

## 8. BEZPEČNOST PRÁCE S ELEKTRICKÝM ZAŘÍZENÍM

Bezpečná práce s elektrickým zařízením je dána odbornou způsobilostí obsluhy a technickým stavem zařízení. Významná i také organizace práce a znalosti a vybavení pro první pomoc.

### 8.1 ODBORNÁ ZPŮSOBILOST

Odborná způsobilost je základním požadavkem pro bezpečnost práce osob určených k obsluze nebo práci na elektrických zařízeních. Odborná způsobilost je právně stanovena vyhláškou č. 50/1978 Sb. v těchto stupních:

Bez odborného elektrotechnického vzdělání:

**§3 - Pracovníci seznámení.** Tito pracovníci jsou seznámeni se zacházením s elektrickým zařízením a upozorněni na možné ohrožení. O seznámení sepíše provozovatel zápis. Mohou obsluhovat jen zařízení, kde nemohou přijít do styku se živými částmi.

**§4 - Pracovníci poučení.** Tito pracovníci jsou seznámeni s předpisy pro činnost na elektrických zařízeních, školeni v této činnosti, upozorněni na možné ohrožení a seznámeni s poskytováním první pomoci při úrazech elektrickým proudem. Poučení musí být prokazatelné, tzn. že pracovníci musí být ze znalostí přezkoušeni a o vyhovujícím výsledku musí být pořízen zápis podepsaný poučeným pracovníkem i tím, kdo znalosti ověřil.

**Posluchači při výuce v laboratořích** se po patřičném poučení, ověření vědomostí a zápisu stávají **pracovníky poučenými podle § 4.** Poučení musí obsahovat konkrétní informaci o způsobu ovládání a bezpečné práci na daném zařízení, o mezních hodnotách, o umístění vývodů svorek, ovládacích a signalizačních prvků, zejména o umístění havarijního vypínače. Poučení musí také zahrnovat základní přehled norem týkajících se elektroinstalace, ochrany před nebezpečným dotykem. Nedílnou součástí je poučení o způsobu poskytování první pomoci při úrazech elektrickým proudem a o umístění potřebných pomůcek první pomoci laboratoře. Dále musí poučení obsahovat seznámení s laboratorním řádem.

**Pracovníci poučení podle § 4 musí obzvláště dodržovat tyto pokyny:**

- na zařízení nízkého napětí (do 600 V proti zemi) mohou pracovat v nejmenší vzdálenosti do 20 cm od živých částí pod napětím,
  - dotýkat se smějí jen těch částí, které jsou pro obsluhu určeny,
  - za žádných okolností se nesmějí dotýkat živých částí pod napětím (s výjimkou zařízení schváleným Elektrotechnickým Zkušebním Ústavem) a musí dbát na to, aby k dotyku s nimi nedošlo ani náhodně oděvem nebo vodivým drženým předmětem,
  - musí mít pro obsluhu elektrických zařízení suché ruce, stát na nevodivé podložce a vyvarovat se dotyku jiných vodivých předmětů,
  - při práci na rotačních strojích musí mít na paměti nebezpečí ze zachycení části těla nebo oděvu rotujícími částmi.
  - obsluhující musí být stále pozorný a opatrný,
- musí přesně dbát pokynů osoby řídící činnost (ve školních laboratořích asistenta),  
musí přesně dbát místních předpisů, pokynů a návodů (laboratorní řád)

### **Pracovníci s odborným elektrotechnickým vzděláním:**

- §5 - Pracovníci znalí mají ukončené odborné vzdělání (tj. vyučení nebo se středním nebo vysokoškolským ukončeným vzděláním směru elektrotechnika) a úspěšně složenou zkoušku z předpisů bezpečnosti práce, místních provozních pokynů a z poskytování první pomoci v rozsahu § 14.
- §6 - Pracovníci pro samostatnou činnost jsou pracovníci dle § 5 s požadovanou praxí a zvláště přezkoušení komisí organizace v rozsahu § 14.
- §7 - Pracovníci pro řízení činnosti jsou pracovníci dle § 5 a 6 s další požadovanou praxí a přezkoušení v rozsahu § 14 i ze znalostí pro řídicí činnost komisí organizace schválenou orgánem státního dozoru.
- §8 - Pracovníci pro dodavatelskou činnost - oprávnění k zhotovování a opravám zařízení pro jiné osoby a subjekty, tato kvalifikace je podmínkou pro vydání živnostenského listu
- §9 - Pracovníci pro provádění revizí - revizní technici. Zkoušku skládají před orgánem státního dozoru.
- §10 – Pracovníci oprávnění k projektové činnosti v elektrooborech.
- §11- Určuje zvláštní kvalifikaci ve školství a výzkumu. Po složení zkoušky v rozsahu dle § 14 dává kvalifikaci :
- §11/6 Pro samostatnou činnost absolventům škol, kde je skládána zkouška z elektrotechniky. Kvalifikace nevyžaduje praxi, kterou předepisuje § 6, ale platí jen pro experimentální práce na vymezených vědeckých, výzkumných a vývojových pracovištích (nikoliv v provozu).
- §11/7 Pro řízení činnosti absolventům elektrotechnické, jaderné a přírodovědecké fakulty směru fyzika. Kvalifikace nevyžaduje praxi, kterou předepisuje § 7, ale platí jen pro činnost asistenta ve školních laboratořích (nikoliv pro provoz, montáže atd.).

Ve všech uvedených případech zkoušení a potom přezkoušení ve 3 letých intervalech provádí 3 členná komise, ustanovená vedoucím organizace. Alespoň 1 člen komise musí mít kvalifikaci § 7 až § 9.

§14 - Stanovuje předmět a podmínky zkoušek, které musí obsahovat pro § 5, 6, 11:

- a) předpisy k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví, které souvisí s činností elektrických zařízení daného druhu a napětí,
- b) místní pracovní pokyny, příkazy a směrnice,
- c) teoretické i praktické znalosti o poskytování první pomoci.

Při přechodu na jiné pracoviště může nový zaměstnavatel potvrdit platnost stávajícího osvědčení.

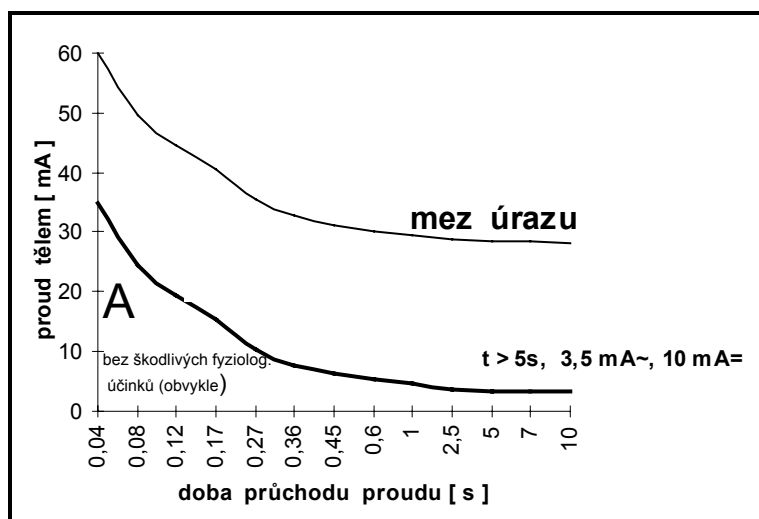
### **Poznámka :**

**Živé části** zařízení jsou určeny k vedení proudu nebo mají napětí nebo části s nimi vodivě .

**Neživé části** jsou konstrukční části, které v běžném pracovním stavu nemají na sobě el. napětí. a nejsou určeny k vedení proudu

Vlivem poruchy nebo chybné manipulace mohou však získat nebezpečné napětí.

## 8.2. PŮSOBENÍ ELEKTRICKÉHO PROUDU NA LIDSKÝ ORGANISMUS



**Obr. 8. 1. Působení el. proudu na organismus**

Při dotyku těla s vodivými částmi na různém elektrickém potenciálu dojde k vedení el. proudu tkáněmi..

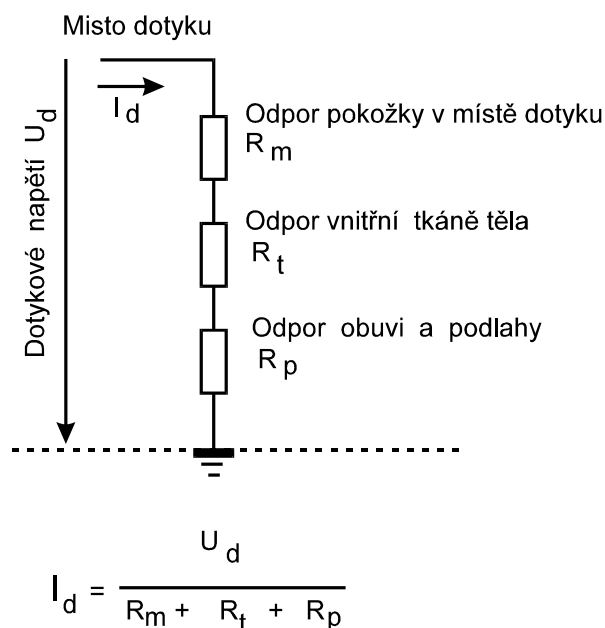
Pro fyziologické účinky a následky je **rozhodující velikost a trvání proudu** a dráha jeho průchodu. Nejsnáze poškoditelná je tkáň mozku a srdce. Srdce leží na nejpravděpodobnější dráze proudu při dotyku rukou a reaguje na průchod proudu arytmií, stažením až zastavením činnosti. U jiných tkání především u kůže, která má velký měrný odpor dochází k popálení. Mez hodnot pro vznik úrazu el. proudem uvádí **obr. 8.1**. Podle této meze je s rezervou stanovena hodnota bezpečného proudu, který může tělem protékat v závislosti na době působení, aniž by vyvolal škodlivé fyziologické účinky u průměrně "zdravého" jedince – viz oblast **A**.

Hodnotu omezeného ustáleného proudu určuje norma ČSN 33 2000 nově od 1.1. 1996 tabulkou na **obr. 8.2**. v závislosti na druhu proudu a typu částí elektrického zařízení s nimiž došlo k dotyku:

omezený ustálený proud u částí jichž při normálním provozu je třeba se dotýkat	střídavý 15-100Hz	stejnoseměrný	náboj
	1 mA	3 mA	0,5 $\mu$ C
<b>není třeba se dotýkat</b>	<b>3,5 mA</b>	10 mA	50 $\mu$ C
velikost proudu kdy nelze se pustit, který způsobuje ochrnutí, dušení, fibrilace, popálení	>25 mA	>100 mA	----

**Obr. 8. 2. Hodnoty omezených ustálených proudů**

Velikost proudu, který při dotyku vznikne, závisí na rozdílu potenciálů, tedy na napětí mezi dotykovými místy a na výsledném odporu dráhy proudu tělem. Situaci při dotyku znázorňuje **obr. 8.3**.



Výsledný odpor je převážně dán odporem  $R_m$  kožní vrstvy v místech dotyku a odporem obuvi a podlahy  $R_p$ . Klesá silně s vlhkostí kůže, plochou a silou přitlaku, také s velikostí napětí. Výsledný odpor bývá při běžných dotycích  $2000 \Omega - 1 M\Omega$ , avšak ve zvláště nepříznivých případech jako v mokru a při vlhkých vodivých plochách silou uchopovaných (např. při práci s nevhodně provedenou míchačkou betonu, při praní prádla atd.) může výsledný odpor těla klesnout až pod  $1000\Omega$ . V těchto případech i relativně malé napětí protlačí velký proud, který způsobí smrtelný úraz.

Proto jsou pro účely bezpečnosti práce klasifikovány **prostory a meze hodnot bezpečných napětí** v nich dle **obr. 8.4.:**

**Obr. 8.3. Situace při dotyku .**

Prostory	Při dotyku částí ( při obsluze )	Bezpečná malá napětí živých částí [ V ]	
		střídavá	stejnoseměrná
Normální	živých	<b>50</b>	100
	neživých	<b>50</b>	120
Nebezpečné	živých	25	60
	neživých	<b>50</b>	120
Zvlášť nebezpečné	živých	12	25
	neživých	<b>25</b>	60

**Obr. 8.4. Tabulka bezpečných napětí s ohledem na členění prostorů**

Ochrana před nebezpečným dotykem živých a neživých částí se nepožaduje, mají-li živé části bezpečné napětí. Toto bezpečné napětí je získáno ze zdroje nezávislého na rozvodné síti; v případě, je-li získáno ze závislého zdroje, musí být obvod s bezpečným napětím oddělen - izolován od napájecí rozvodné sítě. Provedení takového zdroje je přesně dáno normou. Musí být přezkoušena před uvedením do provozu. Napětí nesmí být získáno přes rezistory ani z autotransformátoru.

### **8.3. PROVEDENÍ ELEKTRICKÝCH PŘEDMĚTŮ A ZAŘÍZENÍ TŘÍDY OCHRANY I a II.**

třída I. mají všude alespoň pracovní izolaci a jsou opatřeny ochrannou svorkou nebo ochranným kontaktem. U spotřebičů určených k připojování pohyblivým přívodem je buď přívodka s ochranným kontaktem, nebo neoddělitelný přívod s ochrannou žílou a vidlice s ochranným kontaktem; příklady: automatická pračka, elektrický sporák, žehlička, zatím PC ( stolní ). Přívodní šňůra u jednofázových spotřebičů třídy I je třížilová.

třída II. mají všude dvojitou nebo zesílenou izolaci a nemají (resp. nesmějí mít) ochrannou svorku. Mají celý povrch buď z izolantu, nebo mohou mít pro větší mechanickou pevnost některé části kovové, vždy však oddělené od živých částí dvojitou (zesílenou) izolací. Na štítku nebo v jeho blízkosti mají označení dvojitě izolace dvěma soustřednými čtverci

příklady: holící strojek, fén, dnes již povinně elektrické ruční nářadí - vrtačka a většina výrobků domácí spotřební elektroniky.

Není třeba připojovat ochranný vodič PE ( není kam ), přívodní šňůru jednofázového spotřebiči ve třídě II. může být dvojžilová.

#### 8.4. ZNAČENÍ ELEKTRICKÝCH ROZVODNÝCH SÍTÍ.

Způsob ochrany před nebezpečným dotykem záleží na konfigurace elektrické sítě. V tabulce na obr. 8.5. je uveden systém značení konfigurace elektrických rozvodných sítí.

první	druhé	-	třetí		počet fází x U krajních vodičů / frekvence	
<b>T</b>		-				uzel sítě uzemněn
<b>I</b>		-				uzel sítě izolován
	<b>T</b>	-				ochranné svorky spotřebičů zemněny
	<b>N</b>	-				ochranné svorky spotřebičů na středním vodiči
		-	<b>C</b>			ochranný a střední vodič společné
		-	<b>S</b>			ochranný a střední vodič oddělené

**Obr. 8. 5. Označování el. rozvodných sítí:**

Nejběžněji užívaná síť

TN - C 3 x 400 V / 50 Hz v hlavní větvi. průřez vodičů větší nebo roven než 10 mm<sup>2</sup>

TN - C 1 x 230 V / 50 Hz v jednofázové odbočce

TN - S 1 x 230 V / 50 Hz s průřezem menším než 10 mm<sup>2</sup> ( např. bytový rozvod )

#### 8.5. OCHRANA PŘED NEBEZPEČNÝM DOTYKEM ŽIVÝCH I NEŽIVÝCH ČÁSTÍ.

a) ochrana užitím napětí, které nepředstavuje ohrožení. Mez tohoto napětí norma stanovuje v závislosti na prostředí a na konfiguraci obvodu ( SELV, PELV ). Zjednodušeně tyto meze jsou pro prostory vždy normální, suché a nepředpokládá-li se styk s lidským tělem na velké ploše 25 V ~ , 60V =. pro případy ostatních prostorů 6 V ~ , 15 V = .

b) ochrana omezením ustáleného proudu na 3,5 mA ~ nebo 10 mA = a náboje na 0,5 μC.

##### 8.5.1. OCHRANA PŘED NEBEZPEČNÝM DOTYKEM ŽIVÝCH ČÁSTÍ ZAŘÍZENÍ

a) **ochranou izolací živých částí** - živé části musí být úplně pokryty izolací, kterou lze odstranit pouze jejím zničením. Izolace musí trvale vydržet namáhání, kterým může být v provozu vystavena. U průmyslově vyráběných zařízení musí izolace vyhovovat příslušné normě.

Této ochrany lze dosáhnout jen zvýšenou izolací, buď dvojitou izolací nebo přidavnou izolací. Samotná pracovní izolace (např. u vinutí) nemůže sloužit jako ochrana. Ochrana izolací musí být součástí elektrického předmětu.

**Základní izolace** musí být navržena pro jmenovité izolační napětí, které je pro obvod stanoveno, přičemž je nutno brát v úvahu přepětí, které může v zařízení nastat. Základní izolace musí vytvořit předpoklady pro spolehlivou funkci zařízení a pro správnou funkci ochrany před úrazem elektrickým proudem. Všechny vodivé předměty, které nejsou odděleny od živých částí alespoň základní izolací je nutno považovat za živé části.

Přídavná izolace musí být konstruována na stejné elektrické namáhání jako izolace základní.

Dvojitá izolace musí zajišťovat, aby jakákoliv porucha základní izolace nezhoršovala vlastnosti zbývající části dvojitě izolace.

Elektrická zařízení, která mají dvojitou izolaci se nazývají **zařízení třídy ochrany II.** a označují se čkou

b) ochranou krytí -nebo přepážkami, je nejčastější ochranou u el. spotřebičů a přístrojů.

Stupeň krytí označuje zkratka IP .... (dvě číslce).

Prvá číslice (0 až 6) označuje ochranu proti vniknutí cizího předmětu. Druhá číslice (0 až 8) označuje ochranu proti vniknutí vody. Vyšší číslice znamená vyšší ochranu.

c) ochranou zábranou - je určena k zabránění nahodilému dotyku živých částí. Uzamčení, oplocení, ohrazení.

Odnímatelnou zábranu lze užít jen v prostorech kam mají přístup jen osoby s kvalifikací §3 a vyšší.

d) ochranou polohou, tj. vzdálením živých částí od stanoviště pracovníka tak, aby bez použití zvláštních pomůcek nebyl možný dotyk. V prostorech přístupných laikům bez elektrotechnické kvalifikace norma za bezpečné považuje umístění živých částí zařízení ve výšce větší než **5 m nad** a vzdálení do strany větší než **3 m od** stanoviště. Holé venkovní vedení nn musí být vedeno v minimální výšce 5 m včetně průvěsů.

Pokud je prostor přístupný je osobám s elektrotechnickou kvalifikací § 4 a vyšší je za dostatečnou výšku považováno umístění zařízení nad **2,7 m nad** a **1,5 m** do strany.

Doplňkové ochrany živých částí lze použít jen v návaznosti na předchozí ochrany základní, k vylepšení jejich funkce nebo jako doplňující ochranu v případě selhání ochrany základních, např. neopatrností jejich uživatele.

f) doplňková ochrana proudovým chráničem, který má vybavovací proud menší než 30 mA.

g) doplňkovou izolací, která není součástí elektrického předmětu (ochranné pomůcky, izolované stanoviště). Je možno použít jen pro osoby s elektrotechnickou kvalifikací § 4 a vyšší.

### **8.5.2. OCHRANA PŘED NEBEZP. DOTYKEM NEŽIVÝCH ČÁSTÍ, KTERÉ SE PŘI OBSLUZE MUSÍ UCHOPIT RUKOU**

Neživé části, které slouží bezprostředně k obsluze rukou, např. ovládací páky vypínačů, hlavice tlačítek musí být provedeny z izolační hmoty. Pouze ve výjimečných případech přesně vymezených normou ISO mohou být vodivé, avšak za splnění podmínek další ochrany a kvalifikace obsluhy.

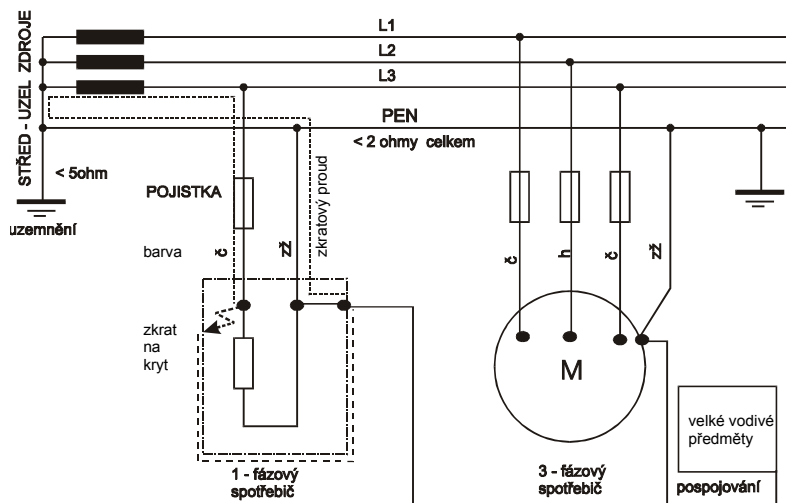
### **8.5.3. OCHRANA PŘED NEB. DOTYKEM NEŽIVÝCH VODIVÝCH VNĚJŠÍCH ČÁSTÍ, KTERÉ SE PŘI OBSLUZE NEMUSÍ UCHOPIT RUKOU**

Sem spadá ochrana **koster a krytů spotřebičů** a nosných kovových konstrukcí na nichž jsou elektrické předměty umístěny. Ochrana neživých částí se uplatňuje při poruše pracovní izolace.

#### **8.5.3.1 OCHRANA SAMOČINNÝM ODPOJENÍM OD ZDROJE V SÍTÍCH TN**

je v současných rozvodných sítích nejčastější. Princip funkce uvedené ochrany ukazuje **obr. 8.6. pro síť TN - C** Funkce spočívá v odpojení vadné části elektrického zařízení (neživé části, na kterou se v případě poruchy - proražení izolace - dostane napětí) použitím **ochranného vodiče PE**, který je spojen se středním uzemněným bodem (uzlem) zdroje .. Ochranný vodič je v síti TN - C zároveň i

**pracovním (středním) vodičem N**, proto nese označení **PEN**. ( PE protection earthing + N neutral ).



Ochranný vodič je na více místech, kromě uzlu zdroje, trvale na více místech spojen se zemí, takže má proti zemi nulový potenciál, lze k němu připojit ty **neživé vodivé části**, které chceme chránit. Pronikne-li na ně napětí, **vznikne zkrat, který nejbližší předřazená pojistka (resp. jistič) odpojí v předepsaném čase a tím odstraní nebezpečné napětí a možnost vzniku úrazu.**

**Obr. 8. 6. Ochrana samočinným odpojením od zdroje v síti TN - C.**

**Např. max. doba odpojení pro síť TN  $U_f = 230V$  je 0,4 s pro zařízení v ruce držená; a 5s pro upevněná zařízení.**

Ochrana samočinným odpojením od zdroje v síti TN - C je ze všech způsobů ochrany nejlevnější. Lze ji dobře realizovat i pro největší příkony.

**Ochranný vodič PE je zelenožlutý, pracovní střední vodič N světle modrý, fázové černé nebo hnědé.**

**Sloučení vodiče PE a N je přípustné je-li průřez vodičů větší nebo roven 10 mm<sup>2</sup> v instalaci mědi, ( nebo 16 mm<sup>2</sup> v instalaci hliníkem, ) síť pak nese označení TN - C.**

Podmínky pro sloučení PE s N , nejsou splněny :

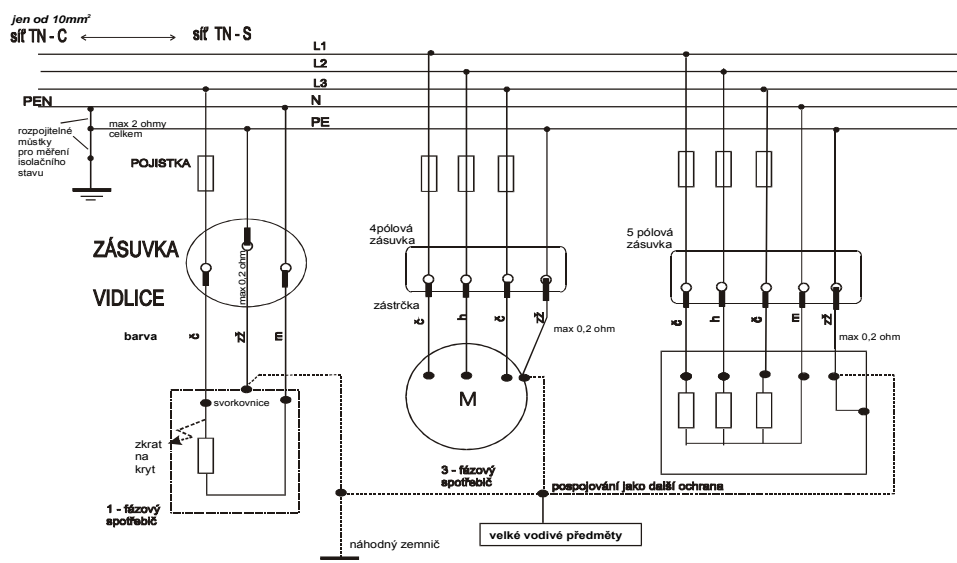
- pro síť s průřezy vodičů pod 10 mm<sup>2</sup> v instalaci mědi, nebo 16 mm<sup>2</sup> v instalaci hliníkem
- u pohyblivých přívodů a při použití zásuvek a vidlic.
- tam kde je požadována zvýšená bezpečnost nebo malé rušení

**V těchto všech případech je nutno použít zapojení dle obr. 8. 7. pro síť TN - S :**

Nevýhodou ochrany samočinným odpojením je, že se na kryty spotřebičů může zavléci nebezpečné napětí v případě poruchy zapojení ochranných vodičů. Podmínky spolehlivé funkce ochrany automatickým odpojením jsou :

- a) Dostatečně nízká impedance poruchového obvodu, která umožní, aby vznikl zkratový proud schopný přetavit zařazenou pojistku v předepsaném čase.
- b) Správné dimenzování pojistky vzhledem k impedanci poruchového obvodu a očekávanému zkratovému proudu, včetně její správné časové charakteristiky a dovolenému maximálnímu zkratovému proudu.
- c) **Pojistkové vložky** musí být originální, **nesmějí se opravovat**. Vložka po laické opravě nezaručuje správnou hodnotu jmenovitého proudu a zejména její dovolený maximální zkratový proud není dostatečný. Při novém zkratu opravená pojistka není schopna zhasnout elektrický oblouk a nerozpojí, může i explodovat a způsobit požár.

- d) Jističe musí být v originálním a neporušeném stavu. Zde pozor hlavně na korozi !  
 e) Dostatečné spojení ochranného vodiče se zemí a jeho celistvost. Jeho přerušení znamená vždy ohrožení bezpečnosti.



**Obr. 8.7. Ochrana samočin. odpojením od zdroje v síti TN - S**

Proto předpisy stanoví pro uvedenou ochranu následující podmínky:

- ochranný vodič se nesmí samostatně vypínat. Smí se vypnout jen společně s vodiči fázovými, např. vytažením vidlice ze zásuvky, která je nadto ještě tak přizpůsobena, aby se ochranný vodič přerušil později, než vodiče pracovní;
- ochranný vodič se nesmí jistit;
- vyskytují-li se v obvodu rozvodné sítě zvláště dobrá uzemnění, musí být připojena k ochrannému vodiči. (Poznámka: velké kovové předměty mají malý odpor proti zemi; kdyby se neprovedlo spojení, mohl by nebezpečně stoupnout potenciál středního vodiče, kdyby nějakou poruchou se takový předmět dostal do styku s fázovým vodičem);
- impedance poruchové (vypínací) smyčky  $Z$  nesmí být větší než

$$Z \leq \frac{U_f}{I_{\text{vyp}}}$$

jištění.

$U_f$  - fázové napětí (nejčastěji bývá 230 V),  
 $I_{\text{vyp}}$  - vypínací proud nejbližšího předřazeného

Uzel zdroje nebo pracovní uzemněného místa zdroje musí být uzemněn dobrým, tzv. pracovním uzemněním a zemní odpor tohoto pracovního uzemnění nemá být větší než 5 ohmů. V případech, kde jde o ztížené půdní podmínky, je možné, aby zemní odpor byl větší, tj. až do 15 ohmů, přičemž musíme přihlídnout k příslušným ČSN. Celkový zemní odpor ochranného vodiče nesmí být větší než 2 ohmy.

U pevně montovaných spotřebičů se uvedená ochrana provádí tak, že přímo na svorkovnici se propojí svorka ochranného vodiče s chráněnými neživými částmi, **je-li průřez vodičů větší nebo roven 10 mm<sup>2</sup> v instalaci mědi, nebo 16 mm<sup>2</sup> v instalaci hliníkem, je možno použít společného PE a N - pak vznikne síť TN - C.**



Znamená to, že u nepohyblivých přívodů, bez zásuvek a vidlic může být veden jediný **PEN** vodič, který má zároveň funkci ochrannou i může vést pracovní proud. Tento vodič musí mít vždy žlutozelené označení, vodiče fází jsou černé nebo hnědé. Toto uspořádání odpovídá základnímu obr. 8.6. a je v provedení nejlevnější. Takto byly zapojeny zásuvky běžné bytové a kancelářské instalace podle staré normy ČSN 341010, platící do r. 1995. Podle **nové normy ČSN 332000 platné od r. 1996** je podmínkou sloučení PE a N průřez pro Cu alespoň 10 mm<sup>2</sup> pro Al alespoň 10 mm<sup>2</sup>. Rozvody uvnitř v bytech a kancelářích takovéto silné průřezy neužívají (1,5 - 4 mm<sup>2</sup>), a proto nyní nové instalace musí mít PE a N veden odděleně sít' TN - S. To znamená, že přívod k zásuvce podle nové normy **je 3 žilovým kabelem**.

Pro laboratorní a podobný provoz je nevýhodné uspořádání sítě TN - C, se společným PE + N vodičem, která stará norma ČSN připouštěla a jehož užívání ve starých instalacích zatím pokračuje. Společný PEN vodič na kostry spotřebičů se přenáší úbytek způsobený pracovním proudem. Mezi přístroji, které jsou zapojeny do různých zásuvek, je potom mezi kostrami rozdílové napětí. I když je malé, jen stovky mV, působí rušivě zejména při elektronických pracích. Dočasným řešením je napájet celé pracoviště z jediné zásuvky pomocí prodlužovací šňůry - sít' za tímto rozbočením je již sít' TN - S, PE je separován od N a nezavléká na kostry rušivé napětí

U pohyblivých přívodů je větší nebezpečí přerušení ochranného PE vodiče ať v kabelu nebo ve spojení zásuvka/vidlice. Proto musí být ochranný vodič veden jako zvláštní žlutozelená žíla společného kabelu, opatřená samostatnými kolíky a dutinkami, které spínají při zasunutí vidlice dříve než ostatní póly. Pracovní střední vodič N je proveden samostatnou modrou žílou kabelu, fáze mají černé a hnědé žíly. Celkový odpor mezi kostrou spotřebiče na kterou je připojen ochranný vodič a dutinkou na vidlici musí být menší než 0,2 Ω (nutno kontrolovat).

### Dotykové napětí.

V obvodu chráněném samočinným odpojením od zdroje mezi vznikem poruchy a odpojení obvodu uplyne

U dotykové max [ V ]	prostory normální a nebezpečné t odpojení [ s ]	prostory zvlášť nebezpečné t odpojení [ s ]
25	-	> 5
50	> 5	0,47
75	0,6	0,30
90	0,45	0,25
110	0,36	0,18
150	0,27	0,10
220	0,17	0,035
280	0,12	0,02
350	0,08	nesmí vzniknout
500	0,04	nesmí vzniknout

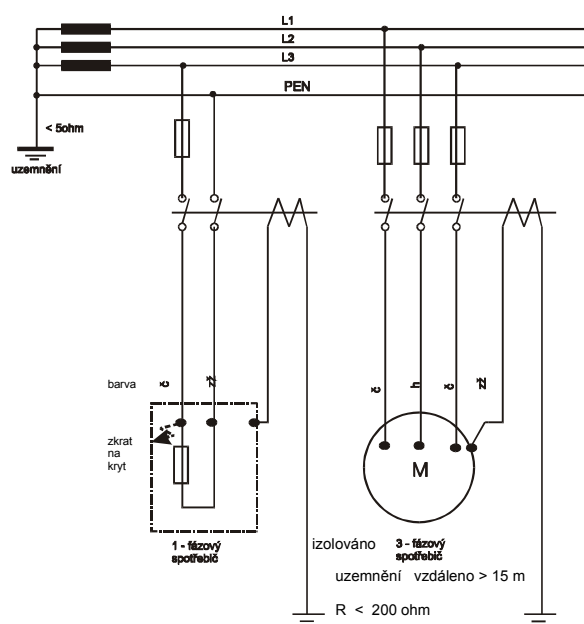
určitý čas nutný pro funkci nadproudového vypínacího prvku. Po tuto dobu je na kostře chráněného spotřebiče oproti zemi tzv. dotykové napětí. Dotykové napětí menší než povolené bezpečné napětí pro daný prostor může být na kostře i trvale (není to ale žádoucí stav a signalizuje poruchu obvodu, která se může dále nepříznivě vyvíjet). Dotykové napětí lze ze zapojení a parametrů obvodů spočítat, k jeho vypočtené maximální velikosti norma určuje doby odpojení obvodu tak aby vypínací charakteristika ležela s jistotou bezpečnostní rezervou pod mezí škodlivých fyziologických účinků viz obr. 8.1 a obr. 8.8.

**Obr. 8. 8. Tabulka doby odpojení v závislosti na předpokládaném dotykovém napětí.**

### 8.5.3.2. OCHRANA NAPĚŤOVÝM CHRÁNIČEM

Zapojení ochrany napěťovým chráničem je na **obr. 8.9**. Objeví-li se na chráněných částech napětí větší než je napětí  $U_{dot}$  na něž je nastavené relé, chránič vadnou část vypne. Chráničovým obvodem

přítom proteče proud velikosti zlomku ampéru, takže ochranný vodič není třeba dimenzovat na zkratový proud .



**Obr. 8. 9. Napěťový chránič**

předepsaných velikostí odporů zemničů pro jiné ochrany

Pomocný zemnič chrániče smí mít odpor až  $200\ \Omega$  musí však být uložen pokud možno v tzv. "ideální zemi", tj. vzdálen od jiných stromových i náhodných zemničů. Náhodných zemničů nelze k tomuto účelu použít, aby nevzniklo nebezpečí přemostění cívky chrániče. Za dostatečnou vzdálenost samostatného pomocného zemniče od jiných zemničů se považuje minimálně 15 m. Přívod k pomocnému zemniči musí být proveden izolovaným vodičem min.  $4\text{ mm}^2\text{ Cu}$ .

Chránič musí vypínat všechny vodiče (krajní i střední) přivedené k chráněnému předmětu; Ochranný vodič i svod k pomocnému zemniči musí být uložen izolovaně. Ochrana chráničem se musí před uvedením do provozu vyzkoušet a v předepsaných lhůtách kontrolovat.

Napěťový chránič se užívá u mobilních instalací a tam kde je obtížné dosáhnout

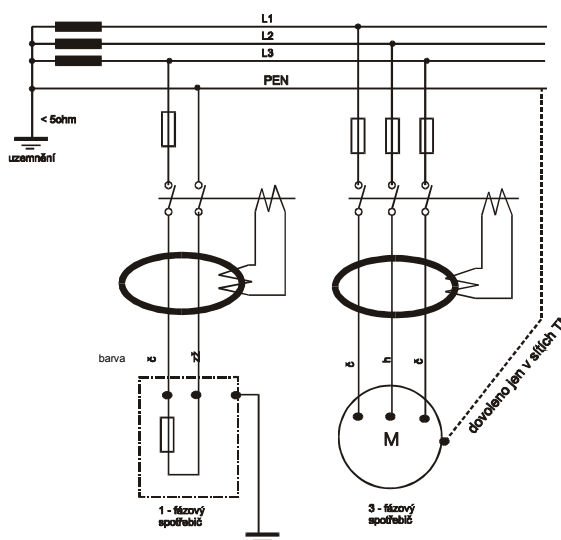
### 8.5.3.3. OCHRANA PROUDOVÝM CHRÁNIČEM

Princip jeho funkce spočívá v odpojení zařízení, přestoupí-li poruchový proud dovolenou mezní hodnotu (v zařízeních do 1000 V uvádí chránič v činnost rozdílový proud vzniklý porušením rovnováhy proudů v přívodu). Schéma zapojení je na **obr. 8. 10**.

Za normálního provozu součet proudů průvlaky v jádru nulový. V jádru transformátoru nebudí žádný magnetický tok. Prorazí-li se izolace spotřebiče, vznikne poruchový proud, který se uzavírá zemí. Rozdíl proudů, který unikne, indukuje napětí do sekundárního vinutí, které uvede do činnosti relé a vadná část se odpojí.

PEN vodič v soustavě samočinným odpojením v síti TN se za proudovým chráničem nesmí spojit s uzemněním chráněné části; chráněná část (zařízení) může však být uzemněna na PEN vodič před proudovým chráničem.

Proudový chránič, pokud pracuje spolehlivě, poskytuje velmi výhodnou a účinnou ochranu i tam kde jiné ochrany mohou selhat, např. pro přerušení vodičů. Proudový chránič lze kombinovat se všemi ostatními typy ochrany. Má-li proudovou citlivost  $I < 3,5\text{ mA}$  ( nebo



**Obr. 8. 10. Proudový chránič**

alespoň 30 mA jako doplňková ochrana ) chrání i při dotyku těla mezi živými částmi a zemí. U chráničů s citlivostí lepší než 10 mA není nutné spojení kostry s PE nebo zemí.

#### 8.5.3.4. OCHRANA ELEKTRICKÝM ODDĚLENÍM OBVODŮ.

Podstata spočívá ve vytvoření dokonale izolačně odděleného proudového obvodu pro jednotlivý spotřebič nebo pro několik spotřebičů od obvodu rozvodné soustavy. Spotřebič se chrání tím, že se napájí ze zvláštního transformátoru, přičemž nemusí být na malé napětí. Této ochrany se používá, kde všechny jiné způsoby ochrany jsou nevhodné. Předpokládáme, že se zařízení pravidelně prohlíží a zkouší.

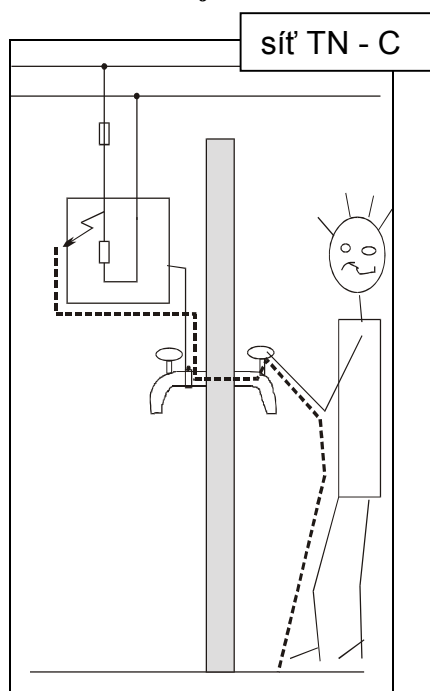
- oddělovací transformátory musí splňovat podmínky přídatné izolace, rovněž tak přívody,
- na jeden transformátor (nebo motorgenerátor) smí být připojen spotřebič nebo spotřebiče s maximálním napětím 500V. Doporučuje se, aby délka rozvodu nebyla větší než 500m.

Ochrana elektrickým oddělením obvodů je vhodná pro jednotlivé laboratorní přístroje a malá pracoviště.

#### 8.5.3.5. OCHRANA POSPOJOVÁNÍM

spočívá v tom, že se navzájem pospojují všechny neživé vodivé části zařízení a okolí. Tím se uvedou na stejný potenciál. Nelze použít jako ochranu základní, pouze jako doplňkovou k podpoře funkce ostatních ochranných. Je však významnou doplňkovou ochranou, podporující funkci ochranných ostatních.

Nezaměňujte ochranu pospojováním se zemněním. Ochrana pospojováním je charakteristická pospojením velkých vodivých předmětů, přičemž **každý elektrický předmět takto pospojený musí mít svoji vlastní ochranu** např. samočinným odpojením od zdroje.



Obr. 8.11.

Opomenutí instalace ochranného vodiče může způsobit nejtěžší úrazy el. proudem, jak je např. znázorněno na **obr. 8. 11.** kde nebyl bojler chráněn ochranou automatickým odpojením, nebyl spojen s ochranným vodičem sítě TN.

#### 8. 6. PRVNÍ POMOC PŘI ÚRAZECH ELEKTRÍNOU (Z ČSN 34 5000)

Výsledek záchrany postiženého závisí nejen na tom, jakým proudem úraz nastal, ale z velké části na způsobu záchranné techniky, zejména na včasném, správném a dostatečně dlouhém provádění záchranných prací.

Záchranný postup je tento:

### **1/ Vyprostit postiženého z dosahu proudu vypnutím proudu:**

odsunutím vodiče,  
odtažením postiženého,  
přerušením vodiče.

### **2/ Hned po úrazu je nutno zjistit, zda postižený:**

- a/ je při vědomí,
- b/ dýchá (záchránce zjišťuje dlaní přiloženou k ústům postiženého a podle barvy obličeje),
- c/ je u něho hmatný úder srdeční nebo hmatný tep na velkých cévách (krkavice, stehenní tepna),
- d/ je poraněn (krvácení, popálení, zlomeniny).

### **3/ Ošetřit postiženého:**

Je-li postižený při vědomí, uložíme ho pohodlně s uvolněným oděvem, pokud možno v teplé místnosti, podáváme mu teplý nápoj (čaj). Postižený nesmí vstát, pokud to nedovolí přivolaný lékař a nesmí být ponechán bez dohledu, neboť se může dodatečně dostavit porucha dýchání nebo srdeční činnosti.

Je-li postižený v bezvědomí, avšak dýchá a má hmatný tep a nemá známky vážnějšího zranění, musí být uložen ve vodorovné poloze na boku s hlavou co nejvíce zakloněnou a s uvolněným oděvem kolem krku, břicha a hrudníku (límeč, vázanka, šle, opasek) tak, aby dýchací cesty postiženého byly uvolněny. Postiženému se nesmí vlévat do úst žádný nápoj ani léky. Postižený musí být neustále pod dohledem a musí být sledována jeho dýchací a srdeční činnost.

Nedýchá-li postižený, nebo přestane dýchat, zavede se ihned na místě umělé dýchání. U úrazů elektřinou neznamena zastavení dechu ještě smrt a velmi často se podaří postiženého umělým dýcháním přivést k vědomí. Umělé dýchání se provádí do doby, až postižený začne sám dýchat. V opačném případě lze umělé dýchání ukončit pouze na příkaz lékaře. Dýchá-li postižený pomalu, povrchně a nepravidelně, zavede se podpůrné dýchání.

Jestliže umělé dýchání u postiženého není účinné (barva obličeje je nadále bledá, rozšířené zornice se nezúžují), ačkoliv umělé dýchání je prováděno správně a postižený nemá hmatný tep na velkých cévách (krkavice, stehenní tepna), záchránce započne s nepřímou srdeční masáží. Tuto může provádět pouze pracovník, který je vycvičen v poskytování první pomoci při úrazech elektrickým proudem.

S umělým dýcháním se započne i tehdy, jestliže postižený nedýchá a byl nalezen až delší dobu po elektrickém úrazu.

Při umělém dýchání se zásadně používají vnitřní způsoby umělého dýchání, zejména metoda „z plic do plic“. K usnadnění umělého dýchání a k odstranění estetických a hygienických nedostatků lze též použít pomůcek a křísících přístrojů. Nejsou-li tyto po ruce, provádíme umělé dýchání bez pomůcky.

### **4/ Přivolat lékaře**

### **5/ Co nejdříve uvědomit příslušného vedoucího pracoviště (dílny).**

Při úrazech elektřinou je hlavní zásadou nepřevážet postiženého, není-li popálen na větší ploše kůže a nekrváčí-li nezadržitelně z větších tepen, neopouštět postiženého ani na okamžik. Je-li však z výše uvedených důvodů nutný převoz do nemocnice, musí být postižený po celou cestu pod dohledem ošetřující osoby.

Nedýchá-li postižený nebo přestane-li dýchat při převozu, je nutno i během dopravy provádět nepřerušeno umělé dýchání. Průvodce podá lékařům v nemocnici přesné informace o způsobu, jak poranění vzniklo, o druhu proudu, o jeho velikosti a napětí i o všech průvodních okolnostech úrazu.

Každý, kdo utrpěl elektrický úraz, má být pod lékařským dohledem. I při lehkém elektrickém úrazu musí být postižený odveden k lékaři. K postiženým, kteří jsou v bezvědomí, musí být přivolán lékař.

## UMĚLÉ DÝCHÁNÍ

U postiženého, který nedýchá, musí být ihned zahájeno umělé dýchání. Záchránce se nezdržuje ošetřováním poranění jako jsou krvácení, zlomeniny, popáleniny – přiloží pouze na rány, které silně krvácejí z tepny prozatímní stlačující obvaz. Postižený má být podle možnosti během umělého dýchání v teple.

### **Metoda z plic do plic**

Záchránce rychle odstraní překážky z dutiny ústní, které by mohly bránit umělému dýchání, jako jsou hrubé nečistoty nebo uvolněná zubní protéza. Položí postiženého na záda, která popř. podloží pod lopatkami svinutou pokrývkou nebo složeným kabátem. Zakloní hlavu postiženého co nejvíce vzad, a to tak, že jednou rukou tlačí na čelo a druhou současně tlačí na dolní čelist nahoru a dozadu. Tím dosáhne, že dýchací cesty postiženého se uvolní a ústa pootevřou. Pokud ústa postiženého jsou křečovitě zařata, záchránce je násilně neotvírá; v takovém případě provádí umělé dýchání nosem postiženého.

**Hlava postiženého musí být v trvalém záklonu** po celou dobu umělého dýchání, jen tak dojde k otevření dýchacích cest !!!

Během umělého dýchání záchránce musí neustále kontrolovat, zda hrudník postiženého vykonává dýchací pohyby. Tato kontrola musí být prováděna při všech způsobech umělého dýchání, metodou z plic do plic i pomocí přístrojů. Jestliže na postiženém nejsou patrné dýchací pohyby, je to známkou ne průchodnosti dýchacích cest a záchránce musí před dalším pokračováním v umělém dýchání uvolnit dýchací cesty postiženého: obvykle stačí zvětšit záklon hlavy, popřípadě vysunout dolní čelist dopředu.

Při umělém dýchání z plic do plic bez pomůcek záchránce prsty ruky, kterou tlačí na čelo postiženého, sevře nos postiženého, zhluboka se nadechne a svými široce rozevřenými ústy obemkne pootevřená ústa postiženého a zhluboka vdechne. Jestliže ústa postiženého jsou křečovitě sevřena, záchránce vydechne do nosu; v tomto případě svými ústy obemkává nos postiženého. V některých případech (malý obličej) záchránce přitiskne své ústa současně na ústa i nos postiženého (u malých dětí).

Záchránce zpočátku hluboce vydechne do úst (nosu) postiženého asi 10 krát rychle za sebou, přibližně po 1 vteřině. Dále pokračuje rychlostí 12 až 16 krát za minutu.

Při umělém dýchání z plic do plic lze také použít některé z pomůcek. Nejsou-li však pomůcky pro umělé dýchání po ruce, záchránce musí ihned použít metody bez pomůcek.

### **Umělé dýchání z plic do plic pomocí T-tubusu:**

Záchránce zasune štít náustku mezi široce rozevřené rty postiženého co nejdále do jednoho koutku úst. Okraje náustku překryje rty postiženého a náustek zavede do středu úst. Je-li dolní čelist pokleslá, přitiskne ji již při zavádění náustku lehce k horní čelisti. Po zavedení náustku přitlačuje dlaní jedné ruky dolní čelist k horní a dvěma prsty tiskne rty pevně ke štítku náustku, aby neunikal vzduch. Špičkami těchto prstů stlačuje nosní křídla postiženého k sobě. Nedosáhne-li až k nosu, stiskne chřípí druhou rukou, kterou stlačuje hlavu postiženého do záklonu obdobně jako při přímém dýchání bez pomůcek.

Trubicí T-tubusu zachránce zasune do náustku tak, aby ohybem směřovala k němu. Je výhodné vložit tři a čtyři vrstvy mulu do spojení obou částí pomůcky. Snižuje se tak možnost přenosu infekce a současně se brání vniknutí zvratků do trubice T-tubusu.

Při umělém dýchání zachránce sedí nebo klečí vedle postiženého a vydechuje do trubice T-tubusu. Při pasivním výdechu postiženého stačí jen nepatrný záklon hlavy, aby vydechnutý vzduch nefoukal zachránce do obličeje. Při dopravě je postižený uložen v poloze na boku zády k zachránce; hlava postiženého musí být co nejvíce zakloněna a ohyb T-tubusu je otočen k zachránce.

## **8. 7. LABORATORNÍ ŘÁD**

pro laboratoře Odboru elektrotechniky na strojní fakultě ČVUT v Praze

1. Cvičení začínají podle přesně stanovených hodin a ve stanovených skupinách po 7 posluchačích, max. 10 včetně nahrazujících. Pokud nebyl posluchač přezkoušen podle §4 vyhl. 50/1978 Sb. nesmí se zúčastnit laboratorního cvičení. Případná i omluvená neúčast na cvičení musí být nahrazena s jinou skupinou neb náhradní prací dle pokynu asistenta.
2. Posluchač musí být na cvičení připraven v rozsahu skripta, návodu na síti a pokynů asistenta. Musí mít úlohu promyšlenou, připraveny schémata měření a tabulky pro zápis hodnot. Nepřipravený posluchač bude vykázan na náhradní cvičení, kam přinese rozšířenou přípravu.
3. Do laboratoře studenti vstupují na pokyn asistenta a konají tam práce a činnosti, které jim asistent přikáže. Zejména posluchači nesmějí manipulovat s ostatními zařízeními laboratoře než patří k měřené úloze. Pro případně vzdálení se posluchač musí asistenta dovolit. Cvičení končí až rozpojením vypnuté úlohy a uklizením vodičů na pokyn asistenta po jeho parafování v zápisu měření.
4. Zapojování přístrojů se koná zásadně ve vypnutém stavu. Úloha se připojuje až na svorky vypnutých zdrojů. Zařízení smí zapnout jen vyučující asistent.
5. Posluchači nastavují určenými prvky hodnoty v zadaných mezích, odečítají naměřené hodnoty, dbají na správné přepínání rozsahů. Po skončení příslušné části měření zařízení vypnou, vypnuté přepojí a znovu požádají asistenta o kontrolu a nové zapojení.
6. Posluchači nesmějí provádět jiné než předepsané manipulace, nesmí se přibližovat k živým částem více než na 20 cm.
7. Případné poškození přístrojů a zařízení posluchači ihned nahlásí asistentovi.

---

Havarijní tlačítko je umístěno v čele laboratoře na panelu. Stisknutí havarijního tlačítka vypíná všechny zdroje všechnu zdroje pro všechny laboratoře odboru elektrotechniky. Proto se smí použít jen v případě ohrožení osob nebo zařízení.

K běžnému ovládání zdrojů v laboratoři ( 3 x 400V/50Hz, 24 V<sub>ss</sub> z elektronického stabilizátoru 20A, 25V<sub>ss</sub> z motorgenerátoru a 110V ss z motorgenerátoru je použito dvoustupňového vypínání:

- a) centrálního vypínání pro každý zdroj zvlášť na čelním rozvaděči
- b) lokálního vypínání na panelu nad stole, kde jsou umístěny též jističe.

Čtyři zásuvky 230V na lokálním panelu u stolů jsou vypínány jen lokálním jističem a centrálním vypínačem na čelním rozvaděči laboratoře. Nejsou vypínány vypínačem 3 x 400V na lokálním panelu. Je v nich napětí jestliže je centrální vypínač ve stavu zapnuto.