ukazují vnitřní části impedance, které je třeba přidat k celkové impedanci, když proud vstupuje do těla právě v tomto bodě.
3. Vnitřní impedance z jedné ruky do obou chodidel je cca 75 % impedance ruka/ruka nebo ruka/chodidlo, impedance z obou rukou do obou chodidel je 50 % této impedance a impedance z obou rukou do trupu těla je 25 % této impedance ruka/ruka nebo ruka/chodidlo.



Shrnutí pojmů 6.

Dvoupólový dotyk – viz kap. 6.1;

Elektroporéza – viz str. 68;

Jednopolový dotyk – viz kap. 6.1;

Komorová fibrilace – viz str. 69;

Macroshock – viz kap. 6.1;

Microshock – viz kap. 6.1;

Popáleniny – viz str. 66;

Sekundární úrazy – viz str. 69.

7. Hašení elektrických zařízení



Čas ke studiu: 10 min



Cíl Po prostudování tohoto odstavce budete umět:

- popsat rizika při hašení elektrických zařízení;
- vyjmenovat druhy hasicích zařízení vhodná k hašení elektrických zařízení pod napětím.



Výklad

7.1. Vypnutí instalace

V případě vzniku požáru je vhodné nejdříve elektrické zařízení prokazatelně vypnout a pak použít hasicích přístrojů, které jsou umístěny v blízkosti instalace.

V domovních elektrických zařízeních se jednotlivé byty vypínají jističem před elektroměrem, celý objekt pojistkami v hlavní domovní skříní. Při vypnutí je třeba zajistit, aby nebylo odpojeno nouzové osvětlení evakuačních cest, zařízení k evakuaci osob a materiálu (např. výtahy) a zařízení sloužící k hašení požáru (požární čerpadla), případně i jiná zařízení.

Při hašení elektrických zařízení je nutné mít v evidenci, že vypnutím hlavního vypínače (rozdávěče, tlačítka nouzového vypnutí atd.) nemusí dojít k vypnutí všech obvodů – jednak přívody do rozváděčů jsou často pod napětím, dále se jedná o vodiče oranžové barvy. Další skupinou obvodů jsou, jak je zmíněno v předchozím odstavci, nouzové osvětlení a napájení evakuačních výtahů a požárních čerpadel.

V laboratořích, příp. v některých objektech je někdy zařízení pro nouzové vypnutí (TOTAL STOP, CENTRAL STOP tlačítko). Má být červené na žlutém reflexním podkladu, s aretací. Je vhodné, aby uživatelé byli obeznámeni s rozsahem vypínané instalace.

7.2. Specifické požadavky pro vypnutí instalace a hašení

□ Specifické požadavky pro objekty s požárně bezpečnostními zařízeními, jež musí zůstat v provozu v případě požáru

V případě požáru musí být kabelové trasy navrženy tak, aby bylo zajištěno bezpečné vypnutí (odpojení) elektrické energie v objektu a tím zajištěn bezpečný zásah jednotek požární ochrany. Toto je požadavek normy ČSN 73 0848 ([36]). Tato norma platí pro projektování prostorů kabelových tras z hlediska požární bezpečnosti a stanovení cílových požadavků na funkčnost kabelových tras napájejících požárně bezpečnostní zařízení a elektrická zařízení, která musí zůstat v provozu v případě požáru. Neplatí pro samostatné výrobní elektřiny a tepla.

V případě požáru musí být umožněno centrální vypnutí těch elektrických zařízení v objektu, jejichž funkčnost není nutná při požáru – **CENTRAL STOP**, ale zároveň musí být zachována dodávka elektrické energie požárně bezpečnostních zařízení, která musí být funkční v případě požáru, a to ze dvou na sobě nezávislých zdrojů.

V případě potřeby musí být umožněno vypnutí všech zařízení v objektu nebo v jeho části, včetně požárně bezpečnostních zařízení – **TOTAL STOP**, toto vypnutí musí být chráněno proti neoprávněnému či nechtěnému použití.

Vypínací prvky **CENTRAL STOP** a **TOTAL STOP** musí být umístěny tak, aby byly snadno přístupné v případě požáru např. u vstupu do objektu, vmístě trvalé služby apod.

□ **Specifické požadavky pro FVE**

V místnosti objektu bytové či občanské výstavby je nutné vypnout pouze přívod elektrického proudu v postiženém úseku, nikoliv přívod napájení zařízení funkčních při požáru. Při pochybnostech o vypnutí ohroženého úseku, pokud není objekt vybaven zařízením funkčním při požáru, je při požáru většího rozsahu doporučeno vypnutí hlavního domovního přívodu. Při požáru celého objektu je nezbytné vypnout venkovní vedení silového zařízení a napájecí vedení elektronických komunikací v okruhu 30 m. Není-li možné elektrický proud vypnout, musí být o této skutečnosti vyrozuměna osoba řídící záchranné práce (velitel zásahu).

U výroben elektřiny vybavených solárními fotovoltaickými (PV) napájecí systémy musí být u vstupu do objektu schéma výroby s označení místa, kde je přístroj pro odpojení PV hlavního kabelu (kabelů) DC, spolu s popisem jeho ovládání.

□ **Hašení elektrických zařízení**

Požár v místnostech, kde je elektrické zřízení, se může hasit souvislým proudem vody až po vypnutí elektrického proudu.

U elektrického zařízení, kde nebylo bezpečně zjištěno vypnutí elektrického proudu, nebo není-li elektrické zařízení možno vypnout, lze v případě **bezprostředního** ohrožení životů osob, zvířat a jiných významných hodnot požárem hasit vhodným hasivem, nebo, za dodržení daných postupů a při použití výrobcem určené proudnice, vodou u elektrických zařízení a vedení pod napětím do **400 V**. V těchto případech je nutno udržovat vzdálenost kovových předmětů (náradí, hasicí přístroje, požární výzbroj) od nechráněných (živých) částí elektrického zařízení nn nejméně **2 m**. Bližší informace viz [35].

Elektrické zařízení pod napětím lze hasit hasicím přístrojem sněhovým (CO₂), práškovým nebo přístrojem využívajícím jako hasivo halonové alternativy (například HALOTRON).

7.3. Nebezpečí při požáru

Je nutné si uvědomit, že izolace kabelů (PVC - polyvinylchlorid) při hoření vyvíjí značné množství jedovatých zplodin a kouře, což může jednak znesnadnit únik (společně s výpadkem elektrické energie), jednak vyvolat otravu (při hoření PVC je vyvíjen chlorovodík, dioxiny a polychlorované bifenylly). Toto je nutno mít na zřeteli při hašení elektrických zařízení.

Při požárech (nejen elektrických instalací) mohou vznikat následující rizika:

- popálení, uhoření;
- udušení, otrávení jedovatými zplodinami, příp. CO (oxidem uhelnatým);
- panika, ztráta orientace, nenalezení únikového východu;
- úraz elektrickým proudem při hašení elektrických zařízení nevhodným hasicím přístrojem.

Při požárech dochází často zejména v budovách s vyšší koncentrací osob k panice, ta může znesnadnit evakuaci osob.

7.4. Proces hoření a hašení, třídy požárů

Hoření je chemická reakce, při které dochází k oksyločování hořlavé látky, zahřáté na zápalnou teplotu, za vývinu tepla, světla a zplodin. K procesu hoření jsou nutné tři základní činitele:

- hořlavá látka;
- zápalná teplota;
- oksyločovadlo (vzdušný kyslík).

K zamezení hoření stačí odstranit jeden z těchto základních činitelů. Lze toho dosáhnout jedním z následujících způsobů.

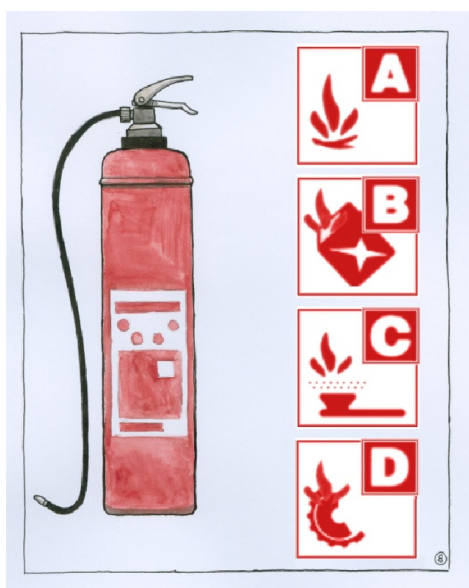
- ochlazování;
- izolací;
- zředěním atmosféry hoření;
- zpomalováním chemické reakce v pásnu hoření;
- kombinací uvedených způsobů.

Požáry dělíme podle hořící látky podle ČSN EN 2 do pěti tříd označených velkými písmeny. Protože norma určuje třídy požárů podle druhu hořlavé látky, není z toho důvodu určena zvláštní třída požáru zahrnující elektrické nebezpečí.

Třídy požáru:

- A – požáry pevných organických látek;
- B – požáry hořlavých kapalin;
- C – požáry hořlavých plynů;
- D – požáry kovů (hořlavých alkalických kovů);
- F – požáry tuků (jedlých).

Na každém ručním hasicím přístroji lze nalézt nálepku, na které je uvedeno pro hašení které hořlavé látky je přístroj vhodný a také piktogram s grafickým návodem k použití.



Obr. 7-1 Grafické vyjádření užití hasicího přístroje pro třídy požáru, zdroj [29]

7.5. Vhodné hasicí přístroje

Typy používaných ručních hasicích přístrojů jsou následující:

- vodní;
- pěnový;
- práškový;
- CO₂ (sněhový);
- halonový (dnes nejčastěji s halonovou alternativou).

□ Vodní hasicí přístroj

Vodní hasicí přístroj je vhodný pro hašení požáru pevných látek (dřevo, papír, uhlí, textilie, guma), výjimečně je použitelný k hašení menších množství hořlavých kapalin mísících se s vodou, jako líh, éter apod.

Vodní hasicí přístroj není vhodný pro hašení hořlavých kapalin nemísících se s vodou, jako benzín, motorová nafta, minerální olej, dále k hašení hořlavých plynů a k hašení látek, materiálů a zařízení, kde je nebezpečí škod promáčením vzhledem k ceně.

Nesmí být použit k hašení elektrických zařízení pod proudem a v jejich blízkosti. Dále nesmí být použit k hašení hořlavých alkalických kovů, termitů, karbidu vápníku.

□ Pěnový hasicí přístroj

Pěnový hasicí přístroj je vhodný pro hašení pevných látek a hořlavých kapalin nemísících se s vodou, jako benzín, motorová nafta, minerální oleje, tuky apod.

Pěnový hasicí přístroj je nevhodný pro hašení hořlavých kapalin mísících se s vodou a dále hořlavých kapalin nízkovroucích t.j. na úrovni okolní teploty a níže jako petoleter, ditileter, monochlorethan a k hašení hořlavých plynů.

Nesmí být použit k hašení elektrických zařízení pod proudem a v jejich blízkosti. Dále nesmí být použit k hašení hořlavých alkalických kovů, termitů, karbidu vápníku.

□ Práškový hasicí přístroj

Práškový hasicí přístroj je vhodný pro hašení požárů hořlavých kapalin, plynů a elektrických zařízení pod proudem do 110 kV i pro plasty hořící plamenem.

Práškový hasicí přístroj je nevhodný k hašení požárů pevných hořlavin typu dřeva, uhlí, textilií a k hašení jemné mechaniky a elektroniky.

Nesmí být použit k hašení lehkých hořlavých a alkalických kovů, volně uložených kusovitých, vláknitých apod. materiálů pro nebezpečí požáru a případný výbuch!

□ Sněhový hasicí přístroj

Sněhový hasicí přístroj je vhodný k hašení elektrických zařízení pod proudem, hořlavých kapalin, plynů, potravin a k využití pro laboratoře, jemnou mechaniku a elektronická zařízení.

Sněhový hasicí přístroj je nevhodný pro požáry tuhých hořlavin typu dřeva, textilií, uhlí na otevřených prostranstvích s velkou výměnou vzduchu.

Nesmí být použit: k hašení lehkých hořlavých a alkalických kovů, hořlavých prachů a volně uložených kusovitých, vláknitých a pod. materiálů pro nebezpečí výbuchu a rozšíření požáru!

Pozor – sněhovým hasicím přístrojem nehasíme hořící osoby, může dojít ke vzniku omrzlin.

□ Halonový hasicí přístroj

Halonový (dnes nejčastěji halonové alternativy) hasicí přístroj je vhodný na hašení hořlavých a lehce hořlavých kapalin, hořlavých plynů a zařízení pod elektrickým napětím. Mohou se použít na tuhé hořlavé látky a materiály.

Halonový hasicí přístroj je nevhodný pro požáry organických prachů (uhelný, textilní, obilný).

Hasicí přístroje využívající halonových alternativ lze podle návodu výrobce použít buď na otevřeném prostranství, nebo v uzavřeném prostoru za použití izolačního dýchacího přístroje.

7.6. Použití hasicího přístroje

Elektrické zařízení pod napětím se smí hasit pouze:

- přístrojem práškovým;
- přístrojem sněhovým (CO₂);
- přístrojem halonovým (ten má omezené využití v nevětraných prostorech).

Použití vodních a pěnových hasicích přístrojů k hašení elektrických zařízení, která jsou pod napětím, je zakázáno. Hrozí nebezpečí úrazu elektrickým proudem.

Pozor – sněhovým hasicím přístrojem nehasíme hořící osoby, může dojít ke vzniku omrzlin.

Při hašení elektrických zařízení je nutné mít v evidenci, že vypnutím hlavního vypínače (rozdávěče, tlačítka nouzového vypnutí atd.) nemusí dojít k vypnutí všech obvodů – jednak přívody do rozváděčů jsou často pod napětím, dále se jedná o vodiče oranžové barvy.

Kromě uvedení pro hašení které hořlavé látky je přístroj vhodný, je na piktogramu také uveden grafický návod k použití. V současné době se již žádný ruční hasicí přístroj nenaráží, typicky stačí vytáhnout pojistku, nasměrovat na oheň a stisknout páku ventilu.



Obr. 7-2 Označení hasicího přístroje, piktogram a slovní návod k použití, zdroj [29]

Hasicí přístroje jsou proti samovolnému spuštění vybaveny pojistkou, která je zajištěna z druhé strany plombou. Při hašení je podstata ochladit vlastní zdroj požáru pod zápalnou teplotu. Po stisknutí páky ventilu se doporučuje stříkat ze strany na stranu, s využitím přerušovaného hašení a změnou místa hašení.

Při hašení požáru elektrického zařízení stacionárními hasicími zařízeními se postupuje podle návodů pro obsluhu těchto zařízení.

Jestliže při hašení zjistíte, že požár nemůžete bezpečně zvládnout, opusťte ihned místo požáru, spust'te požární poplach a volejte tísňovou linku 150.



Shrnutí pojmů 7.

Třídy požáru – viz kap. 7.4;

Proces hoření – viz kap. 7.4;

Total Stop – viz kap. 7.2

Central Stop – viz kap. 7.2



Další zdroje, použitá literatura

- [1] Meduna, Vl. – Bezpečnost práce v laboratořích FEI – pracovní verze sylabů, VŠB-TU Ostrava, 2005;
- [2] Zákony a nařízení: Zák. 262/2006 Sb., N.V. 101/2005 Sb., Zák. 174, 2008 Sb., Vyhl. 50/1978 Sb., Vyhl. 73/2010 Sb., Zák. 89/2012 Sb., Zák. 40/2009 Sb, Zák. 561/2004 Sb., NV 211/2010 Sb.;
- [3] ČSN EN 50110 – 1 ed.3, TNI 34 3100, ČSN 33 2000 – část 1 – 6, ČSN 33 2180, ČSN 34 0350 ed.2;
- [4] Solid Team – Elektro v Praxi, svazek I., Olomouc 2008;
- [5] ČSN EN 60073:2003;
- [6] ČSN 33 0010:1984;
- [7] ČSN 33 0165 ed.2:2014;
- [8] ČSN EN 60445 ed.4:2010;
- [9] Kříž, M. – Montáž, připojování, kontroly a revize elektrických spotřebičů, knižnice Elektro, svazek 77, In-El Praha, 2007;
- [10] Telefonicky asistovaná první pomoc (TAPP) Doporučený postupu výboru ČLS JEP - spol. UM a MK, Česká lékařská společnost J.E. Turkyňe, aktualizace 10.05.2011;
- [11] Franěk, O.: První pomoc a právo, vč. aktualizace z února 2013, zdroj: www.zachrannaslužba.cz, datum stažení: 2014-06-20;
- [12] Katalogy výrobce OOP, zdroj: <http://www.boddingtons-electrical.com/safety-rescue-hook-60kv>, datum stažení 2014-06-20;
- [13] Karalogy výrobce OOP, zdroj: <http://www.reecesafety.co.uk/Safety%20Rescue%20Hooks.htm>, datum stažení 2014-06-20;
- [14] Apprentice Safety Assessment Guidelines, Government of Western Australia, Department of Commerce, doc.No. ESWA E021 0509, zdroj: www.energysafety.wa.gov.au, datum stažení 2014-06-20;
- [15] Úraz elektrickým proudem, Zdravotnická záchranná služba Moravskoslezského kraje, zdroj: <http://www.uszsmsk.cz/Default.aspx?clanek=2862>, datum stažení 2014-06-20;
- [16] Tísňová linka 155, Zdravotnická záchranná služba Moravskoslezského kraje, zdroj: <http://www.uszsmsk.cz/Default.aspx?subhref=jakNa155>, datum stažení 2014-06-20;
- [17] Základní neodkladná resuscitace a automatizovaná externí defibrilace, leták, European Resuscitation Council, Belgium, zdroj: www.erc.edu, datum stažení 2014-06-20;
- [18] Zástava dechu a oběhu u dospělých pacientů, Zdravotnická záchranná služba Kraje Vysočina, zdroj: www.zzsvyšocina.cz, datum stažení 2014-06-20;
- [19] ČSN IEC/TS 60479-1:2013 – Účinky proudu na člověka a domácí zvířectvo – část 1: Obecná hlediska;
- [20] ČSN IEC/TS 60479-2:2013 – Účinky proudu na člověka a domácí zvířectvo – část 2: Zvláštní hlediska;
- [21] Mýty o první pomoci, zdroj: <http://www.pohora.cz/ceske-hory/16252-mytus-59-otevri-mu-pusu-jestli-nema-zapadly-jazyk/> datum stažení: 2014-06-20;

- [22] Dudek, J. Bezpečnost v Elektrotechnice, skripta, VŠB-TU Ostrava, 2011, ISBN 978-80-248-2562-5
- [23] Automatizované externí defibrilátory, prezentace. <http://www.aed-medi.com/a/prezentace.php>
- [24] ABB, H+Line, Practical guide for group 2 medical locations; doc No 2CSC470010B0201;
- [25] ČSN 332140:1986;
- [26] TNI 332140:1986;
- [27] Tesař, J., Soudní Lékařství, Avicemum – zdravotnické nakladatelství, Praha 1976;
- [28] Orthopneic position, zdroj www.studyblue.com, datum stažení 2014-06-21;
- [29] Hasicí přístroje, Hašení a zacházení s hasicím přístrojem: www.sdhmladebuky.cz/userFiles/prevence/hasici_pristroje.ppt, datum stažení 2014-06-25;
- [30] „Near miss“ concepts and ideas, zdroj: http://www.safteng.net/index.php?option=com_content&view=article&id=1309&Itemid=178, datum stažení 2014-06-25;
- [31] Urban, Z., Místní provozní bezpečnostní předpisy, zdroj: http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=41175, datum stažení 2014-06-25;
- [32] Dudek, J. První pomoc při úrazu elektrickým proudem, obsluha a práce na elektrických zařízeních, učební text, Ostrava, 2014;
- [33] Vyhl. 73/2010 Sb. – Vyhláška o vyhrazených technických zařízeních;
- [34] Pracovní pomůcka pro činnost stavebních úřadů v oblasti vyhrazených technických zařízení, MMR ČR, TIČR, datum vydání 16.8.2011, zdroj <http://www.mmr.cz/getmedia/a9b56b07-6514-4356-b976-d2aebbaabf34/pracovni-pomucka-text.pdf?ext=.pdf>;
- [35] ČSN 34 3085 ed.2 Elektrická zařízení - Ustanovení pro zacházení s elektrickým zařízením při požárech nebo záplavách;
- [36] ČSN 73 0848 Požární bezpečnost staveb - Kabelové rozvody
- [37] Základy první pomoci, <http://www.ezsp6.estranky.cz/clanky/popaleniny.html>, datum stažení: 2016-05-10;
- [38] Fibrilace komor, http://www.wikiskripta.eu/index.php/Fibrilace_komor#cite_note-3, datum stažení 2016-05-10;
- [39] Dudek, J. – Elektrické instalace ve zdravotnických prostorech, sylab, VŠB-TU Ostrava, 2013

Rejstřík

agonální dýchání	57
automatické odpojení od zdroje	21
barevné kódování	15
beznapěťový stav	34
bezpečné malé napětí	23
bezpečnost elektrických zařízení	9
běžné provozní postupy	39
dokumentace	44
doplňková ochrana	32
dotykové napětí	6
dvojitá nebo zesílená izolace	6, 21
dvoupólový dotyk	63
elektrické nebezpečí	34
elektrické oddělení	21
elektrické riziko	33
elektrické zařízení	33
elektroporéza	68
FELV	26
izolace	19
jednopolový dotyk	63
komorová fibrilace	69, 71, 73
koordinace ochran	32
kryty	20
malé napětí	6, 35
nebezpečná živá část	5
nebezpečný dotyk s elektrickým zařízením	63
neživá část	5, 34
nízké napětí	6
obsluha a práce	33
obsluha elektrických zařízení	37
ochrana nevodivým okolím	23
ochrana při poruše	21, 32
ochrana základní	19, 32

ochranné pospojování	6
ochranné uzemnění	6
ochranný prostor	34, 36
ochrany v PV instalacích	30
organizační opatření	7
ortoptická poloha	50
osoba odpovědná za elektrické zařízení 34, 35	
osoba poučená	34, 45
osoba znalá	34, 45
PELV	23
popáleniny	66
porucha	6
práce bez napětí	39
práce na elektrických zařízeních	37
práce pod napětím	43
práce v blízkosti živých částí	44
pracoviště	34
proudové chrániče	27
první pomoc	53
přednostní barvy vodičů	10
přídavná izolace	6
PV instalace	30
revize	44
riziko	33
rozhraní člověk stroj	12
rozšíření vstupního obvodu	26
sekundární úrazy	69
SELV	23
technická opatření	7
uvedení pracoviště do beznapěťového stavu	39
vedoucí práce	34, 35
vyhrazená barva	10

vypuzovací manévr	50	znehynění	73
vysoké napětí	6	zóna přiblížení	34, 36
základní izolace	5, 19	zotavovací poloha	49, 50, 58
základní pravidlo ochrany před úrazem		zranění	34
elektrickým proudem	16	živá část	5, 34

Obsah

1.	DEFINICE POJMŮ	5
1.1.	Odborné termíny	5
1.2.	Výběr termínů z oblasti bezpečnosti v elektrotechnice	5
1.3.	Bezpečnost elektrických zařízení	6
1.4.	Dělení elektrických zařízení	8
2.	ZNAČENÍ BARVAMI A PÍSMENY, VÝZNAM BAREV	10
2.1.	Značení a barvy vodičů v elektrické instalaci v síti nn	10
2.2.	Rozhraní člověk – stroj, sdělovače a ovládače	12
2.3.	Barevné značení tabulek	14
3.	ZÁKLADNÍ PRINCIPY OCHRAN PŘED ÚRAZEM ELEKTRICKÝM PROUDEM	16
3.1.	Základní pravidla ochrany před úrazem elektrickým proudem	16
3.2.	Fyzikální podstata zamezení úrazu elektrickým proudem v instalacích	18
3.3.	Koordinace ochrany, technické prostředky k dosažení ochrany před úrazem elektrickým proudem	19
3.4.	Ochrana základní	19
3.5.	Ochrana při poruše	21
3.6.	Ochrana zvýšená	26
3.7.	Ochrana doplňková	26
4.	OBSLUHA A PRÁCE NA ELEKTRICKÝCH ZAŘÍZENÍCH	33
4.1.	Předmluva, definice pojmů	33
4.2.	Ochranný prostor a zóna přiblížení	36
4.3.	Definice obsluhy a práce na elektrických zařízeních	37
4.4.	Bezpečná obsluha a práce	38
4.5.	Provozní a pracovní postupy	39
4.6.	Práce bez napětí	39
4.7.	Práce pod napětím	43
4.8.	Práce v blízkosti živých částí	44
4.9.	Uvedení do provozu, provoz elektrických zařízení	44
4.10.	Srovnání kompetencí osob poučených a znalých	45
5.	ZÁSADY POSKYTOVÁNÍ PRVNÍ POMOCI.....	47
5.1.	Právní hlediska	47
5.2.	Základní instrukce pro poskytnutí první pomoci	49
5.3.	Poskytování první pomoci při úrazech se ztrátou vědomí	52
6.	ÚČINKY ELEKTRICKÉHO PROUDU NA LIDSKÝ ORGANISMUS	63
6.1.	Nebezpečný dotyk s elektrickým zařízením	63
6.2.	Škodlivé účinky elektrického proudu na lidský organismus	66
6.3.	Účinky stejnosměrného a střídavého proudu	73
6.4.	Impedance lidského těla	79
7.	HAŠENÍ ELEKTRICKÝCH ZAŘÍZENÍ	84

7.1.	Vypnutí instalace	84
7.2.	Specifické požadavky pro vypnutí instalace a hašení	84
7.3.	Nebezpečí při požáru	85
7.4.	Proces hoření a hašení, třídy požárů	86
7.5.	Vhodné hasicí přístroje	87
7.6.	Použití hasicího přístroje.....	88
	Další zdroje, použitá literatura.....	90