

Univerzita Pardubice

Fakulta elektrotechniky a informatiky

Elektrotechnika

Kurz CŽV

Ing. Jiří Roleček



UNIVERZITA
PARDUBICE
FAKULTA
ELEKTROTECHNIKY
A INFORMATIKY

1. Kvalifikace v elektrotechnice

1.1 Cíl předmětu

Předmět je zaměřen na doplnění znalostí a praktickou výuku v oblasti elektromontáží a elektrických instalací za účelem splnění podmínek pro absolvování zkoušky z odborné způsobilosti k výkonu činností v elektrotechnice. Důležitou součástí činností v elektrotechnice je uvedení základních zásad bezpečnosti práce při obsluze elektrických zařízení. Nejčastěji se jedná o zdroje elektrické energie a o měřicí přístroje. Ačkoliv studenti během výuky nepřicházejí do kontaktu s nízkým napětím, které člověku může být nebezpečné, přesto je v rámci studijního oboru vhodné znát i principy ochrany před úrazem elektrickým proudem, některé montážní postupy a označení elektrických zařízení, bezpečnostních prvků a podobně.

1.2 Nařízení vlády č. 194/2022 Sb.

Kvalifikace v oboru elektrotechniky je řešena nařízením vlády č. 194/2022 Sb. Nařízení vlády stanovuje stupně odborné způsobilosti, čímž je myšlena kvalifikace osob, které obsluhují nebo pracují na elektrickém zařízení. Práci na elektrickém zařízení jsou myšleny např. jeho opravy. Neméně důležitým pojmem je „**elektrické zařízení**“, které je v této vyhlášce definováno jako zařízení, u něhož může dojít k **ohrožení** života, zdraví nebo majetku elektrickým proudem a také zařízení určená k ochraně před účinky atmosférické nebo statické elektřiny, tj. hromosvod.

Nařízení vlády popisuje 5 kvalifikačních stupňů v jednotlivých paragrafech. Kvalifikací v elektrotechnice je z pohledu vyhlášky myšleno vzdělání a praxe.

Je vhodné uvést, že bezpečnost práce jako celek je vázána na pracovně-právní vztahy. Každý pracovník musí být prokazatelně proškolen z témat bezpečnosti práce při vykonávání zadané činnosti tak, aby byla obecně minimalizována rizika úrazu a hmotných škod, což nesouvisí jen a pouze s elektrotechnikou. Z osobního života víme, že jako fyzické osoby jsme sami zodpovědní za své chování, za svou bezpečnost a za námi způsobené škody. Zároveň dlouhodobé „školení“, kterého se nám dostává od rodičů, učitelů, zkušených pracovníků není podloženo žádným „papírovým“ potvrzením. V zaměstnání je však z tohoto pohledu důležité, abychom byli „prokazatelně“ seznámeni s pracovními postupy, bezpečností při práci a předcházení vzniku škod. V případě, že k újmě na zdraví nebo ke škodě dojde během pracovně-právního vztahu, je s ohledem na vážnost situace třeba dokázat z pohledu zaměstnavatele, že udělal vše pro to, aby taková situace nenastala. V dalším textu se už budeme věnovat problematice související s elektrotechnikou.

Nejnižším stupněm kvalifikace je původně §3 vyhlášky 50/1978Sb., který je označen jako „Pracovníci seznámení“. Konkrétní proškolení takového pracovníka spočívá v seznámení s činností, kterou má vykonávat, což zahrnuje pracovní postupy, návody k ovládnutí elektrických spotřebičů, jednoduchá kontrola spotřebičů apod. Pracovník seznámený např. ví, že před použitím elektrického spotřebiče (např. i rychlovarná konvice) je třeba zkontrolovat (zběžně), že např. není poškozená izolace přívodního kabelu. Taková situace by totiž mohla vést k

ohrožení zdraví buď při náhodném dotyku nebo při rozlité vody při nalévání do hrnku. V současné době toto proškolení není součástí nařízení vlády 194/2022, ale zákoníku práce (zákon 262/2006Sb, §103/2).

Vyšším kvalifikačním stupněm §4 jsou „**Pracovníci poučení**“. Tito pracovníci jsou seznámeni s předpisy a proškoleni pro činnost na elektrických zařízeních (např. výrobní automat) a také seznámeni s poskytováním první pomoci při úrazech elektrickým proudem.

Tyto první dva kvalifikační stupně jsou určeny pro osoby, které nemají odborné elektrotechnické vzdělání. Vyšší kvalifikace je tedy možná pouze při splnění podmínky předepsaného odborného vzdělání. Z této podmínky v současné době neexistuje výjimka.

„**Pracovníci pro samostatnou činnost**“ (§6), jinými slovy elektrotechnik, jsou opět školeni nad rámec předchozího kvalifikačního stupně. Tito pracovníci mají odborné vzdělání. Platnost této kvalifikace je omezena na 3 roky, poté je třeba absolvovat přezkoušení. Konkrétní činnost, kterou může pracovník vykonávat můžeme zjistit v TNI 34 3100 z roku 2005 (technická normalizační informace), což je v podstatně komentář k ČSN EN 50 110-1 ed. 2 z téhož roku. Tato TNI obsahuje definice pojmů, důležitých pro vymezení činností na elektrických zařízeních.

Pojem **práce na elektrickém zařízení** lze definovat jako stavbu, montáž, revizi a údržbu elektrického zařízení včetně měření přenosným přístrojem na takovém zařízení.

„**Pracovníci pro samostatnou činnost**“ (§6) spadají do kategorie pracovníků znalých s vyšší kvalifikací, splňují předepsanou dobu praxe v závislosti na nejvyšším ukončeném vzdělání a mohou pracovat na elektrických zařízeních v rámci napěťové úrovně odpovídající jejich praxi bez dalších omezení.

„**Pracovníci pro řízení činnosti**“ (§7), jinými slovy vedoucí elektrotechnik, je kvalifikační stupeň potřebný např. pro získání živnostenského oprávnění pro řemeslnou činnost „Montáž, opravy, revize a zkoušky elektrických zařízení“. S tím souvisí také potřeba získat oprávnění k montáži, opravám, revizím a zkouškám elektrických zařízení, které vydává TIČR.

„**Pracovníci pro provádění revizí**“ (§8) jsou revizní technici, kteří získali osvědčení u orgánu dozoru, tj. u TIČR.

K těmto vyšším kvalifikačním stupňům se dostane pracovník s praxí v oboru, to znamená, že §7-§8 není možné získat okamžitě.

1.3 Vyhláška č. 73/2010 Sb.

S ohledem na bezpečnost a ochranu zdraví při práci jsou v zákonu 174/1968 Sb. definována vyhrazená technická zařízení se zvýšenou mírou ohrožení zdraví a bezpečnosti osob a majetku. Tato zařízení se dělí na elektrická, plynová, tlaková a zdvihací. Zařazení elektrických zařízení do tříd (I. a II.) a skupin (A-E, A-J) řeší právě vyhláška č. 73/2010 Sb. Tato vyhláška také obsahuje druh (A,B – bez/s nebezpečím výbuchu) a rozsah (E1X – E4X, kde X odpovídá druhu) oprávnění pro práce na elektrickém zařízení.

1.4 Zákon č. 262/2006 Sb. (Zákoník práce)

Studenti vysoké školy nejsou zaměstnanci fakulty, ale zákoník práce na ně pamatuje v §391 především odstavci

- 1) Studenti vysokých škol odpovídají vysoké škole za škodu, kterou jí způsobili při studiu nebo praxi ve studijním programu uskutečňovaném vysokou školou nebo v přímé souvislosti s nimi.
- 2) Příslušná vysoká škola odpovídá studentům vysokých škol za škodu, která jim vznikla porušením právních povinností nebo úrazem při studiu nebo praxi ve studijním programu uskutečňovaném vysokou školou nebo v přímé souvislosti s nimi.

Na studenty lze tedy z jistého úhlu pohledu nahlížet jako na zaměstnance. Za bezpečnost práce na pracovišti odpovídá zaměstnavatel, současně je zodpovědný za zajištění ochranných a pracovních pomůcek. Zároveň je zaměstnavatel povinen provádět opatření k odstranění rizik, mezi něž úraz elektrickým proudem bezesporu patří. V neposlední řadě musí zaměstnavatel zajistit školení bezpečnosti práce a zaměstnanec je povinen se jich účastnit včetně prověření znalostí.

1.5 Zákon č. 91/2016 Sb. (novela zákona 22/1997)

Jedná se o zákon o technických požadavcích na výrobky, který upravuje způsob stanovování technických požadavků na výrobky, práva a povinnosti osob uvádějících výrobky na trh a stanovuje pravidla tvorby a uplatňování norem. U výrobků je kladen důraz na jejich bezpečnost. Ta může být dostatečně zajištěna v případě, že tyto výrobky splňují podmínky ČSN, neboť se má za to, že požadavky norem zabezpečují bezpečnost. Z tohoto pohledu se na bezpečný výrobek pohlíží tak, že musí tyto požadavky ČSN splňovat nebo musí být prokázáno, že je výrobek ještě bezpečnější (což se ostatně prokazuje těžko, resp. nejspíše k tomuto účelu lze využít Elektrotechnický zkušební ústav, což je finančně a administrativně náročné). U výrobku, který splňuje požadavky tohoto zákona je tzv. posouzena shoda s technickými požadavky a je označen značkou CE. Zkratka znamená Conformite Européene, česky evropská shoda. Podobné označení CE však znamená China export, proto je vhodné tyto velmi podobné značky srovnat.



Obr. 1: Conformite Européene vs. China export

1.6 České technické normy

Zkratka ČSN historicky znamená československé státní normy a jedná se o chráněné označení českých technických norem. Tyto normy vydává Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví a je vhodné podotknout, že podobně jako jiné normy ve světě tyto nejsou k dispozici zdarma. Ačkoliv se můžeme setkat s výkladem, že česká technická norma

není obecně závazná, pravdou je, že z pohledu zákona 22/1997 Sb. musí zařízení být v souladu s technickými předpisy, mezi něž ČSN patří, nehledě k tomu, že i v dalších zákonech je podmínka splnění konkrétních ČSN uvedena. Jelikož normy jsou navzájem těsně provázané, je třeba je chápat jako komplexní soubor minimálních požadavků na zajištění bezpečnosti.

Za zmínku stojí, že normy lze sice objednávat v tištěné podobě, ale jejich cena je relativně vysoká v porovnání s možností online přístupu přes portál [ČSN online](#), kde je možné zvolit si předplatné pro prohlížení norem nebo prohlížení s tiskem, v současné době v trvání půl roku.

V souladu s normami jsou elektrická zařízení konstruována a následně také revidována. Jako důležité upozornění potom vezměme fakt, že elektrické zařízení je vždy posuzováno podle norem platných v době jeho vzniku. Tedy z tohoto vyjádření plyne, že rodinný dům postavený v 50. letech minulého století může bez problémů vyhovovat tehdy platným normám a dnes tak získat revizi s výsledkem „schopno bezpečného provozu“. V tomto ohledu je ale třeba také dodat, že v té době nebylo vybavení domácnosti elektrotechnickými výrobky na takové úrovni a v takovém množství, jako dnes. Proto je takovou elektroinstalaci vhodné rekonstruovat v souladu s dnešními požadavky na bezpečnost a užité vlastnosti (proudové zatížení, počty zásuvek).

V případě projekce a následné montáže elektroinstalace je také vhodné vzít v úvahu, že v ČSN jsou obsaženy dvě důležitá data. Prvním je tzv. nejzazší datum zavedení normy do praxe a druhým je nejzazší datum zrušení norem, které jsou s touto normou v rozporu. Konkrétně se jedná o náhradu starší normy za novější. Tato praxe má za konkrétní následek, že pokud je elektrické zařízení projektováno v nějakém konkrétním období a realizace včetně výchozí revize spadá do období, kdy už norma, podle které bylo projektováno, není v platnosti, nezbyvá, než elektroinstalaci upravit do souladu s právě platnými předpisy (normami). S tímto stavem se nejčastěji setkáme u pracovníků projekčních kanceláří, kteří nereflektují novinky okolo vzniku nových norem a do projektů uvádějí staré předpisy. Revizní technik ale nutně při **výchozí revizi** musí posuzovat elektroinstalaci podle právě platných norem. Jen doplníme, že toto samozřejmě neplatí pro pravidelné revize, kde je elektrické zařízení posuzováno podle norem platných v době vzniku elektrického zařízení (viz. předchozí odstavec).

1.7 Otázky k procvičení

Jsou ČSN obecně závazné?

Jaké podmínky musí být splněny pro získání §6 NV194/2022 Sb.

V čem se liší značka shody s požadavky na výrobky a China Export?

Jak a kde se dají získat ČSN?

1.8 Další doporučené zdroje

NV194/2022 Sb., o odborné způsobilosti v elektrotechnice. In: Sbírka zákonů. 22. 6. 2022.

Zákon č. 309/2006 Sb. o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci. In: *ASPI* [právní informační systém]. Praha: Wolters Kluwer ČR [vid. 2017-11-15].

Zákon č. 262/2006 Sb. zákoník práce. In: *ASPI* [právní informační systém]. Praha: Wolters Kluwer ČR [vid. 2017-11-15].

Zákon č. 90/2016 Sb. o posuzování shody stanovených výrobků při jejich dodávání na trh. In: *ASPI* [právní informační systém]. Praha: Wolters Kluwer ČR [vid. 2017-11-15].

2. Označení vodičů

Vodiče v elektroinstalaci se z důvodu označení funkce značí barvami, resp. základní izolace je na vodiči v konkrétní barvě. U elektroinstalací nízkého napětí se setkáváme s barvami hnědá, černá, šedá pro fázové vodiče, světle modrá pro střední vodič a zelenožlutá pro ochranný vodič. Barevné označení vodičů jednotlivých fází se různí podle regionu nebo zvyku elektromontéra, tzn. není předepsáno. Více k tématu je uvedeno v kapitole Revize.

Uvedené označení se tedy týká vodičů volně vedených nebo vodičů v kabelu. V rozváděcích je možné se setkat také s přípojnici, což jsou pásy mědi upevněné na izolovaných podložkách. K těmto pásům se připevňují vodiče vedoucí k jisticím prvkům. Přípojnice pro jednotlivé fáze jsou značeny oranžovou barvou s černými pruhy podle čísla (pořadí) fáze. Přípojnice pro střední a ochranný vodič jsou značeny stejně jako vodiče, tj. světle modrou a zelenožlutou barvou. Toto uvedené označení bývá u okraje přípojnice, realizováno je často např. elektrikářskou páskou.

Dále v textu jsou vodiče označovány také písmeny. Pro vodiče fázové se užívá označení L_1 , L_2 , L_3 , střední vodič se značí N a ochranný vodič PE. V případě sloučení funkce ochranného a středního vodiče (bude vysvětleno dále) se sloučí i písmenné označení, tedy PEN.

Fázové vodiče jsou v normálním provozu pod napětím a přenášejí elektrickou energii ke spotřebiči.

Střední (pracovní) vodič je určen k vedení zpětných proudů od spotřebiče ke zdroji, to se týká především jednofázových spotřebičů.

Ochranný vodič je určen primárně k ochraně před nebezpečným dotykovým napětím, které vznikne při poruše na neživé části elektrického zařízení.

Toto značení se týká střídavých sítí, pro stejnosměrné sítě se užívá označení vodičů pro kladný pól červená barva, pro záporný pól černá barva (případně tmavě modrá).

2.1 Otázky k procvičení

Jak jsou označeny (zkratka, barva) jednotlivé druhy vodičů podle účelu?

Je možné použití ochranného vodiče ve funkci středního vodiče?

2.2 Další doporučené zdroje

ČSN EN 60445 ed. 4. Základní a bezpečnostní zásady pro rozhraní člověk-stroj, značení a identifikaci - Identifikace svorek předmětů, konců vodičů a vodičů. Praha : ÚNMZ, 1.8.2011.

3. Druhy rozvodných sítí

Rozvodné sítě jsou pro přehlednost označeny kombinací písmen, z nichž každé nese svůj význam. První písmeno označuje zapojení zdroje, který může být buď od země izolovaný (**I**) nebo je naopak uzemněn (**T**). Písmena vychází z francouzských slov *isolé* (izolovaný) a *terré* (uzemněný).

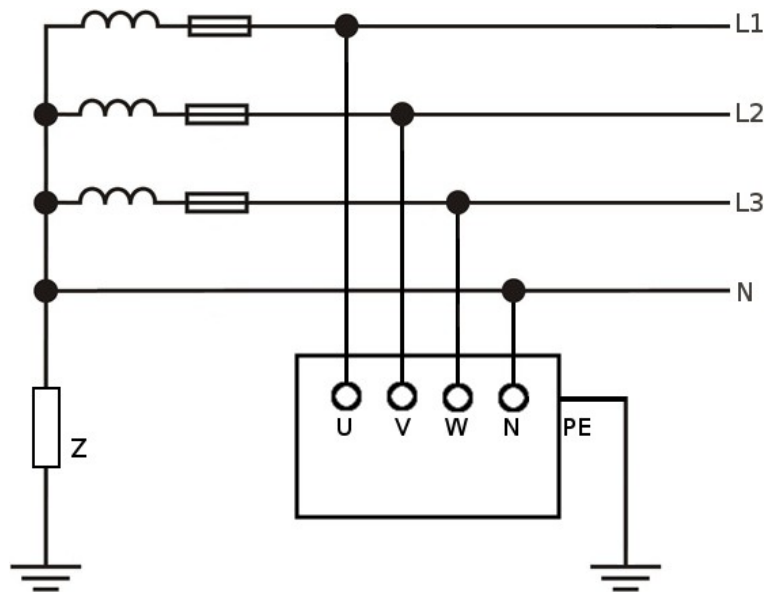
Druhé písmeno označuje způsob ochrany neživých částí elektrických zařízení. Ta může být provedena buď uzemněním neživé části (**T**) nebo spojením s uzlem zdroje (**N**), z francouzského *neutré* (neutrální). Toto spojení je provedeno ochranným vodičem. Kombinací těchto dvou písmen získáme sítě **IT**, **TT** a **TN**.

Z praktického hlediska se nejčastěji setkáme se sítí **TN**, která je ještě dále rozlišena tím, zda je v síti použit vodič **PEN**, je tedy funkce ochranného a středního vodiče sloučena (**C** - combiné), potom se jedná o síť **TN-C**, nebo jsou tyto vodiče odděleny (**S** – separé), potom jde o síť **TN-S**. Ve skutečnosti je v naprosté většině případů síť **TN** kombinovaná z obou poddruhů tak, že od zdroje se jedná o síť **TN-C**, v určitém místě dojde k rozdělení vodiče **PEN** na vodiče **N** a **PE** a od tohoto místa se jedná o síť **TN-S**. V takovém případě mluvíme o síti **TN-C-S**.

Důležitou poznámkou z hlediska bezpečnosti je, že jestliže v síti směrem od zdroje dojde k rozdělení vodiče **PEN** na **PE** a **N**, dále v této síti už **nesmí** dojít ke spojení těchto vodičů!

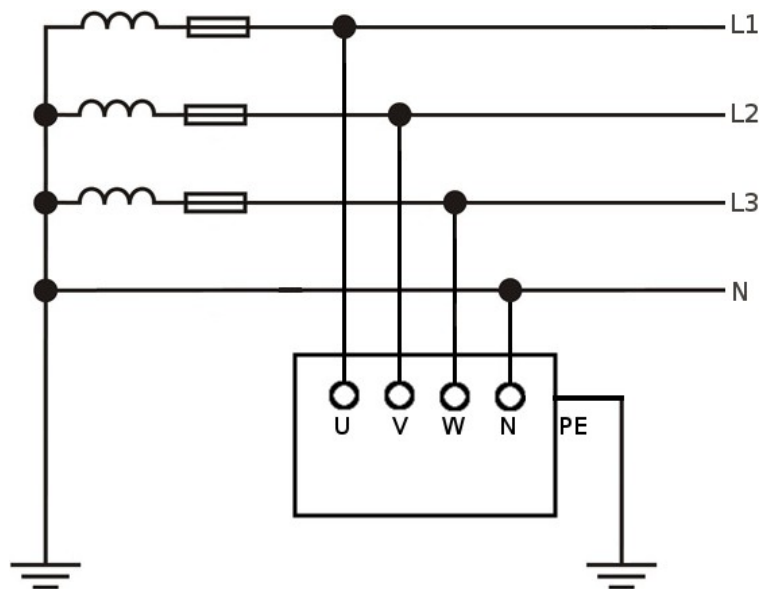
3.1 Síť IT

Tato rozvodná síť je považována za ideální síť z hlediska bezpečnosti. Všechny živé části této sítě jsou izolované od země nebo je uzel zdroje spojen se zemí přes velkou impedanci. Neživé části jsou uzemněny. Tento druh sítě vznikne nejčastěji použitím oddělovacího transformátoru. Nevýhodou této sítě je potřeba hlídat stav izolace živých částí. K tomuto účelu jsou používány hlídače izolačního stavu, ten je potřeba pravidelně kontrolovat. Izolovanou síť najdeme nejčastěji v nemocničním prostředí na operačních sálech a jednotkách intenzivní péče (**JIP**).



3.2 Síť TT

Ze způsobu označení sítí vzniká také síť **TT**. Tato síť má uzemněný uzel zdroje a neživé části elektrického zařízení jsou také uzemněny. Realizace této sítě je jednoduchá a nejčastěji se používá u zařízení přímo napájených z distribuční soustavy. V České republice se příliš nevyužívá. K ochraně před nebezpečným dotykem nebo při poruše se používají proudové chrániče.



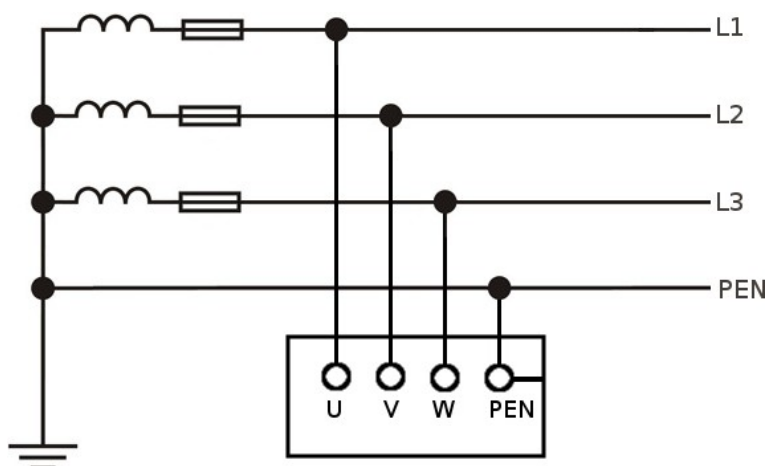
3.3 Síť TN

Nejčastěji používaným druhem rozvodné sítě jsou bezesporu sítě **TN**, setkáme se s ní v běžné občanské výstavbě. Jak bylo uvedeno výše, neživé části jsou v této síti spojeny s uzlem zdroje ochranným vodičem ať už samostatně (**PE**) nebo sloučeným vodičem **PEN**.

3.3.1 Síť TN-C

V minulosti se využívala síť **TN-C** a to asi do roku 1995. Jedná se např. o připojení zásuvek jen dvěma vodiči, kde ochranný vodič je sloučen se středním (pracovním) vodičem, zpětné proudy tedy tečou vodičem **PEN**.

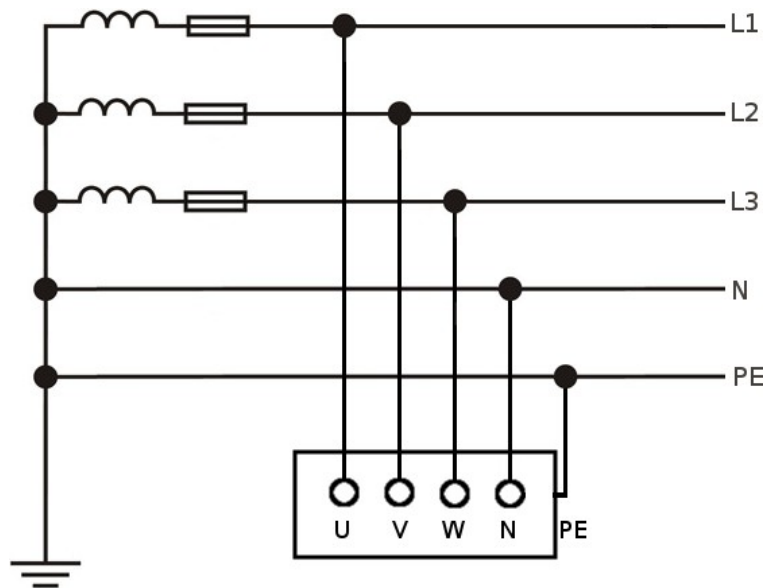
Výhodou této sítě byly především menší ekonomické náklady z důvodu použití vodiče **PEN**, pokud dojde k poruše vodiče PEN, připojené elektrické zařízení přestane pracovat, čímž se porucha jednoduše zjistí. Velkou nevýhodou ovšem je, že právě přerušovaný vodič **PEN** (povolený spoj, vypadlý vodič ze svorky) může způsobit, že se na neživé části elektrického zařízení může objevit nebezpečné napětí. Tato situace se zjistí až v případě uzavření obvodu např. dotykem částí lidského těla, přes které je neživá část uzemněna. Hrozí tedy riziko úrazu elektrickým proudem v případě poruchy. Jelikož je ochranný vodič a střední vodič sloučen, není možné v této síti využít proudové chrániče. Zpětné proudy mohou mít za následek rušení citlivějších elektrických zařízení.



3.3.2 Síť TN-S

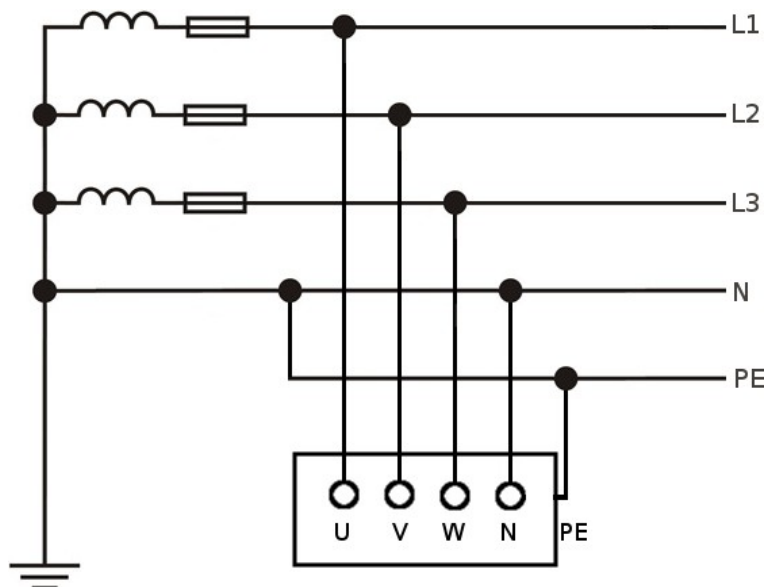
Po rozdělení vodiče **PEN** na vodiče **PE** a **N** dochází ke změně ze sítě **TN-C** na síť **TN-S**. Právě oddělením ochranného vodiče od středního (pracovního) vodiče se eliminuje přenos nežádoucího rušení. V této síti lze a v případě elektroinstalace určené pro laickou obsluhu do 32A včetně je dokonce vyžadováno použití proudového chrániče. Vysvětlení funkce je dále v textu.

Nevýhodou tohoto uspořádání je, že bez měření nelze zjistit přerušování ochranného vodiče, jehož spojitost je vyžadována pro správnou funkci ochrany před nebezpečným dotykem.



3.3.3 Síť TN-C-S

Kombinací sítí **TN-C** a **TN-S** získáváme síť **TN-C-S**. Prakticky si realizaci můžeme představit přívodem elektrické energie od pojistkové skříňky distribuční soustavy, odkud je elektroinstalace vedena 4 žilovými kabely (pro třífázové připojení) a nejčastěji v domovním rozváděči dochází k rozdělení vodiče **PEN**. Toto rozdělení je realizováno před proudovým chráničem směrem ke zdroji. Od tohoto místa se tedy jedná o síť **TN-S**. Ještě jednou zdůrazněme, že po rozdělení vodiče **PEN** již nesmí dojít k jeho spojení. Důsledkem by bylo vyřazení proudových chráničů z funkce.



3.4 Otázky k procvičení

S kterým typem sítě se nejčastěji setkáte?

Vysvětlete Je možné použití ochranného vodiče ve funkci středního vodiče?

3.5 Další doporučené zdroje

ČSN EN 60445 ed. 4. Základní a bezpečnostní zásady pro rozhraní člověk-stroj, značení a identifikaci - Identifikace svorek předmětů, konců vodičů a vodičů. Praha : ÚNMZ, 1.8.2011.

4. Napěťové hladiny

V distribuční soustavě a u koncových zařízení se setkáme s různými hodnotami napětí, která jsou klasifikována do napěťových hladin. V České republice se můžeme setkat s hladinami do zvlášť vysokého napětí. Ačkoliv na výstupu elektráren bývají napětí mezi 6kV a 15kV, pro přenos elektrické energie jsou transformována do vyšších napěťových hladin. Pro dálkové trasy distribuční soustavy je to úroveň vvn a zvn, konkrétně 110kV, 220kV a 400kV. Jedná se o vysoké sloupy, „nízké“ sloupy v polích jsou pro napěťovou hladinu 22kV. V obcích je potom vedena z transformátorů distribuční hladina nízkého napětí, tedy 3x230/400V, a to buď holými vodiči na sloupech a konzolách nebo v zemi.

Označení napětí	Jmenovité střídavé napětí
malé (bezpečné) napětí (mn)	< 50V
nízké napětí (nn)	50 V - 1000V
vysoké napětí (vn)	1000V – 50 kV
velmi vysoké napětí (vvn)	50 kV – 400 kV
zvlášť vysoké napětí (zvn)	400 kV – 800 kV
ultra vysoké napětí (uvn)	> 800 kV

4.1 Otázky k procvičení

Při práci s kterými napěťovými hladinami není třeba ověřit znalostí podle vyhl. 50/1978 Sb.?

4.2 Další doporučené zdroje

ČSN IEC 449 (33 0130). Napěťová pásma pro elektrické instalace v budovách. Praha : ÚNMZ, 02/1996.

5. Krytí

Elektrická zařízení je třeba chránit před vnikem vody/vlhkosti a také před vnikem cizích předmětů a dotykem. Proto jsou v ČSN EN 60529 definovány stupně ochrany. Krytí je značeno písmeny IP (International Protection) a dále dvěma číslicemi, které vyjadřují ochranu před vniknutím pevných předmětů a ochranu před vniknutím vody. Dále může být uvedeno ještě písmeno, které udává stupeň ochrany osob před dotykem nebezpečných částí. Jednotlivé stupně jsou uvedeny v tabulce:

5.1 Ochrana před vniknutím pevných cizích předmětů

První číslice	Stupeň krytí	
	Krátký popis	Definice
IP 0X	bez ochrany	bez ochrany
IP 1X	dlaní	ochrana před vniknutím pevných těles větších než 50 mm
IP 2X	prstem	ochrana před vniknutím pevných těles větších než 12,5 mm
IP 3X	nástrojem	ochrana před vniknutím pevných těles větších než 2,5 mm
IP 4X	nástrojem	ochrana před vniknutím pevných těles větších než 1 mm
IP 5X	jakoukoli pomůckou	částečná ochrana před prachem
IP 6X	jakoukoli pomůckou	prachotěsné

5.2 Ochrana proti vniknutí vody

Druhá číslice	Stupeň krytí	
	Krátký popis	Definice
IP X0	bez ochrany	bez ochrany
IP X1	kapající	ochrana před kapkami vody dopadajícími svisle
IP X2	kapající, sklon < 15°	ochrana před kapkami vody dopadajícími pod úhlem do 15°
IP X3	šikmo dopadající	ochrana před deštěm dopadajícím pod úhlem do 60°
IP X4	stříkající	ochrana před stříkající vodou dopadající v libovolném směru
IP X5	tryskající	ochrana před tryskající vodou
IP X6	při vlnobití	ochrana před intenzivně tryskající vodou a vlnobitím
IP X7	ponoření	ochrana před dočasným ponořením do vody
IP X8	trvalém ponoření	ochrana při trvalém ponoření do vody
IP X9	horká voda	ochrana proti tryskající vysokotlaké horké vodě

5.3 Doplnkové písmeno krytí

Dopňkové písmeno	Stupeň krytí
A	Chráněné před dotykem nebezpečných částí hřbetem ruky, zkouší se koulí o průměru 50 mm
B	Chráněné před dotykem nebezpečných částí prstem, zkouší se článkovým zkušebním prstem o průměru 12 mm a délce 80 mm
C	Chráněné před dotykem nebezpečných částí nástrojem, zkouší se sondou o průměru 2,5 mm a délky 100 mm
D	Chráněné před dotykem nebezpečných částí drátem, zkouší se sondou o průměru 1,0 mm a délky 100 mm

5.4 Otázky k procvičení

Jaké je užívané požadované krytí elektrického zařízení pro venkovní (nebezpečné) prostředí?

Jaké krytí musí splňovat čerpadlo tlakové kanalizace?

5.5 Další doporučené zdroje

ČSN EN 60529 (330330). Stupně ochrany krytem. Praha : ÚNMZ, 02/1996.

6. Ochrana před nebezpečným dotykem

Instalovaná elektrická zařízení musí kromě správné funkce zajistit také ochranu před úrazem elektrickým proudem. Ten by mohl nastat z pohledu ČSN ve dvou případech, a to při dotyku živé části (tj. části za normálního provozu pod napětím) a při dotyku neživé části (tj. části přístupné dotyku, které za normálních okolností nejsou živé, ale v případě poruchy se na nich může objevit nebezpečné dotykové napětí). Mezi živé části patří vodiče, svorkovnice, přípojnice apod, neživými částmi jsou většinou kryty, kovové části strojů atd.

Základním nejdůležitějším pravidlem ochrany před nebezpečným dotykem je:

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.

Podívejme se na uvedené pravidlo důkladněji. Nebezpečnými živými částmi jsou myšleny jakékoliv živé vodiče, přípojnice apod., jednoduše části, které jsou za normálních podmínek pod napětím. Tato části nesmí být volně přístupné, tzn. musí být opatřeny izolací, přepážkami a kryty.

Přístupné vodivé části, což jsou většinou plechové kryty, železné konstrukce strojů, ale i např. zábradlí, nesmí být nebezpečně živé, tedy nesmí být pod napětím za žádných okolností. K tomu jsou určeny ochranné prostředky, o kterých je řeč dále.

6.1 Základní ochrana

Podle ČSN 33 2000-4-41 ed.3 je ochrana před nebezpečným dotykem definována jako základní ochrana, která může být realizována přepážkami kryty nebo přepážkami a polohou.

6.1.1 Izolace

Jak bylo uvedeno již dříve jedná se ve většině případů o PVC obal vodiče, který nelze odstranit bez mechanického poškození. Dvojitou izolací se myslí další izolační vrstva, která je většinou u kabelů tvořena druhou vrstvou PVC.

6.1.2 Kryty a přepážky

Jedná se především o kryty kolem živých částí, nejčastěji dveře rozváděčů. Kryty slouží jako ochrana před vnějšími vlivy a před dotykem. V této souvislosti odkážeme na kapitolu popisující krytí pomocí kódu IP.

6.1.3 Zábrana a poloha

Dalším způsobem krytí (zamezení dotyku) mohou být přepážky, konkrétní realizace je např. zábradlí v rozvodně.

6.2 Ochrana při poruše

Ochrana při poruše v elektrické instalaci sestává z kombinace základní ochrany, tj. izolace / krytu a dalších ochranných opatření jako je automatické odpojení od zdroje nebo dvojitá /

zesílená izolace nebo elektrické oddělení napájení jednoho spotřebiče oddělovacím transformátorem.

Nejčastějším způsobem realizace ochrany při poruše je právě automatické odpojení od zdroje.

6.2.1 Automatické odpojení od zdroje

Automatické odpojení od zdroje je realizováno pro případ poruchy v sítích TN a TT. V IT je vyžadováno až při výskytu druhé poruchy. Jako konkrétní způsob realizace automatického odpojení od zdroje lze uvést nadproudové jisticí prvky, což jsou běžně pojistky a jističe. Jako doplňující ochranu lze uvést proudový chránič, který je nutno instalovat pro všechny zásuvky přístupné laické obsluze pro obvody do 32A včetně.

Důležitá poznámka: Proudový chránič nesmí být použit jako jediný způsob ochrany při poruše, protože např. při zkratu mezi fázovým a středním vodičem by z principu chránič neodpojil vadný obvod.

6.2.2 Elektrické oddělení

Elektrické oddělení obvodů znamená oddělení mezi více obvody nebo mezi obvodem a zemí, a to základní izolací. Oddělení je realizováno oddělovacím transformátorem, který má primární a sekundární vinutí oddělení izolační bariérou.

V laboratořích fakulty se s elektrickým oddělením lze setkat v učebně EL408.

Podstatou ochrany elektrickým oddělením je ochrana základní (izolace, kryty, přepážky) proti přímému dotyku a jednoduché oddělení proti zemi pro případ poruchy. Protože žádná část odděleného obvodu není a nesmí být náhodně ani úmyslně spojena se zemí, pak při poruše a nahodilém dotyku živé části neprocházejí tělem postižené osoby poruchový proud.

6.3 Otázky k procvičení

Z jakých opatření se skládá ochrana před nebezpečným dotykem živých částí?

Je možné použít proudový chránič jako výhradní ochranné opatření? Proč?

6.4 Další doporučené zdroje

ČSN 33 2000-4-41 ed.3. Elektrické instalace nízkého napětí – Část 4-41: Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti - Ochrana před úrazem elektrickým proudem. Praha : ÚNMZ, 1.1..2018.

7. Jistící prvky

7.1 Pojistky

S pojistkami se setkáme ve starých instalacích rodinných domů, ale takových už naštěstí není mnoho. Běžně je ale pojistkami řešena ochrana před přetížením před elektroměrovým rozváděčem v tzv. pojistkových skříňkách (fejfarky). Pojistky se používají k jištění proti zkratu i proti přetížení. Jejich velkou výhodou je, že dokáží vypínat velice rychle velké zkratové proudy. Vypínací časy jsou zde řádově setiny sekundy. Na druhé straně jsou málo citlivé na malé nadproudy. Vypínací časy jsou zde desítky minut i více. Proto se někdy používá sériového řazení pojistky a jističe, kde pojistka jistí proti zkratu a jistič proti přetížení.

Výhodou pojistek je jejich nízká cena, časově neměnné parametry a spolehlivost. Nevýhodou je ovšem fakt, že v případě přetížení se v pojistce přepálí drátek, který zabezpečuje přenos proudu a pojistka je funkční tedy pouze do prvního přetížení.

7.1.1 Jističe

Jističe se skládají ze zkratové a nadproudové spouště. Oproti pojistkám jsou pomalejší při vypínání zkratových proudů, ale jsou citlivější na malá přetížení. Jejich výhodou je, že jejich konstrukce umožňuje opakované použití po odpojení, v provedení pro průmyslové použití jsou pak jističe nastavitelné ve smyslu proudu, který je považován za přetížení. Lze je taky použít jako ruční vypínače.

Jističe se vyrábějí v tzv. jednopólovém, dvoupólovém, trojpólovém a čtyřpólovém provedení. Jedno a dvoupólové (1+N) provedení je určené pro jištění jednofázových obvodů, troj a čtyřpólové (3+N) provedení je vhodné pro jištění trojfázových obvodů.

Základní charakteristiky jističů:

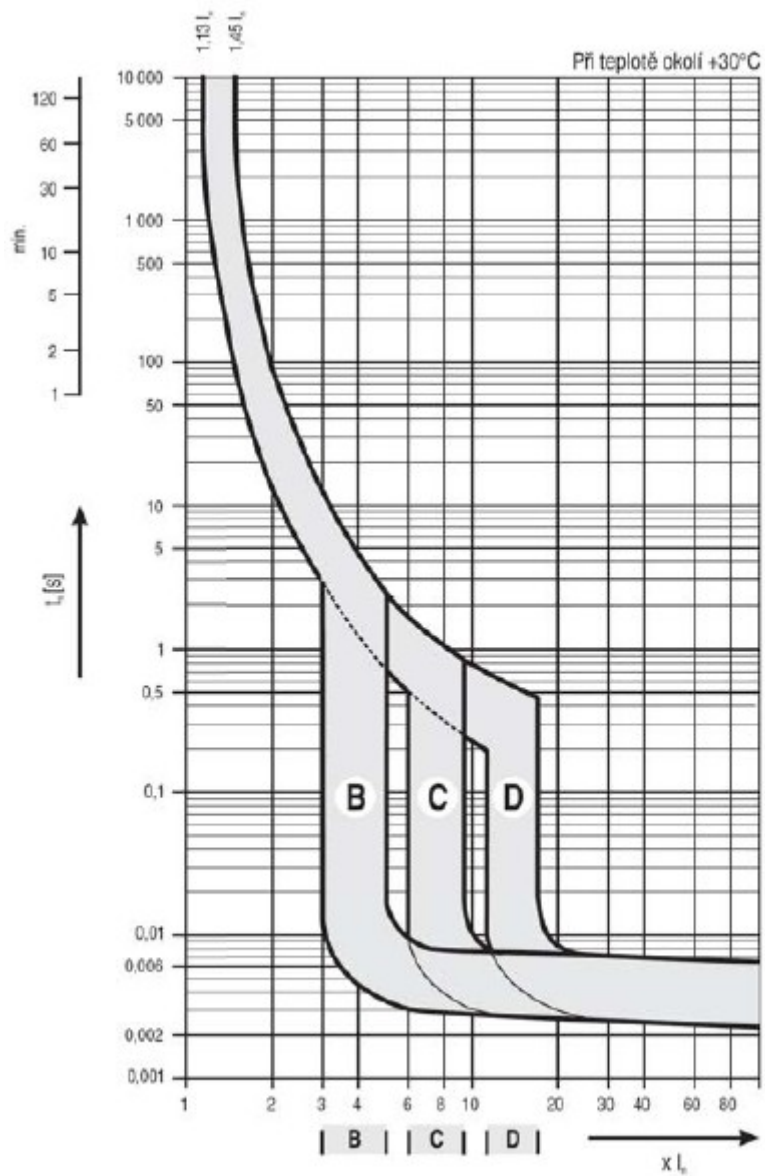
B - zkrat je cca 5-ti násobek I_n (jmenovitého proudu), použití je pro domovní instalace, vedení s nízkými zkratovými proudy málo přetěžované)

C - zkrat je cca 8-mi násobek I_n (instalace s asynchronními motory)

D - zkrat je cca 16-mi násobek I_n (transformátory, magnetické obvody, ...)



Obrázek: Jističe firmy OEZ (zdroj: www.oez.cz)

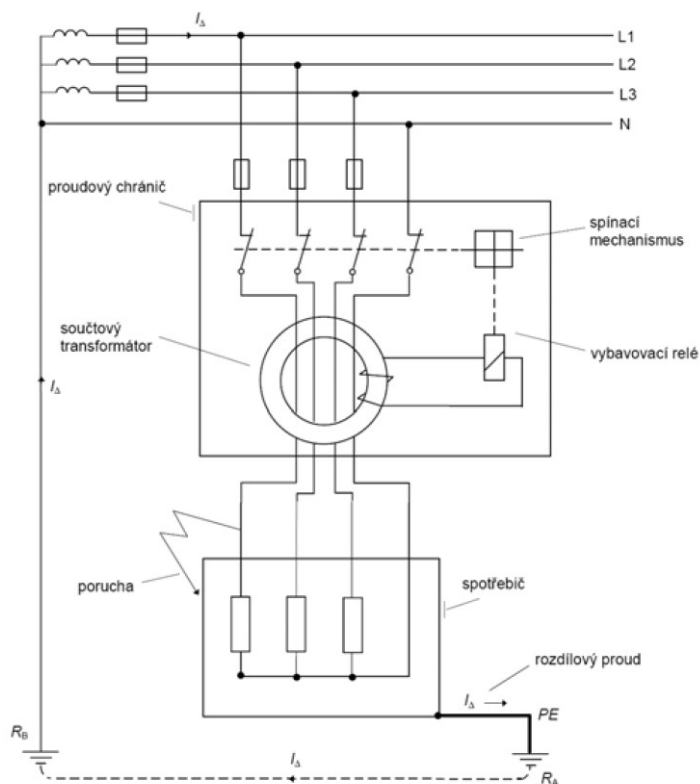


Obrázek: Vypínací charakteristiky jističů B, C, D
(zdroj: Příručka elektrotechnika, jističí přístroje I, OEZ Letohrad 2018)

8. Proudový chránič (RCD)

Proudový chránič je ochranný prvek s významem doplňkové ochrany. Jak bylo uvedeno dříve, nesmí být použit jako jediný ochranný prvek. Podstata jeho funkce spočívá v tom, že chrání obvod (a uživatele) před účinky tzv. reziduálního (unikajícího) 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 chráničce procházejí všechny pracovní vodiče (fázové a nulový). Za normálních okolností teče proud pouze fázovými, případně středním 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. Doba odepnutí obvodu bývá do 30ms. V porovnání s nadproudovým jisticím prvkem, který podle charakteristiky vypíná v době do 0,4s je tedy proudový chránič řádově rychlejší.



Obrázek: Princip funkce proudového chráničce

(zdroj: Příručka elektrotechnika, jisticí přístroje I, OEZ Letohrad 2018)

8.1 Proudové chrániče podle citlivosti na druh proudu

a) chrániče typu **AC**

Chrániče typu **AC** jsou vhodné pro ochranu v elektrických rozvodech nebo jejich částech, ve kterých se vyskytují jen střídavé reziduální proudy. Pulzující stejnosměrné složky reziduálního proudu mohou snižovat citlivost tohoto typu chrániče. Běžně se potkáme s tímto typem **RCD**.

b) chrániče typu **A**

Chrániče typu **A** jsou vhodné pro ochranu v elektrických rozvodech nebo jejich částech, ve kterých se vyskytují jak střídavé, tak i pulzující stejnosměrné reziduální proudy. Typickým místem pro použití tohoto typu **RCD** je ochrana frekvenčního měniče, kde se stejnosměrná složka může v případě poruchy objevit.

c) chrániče typu **B**

Chrániče typu **B** jsou vhodné pro ochranu v elektrických rozvodech nebo jejich částech, ve kterých se mohou vyskytnout jak střídavé nebo pulzující stejnosměrné reziduální proudy, tak i hladké stejnosměrné reziduální proudy. Vzhledem k velmi omezenému použití je většina dodavatelů nemá ve své základní nabídce.

8.2 Proudové chrániče podle vypínací charakteristiky (časového zpoždění vypnutí)

a) chrániče pro všeobecné použití – bez zpoždění – (obvykle bez označení)

Odolnost těchto chráničů proti rázovému proudu (8/20 μ s) je minimálně 250A. Mohou vybavovat v podstatě okamžitě při vzniku vypínacího reziduálního proudu (vypínací čas není zdola omezen).

b) chrániče se zpožděním min. 10 ms, označení **G**

Odolnost těchto chráničů proti rázovému proudu (8/20 μ s) je 3 kA. Jejich doba zpoždění je minimálně 10 ms. Maximální vypínací doby v závislosti na velikosti vypínacího reziduálního proudu jsou stejné jako u chráničů pro všeobecné použití. Tyto chrániče zaručují velkou odolnost, a to nejen proti zapínacím proudům, ale také proti krátkodobým reziduálním proudům, které jsou vyvolány spínacím přepětím při použití odrušovacích kapacitních filtrů nebo atmosférickým přepětím při použití přepětových ochran, popř. nabíjecími proudy kapacit proti zemi (dlouhá vedení, kapacitní filtry) atd. Chrániče se zpožděním významně omezují počet nežádoucích vypnutí.

c) selektivní proudové chrániče – se zpožděním min. 40 ms, označení **S**

Odolnost těchto chráničů proti rázovému proudu (8/20 μ s) je 5 kA. Jejich doba zpoždění je minimálně 40 ms. Mají ještě větší odolnost proti zapínacím a krátkodobým reziduálním proudům. Používají se většinou jako hlavní chrániče. Umožňují dosažení selektivity mezi proudovými chrániči v případě použití více chráničů za sebou.

8.3 Otázky k procvičení

Kde je v běžné elektroinstalaci z dnešního pohledu třeba instalovat proudový chránič? (osvětlení, zásuvky, umístění, způsob použití...)

8.4 Další doporučené zdroje

ČSN 33 2000-4-41 ed.3. Elektrické instalace nízkého napětí – Část 4-41: Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti - Ochrana před úrazem elektrickým proudem. Praha : ÚNMZ, 1.1.2018.

ČSN EN 61008 ed.2 (35 4181). Proudové chrániče bez vestavěné nadproudové ochrany pro domovní a podobné použití (RCCB). Praha : ČNI, 1.4.2005.

9. Třída ochrany

Elektrická zařízení jsou vyráběna tak, aby byla zabezpečena ochrana před úrazem elektrickým proudem. K tomu, aby byla ochrana spolehlivá se může využívat více způsobů, které jsou definovány pojmem **třída ochrany**.

Běžně se setkáme se spotřebiči ve třídách ochrany I., II a III). Tyto třídy vyjadřují způsob konstrukce elektrického spotřebiče a také způsob zajištění ochrany před úrazem elektrickým proudem.

9.1 Třída ochrany 0

Ještě můžeme zmínit třídu ochrany 0, která znamená pouze, že zařízení je chráněno základní izolací, ovšem žádným způsobem není opatřeno ochranu při poruše. V České republice se takové zařízení nesmí uvádět na trh.

9.1.1 Třída ochrany I

Zařízení třídy ochrany I je má za základní ochranu izolací a ochranné pospojování jako prostředek ochrany při poruše. Všechny neživé části přístupné dotyku jsou spojeny s ochrannou svorkou zařízení a ta je připojena na svorku PE v instalaci.

Při poruše spotřebiče a výskytu napětí na neživé části instalace se spotřebič automaticky odpojí, jelikož proud procházející ochranným vodičem PE způsobí přetížení jistícího prvku (zkrat) a ten vadnou část instalace odpojí.

Pro představu takovými spotřebiči jsou lednice, napájecí zdroj notebooku (velmi často), rychlovarná konvice, zkrátka spotřebiče, které mají kovový povrch a vidlice přívodního kabelu obsahuje ochranný kontakt.

9.1.2 Třída ochrany II

Zařízení třídy ochrany II se je opatřeno souborem následujících ochranných opatření:

- základní izolace jako prostředek základní ochrany,
- přídatná izolace jako prostředek ochrany při poruše nebo
- základní ochrana a ochrana při poruše je zajištěna zesílenou izolací.

Porucha, která by způsobila porušení obou izolačních stupňů není brána na zřetel, resp. není uvažováno, že by taková situace mohla nastat.

Zařízení třídy ochrany II je zařízení, u něhož je bezpečnost zajištěná konstrukcí, tedy na povrchu takového zařízení nenajdeme vodivé neživé části. Připojení takového zařízení k elektrické síti je provedeno pouze pracovními vodiči, tedy fází a středním vodičem. Jelikož jinudy před zesílenou izolací proud ze zařízení procházet nemůže, není ochranný vodič třeba.

Opět jako konkrétní spotřebiče můžeme uvést např. nabíječky mobilních telefonů, velmi často řemeslné nástroje jako vrtačky, brusky apod.

10. Barvy, výstražné tabulky

Pro sdělování informací, zákazů a příkazů se podobně jako v automobilovém provozu používají barevné kombinace ať už u textových popisů tak u piktogramů. Jednotlivé barvy mají stejný smysl jako u dopravního značení.

Červenou barvou (světlem) je označen nebezpečný stav, také je červeně označen hlavní nebo vypínač.

Žlutá barva označuje závadu, poruchu, která není nebezpečná nebo jiný nečekaný stav, jako je přetížení nebo výpadek.

Zelená barva má význam běžné funkce, bezpečného stavu. Pokud se jedná o ovládací tlačítko, potom jde o ovladač zapnutí.

Modrou barvou je značena informace, např. o potřebě nastavení stroje.

Černá, šedá a bílá barva nemají zvláštní význam, znamenají obecnou informaci bez vlivu na bezpečnost.

K uvedení nebezpečí nebo pro informaci osob se používají výstražné a informační tabulky. Barevné rozlišení odpovídá výše uvedenému popisu. K tomu bychom mohli uvést, že:

zelenou barvou jsou označeny informativní tabulky, jako je hlavní vypínač a vyznačení únikových tras.

Žlutá/oranžová barva je použita jako výstražná, tedy označuje prostory, kde hrozí nebezpečí.

Modrou barvou jsou podbarveny tabulky příkazové a konečné

červenou barvou je označen zákaz. V případě jeho porušení může bezprostředně dojít k úrazu elektrickým proudem.



11. Revize elektrických zařízení

Vyhrazená technická zařízení musí být před uvedením do provozu a po dobu provozu pravidelně kontrolována, zkoušena a revidována. Základní pravidla pro revize elektrických zařízení pevných elektroinstalací jsou popsána v ČSN 33 1500, což je norma z roku 1990, tedy z dnešního pohledu již letitá, nicméně stále platná. V této normě jsou kromě definicí důležitých pojmů uvedeny také lhůty pro provádění revizí v závislosti na druhu prostředí a druhu prostoru se zvýšeným rizikem ohrožení osob.

Revize je souhrn opatření, kterými se ověřuje shoda hotové elektrické instalace s příslušnými požadavky a konkrétně zahrnuje prohlídku, zkoušení a vypracování zprávy o revizi.

11.1 Výchozí, pravidelná revize

K tomu, aby bylo možné elektrické zařízení provozovat je důležité, aby bylo před prvním spuštěním zkontrolováno s ohledem na bezpečnost, tzn. že jednotlivé součásti elektroinstalace, jejichž funkci a parametry lze kontrolovat, budou zkontrolovány. Postup vlastní revize je v současné době specifikován v ČSN 33 2000-6 ed.2. Nejdříve se tedy provádí prohlídka elektroinstalace, kde by měly být postihnuty případně jasně viditelné nedostatky, jako uvolněné zásuvky, vyhřáté kontakty, porušené přívodní vodiče apod.) Následně se přikročí ke zkoušení elektroinstalace, kde uvedeme nejdůležitější postupy:

11.1.1 Spojitost ochranných vodičů

Jedná se o kontrolu, zda jsou všechny ochranné vodiče PE, případně PEN, správně a pevně zapojeny. To se týká také ochranného pospojování (konkrétně např. plynový kotel). Při měření se vyhodnocuje elektrický odpor, ve spojích jednotlivých vodičů potom přechodový odpor.

11.1.2 Izolační odpor elektrické instalace

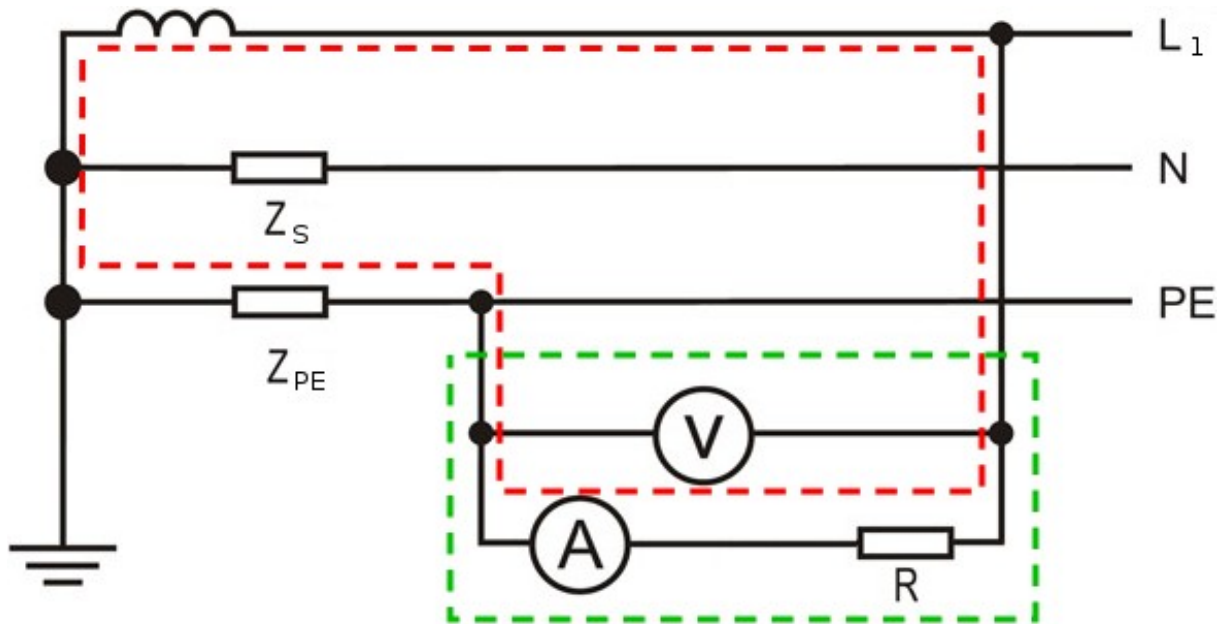
Izolační odpor se měří přiložením zkušebního napětí mezi živými vodiči navzájem a mezi živými vodiči a ochranným vodičem spojeným se zemnicem. Prakticky to znamená, že pro kabel CYKY-J 5x2,5 provedeme celkem 10 měření izolačního odporu. Na měřeném kabelu však nesmí být připojeny žádné spotřebiče, zásuvky vybavené SPD apod. Tyto prvky by totiž mohly být přiložením zkušebního napětí poškozeny. Z toho vyplývá, že toto měření zpravidla lze provádět na novém kabelu před instalací a poté ihned po instalaci (např. před záhozem omítkou), nejpozději pak před připojením osvětlení a dalších spotřebičů. Měření lze provést i později, je ale třeba věnovat zvýšenou pozornost kontrole, zda jsou všechny spotřebiče odpojené.

Měření se v síti nn provádí přiložením zkušebního napětí **500V** a naměřená hodnota izolačního odporu nesmí být nižší než **1 MΩ**.

11.1.3 Zkoušení pro potvrzení účinnosti automatického odpojení od zdroje

Nejčastěji se v našich podmínkách setkáme se sítěmi typu TN-C-S, u kterých se provádí měření impedance poruchové smyčky. Ta je vyznačena červeně. Zelená část pak zobrazuje

zařízení měřicího přístroje. Přes známý kalibrovaný odpor R se tedy měří úbytek proudu na tomto odporu, z něho se vypočítá z Ohmova zákona impedance ochranné smyčky.



11.1.4 Zkoušení pro potvrzení účinnosti doplňkové ochrany (RCD)

Proudové chrániče je třeba pravidelně kontrolovat podle návodu výrobce, což znamená u většiny výrobců v intervalu 3 měsíců stisknout testovací tlačítko, čímž dojde k odepnutí přívodu elektrické energie. Pro účely revize je však třeba provést přesnější měření, a to sice měření reziduálního proudu, při jehož překročení dojde k vybavení chrániče. V běžných podmínkách chráničů s $I_n=30\text{mA}$ se tato hodnota pohybuje mezi 21-28mA.

Druhým měřením je doba odpojení při působení reziduálního proudu. Ta se při běžných měřeních pohybuje v řádu 15-25 ms.

11.1.5 Zkouška pořadí fází

Zapojení jednotlivých fází je vhodné z více důvodů provést tak, aby v celém objektu bylo jednotné. Navíc z praxe je v našich podmínkách ustáleno, že směr sledu fází by měl být ve smyslu doprava. To si lze představit tak, že je-li napětí sítě nn střídavé, potom sinusové průběhy jednotlivých fází prochází nulovým napětím v pořadí $L_1-L_2-L_3$. Výsledkem takového jednotného zapojení je to, že 3-fázové spotřebiče (typicky stroje jako míchačka) se vždy otáčejí stejným směrem. Při špatném zapojení se v případě 3-fázového čerpadla může stát to, že čerpadlo se točí, přesto nečerpá a tlakový spínač tedy nevypne. Výsledkem potom je, že čerpadlo se točí tak dlouho, až se spálí vinutí.

11.1.6 Funkční zkoušky

Sestavené a smontované elektrické zařízení je třeba zkoušet a tím prokázat, že zařízení je bezpečné, řádně a pevně smontováno a funguje podle očekávání. Mezi tyto zkoušky může patřit zapojení světelných spínačů a přepínačů, ale také základní charakteristiky proudových chráničů.

11.1.7 Úbytek napětí

Úbytek napětí vzniká na přívodních vodičích ke spotřebiči v důsledku odporu přívodního vedení, případně v důsledku přechodových odporů. Je možné tento úbytek napětí vyhodnotit výpočtem a měřením, např. srovnáním rozdílů mezi napětím na svorkách spotřebiče při zatížení a bez zatížení. Na úbytek napětí také ukazuje hodnota impedance ochranné smyčky, viz. 2.1.3.

11.2 Závěr revize

V závěru revizní zprávy je vždy uveden stav elektrického zařízení vzhledem k bezpečnosti používání a vzhledem k normativním a legislativním ustanovením. Součástí tedy musí být uvedení případných rozporů s dokumentací a dalšími požadavky. Každá závada musí být uvedena včetně odkazu na konkrétní ustanovení, s kterým je stav v rozporu (většinou odkaz na konkrétní článek ČSN). Poté už je jen uvedeno, zda je elektrické zařízení schopno bezpečného provozu. Předpokladem úspěšné výchozí revize je elektroinstalace bez závad. Zpráva o výchozí revizi zařízení se uchovává po dobu jeho provozu. Dále se provádí pravidelná revize, zprávu o ní je třeba uchovávat do další provedené revize.

11.3 Revize spotřebičů a ručního nářadí

Přenosné spotřebiče a nářadí se revidují podle ČSN 33 1600 ed.2. Revize se skládá v první řadě z prohlídky zařízení, tzn. šroubové svorky musí být utažené, přívod nemá poškozenou izolaci a není zřejmé žádné poškození, které by zapříčinilo snížení ochrany před nebezpečným dotykem. Dále se přistupuje k měření spojitosti ochranného vodiče u spotřebičů třídy I., resp. jeho odpor od přívodu až k neživé části (např. vnější kryt pračky). Tento odpor by neměl ve většině případů přesahovat hodnotu $0,2\Omega$. Druhým krokem měření je izolační odpor (viz 2.1.2), který je v naprosté většině případů větší než $20M\Omega$, nejnižší povolená hodnota záleží na třídě ochrany spotřebiče, limitní hodnoty jsou zjednodušeně uvedeny mezi $2-7M\Omega$. V praxi se však setkáváme opravdu s hodnotami většími než $20M\Omega$. Důležitým měřením, které může nahradit měření izolačního odporu je měření unikajícího proudu. V případě spotřebičů třídy ochrany I. nesmí proud procházející ochranným vodičem překročit hodnotu $3,5mA$ (existují výjimky), u spotřebičů třídy ochrany II. se měří dotykový proud na vodivých částech přístupných dotyku a nespojených s ochranným vodičem, ten nesmí překročit $0,5mA$. Závěrem se provádí zkouška chodu, tzn. zda ovládací a bezpečnostní prvky plní svoji funkci a zda spotřebič funguje, jak má.

Každý spotřebič musí být jednoznačně identifikovatelný, aby bylo jednoznačně možné přiřadit k němu doklad o revizi. V případě spotřebičů a nářadí se běžně nepíše zpráva o revizi, ale

postačuje protokol z měření a vyhodnocení, většinou bývá proveden jako tabulka s jednotlivými měřeními v předepsaných lhůtách.

11.4 Lhůty revizí

V případě revizí elektrických zařízení a instalací se lhůty určují podle ČSN 33 1500 v závislosti na určení prostředí se lhůty pohybují v rozmezí 1-5 let, v případě hromosvodů jsou nyní lhůty určeny v ČSN 62305-3 v příloze E.7 podle zatřídění LPS, např. pro rodinné domy bývá stanovena lhůta 4 roky. Pro spotřebiče a nářadí jsou uvedeny termíny revizí v ČSN 33 1600 ed.2 v závislosti na způsobu užití a třídě ochrany spotřebiče, kde lhůty bývají v rozmezí 3 měsíce – 2 roky. Opět se jedná o zjednodušení, všechny konkrétní lhůty jsou uvedeny v jednotlivých normách.

11.5 Otázky k procvičení

Kde je v běžné elektroinstalaci z dnešního pohledu třeba instalovat proudový chránič? (osvětlení, zásuvky, umístění, způsob použití...)

11.6 Další doporučené zdroje

ČSN 33 2000-6 ed.2. Elektrické instalace nízkého napětí – Část 6: Revize. Praha : ČNI, 1.4.2017.

ČSN 33 1600 ed.2. Revize a kontroly elektrických spotřebičů během používání. Praha : ČNI, 1.12.2009.

12. Účinky elektrického proudu na lidský organismus

12.1 Druh proudu

Jak stejnosměrné, tak i střídavé proudy mají za následek elektrolytickou reakci a oba druhy proudů vyvolávají svalové křeče, nicméně účinky stejnosměrného proudu se považují za slabší, dovolené hodnoty dotykových napětí jsou tedy v porovnání se střídavými proudy vyšší. Navíc se setkáváme především se střídavými proudy nízkého napětí a odtud také plyne větší riziko úrazu elektrickým proudem. Střídavý proud navíc svou frekvencí může způsobit fibrilaci srdečního svalu, který se normálně stahuje asi 60x za minutu. V době průchodu elektrického proudu srdečním svalem je ale vlivem frekvence proudu 50Hz srdeční sval nucen stahovat se ve stejné frekvenci, čímž ale není schopen vypudit dostatečné množství krve. Navíc se tím poruší rovnováha přirozených proudů, kterými je srdce stahováno a fibrilace se nevytrácí ani po odpojení proudu. Elektrický proud také na místech vniku a výstupu z lidského těla způsobuje popáleniny vlivem přechodového odporu.

12.2 Velikost proudu

Čím je proud vyšší, tím intenzivnější jsou jeho účinky na lidský organismus. Nezanedbatelná je také doba působení proudu. Z dostupných materiálů se považuje hodnota střídavého proudu procházejícího tkání do 10mA za bezpečnou, tj. nenastává úraz elektrickým proudem. Při větších proudech už se uvažuje nad pravděpodobností vzniku fibrilací v závislosti na době průchodu proudu lidským tělem.

12.3 Doba průchodu proudu

Doba jednoho srdečního tepu může být asi 1s. Během této doby se tedy šíří vzruch přes srdeční sval a vyvolává jeho stažení a uvolnění. Záznam srdeční aktivity – elektrokardiogram obsahuje několik fází, z nichž poslední – T vlna – je nejzranitelnější dobou srdečního cyklu. Snažíme se proto, aby se zásah elektrickým proudem pokud možno této časové oblasti vyhnul. Z tohoto důvodu jsou v dnešní době v elektroinstalacích určených pro laiky instalovány proudové chrániče. Doba odpojení v síti TN 230V je stanovena na 0,4s, zatímco doba odpojení v případě použití proudového chrániče se zkracuje na řádově 20ms, čímž pravděpodobnost zásahu srdečního svalu elektrickým proudem během T vlny značně snížíme.

12.4 Impedance těla

Impedance lidského těla je závislá na více parametrech, jako jsou suchá kůže/zpoceně tělo, místo dotyku/dráha proudu, velikost dotykového napětí nebo velikost plochy dotyku. Řádově se pohybuje mezi 1-2k Ω , s klesajícím napětím se zvyšuje. Běžně se mluví o průměrné hodnotě 2k Ω .

12.5 Způsob dotyku

Základní dělení způsobu dotyku může být na jednopólový a dvoupólový. Jelikož se nejčastěji setkáme se sítí typu TN, kde je uzel zdroje spojen se zemí, je větší pravděpodobnost

jednopolového dotyku, tedy většinou se rukou dotkneme živé části a proud přes naše tělo prochází do země. Může se však stát, že se staneme součástí obvodu v případě dotyku dvou živých částí s rozdílným potenciálem, typicky každou rukou se dostaneme místa s jiným potenciálem. Tento dotyk může být nebezpečný i v případě izolované soustavy IT.

12.6 První pomoc

12.6.1 Hlavní zásady první pomoci

Ač se zajímáme především o první pomoc po zásahu elektrickým proudem, je vhodné si uvědomit, že úrazy, které přitom mohou nastat jsou sice velmi závažné, nicméně nejsou způsobeny primárně elektrickým proudem. Často se jedná o ztrátu rovnováhy v důsledku svalových křečí a následnému nekontrolovanému pádu anebo o popáleniny způsobené vznikem elektrického oblouku a vznícení hořlavých hmot.

Z tohoto důvodu je třeba věnovat se první pomoci s ohledem na život ohrožující stavy a dále na přivolání kvalifikované první pomoci. Dále obecně platí, že první pomoc musíme poskytovat tak, abychom neohrozili sebe nebo další osoby. Základními pravidly pro první pomoc jsou:

12.6.2 Vyproštění zraněného

Zraněného je třeba dostat mimo kontakt s obvodem elektrického proudu, což se nejlépe řeší vypnutím předřazeného jištění nebo přímo hlavním jištěním. V některých případech poslouží improvizované dielektrické pomůcky jako dřevěná tyč, židle apod, pomocí níž odsuneme kabel z dosahu postiženého. Ačkoliv se nezabýváme vysokým napětím, je vhodné si uvědomit, že v případě na zem spadlých drátů existuje riziko krokového napětí, kdy může dojít ke dvoupólovému dotyku a k vypínači přístup nemáme.

12.6.3 Kontrola základních životních funkcí

Za základní životní funkce považujeme dech a srdeční aktivitu. Podle nejnovějších postupů stačí ověřit, že postižený dýchá. Ověřením tepu ztrácíme čas a především, pokud nejsme dobře školeni, může být určení tepu obtížné. Dech ověřujeme pohledem a pohmatem na hrudník, který se musí zvedat/klesat a případně tváří přiblíženou k ústům a nosu bychom měli být schopni cítit závan vydechaného vzduchu. Důležité upozornění se týká tzv. kapřího dýchání, lapavých dechů, které jsou zrychlené, neumožňují však zásobovat krev kyslíkem, protože se nevymění v plicích dostatečný objem vzduchu. Takový způsob dýchání je nedostatečný a je třeba přistoupit obnově dýchání.

V případě, že nejsme schopni spolehlivě prokázat normální pravidelné dýchání, následuje vždy pokus o resuscitaci – obnovu srdeční činnosti.

12.6.4 Přivolání RZP

V krajním případě podle výše uvedeného scénáře nezbyvá, než co nejdříve přivolat rychlou zdravotnickou pomoc. Máme přitom na vědomí, že by vždy měl záchránce zůstat s postiženým. Pro pomoc se snažíme tedy vyslat někoho z přítomných. Využijeme tísňové linky

155 (případně 112). Pokud se jedná pouze o zdravotní nebezpečí, snažíme se volit linku 155 z důvodu spojení s kvalifikovaným zdravotnickým personálem, který okamžitě může vyslat vůz s odpovídajícím vybavením. V případě, že hrozí další nebezpečí, jako výbuch, požár, zaklínění osob, je vhodnější volat linku 112, kde operátor může vyhodnotit potřeby zásahu a bez dalšího zdržení povolat také jednotku hasičů. Ve výsledku by ale rozdíl v hlášení na jednotlivá čísla neměl být kritický, jedná se proto jen o doporučení. Je dobré, pokud umíme přepnout mobilní telefon do režimu tzv. hlasitého odposlechu.

12.6.5 Život zachraňující úkony

Ještě než přistoupíme k resuscitaci, musíme bezpodmínečně zajistit, aby naše pomoc vůbec mohla být účinná. Snažíme se tedy zjistit, zda nehrozí větší ztráta krve v důsledku silného krvácení. V takovém případě by ani důkladná resuscitace nevedla k úspěchu. S ohledem na laickou první pomoc se podle posledních metodik nesnažíme o umělé dýchání. Z dostupné literatury lze zjistit, že v krevním oběhu je ještě dostatečné množství okysličené krve potřebné k zásobování životně důležitých orgánů, především mozku.

Vlastní resuscitaci provádíme na pevném podkladu, kdy postižený leží na zádech tak, že na hrudníku najdeme konec hrudní kosti a položíme dlaň jedné ruky asi o šířku 2 prstů blíže k hlavě. Dlaň druhé ruky přiložíme na první dlaň, můžeme proplést prsty obou rukou. Ruce máme propnuté, natažené, jsme v lehkém předklonu vedle zraněného.

Začínáme stlačováním hrudní kosti, běžně se mluví o míře stlačení o 1/3 tloušťky hrudníku, případně o 5-6 cm. Stlačování a uvolňování hrudní kosti je intenzivní s frekvencí asi 2 stlačení za sekundu.

Máme-li k dispozici mobilní telefon se zapnutým hlasitým odposlechem, operátor tísňové linky nás dále celým procesem poskytnutí první pomoci provede, je tedy důležité pokud možno zachovat chladnou hlavu a soustředit se na pokyny a dotazy operátora.

12.7 Otázky k procvičení

Co je třeba zajistit v první řadě při podezření na úraz elektrickým proudem?

12.8 Další doporučené zdroje

První pomoc. [online] [cit. 2017-11-18] Dostupné z www.zachrannasluzba.cz



UNIVERZITA
PARDUBICE
FAKULTA
ELEKTROTECHNIKY
A INFORMATIKY

Vytvořeno v rámci projektu **Digitalizace studijních Agend, Nové Technologič, systémy a přístupy k výuce na UPCE**, reg. č. NPO_UPCE_MSMT-16591/2022.

Toto dílo podléhá licenci Creative Commons BY-SA 4.0. Pro zobrazení licenčních podmínek navštivte <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>.



NÁRODNÍ
PLÁN OBNOVY



Financováno
Evropskou unií
NextGenerationEU

Slaboproudá zařízení

Test kurzu CŽV – teoretická část

Ing. Jiří Roleček



Příjmení, jméno:

Datum:

Počet listů s řešením:

1. Nakreslete schéma rozmístění vypínačů a zásuvek v místnosti s rozváděčem. Použijte symboly pro rozváděč, zásuvku, dvojnásobnou zásuvku, vypínač řazení 1, 6 a 7.
2. Uvedte obecný postup první pomoci při závažném úrazu elektrickým proudem.
3. Elektrický motor připojený ke zdroji se střídavým efektivním napětím 230 V a frekvencí 50 Hz koná (mechanickou) práci s výstupním výkonem 74,6 W. Jaký je odpor elektrického motoru, protéká-li jím efektivní proud 0,65 A?
4. Odvoďte, jak velký stejnosměrný proud musí procházet rezistorem, aby měl stejný tepelný výkon jako střídavý proud s maximální hodnotou 3,5 A?
5. Nakreslete schéma zapojení schodišťového vypínače se třemi ovládacími prvky.
6. Jaká by měla být impedance ochranné smyčky v poslední zásuvce obvodu, propojeného kabelem CYKY-J 3x2,5 v délce 40m obsahujícího 8ks zásuvek a jištěného B16/1? Jaký bude úbytek napětí na poslední zásuvce v případě plného zatížení? Bude vyhovovat impedance ochranné smyčky? (Uvažujte přechodový odpor všech spojů 0,02 Ω , impedanci v rozváděči uvažujte 0,3 Ω)

Řešení:



Vytvořeno v rámci projektu **Digitalizace studijních Agend, Nové Technologie, systémy a přístupy k výuce na UPCE**, reg. č. NPO_UPCE_MSMT-16591/2022.

Toto dílo podléhá licenci Creative Commons BY-SA 4.0. Pro zobrazení licenčních podmínek navštivte <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>.



Vybavení elektrikáře - sada šroubováků

pro práci pod napětím do 1000V
šrouby s plochou drážkou
šrouby křížové Philips



Vybavení elektrikáře - montážní kleště

Kleště s plochými či zahnutými čelistmi se zvláště dlouhou hlavou kleští
- pro vkládání hluboko položených komponent

izolace pro práci pod
napětím do 1000V
podle IEC 60900

Kombinované kleště

- pro bezpečné uchopení bez prokluzování

Štípací kleště

- stříhání drátů



Vybavení elektrikáře - kabelové nůžky

Ke stříhání měděných a hliníkových kabelů a vodičů

Rovný stříh bez deformace drátu

Snadné ustřížení při obsluze jednou rukou - i kabel CYKY 4x10



Vybavení elektrikáře - inbusové klíče, nástrčné klíče

pro utažení vodičů převážně na svorkách pojistkových spodků



Vybavení elektrikáře - odizolovací nástroje

pro univerzální použití



pro odizolování plášťů kabelů



pro odizolování vodičů
(vhodné pro vodiče v zásuvkách)



pro odizolování vodičů
(vhodné pro vodiče CYKY/CYKYLo 1,5 - 2,5)



Vybavení elektrikáře - zkoušečka



Měření napětí
12V, 24V, 50V, 120V, 230V, 400V, 690V

Test sledu fází

Test vodivosti

Detekce polarity

Vybavení elektrikáře - dielektrické rukavice



Ochrana před dotykovým napětím do 1000 V

Vytvořeno v rámci projektu: **DANTE**, reg. č.
NPO_UPCE_MSMT-16591/2022

Toto dílo podléhá licenci Creative Commons BY - SA 4.0. Pro
zobrazení licenčních podmínek navštivte
<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>.

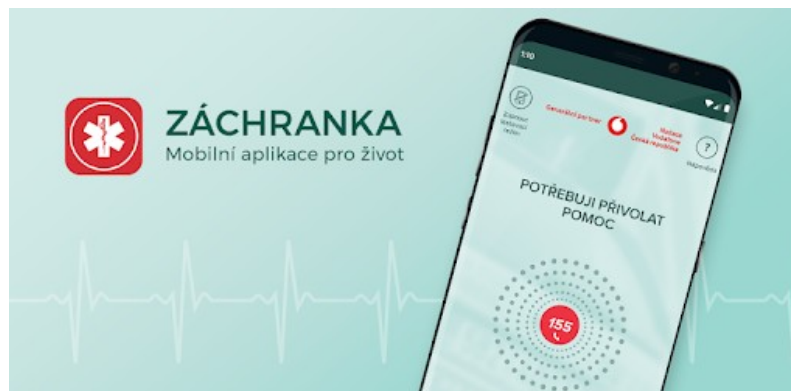


Jak volat o pomoc?

tísňové linky



aplikace záchranka



Telefonicky asistovaná první pomoc

Co se stalo?

Kde se to stalo?

Věk zraněného / pacienta

Účinky proudu na lidský organismus

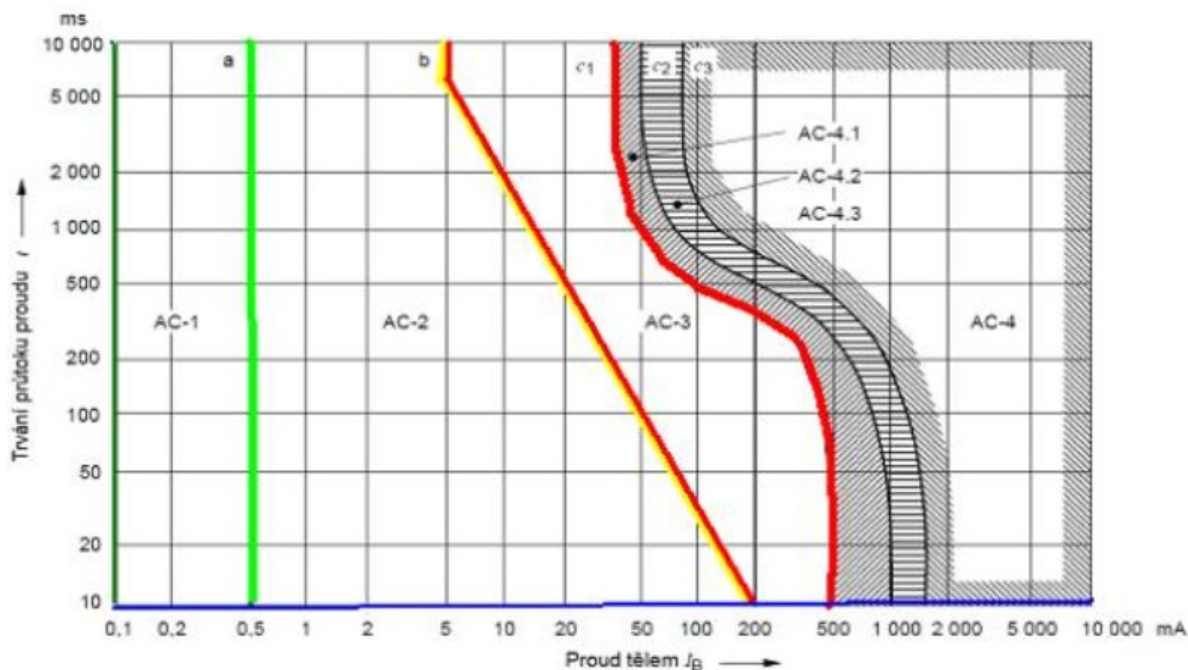
Jevy, které vznikají při průchodu proudu živou tkání:

Teplo - popáleniny

Rozklad krevních buněk

Svalové křeče

Fibrilace srdce - zástava srdeční činnosti



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 ke znehybnění. Účinky se s intenzitou proudu zvyšují. Obvykle se nepředpokládá poškození organismu.
AC-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 až c_2	AC-4.1 pravděpodobnost komorových fibrilací zvyšující se až přibližně do 5 %,
	c_2 až c_3	AC-4.2 pravděpodobnost komorových fibrilací přibližně až do 50 %,
	za křivkou c_3	AC-4.3 pravděpodobnost komorových fibrilací nad 50 %.

¹⁾ Při trvání průtoku 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 protékajícího dráhou z levé ruky do nohou. Pro ostatní proudové dráhy je nutno uvažovat se součinitelem proudu srdcem.

Účinky proudu na lidský organismus

Faktory ovlivňující účinky proudu:

Velikost proudu,

Doba, po kterou tělem protéká,

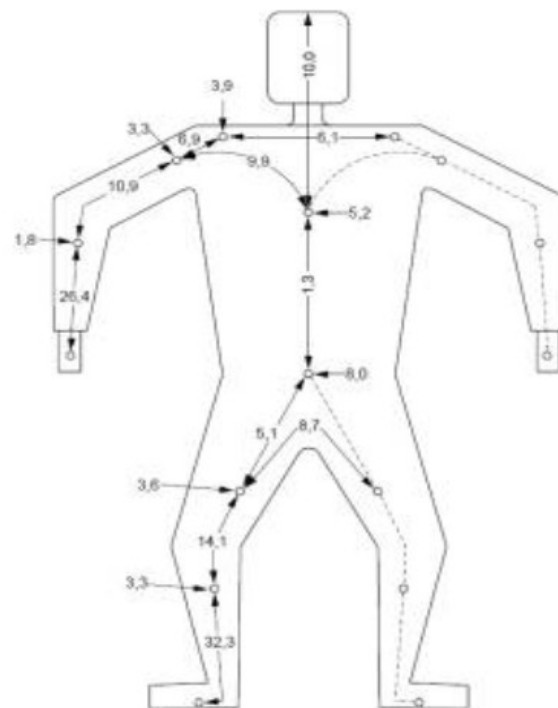
Velikost dotykového napětí

Charakter el. proudu (AC, DC, frekvence AC, pulzy, ...)

Dráha proudu - jakou cestou proud tělem protéká

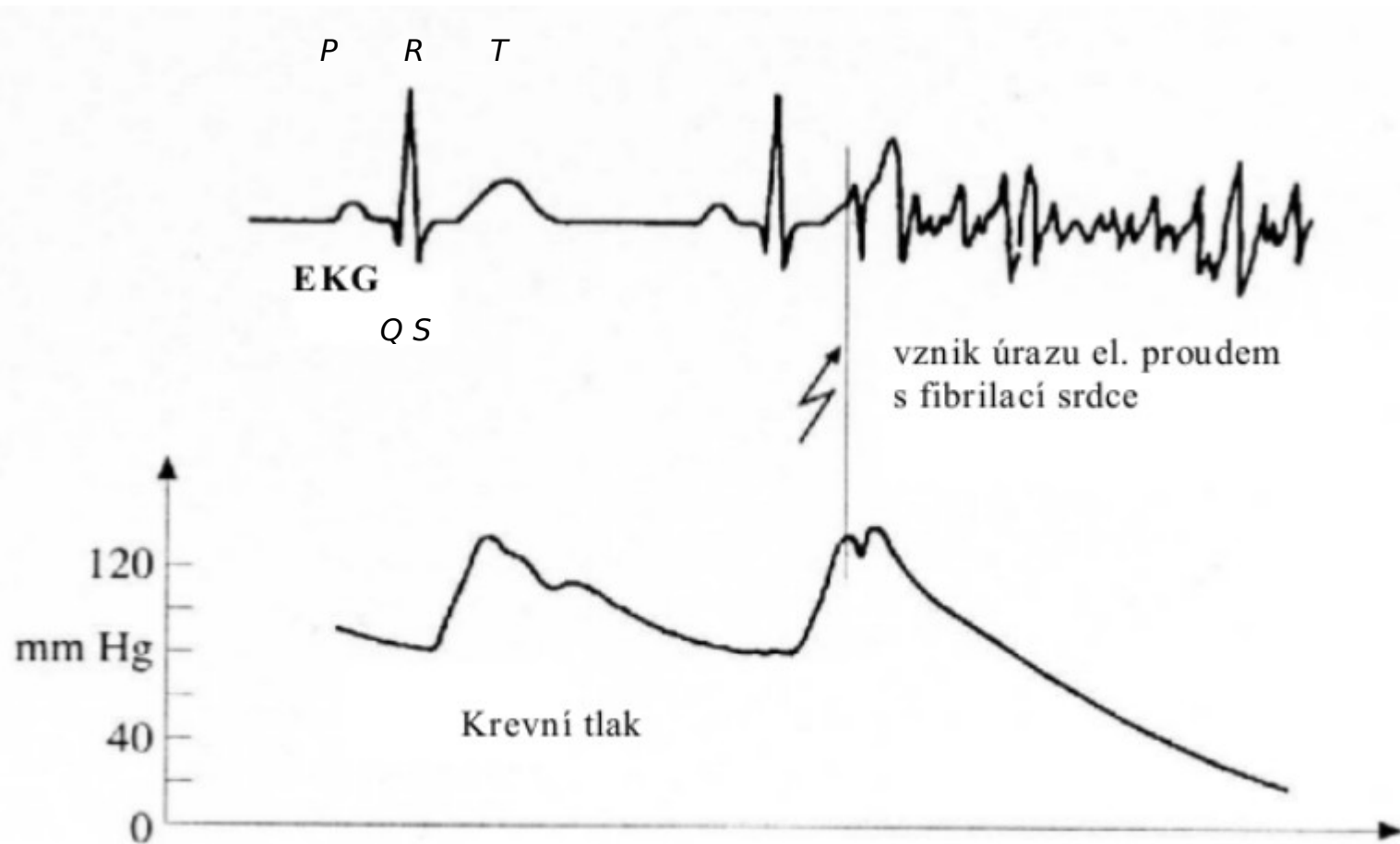
Fyziologický a psychický stav organismu

účinek proudu protékajícího mezi rukama je 2,5x větší než účinek proudu ruka - obě nohy, zatímco proud mezi nohama zasáhne srdce jenom ze 4 %, při velkém krokovém napětí hrozí více popáleniny



impedanční mapa

Vznik fibrilace komor - srdeční zástava

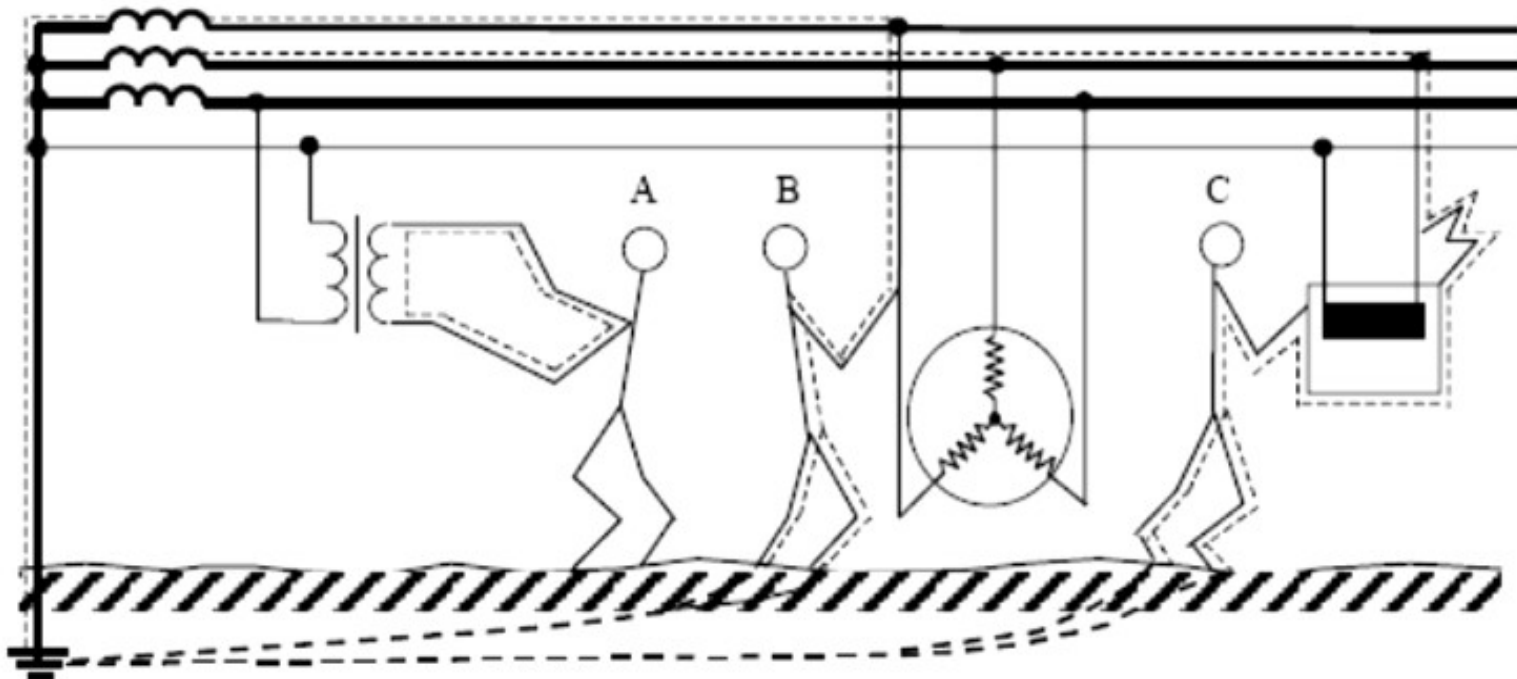


průběh signálu EKG a krevního tlaku před a po úrazu elektrickým proudem

Srdce je nejzranitelnější ve fázi relaxace - oblasti T vlny.

Druhy nebezpečného dotyku

- Dvoupólový s živou částí (přímý dotyk)
- Jednopolový s živou částí (přímý dotyk)
- Dotyk při zkratu na neživou část (nepřímý dotyk)
- Nahodilý
- Úmyslný



První pomoc při úrazu elektrickým proudem

- Vyprostíme postiženého z dosahu el. proudu
vypnutí / spolehlivé přerušení el. obvodu
- Ošetření život ohrožujících stavů
masivní vnější krvácení
- Kontrola základních životních funkcí
zjistíme, jestli postižený dýchá

agonální dýchání (lapavý dech) = nedýchá
pokud postižený nedýchá, zahájíme nepřímou srdeční masáž
- Zavoláme RZP (tel., aplikace záchranka)
- Po obnovení srdeční funkce
dohled, klidová poloha, stabilizovaná poloha
vyšetření EKG
- Ohlášení úrazu nadřízenému pracovníkovi
podle zákona č. 262/2006 Sb. (zákoník práce)

Vytvořeno v rámci projektu: **DANTE**, reg. č.
NPO_UPCE_MSMT-16591/2022

Toto dílo podléhá licenci Creative Commons BY - SA 4.0. Pro
zobrazení licenčních podmínek navštivte
<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>.

