

## 6, Obsluha a práce na elektrických zařízeních (všeobecně)

Základní bezpečnostní předpisy pro obsluhu a práci na elektrických zařízeních všech druhů a napětí a v jejich blízkosti jsou obsaženy v ČSN EN 50110-1 ed. 2 (34 3100) „Obsluha a práce na elektrických zařízeních“. Všechny konkrétní příkazy a nařízení pro obsluhu a práci na elektrických zařízeních musí být v souladu s touto normou. Komentář k této normě je obsahem Technické normalizační informace TNI343100, Pro činnost nebo pro pobyt v blízkosti elektrického zařízení laiků a osob seznámených kromě toho platí již zmiňovaná norma ČSN 33 1310.

Doplňující předpisy pro obsluhu a práci na jednotlivých částech zařízení a na zvláštních elektrických zařízeních, jakož i pro činnost nebo pobyt v jejich blízkosti, jsou obsaženy v přidružených normách. Závažné informace z této oblasti jsou náplní následující kapitoly.

### 6.1. Vymezení základních pojmů

Obsluha elektrického zařízení jsou pracovní úkony spojené s běžným provozem elektrického zařízení, při nichž se nepoužívá nástrojů a obsluhující osoby se dotýkají zásadně jen těch částí, které jsou k tomu určené. Příkladem je spínání, ovládání, regulování, čtení údajů trvale namontovaných přístrojů, synchronizování, výměna závitových a přístrojových pojistek, žárovek a dalších obdobných světelných zdrojů, prohlídka zařízení apod. Pokud je pro obsluhu stanoveno používání osobních ochranných prostředků, musí být použity.

Bezpečná obsluha. Obsluhovat elektrická zařízení smějí jen osoby s kvalifikací požadovanou pro příslušné zařízení. Tyto osoby musí být prokazatelně seznámeny s provozními bezpečnostními předpisy.

Práce na elektrickém zařízení je výstavba, montáž, údržba (do které spadá i provádění preventivních oprav), revize, čištění a odstraňování závad a poruch, úkony při zajišťování pracoviště, jakož i měření přenosnými přístroji. Pracující osoba používá nástrojů, provádí na zařízení trvalé změny a dotýká se živých částí určených k vedení proudu.

Bezpečná práce. Před zahájením práce musí být stanoven pracovní postup, vyhodnocena rizika, která jsou s touto prací spojena a stanoveno jaké osoby mohou tuto práci vykonávat a jejich počet. Pokud pracuje více osob musí být jmenován vedoucí práce. Musí být stanovena nezbytná bezpečnostní opatření.

Práce na elektrickém zařízení do 1 000 V bez napětí je práce, při níž zařízení (resp. jeho část na níž se pracuje) je odpojeno od napětí nebo práce v místě, které je odděleno od živých částí pod napětím kryty, chránicími pracující osoby před úmyslným dotykem.

Práce na elektrickém zařízení do 1 000 V v blízkosti „živých“ částí je práce, při níž zařízení není odpojeno od napětí, ale při které se pracující osoba nedotýká ani pomůckami živých částí pod napětím. Nebo je to práce v místě, které je odděleno od živých částí pod napětím kryty, chránicími pracující osobu před nahodilým dotykem.

Práce na elektrickém zařízení do 1 000 V pod napětím „(PPN) je práce, při níž se pracující osoba vědomě přímo dotýká živých částí pod napětím, třeba jen pracovními pomůckami. Je nutné rozlišovat PPN na vzdálenost, v dotyku a na potenciálu.

Práce pod napětím na vzdálenost je práce, při níž pracující osoba je mimo ochranný prostor a živých částí pod napětím se dotýká pouze pracovními pomůckami za použití ochranných prostředků.

Práce pod napětím v dotyku je práce, při níž pracující osoba vniká do ochranného prostoru a živých částí pod napětím se dotýká pracovními pomůckami za současného použití ochranných prostředků.

Práce pod napětím na potenciálu je práce, při níž pracující osoba je vodivě spojena s živými částmi pod napětím jedné fáze, na které pracuje, a za jejíž součást je považována.

Pracoviště je prostor vymezený pro práci na elektrickém zařízení nebo v blízkosti živých částí.

Vedoucí práce je osoba pověřená vedením práce s konečnou odpovědností za pracovní činnost, případně osoba samostatně pracující. Stupen jeho odpovědnosti za dodržování bezpečnostních předpisů členy pracovní skupiny závisí na způsobu provádění práce.

Osoba odpovědná za elektrické zařízení je pověřená osoba s konečnou odpovědností za stav a provoz elektrického zařízení. Pokud tato osoba provoz skutečně řídí, musí mít požadovanou elektrotechnickou kvalifikaci dle vyhlášky číslo 50/1978 Sb..

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

Práce s dohledem je práce, která se provádí podle podrobnějších pokynů. Před zahájením práce se osoba provádějící dohled přesvědčí, zda jsou provedena nutná bezpečnostní opatření a v průběhu prací občas kontroluje dodržování bezpečnostních předpisů. Poslední kontrolu provede při ukončení práce. Pracující osoby samy odpovídají za dodržování bezpečnostních předpisů.

Práce pod dozorem je práce, která se provádí podle podrobných pokynů za trvalé přítomnosti osoby, pověřené dozorem. Tato osoba je odpovědná za dodržování příslušných bezpečnostních předpisů.

Ochranné pomůcky jsou předměty, chránící pracovníka před nebezpečnými účinky elektřiny, před škodlivostí pracovního prostředí nebo před jiným ohrožením (pryžové ochranné izolační rukavice a koberce, ochranné brýle, štítky a helmy, zkratovací zařízení, ochranné pásy apod.).

Pracovní pomůcky jsou předměty potřebné k práci (zkoušečky napětí, izolované nářadí a žebříky, měřicí přístroje apod.).

Ochranný prostor je prostor obklopující živé části. Jako příklad jsou v TAB. 6.1 uvedeny minimální vzdušné vzdálenosti hranice ochranného prostoru (bezpečné vzdálenosti) od živých částí pro osoby bez elektrotechnické kvalifikace.

Příkaz „B“ je písemnou přípravou pro zajištění bezpečné práce na elektrickém zařízení nebo v jeho blízkosti („B“ značí bezpečnost). Obdobně lze definovat i příkaz „B-PPN“.

„Prokazatelně“ je způsob činnosti, kdy organizace provádějící poučení, seznámení, zaškolení apod. musí prokázat záznamem, podepsaným školitelem i školeným, že poučení, seznámení, zaškolení apod. bylo provedeno. V záznamu musí být uvedena i náplň školení. Pouhé předání předpisů či návodů (i oproti podpisu) nedostačuje.

## **6.2. Oprávnění osob (pracovníků) podle stupně elektrotechnické kvalifikace**

### **6.2.1. Obecně**

Pro stanovení elektrotechnické kvalifikace osob platí vyhláška č. 50/1978 Sb. v platném znění. Osoba odpovědná za elektrické zařízení musí stanovit (s ohledem na možná rizika), které činnosti může která osoba vykonávat.

Pro účely TNI 34 3100 je termín *pracovník* (uváděný ve vyhlášce č. 50/1978 Sb.) nahrazen termínem *osoba* (v souladu s ČSN EN 50110-1 ed. 2:2005). Rozdělení kvalifikace v rámci osoby znalé na osobu znalou a na osobu znalou s vyšší kvalifikací musí stanovit

osoba odpovědná za elektrické zařízení na základě skutečné kvalifikace a požadované nebo Vykonávané činnosti.

### 6.2.2. Oprávnění osob jednotlivých stupňů kvalifikace

Osoby bez elektrotechnické kvalifikace (laici, občané) smí samostatně obsluhovat elektrická zařízení s napětím do 1 000 V provedená tak, že při jejich obsluze nemohou přijít do styku s živými částmi pod napětím, s výjimkou bezpečného proudu a napětí. Při práci nebo při pobytu v blízkosti elektrického zařízení, se nesmí laici žádnou částí těla ani oděvem nebo předmětem, kterého při práci používají (např. nářadím), přiblížit k nekrytým živým částem pod napětím blíže, než udává tabulka TAB. 6.1 (TNI 34 3100).

TAB. 6.1. Minimální vzdušné vzdálenosti hranice ochranného prostoru od živých částí pod napětím pro osoby bez elektrotechnické kvalifikace

Jmenovité napětí (kV)		Bezpečná vzdálenost (cm)
od	do (včetně)	
	1	100
1	35	200
35	110	300
110	220	400
220	400	500

Jsou-li živé části elektrického zařízení opatřeny kryty tak, že jsou chráněny před úmyslným dotykem, mohou se osoby seznámené při obsluze nebo při práci přiblížit ke krytu až na dotyk. Smějí zapínat a vypínat jednoduchá elektrická zařízení, vyměňovat přetavené vložky závitových a přístrojových pojistek, vyměňovat žárovky a analogické světelné zdroje. Smějí vykonávat udržovací práce (čištění, mazání, běžné prohlídky bez rozebírání pomocí nástrojů apod.), ale vždy jen při vypnutém stavu elektrického zařízení. Zjistí-li při obsluze závadu na zařízení, musí elektrické zařízení ihned vypnout a závadu ohlásit, resp. přivolat odborníka s odpovídající kvalifikací. Při každé práci v blízkosti elektrického zařízení, jehož nekryté živé části jsou pod napětím, musí laik dbát, aby jeho pracoviště bylo bezpečné, aby neměl vratkou polohu. Nelze-li tomuto požadavku vyhovět, musí se nekryté živé části vypnout a zajistit, i když se při vlastní práci dodrží vzdálenosti dle TAB. 6.1.

Osoby seznámené (pracovníci seznámení - § 3) jsou osoby, které nejsou ani znalé ani poučené. Smí provádět tytéž činnosti, jako osoby bez elektrotechnické kvalifikace (laici). Zásadní právní rozdíl je dán tím, že u těchto osob (zaměstnanců) musí být seznámení provedeno prokazatelně, což je u laiků neproveditelné a proto se nevyžaduje. Smí samostatně obsluhovat elektrická zařízení s napětím do 1 000 V provedená tak, že při jejich obsluze nemohou přijít do styku s živými částmi pod napětím, s výjimkou bezpečného proudu a napětí!

Pracovat smějí na částech zařízení do 1 000 V bez napětí podle pokynů. Při práci nebo při pobytu v blízkosti elektrického zařízení, se nesmí osoby seznámené žádnou částí těla ani oděvem nebo předmětem, kterého při práci používají (např. nářadím), přiblížit k nekrytým živým částem pod napětím blíže, než udává tabulka TAB. 6.1 (TNI 34 3100). Na částech zařízení nad 1 000 V bez napětí pracovat smějí s dohledem. Na živých částech pod napětím pracovat nesmějí.

Osoby poučené pracovníci poučení - § 4) jsou osoby prokazatelně poučené osobami znalými, umožňující jim vyvarovat se nebezpečí, které elektřina může vytvořit. Mohou samostatně obsluhovat elektrická zařízení všech napětí. Pracovat smějí podle pokynů na **elektrickém zařízení do 1 000 V bez napětí. V blízkosti nekrytých živých částí pod napětím** smějí pracovat podle pracovních postupů pouze ve vzdálenosti větší než 20 cm. Na částech **pod** napětím pracovat nesmějí. Mohou však podle pracovních postupů **měřit zkoušecím** zařízením (např. informativní zkoušky elektrického nářadí) a provádět samostatně jednoduché **práce, (např. opravy drobných elektromechanických strojů). Mohou pracovat na zařízeních nad 1 000 V bez napětí s dohledem a v blízkosti částí zařízení pod napětím nad 1 000 V pod dozorem ve vzdálenosti větší, než udává TAB. 6.2,**

**TAB. 6.2 Minimální vzdálenosti od živých částí nad 1 000 V**  
Hodnoty jsou platné pro osoby poučené pouze pod dozorem

Střídavé napětí (kV)		Vzdálenost (cm) pro zařízení	
jmenovité	krajní - provozovací	vnitřní	venkovní
do 10	12	45	50
22	25	75	80
35	37	85	90
110	123	140	150
220	245	230	250
400	420	350	360

Osoby znalé (v elektrotechnice) jsou osoby s odpovídajícím vzděláním, znalostmi a zkušenostmi, umožňujícími jim vyvarovat se nebezpečí a vyhodnotit rizika, která elektřina může vytvořit. *Do této kvalifikační kategorie jsou zahrnováni pracovníci dle § 5 a § 6.*

Osoby znalé (pracovníci znalí - § 5) smějí samostatně obsluhovat **elektrická** zařízení všech napětí. Pracovat na zařízeních do 1 000 V bez napětí mohou samy, v blízkosti živých částí a pod napětím smějí pracovat **podle pracovních** postupů. Na zařízeních **nad 1 000 V bez napětí smějí pracovat samy a podle** pracovních postupů smějí **pracovat v blízkosti** živých částí s dohledem a pod napětím pod dozorem.

Osoby znalé (pracovníci znalí s vyšší kvalifikací - § 6). mají potřebné znalosti a zkušenosti se zařízením, na kterém má být prováděna požadovaná činnost smějí samostatně obsluhovat elektrická zařízení všech napětí. Pracovat na zařízeních do 1 000 V bez napětí mohou samy, v blízkosti živých částí a pod napětím smějí pracovat podle pracovních postupů. Na zařízeních nad 1 000 V bez napětí smějí pracovat samy a podle pracovních postupů smějí pracovat **v blízkosti** živých částí **s dohledem** a pod napětím pod **dozorem**.

Ani osoby znalé (pracovníci znalí a znalí s vyšší kvalifikací) nemohou vykonávat práce zakázané,, při kterých nemohou být dodrženy **podmínky bezpečnosti práce (např. práce při nevyhovujících** atmosférických podmínkách, práce ve stísněných **podmínkách, práce v prostorech s nevyhovujícím prostředím apod.).**

O tom, jaké činnosti může osoba znalá vykonávat ve smyslu požadavků ČSN EN 50110-1 ed. 2:2005 rozhodne osoba odpovědná za elektrické zařízení na základě odborné způsobilosti (kvalifikace) této osoby podle vyhlášky ČUBP č. 50/1978 Sb..

**Opravném' pro práce na elektrických zařízeních a v jejich blízkosti pro jednotlivé stupně kvalifikace osob jsou obsažena v (TAB. 6.3).**

**TAB. 6.3** Minimální potřebný stupeň kvalifikace osob pro práce na elektrických zařízeních a v jejich blízkosti.

PRACE	Napětí do 1 000 V (mn, nn)	Napětí nad 1 000 V (vn, vvn)
	SEZNÁMENA - podle pokynů POUČENÁ - podle pokynů ZNALÁ - sama SEZNÁMENA - v bezpečné vzdálenosti (TAB. 6.1) POUČENÁ - s dohledem (min. 20 cm od živých částí pod napětím) ZNALÁ - sama ZNALÁ - sama (v prostorech normálních) ZNALÁ - pod dozorem (venku, ve vlhkých a v mokřích prostorech) ZNALÁ s vyšší kvalifikací - sama	SEZNÁMENA - s dohledem POUČENÁ - s dohledem ZNALÁ - sama SEZNÁMENA - v bezpečné vzdálenosti (TAB. 6.1) POUČENÁ - pod dozorem ZNALÁ - s dohledem ZNALÁ s vyšší kvalifikací - s dohledem <u>Vždy dle pracovních postupů!</u> ZNALÁ - pod dozorem ZNALÁ s vyšší kvalifikací ~ pod dozorem
Bez napětí		
V blízkosti živých částí		
Pod napětím		

Studenti vysokých škol elektrotechnických se po dobu studia a jen ve školních laboratořích podle původní ČSN mohou posuzovat takto:

**studenti 1. a 2. ročníku při splnění požadavku § 4 vyhlášky Číslo 50/1978 Sb. na úrovni pracovníka poučeného,**

**studenti 3. a vyšších ročníků, pokud složili zkoušku ze znalostí**

**ČSN EN 50110-1 ed.2 (34 3100), na úrovni pracovníka znalého,**

**diplomanti, po splnění požadavku znalosti výše uvedených norem, na úrovni pracovníka znalí s vyšší kvalifikací.**

Konkrétní aplikace tohoto ustanovení je obsahem Příkazu děkana FELČVUT číslo 4/2003 „O přiznávám odborné způsobilosti v elektrotechnice studentům nově nabíhajícího strukturovaného studia, doktorandům a studentským odborným silám na FEL ČVUT“, platné pouze po dobu studia a jen pro činnost v laboratořích fakulty, v souladu s požadavky vyhlášky ČUBP Číslo 50/1978 Sb. a ČSN EN 50110-1 ed.2 (34 3100).

### 6.3. Pracovní postupy

#### 6.3.1. Všeobecně

Před zahájením práce musí být stanoven pracovní postup. Osoba odpovědná za elektrické zařízení nebo vedoucí práce s tímto pracovním postupem seznámí osoby vykonávající práci před jejím zahájením. Povolení k provádění práce může dát pouze osoba odpovědná za elektrické zařízení. V dalším jsou uvedeny zásady tří možných předepsaných pracovních postupů, a to pro:

- práce bez napětí,
- práce v blízkosti živých částí,
- práce pod napětím.



### 6.3.2. Práce bez napětí

#### 6.3.2.1. Zajištění pracoviště

Elektrické zařízení na kterém se má pracovat musí být po celou dobu práce bez napětí a bezpečné. To vyžaduje zajištění pracoviště postupným splněním 5 základních požadavků:

- úplné odpojení od napětí ze všech stran možného napájení,
- zabezpečení proti opětovnému zapnutí nepovolanou osobou. Vypnutý stav musí být řádně zajištěn (uzamčení apod.). Pro spolehlivé zabezpečení vypnutého stavu a odpojení elektrického zařízení do 1 000 V, jištěného tavnými pojistkami, se musí pojistkové vložky a hlavice po vyjmutí bezpečně uschovat v místech, odkud se zařízení vypíná a zapíná, se vyvěsí bezpečnostní tabulka, na příklad „NEZAPÍNEJ - NA ZAŘÍZENÍ SE PRACUJE!",
- ověření beznapěťového stavu. Trvale zabudované (interní) systémy, signalizující beznapěťový stav zařízení, jsou jen pomocnými prostředky a z jejich údajů se nesmí usuzovat, že zařízení je skutečně bez napětí. Spolehlivým a bezpečným způsobem proto musí být ověřeno (například vhodnou externí zkoušečkou), že elektrické zařízení, na němž se má pracovat, je na všech pólech, fázích a přívodech bez napětí. Je zakázáno přibližovat se při tom k živým částem na menší než bezpečnou vzdálenost a dotýkat se odpojených živých částí dříve, než bude provedeno jejich zajištění,
- uzemnění a zkratování se musí použít u všech elektrických zařízení nad 1 000 V. Po ověření beznapěťového stavu se odpojené zařízení zajistí pomocí zkratovací soupravy. Zkratovací souprava se nejprve spojí se zemí a potom se připojí na všechny vodiče elektrického zařízení. Zkratování a uzemnění se musí provést ze všech možných stran napájení. Alespoň jedna ze zkratovacích souprav však má být přímo na pracovišti v dohledu pracujících osob nebo vedoucího práce. Ze zařízení do 1 000 V se takto vždy zajišťuje pouze venkovní vedení a to i v případě, že beznapěťový stav je zajištěn jiným způsobem,
- provedení ochranných opatření proti živým částem, které se nacházejí v blízkosti je nezbytné. Zabezpečené pracoviště se označí a případně ohradí. Pracující osoby musí být seznámeny s trvale volnou únikovou cestou. Nedostatečné vymezení pracoviště bývá nejčastější příčinou úrazů elektrinou.

#### 6.3.2.2. Povolení k zahájení práce

Povolení k zahájení práce musí dát vedoucí práce všem osobám zúčastněným na práci, po provedení výše uvedených pěti opatření. Zakazuje se vydávat povolení k zahájení prací na předem domluvený čas a udávat dobu, kdy bude elektrické zařízení odpojeno

Po zajištění pracoviště zkontroluje osoba určená k zajištění pracoviště spolu s vedoucím práce, zda byla učiněna všechna bezpečnostní opatření na pracovišti a teprve potom povolí pracovní skupině vstup na pracoviště. Tuto kontrolu provede vedoucí práce i v tom případě, že pracoviště zajišťoval sám. O nástupu na pracoviště musí informovat osobu odpovědnou za elektrické zařízení.

Po provedení této kontroly přesvědčí osoba zajišťující pracoviště pracovní skupinu o beznapěťovém stavu přímým dotykem (nejlépe holou rukou) na zajištěnou neizolovanou živou část elektrického zařízení.

### 6.3.2.3. Dozor při práci

Od chvíle, kdy je povolen pracovní skupině vstup na pracoviště, přebírá vedoucí práce, nebo jiná osoba s odpovídající kvalifikací a pověřená dozorem, po celou dobu práce dozor nad dodržováním bezpečnostních předpisů. Konkrétně nad bezpečností všech pracujících osob, nad správným postupem jejich práce a nad používáním předepsaných pracovních a ochranných pomůcek.

Pracující osoby smějí vykonávat pouze činnosti nařízené jim vedoucím práce. Pokud pracující osoba obdrží příkaz, který odporuje bezpečnostním normám, předpisům nebo směrnicím, nesmí jej vykonat a to ani pod nátlakem.

Vedoucí práce může sám pracovat pouze v těch případech, kdy při tom může spolehlivě a trvale zajišťovat dozor nad všemi členy pracovní skupiny.

Musí-li se osoba vykonávající dozor vzdálit z pracoviště a nemá-li zástupce s potřebnou kvalifikací, je povinna práci zastavit a pracovní skupinu odvolat z pracoviště.

#### **Přerušování práce prováděné pod dozorem**

Při přerušování práce (oběd, bouřka apod.) musí opustit společně celá pracovní skupina pracoviště. Po dobu přestávky žádná z osob nesmí v nepřítomnosti vedoucího práce vstoupit na pracoviště.

Všechna bezpečnostní opatření zajišťující pracoviště (bezpečnostní tabulky, zábrany, zkratování apod.) musí zůstat na místě. Před opětovným zahájením práce musí osoba pověřená dozorem toto zajištění zkontrolovat.

### 6.3.2.4. Opětovné uvedení zařízení do provozu

Potřebné zkoušky elektrického záněnu, na kterém se pracovalo, se musí provést na ještě zajištěném zařízení. Odstraněna smí být pouze ta zajištění, která by provedení zkoušky znemožňovala.

Po ukončení práce a zkoušek musí pracovní skupina uvést zařízení na kterém pracovala do provozuschopného stavu, uklidit materiál a nářadí. Po následné kontrole pracoviště a odchodu všech členů pracovní skupiny je již možné začít odstraňovat zajištění pracoviště. POZOR, po odstranění zkratovacích souprav se již považují i vypnuté části za elektrické záněnu pod napětím.

Příkaz k zapnutí (uvedení zařízení pod napětí) smí dát osoba odpovědná za elektrické zařízení teprve tehdy, obdrží-li od osoby, která zajišťovala pracoviště zprávu, že byla provedena veškerá opatření nutná k uvedení záněnu pod napětí, že o zamýšleném zapnutí byli vyrozuměni všichni zúčastnění, takže nehrozí žádné nebezpečí osobám nebo věcem a že je zajištěna bezpečnost chodu zařízení.

Pracovala-li na elektrickém záněnu osoba, která je oprávněná vydat souhlas k provádění prací sama, zapíná zařízení pod napětí jako vedoucí práce sama.

V žádném případě se nedovoluje zapínání dohodnuté na čas, na dálku, smluvenými znameními apod.

### 6.3.3. Práce v blízkosti živých částí

Za práci na elektrickém záněnu v blízkosti živých částí pod napětím se považuje práce, při níž záněnu není odpojeno od napětí, avšak při které se pracující osoba ani předměty nedotýká živých částí pod napětím. Musí však dbát, aby se Částmi těla, oděvem, nebo vodivými předměty, se kterými je ve styku, nepřibližovala k nekrytým živým částem pod napětím na kratší než bezpečnou vzdálenost, danou ochranným prostorem v závislosti na jmenovitém napětí elektrického zařízení.

Je zakázáno **pracovat v blízkosti živých částí pod napětím (pokud nejsou opatřeny kryty), které jsou po obou stranách nebo za zády pracující osoby, nebo pod ní, nebo pracuje-li tato osoba v ohnuté poloze a po napřímění by se nebezpečně přiblížila k živým částem pod napětím nad sebou.**

#### 6.3.4. Práce pod napětím

**Práce pod napětím (PPN) jsou členěny na běžné PPN a vybrané PPN.** Vybrané PPN jsou práce prováděné stanovenými pracovními postupy a metodami a mohou být vykonávány **jen** osobami k těmto pracím **vyškoleným**.

Za běžné PPN se považují měření přenosnými přístroji, zkoušení včetně ověření napěťového stavu, **zajištění a odjištění** pracoviště, **výměna výkonových pojistek nad 1 000 V**, práce na **nekrytých živých částech zařízení do 1 000 V** apod..

Za vybrané PPN se považují:

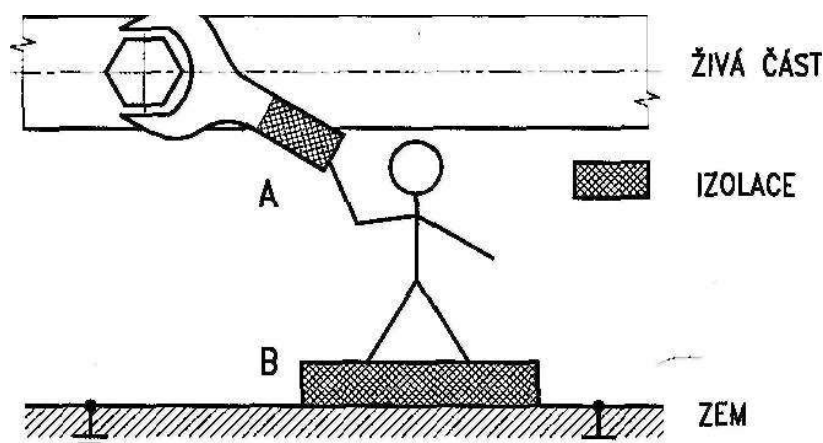
- práce na vzdálenost,**
- **práce v dotyku,**
- **práce na potenciálu,**
- **kombinace výše uvedených metod.**

Pracovní metody pro práce pod napětím mohou být prováděny jen na základě předem stanovených pracovních postupů, odsouhlasených osobou odpovědnou za elektrické zařízení. **Na vybrané PPN se vydává písemný příkaz „B-PPN“.**

Za práce **pod napětím se považují práce, při nichž se pracovník dotýká přímo živých částí pod napětím**, třeba jen pracovními pomůckami, nebo pracuje-li přímo na potenciálu **živých částí**.

Za práce pod napětím se však rovněž považují i práce v takové blízkosti od živých částí pod napětím, **že při nich nejsou dodrženy minimální předepsané bezpečné vzdálenosti, nebo když práce probíhá na živých částech sice vypnutých, ale nezajištěných proti uvedení pod napětí.**

**Práce pod napětím (PPN) jsou stále častější vzhledem k jejich výhodnosti jak z provozních tak i z ekonomických důvodů. Podmínka zamezit průtoku elektrického proudu tělem pracující osoby pomocí vhodné izolace, je splnitelná dvojím způsobem (obr. 6.1).**



**Obr. 6.1** Alternativy umožňující práci pod napětím:  
(A) izolace je mezi pracující osobou a živou částí pod napětím  
(B) izolace je mezi pracující osobou a zemí



Nezbytná izolace může být umístěna:

- mezi pracující osobou a živou částí pod napětím - jedná se o práce v dotyku nebo na **vzdálenost při užití** ochranných nebo pracovních **pomůcek**, **pracující** osoba přitom **může být na potenciálu země** (alternativa A) nebo mezi pracující osobou a zemí - jedná se o práce přímo na potenciálu živé části pod **napětím s nutností zabránit kontaktu s neživými částmi na potenciálu země** (alternativa B).

Práce na elektrických zařízeních pod napětím se dovoluje jen tehdy, jsou-li zařízení **přehledná a části, na nichž se má pracovat, jsou přístupné**. Při práci musí být dodržena všechna bezpečnostní opatření, použity předepsané ochranné a pracovní pomůcky a práce **musí být prováděna podle schváleného pracovního postupu**.

Práce pod napětím jsou zakázány v prostorách těsných, horkých, s korozní agresivitou, dále venku za deště, bouřky, mlhy, tmy, vichřice a sněžení a dále všude tam, kde nelze dodržet ustanovení příslušných bezpečnostních předpisů. Zákaz se netýká trakčních vedení městské hromadné dopravy do 1 000 V. V prostorách s nebezpečím požáru nebo výbuchu lze pracovat pod napětím jen pokud to příslušné normy dovolují.

#### 6.4. Příkaz „B“, („B-PPN“)

##### 6.4.1. Všeobecně

V ČSN EN 50110-1 ed. 2:2005 je stanoven požadavek, že pro složité pracovní činnosti musí být provedena písemná příprava. Rozsah a vyhotovení písemné informace na provedení složité pracovní činnosti nebo zajištění pracoviště stanovuje osoba odpovědná za elektrické zařízení.

Příkaz „3“ nebo „B-PPN“, který byl používán pro tyto práce podle dříve platné ČSN 34 3100 lze považovat za písemnou přípravu při složité pracovní činnosti pro práce na elektrickém zařízení bez napětí, v blízkosti živých částí nebo pod napětím. Jako písemná příprava má příkaz splňovat níže uvedené podmínky a požadavky.

Příkaz „B“ nenahrazuje pracovní postup, který má být stanoven osobou odpovědnou za elektrické zařízení nebo vedoucím práce.

##### 6.4.2. Podmínky a požadavky pro příkaz „B“, resp. příkaz „B-PPBF“

###### 6.4.2.1. Příkaz „B“ se vydává:

- na zajištění a odjištění pracoviště pro práce bez napětí na zařízeních nad 1 000 V, pro práce na elektrických zařízeních nad 1 000 V na částech **poá napětím** nebo **v blízkosti živých částí**,  
pro práce na elektrických zařízeních (vedeních) do 1 000 V jen v případech, kdy může vzniknout **nebezpečí od blízkého elektrického** zařízení se jmenovitým napětím nad 1 000 V. Jde o případy, kdy zařízení do 1 000 V je umístěno ve společných prostorech se **zařízením nad 1 000 V a na křížovatkách nebo při souběhu vodičů venkovních** vedení do 1 000 V a nad 1 000 V,
- pro práce na vypnutých a jinak nezajištěných zařízeních.

###### 6.4.2.2. Od vydání příkazu „B“ je možno upustit v těchto případech:

- je-li nebezpečí z prodlení při poruchách v mimořádném provozním stavu,
- v případě ohrožení života nebo nebezpečí vzniku velkých škod,

**pro práce na elektrických zařízeních ve výstavbě, která ještě nebyla připojena na napětí a nenalézají se v blízkosti zařízení pod napětím,**

- **pro práce na elektrických zařízeních, které se často opakují. Pro tyto práce musí být vydány přesné místní pracovní a bezpečnostní předpisy, ze kterých musí být zřejmé, že nahrazují příkaz , 3 " - Znalost těchto předpisů se kontroluje opakovanými zkouškami alespoň jedenkrát za tři roky.**

#### **6.4.2.3. Pověření k vydání příkazu „B”**

Příkaz „B” vydává a podepisuje osoba pověřená osobou odpovědnou za elektrické zařízení.

#### **6.4.2.4. Osoby na které může být vystaven příkaz „B”**

Příkaz , 3 " se vystavuje na:

vedoucího práce nebo osobu provádějící zajištění nebo odjištění pracoviště,  
vedoucího práce pro činnost na zajištěném pracovišti,

- **osobu provádějící dozor na elektrickém zařízení nebo v blízkosti zařízení pod napětím.**

Jestliže by osoba, která je oprávněná vydávat příkaz ,3", musela pracovat na elektrickém zařízení sama, je povinna si příkaz „B” vypsát na sebe před zahájením práce.

#### **6.4.2.5. Příkaz „B” má obsahovat následující údaje:**

**číslo příkazu,**

- **jméno a podpis osoby, které je příkaz určen,**  
místo, druh a dobu práce a počet členů pracovní skupiny,  
**jméno a podpis osoby příkaz vydávající,**
- **jména a podpisy osob, které provedou zajištění pracoviště,**  
způsob zajištění pracoviště,  
označení nejbližšího místa, kde se nacházejí živé části,  
vlastnoruční podpisy **všech členů pracovní skupiny potvrzující provedení poučení,**  
další potřebné údaje pro zajištění bezpečné práce na elektrickém zařízení.

**Příkaz „B” se vystavuje ve dvou vyhotoveních (originál a kopie). V příkazu „B” je zakázáno jakékoliv vymazávání, opravování, přepisování a škrtnání (s výjimkou volby z několika alternativ v předtištěném textu).**

**Příkaz „B” se vydává jen pro jedno pracoviště a jednu pracovní skupinu a platí až 24 hodin. U dlouhotrvajících prací s trvalým odpojením a zajištěním zařízení může být platnost příkazu „B” prodloužena nejdéle na dobu 14 dnů. Platnost příkazu „B” začíná jeho převzetím osobou, která zajišťuje pracoviště a končí jeho písemným uzavřením.**

#### **6.4.2.6. Předání příkazu „B”**

Příkaz „B” může být předán osobně, poslem, **sdělen telefonicky nebo radiofonicky. Posel musí být osoba spolehlivá. Při telefonickém nebo radiofonickém předávání musí být správnost textu vzájemně ověřena a zaznamenána sjudáním dne a hodiny. Má-li příjemce pochybnosti o správnosti příkazu, musí si ihned vyžádat vysvětlení.**

#### **6.4.2.7. Uzavření příkazu „B”**

**Uzavření příkazu „B” provede vedoucí práce po ukončení práce a kontrole pracoviště. Zařízení v provozuschopném stavu předá osobě, která zajišťovala pracoviště nebo je pověřena odjištěním pracoviště, která zajistí uvedení zařízení pod napětí. Zajišťoval-li pracoviště**

vedoucí práce sám, provede po ukončení práce kontrolu pracoviště a zajistí uvedení zařízení do provozu.

#### **6.4.2.8. Příkaz „B-PPN“ má navíc obsahovat následující údaje:**

- označení tiskopisu červenými pruhy,**
- **červený nápis „POZOR, PRÁCE POD NAPĚTÍM“,**  
**údaje o organizaci a zabezpečení zvláštního režimu provozu (ZRP) elektrického zařízení při PPN,**
- **údaje o atmosférických podmínkách,**  
**vlastnoruční podpisy všech zúčastněných pracovníků o provedené instruktáži a**  
**o okamžité fyzické a psychické dispozici k provedení PPN,**  
**další bezpečnostní opatření.**

Před zahájením vybraných prací pod napětím na elektrickém zařízení, jehož jmenovité napětí je nad 1 000 V, se ustanovuje v potřebném rozsahu a na dobu nezbytně nutnou „zvláštní režim provozu“ (ZRP). Ustanovení ZRP zajišťuje osoba odpovědná za provoz elektrického zařízení. ZRP může zrušit osoba odpovědná za elektrické zařízení na základě hlášení o ukončení práce, podaného vedoucím práce.

ZRP zahrnuje nezbytná přechodná technická i personální opatření a zajištění spojení mezi pracovištěm PPN a příslušným řídicím pracovištěm. Mezi nezbytná opatření může patřit zákaz opětovného zapnutí zařízení (vedení), u kterého došlo k výpadku a jsou na něm prováděny PPN, nebo vyřazení automatik opětovného zapínání a záskoků, přechodné obsazení rozvodu bez trvalé obsluhy a podobně.

#### **6.4.2.9. Uzavření příkazu („B-PPN“)**

Ukončení práce oznámí vedoucí práce pracovníkovi, který pracoviště zajišťoval a předá mu současně i uzavřený příkaz „B“. Následuje odstranění zkratovacích souprav.

Provádí-li po ukončení práce odstraňování zkratovacích souprav vedoucí práce sám, uzavře vedoucí práce příkaz „B“ až po jejich odstranění.

Při ukončení PPN uzavře vedoucí práce příkaz „B-PPN“ až po odstranění všech ochranných a pracovních pomůcek umístěných na elektrickém zařízení a po soustředění všech pracovníků na určitém místě. Po uzavření příkazu „B-PPN“ oznámí ukončení práce příslušnému řídicímu stanovišti.

Zprávu o ukončení práce i o odstranění zkratovacích souprav předá vedoucí práce spolu s uzavřeným příkazem „B“ příslušnému řídicímu stanovišti.

## 7. Obsluha a práce na vybraných elektrických zařízeních

Všeobecné zásady jsou obsaženy v normě ČSN EN 50110-1 ed, 2 (34 3100) „Obsluha a práce na elektrických zařízeních“ (dřívější norma ČSN 34 3100).

### 7.1. Bezpečná obsluha a práce na elektrických strojích

Jako příklad lze uvést normy „Obsluha elektrických strojů točivých“ (ČSN 34 3205) a „Provoz a obsluha přístrojových transformátorů“ (ČSN 34 3278).

Rotující generátor nebo synchronní kompenzátor (i nenabuzený) se zásadně považuje za stroji pod napětím, a to včetně příslušných elektrických obvodů. Pro práce na strojích se jmenovitým napětím nad 1 000 V musí být vystaven příkaz „B“-

Pro zajištění pracoviště je nutné:

- odpojit rotační elektrický stroj od přípojnic vypínačem (a odpojovačem), vypnout jističe, tavné pojistky apod., odpojit regulační a měřicí obvody a úplně zastavit stroj,
- po úplném zastavení stroje ověřit vypnutí všech obvodů, kterými by mohlo dojít k napájení zajišťovaného pracoviště zpětnými proudy z jiného obvodu a po přezkoušení beznapěťového stavu přiložit zkratovací soupravy na všechny vývody (včetně případného cizího buzení),
- v případě propojení uzlů vinutí více strojů odpojit uzel zajišťovaného stroje, u transformátoru vždy odpojit a zajistit všechny hlavní i pomocné vývody a odpojit uzel vinutí transformátoru od uzemnění,
- u přístrojových transformátorů se řídit ustanoveními ČSN 34 3278.

### 7.2. Bezpečná obsluha a práce na elektrických přístrojích

#### 7.2.1. Spínače

Spínače se používají pro zapínání a vypínání elektrických obvodů. Jejich konstrukce a funkce musí odpovídat požadovaným hodnotám napětí, proudů, vypínacích výkonů a způsobu montáže. S funkcí a s účelem spínačů musí být seznámeni všichni pracovníci, kteří příslušná elektrická zařízení obsluhují.

Tam, kde se z bezpečnostních důvodů vyžaduje možnost vypnutí daného elektrického zařízení, nebo jeho částí, musí se na vhodném místě umístit spínač, označený bezpečnostní tabulkou „VYPNI V NEBEZPEČÍ!“.

U důležitých zařízení, jejichž nevhodným vypnutím by došlo k ohrožení osob nebo k věcným škodám, musí být ještě zvláštní upozornění, kdy je dovoleno zařízení vypnout.

#### 7.2.2. Pojistky

Přetavené vložky pojistek se vyměňují v elektrickém obvodu bez zatížení a pokud možno také bez napětí. Vyměněné pojistkové vložky musí mít tytéž parametry, jako vložky původní.

Je-li nutné vyměňovat pojistkové vložky pod napětím, použije se izolační držadlo nebo kleště a vhodné ochranné pomůcky (pryžové rukavice apod.). Jsou-li pojistky se jmenovitým napětím do 1 000 V provedeny tak, aby bylo možné pojistkové vložky vyměňovat bez nebezpečí pod napětím, není nutné uvedených pomůcek používat.

Výměnu pojistkových vložek pod napětím je možné provádět jen do jmenovitého napětí **6 000 V**. **Pojistkové vložky pro jmenovité napětí vyšší než 1 000 V smí vyměňovat** pouze pracovník znalý s vyšší kvalifikací, pojistky nožové do 1 000 V pracovník alespoň znalý.

Obecně se přetavené pojistkové vložky neopravují – smí se pouze vyměňovat.

Opravovat **přetavené pojistkové vložky pro pojistky se závitem E27 a E33 a pro zařízení do 1 000 V o jmenovitých proudech od 6 do 60 A včetně**, mohou dle ustanovení této normy **opravovat výjimečně některé organizace a to pouze pro svoji vlastní potřebu**. Dále musí být splněna řada přesně definovaných podmínek. V žádném případě se však nesmí opravené pojistkové vložky používat v hlavních rozváděcích, v domácnostech, pro jištění instalací umístěných na hořlavých podkladech, v zemědělství atd..

### 7.2.3. Kondenzátory

Při jakékoliv manipulaci s kondenzátory (při práci, montáži, dopravě apod.) musí být svorky kondenzátorů spojeny nakrátko a to nejen před manipulací, ale i při ní, neboť zbytkový náboj bývá nebezpečný.

Vybití kondenzátorů před započítím prací na nich lze provést dvojím způsobem:

- kondenzátor se **odpojí od sítě** současně s motorem nebo s transformátorem a **vybíjí se v tomto případě přes vinutí elektromotoru nebo transformátoru, nebo**
- kondenzátor se odpojí od sítě vlastním vypínačem a zbytkový náboj se vybije přes **vybíjecí zařízení kondenzátoru**. Mezi kondenzátorem a vybíjecím zařízením nesmí být pojistky.

Pak se u kondenzátorů se jmenovitým napětím do 1 000 V izolovaným vodičem a u kondenzátorů se jmenovitým napětím přes 1 000 V zkratovací soupravou zkontroluje, zda je kondenzátor bez náboje. Teprve potom se smí spojit svorky kondenzátoru nakrátko. U kondenzátorů se jmenovitým napětím přes 1 000 V je třeba uzemnit a zkratovat všechny fáze.

### 7.2.4. Rozváděče

Skříňové rozváděče se jmenovitým napětím do 1 000 V musí být zajištěny tak, aby osoby bez elektrotechnické kvalifikace nemohly přijít do styku se živými částmi pod napětím. Kryty a dveře rozváděčů, chránící před svévolným dotykem živých částí, se mohou dát sejmut nebo otevřít pouze pomocí nástrojů. Rozváděče bez krytí mohou být umístěny pouze v elektrických provozovnách, zabezpečených proti vstupu nepovolaných osob.

## 7.3. Bezpečná obsluha a práce v elektrických provozovnách

Elektrické provozovny (EP) jsou oddělené, převážně uzamykatelné prostory, určené k výrobě, přeměně, rozvodu nebo akumulaci elektrické energie. Vstup do elektrických provozoven smí být povolen jen ustanoveným nebo oprávněným pracovníkům za účelem obsluhy nebo práce na příslušném elektrickém zařízení. Elektrické provozovny musí být zabezpečené proti vstupu nepovolaných osob. Vstup do elektrické provozovny je povolen jednotlivcům nebo jen malým skupinkám v doprovodu odpovědného pracovníka provozovatele.

### 7.3.1. Technické vybavení elektrických provozoven

Prostory elektrických provozoven, a zvláště vchody a východy, musí být vždy dostatečně volné. V elektrické provozovně se nemají ukládat předměty, které se v nich přímo

neužívají. Lehce hořlavé látky a hořlavé předměty, nutné k obsluze a k práci, musí být uloženy tak daleko **od živých částí, aby nehrozilo nebezpečí požáru.**

**Vstupní dveře do elektrické provozovny musí být otevíratelné ven.** U větších EP se mají dveře otevírat zvenku pouze klíčem a zevnitř klikou. Klíče od EP smí dostat pouze pracovníci ustanovení k obsluze nebo ke kontrole **zařízení.**

**VEP, u nichž je** možnost napájení dalším přívodem **z jiného zdroje, musí být na vhodných místech** umístěny bezpečnostní tabulky „POZOR ZPĚTNÝ PROUD!“.

V EP je vhodné používat izolační gumový koberec (před rozváděči apod.). V EP se **stálou** obsluhou musí být zajištěno **nouzové osvětlení.**

**V EP se jmenovitým napětím nad 1 000 V musí být k dispozici místní bezpečnostní a pracovní předpisy, pokyny pro první pomoc při úrazu elektrickým proudem a spojení na tísňová volání.** V rozsáhlejších EP musí být **vyvěšeno jednopólové schéma celého elektrického zařízení.**

### 7.3.2. Obsluha a práce v elektrických provozovnách

Vstupovat **do částí elektrických provozoven, u kterých není dostatečná ochrana před nahodilým dotykem živých částí pod napětím, smí** osamocený pracovník jen za účelem prohlídky nebo obsluhy částí bez napětí.

**Obsluhu v EP se jmenovitým napětím nad 1 000 V může vykonávat jeden pracovník alespoň znalý, v jednoduchých EP alespoň poučený.**

### 7.3.3. Akumulátorovny

Místnost akumulátorovny musí být oddělená od ostatních provozních místností a uzavřená. Musí být náležitě temperována a větrána, chráněna proti vnikání prachu, nečistot, **zvířat a škodlivých plynů.**

Na dveřích akumulátorovny musí být umístěna kombinovaná bezpečnostní tabulka „**AKUMULÁTOROVNA - ZÁKAZ KOUŘENÍ A VSTUPU S OTEVŘENÝM OHNĚM - NEKUŘ, NEJEZ ANI NEPD V TOMTO PROSTORU!**“.

Pracovat na akumulátorech do jmenovitého napětí 300 V proti zemi je dovoleno, avšak musí být splněny uvedené podmínky:

- po dobu prací nesmí být žádný z akumulátorů nabíjen,
- pracovník je povinen užívat předepsané ochranné pomůcky - gumovou obuv a zástěru a musí stát na izolační podložce,
- při práci musí pracovník používat ochranné brýle nebo štítek a pokrývku hlavy a nesmí pracovat v oděvu bez rukávů nebo s ohrnutými rukávy a kovové pracovní nástroje musí být spolehlivě opatřeny izolovanými rukojeťmi.

## 7.4. Bezpečná obsluha a práce v elektrických zkušebních zařízeních

Obecné bezpečnostní požadavky na obsluhu a práci v elektrických zkušebních zařízeních, spolu se souborem ustanovení pro zřizování a provozování různých zkušebních zařízení, jsou obsaženy v normě ČSN EN 50191:2001 (33 1345).

### 7.4.1. Vymezení základních pojmů a podmínek

Elektrické zkušební zařízení (dále jen zkušební zařízení) je soubor všech zkušebních prostředků **a přístrojů spojených** pro zkušební účely, pomocí **něhož se provádějí elektrické zkoušky na zkoušených předmětech.**



Zkušební zařízení může být navrženo a zřízeno nebo instalováno jako:

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

Zkušebna je stálý obestavěný zkušební prostor, nebo zkušební prostor ohraničený od okolí trvalým a pevným ohrazením. Zkušebna může být rozdělena na dílčí zkušební pracoviště, ve kterých se provádějí na sobě nezávislé zkoušky.

Zkušební pracoviště je příslušným způsobem označené zkušební zařízení ve stanoveném prostoru. Rozlišují se zkušební pracoviště s automatickou ochranou před nebezpečným dotykem a na zkušební pracoviště bez této ochrany.

Zkušební pracoviště s automatickou ochranou před nebezpečným dotykem je zkušební pracoviště, v němž zkoušený předmět a všechny živé části zkušebního přístroje mají ve stavu pod napětím automaticky aktivovanou ochranu před nebezpečným dotykem.

Zkušební pracoviště bez automatické ochrany před nebezpečným dotykem je zkušební pracoviště, v němž části zkoušeného předmětu nebo živé části zkušebního zařízení nejsou během zkoušení zcela chráněny před nebezpečným dotykem.

Pokusné pracoviště (laboratoř) je zkušebním zařízením pro provádění pokusů nebo zkoušek v rámci výzkumných a vývojových prací.

Nebezpečná zóna je vytvořena v okolí živých částí. Její hranice nemá být překročena, není-li zajištěna úplná ochrana před přímým dotykem těchto částí. Velikost nebezpečné zóny závisí na výši zkušebního napětí. U napětí do 1 000 V tvoří hranici nebezpečné zóny povrch živé části. Dotyk s touto živou částí může způsobit úraz elektrickým proudem.

Nebezpečnou oblast tvoří okolí zkušební sestavy, které je odděleno od okolního prostoru.

Signální svítidla musí být zřetelně viditelná z vnější strany hranice nebezpečné oblasti a jejichž signály červené nebo zelené barvy označují stav provozu uvnitř nebezpečné oblasti.

Stavy provozu zkušebních prostor mohou být čtyři - „Mimo provoz“, „Připraven k provozu“, „Připraven k zapnutí“ a „V provozu“.

„Mimo provoz“ je zkušební zařízení, jestliže jsou všechny napájecí přívody (včetně signálních a ovládacích proudových obvodů) vypnuty a zajištěny proti neoprávněnému zapnutí s výjimkou obvodů běžné elektrické sítě (světla, zásuvky) a dále jsou učiněna všechna bezpečnostní opatření, které je nutné provést před vstupem do nebezpečné oblasti.

„V provozu“ je zkušební zařízení, nebo jeho dílčí oblasti, jestliže jsou uzavřeny všechny vstupy do nebezpečné oblasti, jsou zapnuta červená signální svítidla a je zapnut jeden nebo více napájecích přívodů zkušebního napětí.

Zařízení pro nouzové vypínání je povinnou součástí zkušebního zařízení. Musí odpojovat přívody veškeré elektrické energie, která by mohla vyvolat nebezpečí. Do nouzového vypínání nesmí být zahrnuty provozní prostředky, jejichž vypnutím by mohlo vzniknout další nebezpečí (osvětlení, chlazení, mazání apod.). Ruční ovládací zařízení pro nouzové vypínání se musí umístit na dobře viditelných místech.

Bezpečnostní zařízení proti neoprávněnému a nahodilému zapnutí zajišťuje zkušební zařízení proti neoprávněnému a nahodilému zapnutí zkušebních obvodů. Ruční ovládací zařízení musí být zřetelně a jednoznačně přiřazena k příslušným zkušebním obvodům.

#### 7.4.2. Zřizování a provozování zkušebních zařízení

Zkušební zařízení a nebezpečné oblasti musí být jasně a viditelně označeny **bezpečnostními tabulkami**. Při napětí do 1 000 V tabulkou „**POZOR, NAPĚTÍ ŽIVOTU NEBEZPEČNÉ**“, při napětí nad 1000 V tabulkou „**VYSOKÉ NAPĚTÍ, ŽIVOTU NEBEZPEČNÉ**“.

Je-H po vypnutí zkušebních obvodů pravděpodobnost nebezpečí zbytkových napětí, musí být zajištěny vhodné přístroje nebo zařízení pro bezpečné vybití energie.

Zkušebna musí být vybavena účinnými protipožárními prostředky. Hasicí přístroje se volí podle charakteru **hořlavých látek**.

Zkušební pracoviště se musí zřídit tak, aby se zkoušející mohl při své práci volně pohybovat. Plocha pro volný pohyb zkoušejícího závisí na druhu zkoušky a na používaném napětí. **Musí činit alespoň 1,5 m<sup>2</sup> a na žádném místě nesmí být užší než 1 m. Vstupy musí být opatřeny bezpečnostní tabulkou „NEVSTUPOJ NA ZKUŠEBNÍ PRACOVIŠTĚ“.**

Dveře **pro nouzový východ** musí být možné **otevřít z vnitřní strany** nebezpečné oblasti. Opatření, která jsou vyžadována ve zkušebnách pro zabránění neoprávněného vstupu, nesmí zabráňovat odchodu osob.

Zkušební zařízení smějí být provozována jen za dozoru a vedení osoby znalé. Tento **požadavek neplatí pro obsluhu zkušebního zařízení s automatickou ochranou před** nebezpečným dotykem, kde postačující kvalifikace je osoba poučená.

Pro provádění **údržby zkušebního zařízení smějí být** zaměstnávány pouze osoby znalé.

#### 7.5. Provozování školních laboratoří

Mimo všeobecně platné bezpečnostní předpisy pro obsluhu a práci ve zkušebních zařízeních je nezbytné respektovat v laboratořích Elektrotechnické fakulty ČVUT v Praze i řadu dalších **ustanovení, převzatých z dříve platné normy ČSN 34 3105 a zakotvených v řadě** dokumentů FEL ČVUT. V současné době platí ČSN EN 50191 (33 1345) a TNI 33 1345.

Souhrn pak tvoří **základní závazná pravidla pro provoz laboratoří na FEL ČVUT**.

Pro zajištění bezpečnosti studentů při výuce v laboratoři musí být ustanoven odborný dozor tak, aby na jednoho odborného učitele (asistenta) připadalo **nejvýše 10 studentů**. Není-li možné při některých složitějších nebo obtížnějších laboratorních pracích zajistit bezpečnost **těchto** studentů, stanoví **vedení fakulty** (katedry) odpovídající nižší maximální počet studentů v laboratorní skupině.

**Toto ustanovení neplatí pro** studenty magisterského **strukturovaného studia po zadání diplomové práce (diplomanty), kteří se při práci ve školních laboratořích považují za osoby znalé s vyšší kvalifikací pro samostatnou činnost (§ 6). Proto tyto studenti mohou** ve školních laboratořích pracovat pod dohledem sami při dodržování ustanovení normy ČSN EN 50110 1 ed. 2 (34 3100) „Obsluha a práce na elektrických zařízeních“.

**Před zahájením** **vvukv** v laboratoři **přezkouší učitel (asistenty vypínací zařízení, kterým lze přímo z laboratoře odepnout v případě nebezpečí všechna elektrická zkušební zařízení v laboratoři od napětí. Ovladače bezpečnostního zařízení („vypínací tlačítka“) musí být výrazně označena bezpečnostní tabulkou „VYPNI V NEBEZPEČÍ“ a musí k nim být vždy volný přístup.**

Učitel (**asistent**) dozírá, **aby studenti používali vhodných ochranných pomůcek. Je** povinen dbát, aby tyto pomůcky, jakož i hasební prostředky byly v bezvadném stavu.

V laboratořích se používá bezpečnostních tabulek v souladu s normou ČSN ISO 3864 (01 8010) „Bezpečnostní barvy a **bezpečnostní značky**".

Před vstupem do laboratoře musí studenti získat požadovaný stupeň odborné kvalifikace pro práce v elektrotechnice (pro prostory laboratoří FEL.ČVUT) a být prokazatelně seznámeni s místními bezpečnostními a provozními předpisy (Laboratorním řádem), platnými pro danou laboratoř. **Učitel (asistent) nejdůležitější** předpisy stručně zopakuje v laboratoři před **zahájením výuky**.

Učitel (asistent) musí úspěšným složením zkoušky periodicky prokázat znalost bezpečnostních předpisů v rozsahu dosaženého stupně odborné kvalifikace dle vyhlášky číslo 50/1978 Sb..

## 8. Ochrana před úrazem elektrickým proudem

### 8.1. Všeobecně

U každého nového technického záznamu a nového druhu energie je vždy nutné řešit kromě otázek funkčnosti i otázky bezpečnosti. Jedná se obvykle o zajištění bezpečnosti nejen obsluhy zařízení a jeho uživatelů, ale i nezúčastněných osob a zvířat, která se nacházejí v blízkosti elektrického zařízení a mohly by být jeho činností rovněž ohroženy. Rovněž je třeba, aby zařízení neohrožovalo jiné materiální hodnoty. U elektrických zařízení je nutné řešit především otázku ochrany osob a zvířat před úrazem elektrickým proudem.

Ochrana před úrazem elektrickým proudem představuje souhrn opatření, kterými se zajišťuje bezpečnost při zacházení s elektrickým zařízením a při užívání elektrické energie.

Tato opatření jsou v souladu s předchozími kapitolami dvojího druhu:

technická, jimiž se podstatně snižuje riziko úrazu tím, že zařízení je z hlediska ochrany před úrazem elektrickým proudem provedeno odpovídajícím způsobem a

- pracovní, jimiž se snižuje riziko úrazu tím, že pracovníci, kteří elektrická zařízení obsluhují nebo na nich pracují, dodržují příslušná pravidla bezpečnosti práce.

Z výše uvedených možností se zásadně dává přednost opatřením technickým. Pouze v případě, že není možné technická opatření realizovat, nebo když by splnění těchto požadavků vyžadovalo značné náklady, je možné přistoupit k opatřením pracovním, a to pouze za předpokladu kvalifikované obsluhy. Elektrotechnické výrobky běžně užívané laiky musí být technicky beze zbytku vyřešeny tak, aby byla zajištěna bezpečnost uživatele. U zařízení určených pro kvalifikovanou obsluhu jsou obvykle technická opatření kombinována s opatřeními pracovními, spočívajícími v dodržování správných pracovních postupů.

#### Základní pojmy a principy

V ČSN EN 61140 ed. 2 (33 0500) je uveden rozsáhlý souhrn souvisejících definic, z nichž některé již byly uvedeny v kapitole 5.

Rizika a příčiny úrazů v elektrotechnice již byly vysvětleny v kapitole 2. K úrazu elektrickým proudem může dojít, jestliže lidské tělo je umístěno jako předmět s určitými elektrickými vlastnostmi mezi dvěma místy s různými potenciály (viz obr. 8.1). Rozdíl potenciálů (napětí) vyvolá podle Ohmová zákona proud, který prochází lidským tělem. Velikost tohoto proudu (a tímto proudem vzniklého nebezpečí) závisí na celé řadě okolností. V obou případech, a to jak při zajišťování technických, tak i při provádění pracovních opatření na ochranu před úrazem elektrickým proudem, je cíl stejný. Je totiž nezbytné bud' omezit velikost napětí, kterého se člověk může dotknout (které může člověk překlenout) nebo je třeba zabránit dotyku s částí pod napětím (tj. s částí s jiným potenciálem, než na kterém člověk stojí).

### 8.2. Technická opatření k řešení ochrany před úrazem elektrickým proudem

Z poznatků o účincích proudů a napětí na lidský organismus a v souladu s platnou normou ČSN 33 2000-4-41:2000 vyplývají základní principy řešení ochrany před úrazem elektrickým proudem (viz TAB. 8.1).

V **tabulce** jsou **shrnuty** 3 skupiny **ochran před** nebezpečným dotykem:

- , ochrany před nebezpečným dotykem Živých i neživých částí,  
ochrany před nebezpečným dotykem živých částí a  
ochrany před nebezpečným dotykem neživých částí.

Pokud je napětí na živých částech spolehlivě a trvale tak malé, že nehrozí nebezpečí, aby dotyk s nimi vyvolal v lidském těle proud překračující dohodnutou mez bezpečného proudu, není nutné provádět žádná opatření pro ochranu před úrazem elektrickým proudem. Je však třeba zajistit, aby uvedená mez bezpečného proudu nemohla být překročena. Tato opatření představují 1. skupinu ochran před nebezpečným dotykem, tj. **ochrany před nebezpečným dotykem živých i neživých částí**.

Pokud však hrozí nebezpečí, že bude při dotyku s živými částmi překročena dohodnutá mez bezpečného proudu, je třeba provést další opatření pro ochranu před úrazem elektrickým proudem. Z obr. 8.1 je zřejmé, že postačí zabránit možnosti uzavření obvodu elektrického proudu, procházejícího lidským tělem.

Základní a nejužívanější metodou je zabránit nebezpečnému dotyku živých částí.

Uzavření obvodu proudu procházejícího lidským tělem je možné zabránit i na jiném místě než přímo u živé části. Pokud je např. nezbytné pracovat na živých částech pod napětím a přitom se těchto částí dotýkat, musí se přerušit vodivé spojení mezi lidským tělem a zemí. Pracovník pak musí být izolován od země, jak je zřejmé z obr.6.1. Tato opatření představují 2. skupinu ochran před nebezpečným dotykem, konkrétně **ochrany před nebezpečným dotykem živých částí**.

Zkušenosti ukazují, že v některých případech mohou opatření k zamezení vodivého dotyku s nebezpečnými živými částmi selhat působením různých vlivů. Tato selhání se nejčastěji projeví tím, že se napětí z živé části přenesou na část neživou. Aby ani toto dotykové napětí nemohlo ohrozit bezpečnost osob (případně hospodářských zvířat), je nezbytné provést další odpovídající opatření.

Dle třídy ochrany daného elektrického zařízení se tato opatření dělí do dvou okruhů. U *zařízení třídy* ochrany I se omezuje doba trvání dotykového napětí na neživých částech samočinným odpojením. U zařízení třídy ochrany II se omezuje velikost dotykového proudu při dotyku s krytem. Tato opatření představují 3. skupinu ochran před nebezpečným dotykem, tj. **ochrany před nebezpečným dotykem neživých částí**.

Přehled skupin ochran před nebezpečným dotykem a principů jejich působení je obsažen v TAB. 8.1.

Jednotlivým skupinám a druhům ochran před nebezpečným dotykem jsou postupně věnovány následující kapitoly.

#### Připravované změny terminologie ochrany před úrazem elektrickým proudem.

Norma ČSN 33 2000-4-41:2000 „Ochrana před úrazem elektrickým proudem“ bude v dohledné době revidována tak, aby se dostala do souladu se základní bezpečnostní publikací ČSN EN 61140 ed. 2:2003.

Určité druhy ochrany bude možné po revizi normy používat pouze v instalaci, která je pod dohledem nebo pod dozorem znalé nebo poučené osoby. Jsou to ochrany nevodivým okolím, neuzemněným místním pospojováním a elektrickým oddělením pro napájení více než jednoho zařízení.

Změny terminologie jsou zachyceny v TAB. 8.2 a jsou vyznačeny **tučně**. Pro úplnost jsou uvedeny i termíny, ve kterých ke změnám nedojde.

TAB. 8.1 Přehled skupin ochran před nebezpečným dotykem

Skupina	Ochrana před nebezpečným dotykem	Princip
1	ŽIVÝCH I NEŽIVÝCH ČÁSTÍ	Malé bezpečné napětí na živých částech nemůže při dotyku s nimi vyvolat v lidském těle nebezpečný proud-tř. ochr. III
2	ŽIVÝCH ČÁSTÍ	Omezení (přerušení) dotykového proudu při dotyku s živými částmi
3	NEŽIVÝCH ČÁSTÍ	Omezení dotykového proudu při dotyku s krytem-tř. ochr. II Omezení trvání dotykového napětí na neživých částech samočinným odpojením-tř. ochr. I

TAB. 8.2 Návrh změny terminologie ochran před úrazem elektrickým proudem

Terminologie v platné ČSN 33 2000-4-41:2000	Návrh terminologie pro revidovanou ČSN 33 2000-4-41
<b>Ochrana před nebezpečným dotykem živých a neživých částí:</b>	<i>Tento souhrnný termín již návrh neuvádí.</i>
- ochrana malým bezpečným napětím (SELV a PELV)	Ochrana malým bezpečným napětím (SELV a PELV)
Ochrana před nebezpečným dotykem živých částí	<b>Základní ochrana (ochrana před přímým dotykem)</b>
Ochrana před nebezpečným dotykem neživých částí	Ochrana při poruše (ochrana před nepřímým dotykem)
- ochrana samočinným odpojením od zdroje,	- ochrana samočinným (automatickým) odpojením od zdroje
- ochrana použitím zařízení třídy ochrany II nebo s rovnocennou izolací	- ochrana dvojitou nebo zesílenou izolací
<i>Tento souhrnný termín pro následující ochrany není dosud zaveden</i>	<b>Doplňkové ochrany:</b>
- doplňková ochrana proudovým chráničem	- doplňková ochrana proudovým chráničem
- doplňující pospojování	- doplňková ochrana doplňujícím pospojováním
<i>Tento obecný termín pro následující ochranu není dosud zaveden</i>	<b>Prostředek zvýšené ochrany (zajišťuje jak ochranu základní, tak ochranu při poruše)</b>
- zesílená izolace	- zesílená izolace



### 8.3. Pracovní opatření k řešení ochrany před úrazem elektrickým proudem

Pracovní opatření se uplatňují především v elektrických provozovnách nebo při pracích na elektrickém zařízení, které je nutné v nezbytných případech provádět pod napětím. Zde se v některých případech nemůže nevyžadovat úplné zajištění ochranou před nebezpečným dotykem živých částí. Předpokládá se, že kvalifikovaná obsluha bude respektovat **nebezpečí**, které je spojené s obsluhou elektrického zařízení a s prací na elektrickém zařízení. Kvalifikovaná obsluha též bude dodržovat předepsané postupy práce a obsluhy a při této své činnosti bude zachovávat nezbytnou opatrnost. Nezbytná je především znalost toho, které části zařízení jsou živými částmi pod napětím a dále na kterých neživých nebo cizích vodivých částech se může v případě poruchy objevit nebezpečné dotykové napětí.

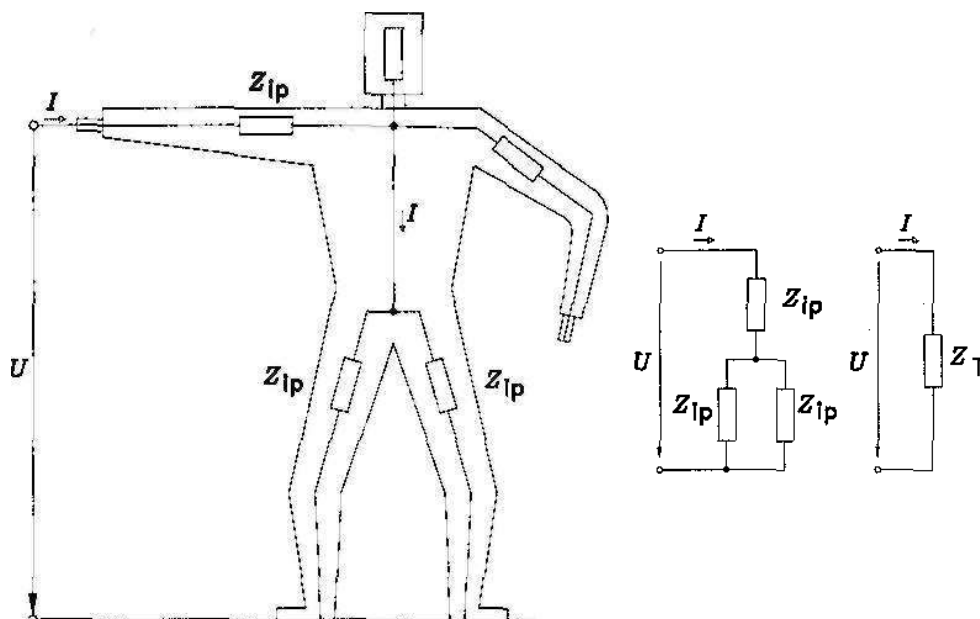
K úrazu elektrickým proudem může dojít selháním techniky (je-li ochrana před úrazem elektrickým proudem zajišťována technickými opatřeními), nebo selháním člověka (je-li ochrana před úrazem elektrickým proudem zajišťována opatřeními pracovními). Současný trend v zajišťování bezpečnosti práce spočívá v omezování vlivu lidského činitele a v posilování technických opatření. Je tomu tak i v těch případech, kde se dosud práce spojené s určitým nebezpečím vykonávaly pouze při uplatňování předepsaných pracovních postupů a nezbytné opatrnosti. U elektrických zařízení je životně důležité vyhnout se za všech okolností dotyku částí pod napětím a u zařízení vysokého napětí i jenom přiblížení se k těmto částem. Musí se zabránit dotyku nebo přiblížení se k částem pod napětím nejen rukou ale i jakoukoliv částí oděvu, náradí nebo součásti, která nemá dostatečné izolační vlastnosti. K zabránění nebezpečnému dotyku částí pod napětím nebo přiblížení se k nim je nutné využít každého technického zařízení, které může nebezpečí přiblížení se k těmto částem zabránit nebo na ně alespoň upozornit.

### 8.4. Podklady pro řešení ochrany před úrazem elektrickým proudem

Řešení ochrany před úrazem elektrickým proudem závisí na řadě okolností. Především je to prostředí. Na něm závisí zejména velikost dovoleného dotykového napětí, a to jak z hlediska dotyku živých, tak i neživých částí. Kromě toho je třeba na základě znalosti prostředí volit i způsob ochrany (velikost použitého napětí, způsob napájení atd., jak bude ještě uvedeno). Zvláštní opatření je třeba uplatnit též v případech, kdy je neživá část, na které se při poruše může vyskytovat napětí, určena k tomu, aby během provozu elektrického zařízení byla držena v ruce. V těchto případech je nebezpečí úrazu zvýšeno tím, že vlivem svalové křeče nemůže být sevření části s napětím uvolněno a nebezpečný dotyk přerušen. Pro tyto případy se předepisuje zvláštní uspořádání.

#### 8.4.1. Zásady provedení ochrany

Pro lepší pochopení praktické aplikace rizik, uvedených v kapitole 2, je na obr. 8.1 nakresleno zařazení náhradní impedance lidského těla do elektrického obvodu. Proud, který tělem prochází, je podle Ohmová zákona dán podílem napětí, kterého se člověk dotýká (dotykového napětí) a impedance lidského těla.



Obr. 8.1 Lidské tělo (zjednodušené náhradní schéma vnitřní impedance lidského těla, kde  $Z_{ip}$  je dílčí vnitřní impedance jedné končetiny) jako elektrický předmět zařazený mezi dvěma místy s různými potenciály

Uspořádání, kdy je jako předmět s určitými elektrickými vlastnostmi zařazeno mezi dvě místa s různými potenciály pouze lidské tělo, se vyskytuje jenom výjimečně. Bývá to pouze v případech dobré vodivosti místa, na kterém člověk stojí. Člověk se dotýká přímo živých částí pod napětím, spojených s jedním pólem zdroje a druhý pól zdroje je přímo spojen s místem, na kterém stojí.

#### 8.4.2. Stanovení maximální velikosti trvalého dotykového napětí

Maximální velikost trvalého dotykového napětí, kterého se může člověk bez jakýchkoliv následků dotýkat, lze stanovit výpočtem.

Mezní hodnota ustáleného trvalého proudu, který sice člověk pociťuje, ale který ještě nepřináší žádné nebezpečí úrazu, je 3,5 mA. V obr. 2.3 (z nejnižší křivky) se získá hodnota impedance lidského těla při malém napětí (do 25 V). Ta je pro 5 % nejcitlivějších lidí přibližně rovna 1 700  $\Omega$ . (To znamená, že jen u 5% lidí je impedance těla nižší než 1 700  $\Omega$ ). Vynásobením těchto hodnot zjistíme, že maximální déletrvající napětí, kterému může být člověk vystaven, je pouhých 6. V.

Při získávání této hodnoty napětí jsme uvažovali trajektorii proudu ruka-noha nebo ruka-ruka. Při jiné trajektorii proudu bychom mohli obdržet trochu jiné hodnoty. I když je vypočtená hodnota napětí do značné míry pouze ilustrativní, můžeme se s ní setkat i v některých požadavcích předpisových norem.

#### 8.4.3. Omezení velikosti a doby průtoku proudu, procházejícího lidským tělem

Z předchozího výkladu vyplývají základní možnosti omezení velikosti a doby průtoku proudu, procházejícího lidským tělem:

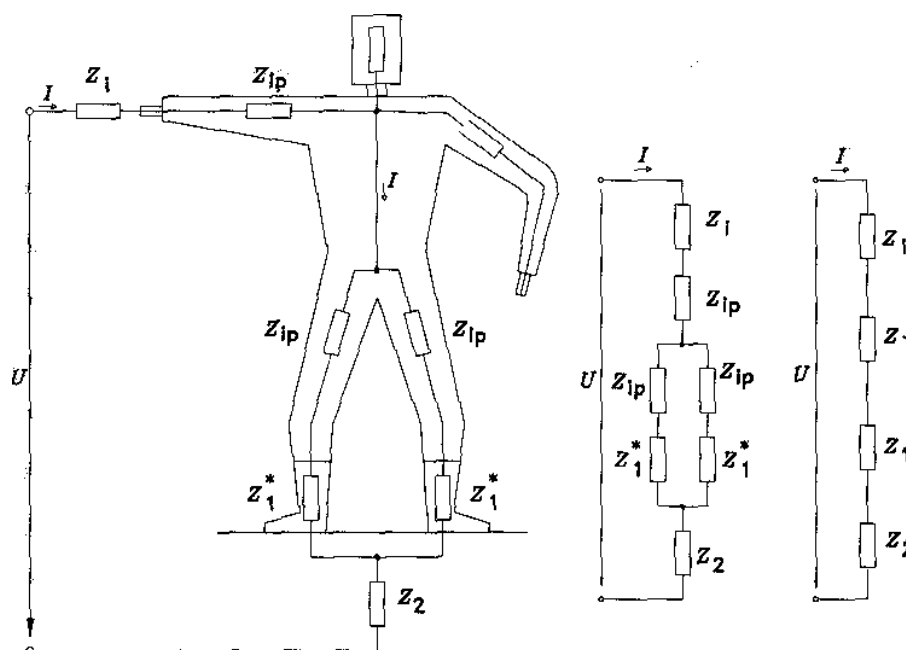
celková impedance obvodu se zvětší zařazením dostatečně velké dodatečné impedance (izolující překážky) (dle obr. 6.1),

- snížením napětí na živých i neživých částech se protékající proud omezí pod bezpečnou mez,

omezí se doba průtoku proudu lidským tělem na bezpečnou hodnotu. V praxi se proto omezuje doba, po kterou se může dotykové napětí v případě poruchy izolace živých částí vyskytovat na neživých částech,

Běžně se všechny uvedené možnosti, tj. omezení výše dotykového napětí, velikosti protékajícího proudu i doby jeho působení, uplatňují současně. Jejich užití je zřejmé z obr. 8.2. Na obrázku vidíme, že ve skutečnosti není impedance lidského těla  $Z_i$  jedinou impedancí, která je zařazena do obvodu (podle obr. 8.1). Dalšími impedancemi jsou impedance izolace živé části elektrického předmětu  $Z_i$ , kterého se člověk dotýká, impedance izolace obuvi  $Z_1$  a impedance izolace místa, na kterém člověk stojí  $Z_2$ .

Z této představy vycházejí základní požadavky technických norem na ochranu před úrazem elektrickým proudem.



Obr. 8.2 Lidské tělo jako elektrický předmět zařazený mezi dvěma místy s různými potenciály spolu s izolacemi, kde je:

**Legenda:**  $Z_i$  - impedance izolace živé části elektrického předmětu,  
 $Z_1$  - impedance izolace obuvi,  
 $Z_2$  - impedance izolace místa, na kterém člověk stojí

#### 8.4.4. Izolace živých Částí

Impedance izolace živé části elektrického předmětu  $Z_i$  se uplatňuje při normálním . provozu elektrického zařízení, jako ochrana před dotykem živých částí. Při normálním j provozu elektrického zařízení nesmí být za žádných okolností citelné jakékoliv účinky proudu na člověka.

Z toho vyplývá, že za normálního provozu (a to i při napětí přechodně zvýšeném různými provozními stavy i přepět'ovými jevy) nesmí lidským tělem procházet proud, který

by se blížil prahu reakce. Tato hodnota střídavého proudu je podle kapitoly 2 rovna 0,5 mA. **Uvažujeme-li napětí na živé části (i přechodně zvýšené) 500 V, musí být impedance izolace  $Z_i$  (získaná jako podíl napětí 500 V a proudu, který musí být menší než 0,5 mA) větší než  $1\text{ M}\Omega$ .**

Izolační odpor, který je pro elektrická zařízení v praxi předepisován (i když správnější by bylo předepisovat izolační impedanci), dosahuje v souladu s touto úvahou řádově hodnot megaohmů.

#### 8.4.5. Omezení výše napětí a doby jeho trvání

Při předchozí úvaze o přibližné minimální hodnotě impedance izolace  $Z_i$  jsme neuvažovali impedance lidského těla  $Z_r$ , izolace obuvi  $Z_1$  a izolace místa, na kterém člověk stojí  $Z_2$ . Tyto impedance jsou totiž oproti impedanci izolace  $Z_i$  obvykle o několik řádů menší a nejsou běžně určeny k omezování proudu. (Výjimkou je užití izolačních koberec v elektrických provozovnách, nebo izolačního stanoviště pro práce pod napětím.)

Tyto impedance ( $Z_r$ ,  $Z_1$ ,  $Z_2$ ) se uplatňují ve dvou případech.

Selže-li izolace živých částí (ztratí svojí izolační funkci a její impedance  $Z_i$  klesne na nulu), uplatní se tyto impedance tím, že zmenší při poruše velikost dotykového proudu.

V případě ochrany před nebezpečným dotykem živých i neživých částí se s impedancí  $Z_i$  nepočítá vůbec, neboť výše napětí je omezená (do 25 V, do 12 V nebo do 6 V) a živých částí je možné se přímo dotýkat.

Mezi impedancí izolace  $Z_i$  na straně jedné a impedancemi lidského těla  $Z_r$ , izolace obuvi  $Z_1$  a izolace místa, na kterém člověk stojí  $Z_2$  na straně druhé je zásadní rozdíl.

Impedance izolace  $Z_i$  uplatňovaná u ochrany před dotykem živých částí musí být tak velká, aby proud, který může procházet lidským tělem při dotyku elektrického zařízení v normálním provozu byl při pracovním napětí na živých částech tak malý, aby byl omezen pod práh reakce.

Naopak u ochrany před nebezpečným dotykem živých i neživých částí musí být napětí na živých i neživých částech při dotyku tak malé, aby proud procházející lidským tělem, tj. zároveň v sérii řazenými impedancemi lidského těla  $Z_r$ , izolace obuvi  $Z_1$  a izolace místa na kterém člověk stojí  $Z_2$ , nepřesáhl bezpečnou mez.

Obdobně jako u ochrany před nebezpečným dotykem živých i neživých částí musí být omezeno napětí, musí být u ochrany před nebezpečným dotykem neživých částí omezena doba výskytu napětí na neživých částech při poruše izolace živých částí (uvažuje se při  $Z_i = 0$ ). Průtok proudu, procházejícího při dotyku neživé části lidským tělem (a tím i uvedenými impedancemi), nesmí trvat déle než bezpečnou dobu.

#### 8.4.6. Vypínací křivka L

Proudová vypínací křivka L (na obr. 2.4) je závislostí velikosti proudu protékajícího lidským tělem a doby trvání průtoku tohoto proudu.

Z uvedené závislosti můžeme uplatněním hodnoty impedance lidského těla a dalších impedancí, které omezují proud protékajícího lidským tělem získat novou (napět'ovou) křivku L (obr. 8.3). Tato nová vypínací křivka L již vyjadřuje vztah mezi velikostí dotykového napětí a dobou, za jak dlouho musí být toto napětí odpojeno, aby při dotyku s ním nemohlo dojít k úrazu elektrickým proudem.

Na základě znalosti hodnot impedancí lidského těla  $Z_r$ , izolace obuvi  $Z_1$  a izolace místa na kterém člověk stojí  $Z_2$  a hodnot bezpečného proudu a bezpečné doby, po kterou může tento proud lidským tělem procházet se stanoví:

- **bezpečné napětí**, kterého se člověk může delší dobu dotýkat nebo bezpečná doba, po kterou se vyšší než bezpečné napětí může na neživých částech vyskytovat.

Hodnoty impedancí  $Z_T$ ,  $Z_1$  a  $Z_2$  závisejí na prostředí, ve kterém se elektrické zařízení nachází. V podstatě se uvažují tak velké, jak to obvykle danému prostředí odpovídá.

Stanovení závislosti bezpečné doby průchodu proudů lidským tělem na velikosti proudu (křivka L) pro prostory normální.

V normálních prostorech, pro které se stanoví běžné požadavky na ochranu před úrazem elektrickým proudem, se uvažují normální podmínky užívání elektrického zařízení:

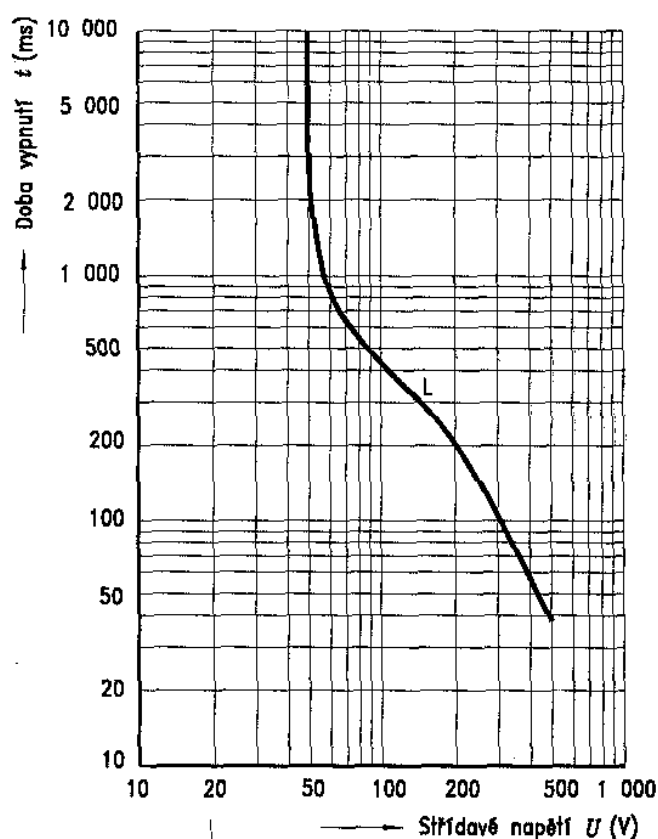
suché nebo vlhké místo,

suchá kůže,

podlaha a obuv představující značný elektrický odpor.

Za těchto podmínek se předpokládá velikost impedance lidského těla  $Z_T = 0,5 \cdot Z_5\%$ . Údaj  $Z_5\%$  představuje impedanci ruka-noha nebo ruka-ruka pro 5 % nejcitlivějších lidí podle obr. 2.3. Tato impedance lidského těla závisí na velikosti napětí a součinitelem 0,5 respektujeme současný dotyk obou rukou a obou nohou.

Součet velikostí impedancí izolace obuvi  $Z_1$  a izolace místa na kterém člověk stojí  $Z_2$  je  $Z_1 + Z_2 = 1000 \Omega$ .



Obr. 8.3 Napět'ová křivka L - Závislost velikosti maximálního dovoleného dotykového napětí na době jeho trvání (pro prostory normální)

Jestliže hodnoty jednotlivých zvolených dotykových napětí vydělíme příslušnými hodnotami součtu impedancí  $Z_T$ ,  $Z_1$  a  $Z_2$ , dostaneme podle Ohmová zákona velikosti proudů, procházejících lidským tělem při těchto napětích. Jednotlivé body, příslušející těmto napětím a odpovídajícím dobám odpojení, vynesené do grafu vyjadřují závislost výše napětí a maximální doby odpojení. Jejich propojením získáme křivku L závislosti doby odpojení na velikosti napětí, která je znázorněna na obr. 8.3.

Tato křivka je obdobou proudové křivky L na obr. 2.4, tj. závislosti bezpečné doby průchodu proudu lidským tělem na velikosti proudu (pro prostory normální).

Podobnou křivku bychom získali např. pro prostory nebezpečné při uplatnění velikosti impedancí  $Z_1 + Z_2 = 200 \text{ [Ohm]}$ .

Z takto odvozených údajů vycházejí návrhy ochrany před nebezpečným dotykem živých i neživých částí i ochrany před nebezpečným dotykem neživých částí samočinným odpojením od zdroje.

Získané hodnoty mezi trvalých bezpečných malých napětí živých částí již byly v souhrnu uvedeny v TAB. 5.3 a dovolené meze trvalého dotykového napětí na neživých částech jsou obsaženy v TAB. 5.4. V TAB. 5.5 je přehled požadovaných dob odpojení v závislosti na velikosti předpokládaného dotykového napětí.



## 9, Ochrana před nebezpečným dotykem živých i neživých částí

### 9.1, Všeobecně

V některých konkrétních případech je vhodné umožnit i přímý dotyk živých částí pod napětím. Užití malého bezpečného napětí nebo zdroje omezeného proudu výrazně zjednodušuje ochranu před dotykem živých částí oproti případům, kdy napětí a proudy dosahují vyšších než bezpečných hodnot.

Přehled používaných ochranných opatření před nebezpečným dotykem živých i neživých částí (skupina 1) je zřejmý z TAB. 9.1.

TAB. 9.1 / Přehled ochranných opatření před nebezpečným dotykem živých i neživých částí

Skupina	Ochrany před nebezpečným dotykem	Druhy ochranných opatření
1	<b>ŽIVÝCH I NEŽIVÝCH ČÁSTÍ</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- malým bezpečným napětím (třída ochrany <b>III</b>)<ul style="list-style-type: none"><li>- obvody SELV</li><li>- obvody PEL V</li></ul></li><li>- omezením ustáleného dotykového proudu</li><li>- omezením náboje</li></ul>

### 9.2. Ochrana malým bezpečným napětím

Aby ani při přímém dotyku nemohlo dojít k ohrožení úrazem elektrickým proudem, je nutné zajistit splnění řady nezbytných podmínek. Tyto podmínky vyplývají z napěťové křivky L, znázorněné na obr. 8.3. Podle této napěťové křivky L se může člověk prakticky po neomezenou dobu dotýkat živých částí pod napětím do 50 V.

Podle odstavce „Stanovení maximální velikosti trvalého dotykového napětí“ (v kapitole 8) může člověk bezpečně překlenout pouze napětí nižší než 6 V. Tato hodnota byla vypočtena z nejvyšší přípustné velikosti proudu (3,5 mA), procházejícího lidským tělem a z hodnoty odporu lidského těla, která je při malých napětích asi 1 700 Ohm.

Praktické zkušenosti však ukazují, že se člověk může běžně bez následků dotýkat střídavého napětí 50 V, tj. napětí podstatně vyššího než je uvedených 6 V. Je to proto, že běžně nejsou splněny podmínky pro nejnebezpečnější možný průchod proudu lidským organismem. Tělo člověka totiž obvykle není jediným předmětem, který je při dotyku živé části zařazen do obvodu mezi dvě místa s různými potenciály. Člověk, který se dotýká živé části pod napětím, bývá obvykle obutý a stojí na podlaze, zemi, či jiném stanovišti. V tom však není tak závažný rozdíl oproti případu, kdy je lidské tělo zařazeno do obvodu přímo.

Podstatný rozdíl je v tom, že při „Stanovení maximální velikosti trvalého dotykového napětí“ se uvažuje velikost střídavého proudu, který může trvale procházet lidským tělem, pouze do hodnoty 3,5 mA. Z obr. 2.4 však vyplývá, že mnohem větší střídavý proud (o velikosti 30 mA) obvykle v lidském organismu nevyvolává nevratné změny. Nepředpokládá se však jeho dlouhodobější působení.

Vyšší hodnoty uvedené v obr. 2.4 vychází z toho, že technické předpisy předpokládají pouhý dotyk s částí pod napětím, nikoliv tlak na tuto část nebo dokonce její sevření. Při dotyku části, na níž je malé napětí, totiž podstatně vzrůstá vliv odporu kůže. Čím menší je plocha, na které dojde k dotyku části pod napětím, tím větší je velikost odporu kůže, který pak

tvoří podstatnou část impedance lidského těla. Tento vliv je podstatný pro nižší napětí asi do 100 V. Při napětích kolem 200 V již dochází k elektrickému průrazu kůže a velikost dotykové plochy nehraje podstatnou roli.

Pro ilustraci uvádíme přibližné velikosti impedance lidského těla při střídavém napětí 50 V:

- |                      |                  |  |
|----------------------|------------------|--|
| - při dotyku dlaní   | 2 k $\Omega$     | (kontakt na ploše 8 000 mm <sup>2</sup> ), |
| - při dotyku prstem  | 100 k $\Omega$   | (kontakt na ploše 100 mm <sup>2</sup> ),   |
| - při dotyku šroubku | 1 000 k $\Omega$ | (kontakt na ploše 10 mm <sup>2</sup> ).    |

Tyto poznatky rovněž zdůvodňují stanovené velikosti dotykového napětí, vycházející z dlouholetých praktických zkušeností.

#### ! 9.2.1. Ochrana malým bezpečným napětím užitím obvodů SELV a PELV

Tato ochrana se uplatňuje u elektrických zařízení třídy ochrany **III**. V obvodech SELV a PELV nemůže napětí přesáhnout hodnoty malého bezpečného napětí (do 50 V).

Obvody SELV musí být izolované.

U obvodů PELV je jeden pól uzemněn.

Uvedená označení byla původně zkratkami anglických názvů (pro malá napětí i pro obvody):

**SELV** - Safety Extra Low Voltage (bezpečné malé napětí),

**PELV** - Protective Extra Low Voltage (ochranné malé napětí).

Dnes se však již původní názvy neužívají a používá se pouze označení SELV a PELV.

Základní podmínky uspořádání této ochrany jsou:

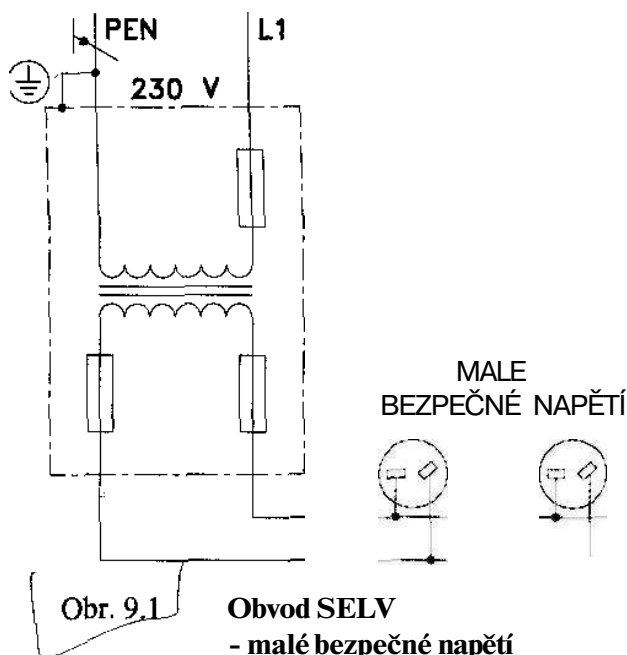
- použití jmenovitého napětí, spadajícího v prostorech normálních do kategorie napětí I, tj. do malého bezpečného napětí střídavého do 50 V a stejnosměrného do 120 V, zajištění elektrického oddělení sítě SELV (PELV) ode všech ostatních obvodů, zdrojem může být bezpečnostní ochranný transformátor podle ČSN EN 61558-2-6 (35 1330) nebo jiný zdroj, zajišťující stejný stupeň bezpečnosti (zejména elektrického oddělení), jako uvedený transformátor. Je možné použít motorgenerátor, generátor, elektrochemický zdroj (baterii) nebo elektronické předměty se zajištěnou bezpečností, prostorové oddělení obvodu s bezpečným malým napětím od jiných obvodů. Tento požadavek se netýká jenom přívodů k elektrickým předmětům, ale také vnitřního zapojení předmětů,
- vidlice a zásuvky pro tuto ochranu nesmí být záměnné s vidlicemi a zásuvkami pro jiná napětí, zásuvky nesmějí mít kontakt pro ochranný vodič.

V obvodech SELV, a především pak PELV, se zajišťuje při hodnotách střídavého napětí nad 25 V a stejnosměrného napětí nad 60 V i další ochrana před nebezpečným dotykem živých částí (izolací, krytem).

Další požadavky na ochranu malým napětím závisejí na tom, zda se jedná o obvody neuzemněné (SELV) nebo uzemněné (PELV).

#### j 9.2.2. Obvody SELV

U obvodů SELV se jejich živé části nesmějí spojovat se zemí. Živé části obvodů SELV se dále nesmějí spojovat ani s Živými částmi nebo s ochrannými vodiči jiných obvodů. Neživé částí obvodů SELV se nesmějí úmyslně spojovat se zemí ani s ochrannými vodiči nebo neživými částmi jiných obvodů, ani s cizími vodivými částmi (obr. 9.1).



Obvody SELV představují tradiční uplatnění tzv. malého bezpečného napětí. Kromě toho, že se v těchto obvodech užívá malé bezpečné napětí, je v nich bezpečnost zajištěna také tím, že **tyto obvody jsou izolovány od země a od ostatních obvodů.** To znamená, že se do těchto obvodů nemůže odnikud zavléci jakékoliv napětí. **Především však v případě dotyku živé části pod napětím bude celý obvod uzemněn přes dotýkající se osobu.** Proto tělo **dotýkající se osoby nepřeklene vůbec žádné napětí a budou jím procházet pouze velice nepatrné svodové a kapacitní proudy** obvodu.

To je rozdíl oproti obvodům PELV, ve kterých je (v důsledku jejich uzemnění) při dotyku živých částí lidským tělem skutečně překlenutý rozdíl potenciálů. Proto jsou následné požadavky na zajištění ochrany před dotykem živých částí pro obvody SELV mírnější než pro obvody PELV.

### 9.2.3. Obvody PELV

Obvody PELV se užívají v případech, kdy je nezbytné, aby obvody s bezpečným napětím byly z funkčních důvodů uzemněny (např. jsou-li tyto obvody užity jako řídicí obvody strojních zařízení). Uzemnění těchto obvodů nijak nesouvisí s požadavky ochrany před úrazem elektrickým proudem. Toto uzemnění naopak podmínky ochrany před úrazem elektrickým proudem zhoršuje.

U obvodů PELV je dále nutné zajistit, aby i při nižších napětích, (pokud nebude ochrana před dotykem živých částí uplatněna), byly tyto obvody umístěny pouze v suchých prostorách. U obvodů PELV je nezbytné zajistit ochranu před dotykem živých částí již od hodnot 6 V střídavého a 15 V stejnosměrného napětí.

### 9.3. Ochrana omezením ustáleného dotykového proudu

Tento způsob ochrany se může uplatňovat zejména u elektronických zařízení. Bývá to v těch případech, kdy se na některých částech zařízení sice může vyskytovat vysoké napětí, ale energie náboje na částech, které mohou být v některých případech přístupné dotyku je tak malá, že člověku nemůže ublížit a proto není třeba provádět zvláštní ochranná opatření.

Elektrický předmět s kapacitou 100 pF je možno nabít až na napětí 60 000 V, aniž by Člověk při jeho dotyku a vybití přes své tělo pocíťoval nějakou bolest. Citelný však již je dotyk spojený s vybitím silnějšího kondenzátoru o kapacitě 100 microF, nabitého na napětí pouhých 70 V.

**Pokud zdroj nebezpečného napětí v elektronických zařízeních je tak měkký, že proud, který při dotyku může lidským tělem protékat nepřesahuje nebezpečnou mez, nevzniká nebezpečí úrazu elektrickým proudem.**

**Z normy ČSN 33 2000-4-41 vyplývají požadavky na zdroj omezeného proudu.** „Ustálený proud mezi dvěma částmi současně přístupnými dotyku musí být omezen tak, aby odporem (činným) 2 000 Ohm, **propojujícím tyto části**, nemohl protékat **střídavý** proud větší než 3,5 mA nebo **stejnoseměrný** proud větší než 10 mA.”

Činný odpor 2 000 Ohm nahrazuje odpor lidského těla. To znamená, že lidským tělem nemůže při splnění uvedených podmínek procházet větší proud, než střídavý 3,5 mA nebo stejnosměrný 10 mA.

#### **9.4. Ochrana omezením náboje**

Pro případ ochrany omezením náboje norma stanoví, že náboj, který se může vybit mezi dvěma částmi současně přístupnými dotyku, nesmí být větší než 50 microC. Podle nejnovějších výzkumů vybití tohoto náboje člověk nepocítí, pokud napětí mezi částmi překlenutými dotykem nepřekročí přibližně 300 V a nebude smrtelně nebezpečné až do napětí téměř 10 000 V.

#### **9.5. Ochranná impedance**

Ochranná impedance, kterou může tvořit jedna nebo více součástí zapojených mezi **živou a neživou část**, **musí být tak velká, aby v případě dotyku neživé části nepřekročil dotykový proud dovolenou hodnotu. Živé a neživé části tedy mohou být spojeny nějakou součástkou**, která však musí splňovat přísné požadavky na ochrannou impedanci.

## 10. Ochrana před nebezpečným dotykem živých částí

### 10.1. Všeobecně

Průtok elektrického proudu lidským tělem lze zabránit opatřeními proti možnému zařazení lidského těla mezi dvě místa s různými potenciály. Téměř výhradně se tato opatření provádí na straně živé části a zabraňuje se tak přímému dotyku člověka. Jedná se tedy o ochrany před nebezpečným dotykem živých částí, které musí působit trvale během provozu zařízení.

To je základní rozdíl oproti ochranám před nebezpečným dotykem neživých částí, které působí až po selhání ochrany před dotykem živých částí. Tyto ochrany jsou uvedeny v následujících kapitolách.

### 10.2. Druhy ochrany

Ochrany před nebezpečným dotykem živých částí se vždy dosahuje tím, že se živé části izolují od částí, ploch a míst přístupných dotyku. V úvahu přichází tyto možnosti:

ochrana izolací, kdy se živé části pokryjí izolací,  
ochrana kryty, kdy se dotyku živých částí zabrání uložením živých částí do krytu,  
ochrana přepážkami, kdy se živé části uloží za přepážky,  
ochrana zábranami, kdy se neúmyslnému přiblížení k živým částem nebo nahodilému dotyku s živými částmi zamezí zábranami,  
ochrana polohou, kdy se živé části umístí mimo dosah.

Kromě těchto ochrany se užívají i ochrany doplňkové:

proudovým chráničem a  
doplňkovou izolací.

Přehled používaných ochrany před nebezpečným dotykem živých částí (skupina 2) je zřejmý z TAB. 10.1.

TAB. 10.1 Přehled ochrany před nebezpečným dotykem živých částí

Skupina	Ochrany před nebezpečným dotykem	Druhy ochrany	
		ZÁKLADNÍ	DOPLŇKOVÉ
2	ŽIVÝCH ČÁSTÍ	- základní izolací - krytem - přepážkou - zábranou - polohou	- proudovým chráničem - doplňkovou izolací

### 10.3. Ochrana izolací

Prvotním účelem izolace živých částí bylo zajistit funkci elektrických zařízení. Jednalo se o funkční izolaci. Zařízení vybavené pouze funkční izolací se nepovažuje dle platných ČSN za zařízení opatřené alespoň základní ochranou proti nebezpečnému dotyku živých částí.

Pokud není uplatněn jiný způsob ochrany před úrazem elektrickým proudem, musí izolace živých částí současně zajišťovat i tuto ochranu, tj. musí chránit před dotykem živých

částí. Teprve potom se tato izolace nazývá základní izolací a je určena i k zajištění základní ochrany před úrazem elektrickým proudem.

Při úplatném' ochrany izolací musí být živé části izolací úplně pokryty a izolaci nesmí být možné odstranit jinak, nežli jejím zničením.

Izolace elektrických zařízení musí vyhovět trvalému namáhání provozním napětím a musí též vydržet předpokládaná přepětí, která se na zařízení v důsledku provozních stavů nebo i atmosférických jevů mohou vyskytnout. Dále musí být schopna vydržet mechanické, chemické a tepelné vlivy, kterým může být během svého provozu vystavena.

#### 10.4. Ochrana kryty nebo přepážkami

Ochranný kryt obsahuje vnitřní části elektrického zařízení a brání přístupu k nebezpečným živým částem. Navíc kryt obvykle zajišťuje ochranu před vnitřními nebo vnějšími vlivy, např. před vniknutím vody nebo prachu nebo chrání před mechanickým poškozením.

Ochranná přepážka je část poskytující ochranu před přímým dotykem živých částí z jakéhokoliv obvyklého směru přístupu.

Velikost otvorů v krytech nebo v přepážkách musí být minimální. V některých případech, (u objímek žárovek nebo pojistek) se připouští pro výměnu částí i větší otvory. Někdy jsou větší otvory nutné i pro řádnou funkci zařízení (větrání a chlazení). V takových případech je třeba provést opatření proti nahodilému dotyku živých částí a uvědomit osoby, které mohou do styku s elektrickým zařízením přijít, že do uvedených otvorů nemají sahát.

Kryty nebo přepážky musí být na místě pevně zajištěny a musí mít dostatečnou stabilitu a trvanlivost i během působení předpokládaných vnějších vlivů. Současně musí být zajištěno izolační oddělení krytů nebo přepážek od živých částí.

Otevírání krytů nebo odstraňování přepážek smí být proveditelné pouze při splnění některé z těchto podmínek:

- je nezbytné použití klíče nebo nástroje nebo
- je zajištěné samočinné odpojení živých částí při otvírání krytu, přičemž je možné napájení obnovit až po uzavření krytu nebo
- za otevřeným krytem je další kryt nebo přepážka, bránící dotyku živých částí. Tato přepážka smí být odstranitelná pouze pomocí klíče nebo nástroje.

#### 10.5, Ochranné zábrany

**Tento** způsob ochrany **zneprístupňuje** živou část tím, že před ni vkládá překážku. Úkolem zábran je bránit nahodilému přímému dotyku živých částí. Nebrání však úmyslnému přímému dotyku živých částí při záměrném obejití zábrany.

Provedení zábran musí odpovídat účelu, pro který jsou určeny. Pro zamezení přístupu veřejnosti na území elektrické stanice nepostačí zábrany, ale je třeba postavit pevné oplocení. Pro zabránění přístupu k živým částem uvnitř elektrické stanice, kam mají přístup pouze osoby s elektrotechnickou kvalifikací, postačí zábrany (zábradlí, řetězy či lana).

Zábrany chrání též před dotykem živých částí pod napětím, jestliže se na zařízení v blízkosti těchto částí pracuje.

Z toho vyplývá, že zábrany zamezují buď:

- neúmyslnému přiblížení osoby k živým částem nebo

nahodilému dotyku živých částí nekrytých zařízení v běžném provozu nebo při práci na zařízení.

Zábrany mohou být odstranitelné bez použití klíče nebo nástroje. Musí však být zajištěny tak, aby nemohlo dojít k jejich neúmyslnému odstranění (např. neopatrným pohybem při práci na zařízení).

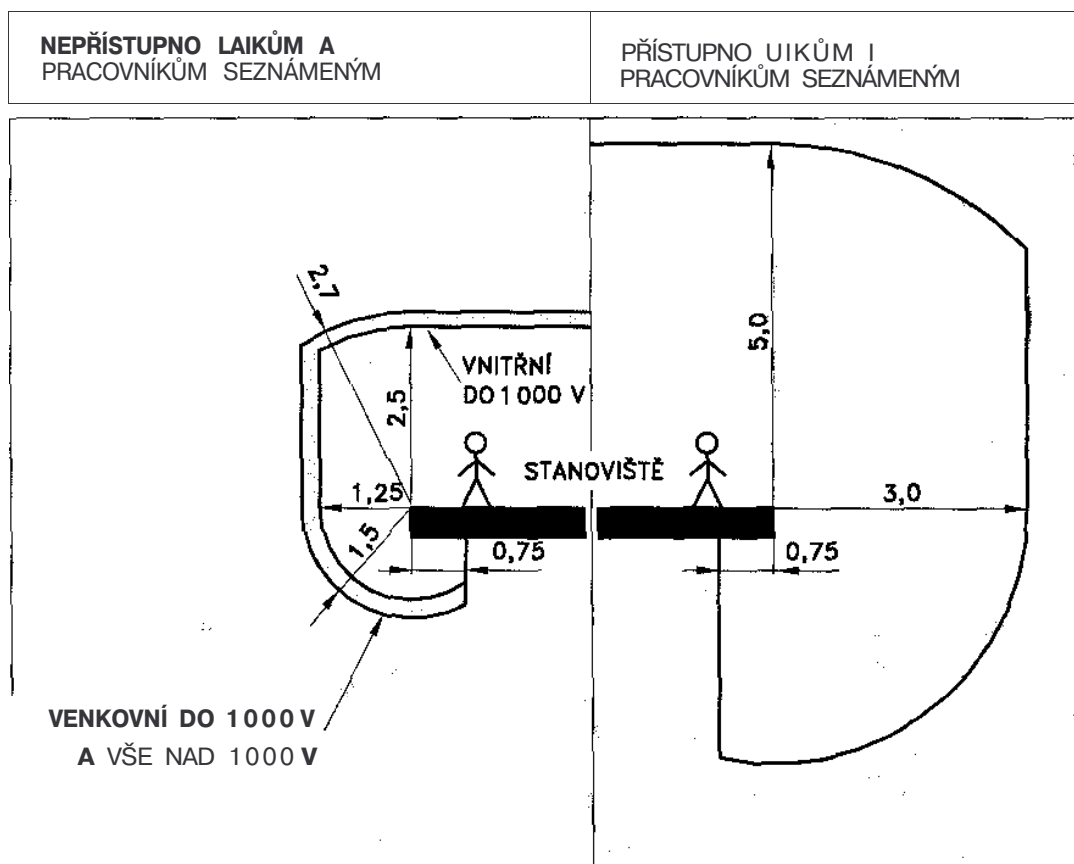
## 10.6. Ochrana polohou

Jestliže výše uvedené možnosti ochrany před nebezpečným dotykem živých částí nejsou dostatečné, je možné jako ochranu před neúmyslným současným dotykem přístupných vodivých částí, mezi nimiž se může vyskytnout nebezpečné napětí, uplatnit ochranu polohou.

Princip ochrany polohou spočívá v umístění živých částí mimo dosah ruky tak, že se tím při normálním užívání znemožní dotyk živých částí.

Způsob realizace této ochrany záleží zejména na tom, zda je uplatňována v prostorách elektrických stanic, kde se předpokládá kvalifikovaná obsluha, nebo v místech přístupných laické veřejnosti. Dále je rozdíl i v tom, zda je zařízení umístěno ve vnitřním nebo ve venkovním prostoru a samozřejmě záleží též na velikosti napětí na živých částech.

Části, mezi nimiž je vzdálenost alespoň 2,5 m, se považují za nepřístupné současnému dotyku. Kde se však očekává, že vzdálenost může být zmenšena předměty, které osoba používá nebo drží v ruce (nástroj, žebřík atd.) je nezbytné tuto vzdálenost přiměřeně zvětšit.



Obr. 10.1 / Ochrana polohou - nejmenší dovolené vzdálenosti od živých částí



**Z téhož důvodu je třeba uplatnit zvláštní bezpečnostní opatření i při pracích v blízkosti částí pod napětím. To se týká například použití různých mechanismů při vykládání vagónů pod trakčním vedením, nebo práce jeřábů v ochranném pásmu elektrických vedení.**

Pro přehled jsou nejmenší dovolené vzdálenosti živých částí od místa, kde může člověk stát znázorněny na obr. 10.1. Na levé straně obrázku jsou uvedeny **minimální vzdálenosti pro kvalifikovanou obsluhu**, na pravé straně jsou uvedeny **minimální vzdálenosti pro osoby bez elektrotechnické kvalifikace (laiky)**.

Na levé straně obrázku platí u znázorněných vzdáleností vnitřní hranice pro zařízení do 1 000 V umístěná uvnitř objektu. Vnější hranice platí jak pro zařízení do 1 000 V umístěné venku, tak pro vnitřní i venkovní zařízení od 1 000 V až do 52 kV mezi fázemi (30 kV proti zemi). Vzdáleností, znázorněných na pravé straně obrázku, platí až do napětí 52 kV mezi fázemi (30 kV proti zemi). Pro vyšší napětí je nutné respektovat minimální vzdálenosti stanovené v příslušných normách.

### 10.7. Doplnková ochrana proudovým chráničem

Princip této ochrany spočívá v tom, že při dotyku živé části pod napětím dojde k odpojení této živé části. Vypnutí zajišťuje proudový chránič, který reaguje na vzniklou změnu ve chráněném obvodu, kdy se proud do obvodu přicházející přestane rovnat proudu z obvodu odcházejícímu. Jestliže se člověk dotkne živé části, určitá část proudu bude odcházet z obvodu přes lidské tělo (a ne vodičem obvodu) a chránič vypne příslušný obvod.

Tato ochrana je pouze doplňková k předchozím ochranám před dotykem živých částí. Měla by se uplatňovat jen v těch případech, kdy se prorazí izolace, poruší kryt, nebo jestliže se poruší zásady bezpečné práce na zařízení. Použitý proudový chránič v tomto případě pouze zlepšuje opatření na ochranu před nebezpečným dotykem živých částí. Protože se počítá s tím, že se obvod poruchového proudu uzavře přes lidské tělo, musí se volit vybavovací proud chrániče velmi malý. Norma předepisuje, že jmenovitý vybavovací proud chrániče nesmí přesahovat 30 mA.

Proudovými chrániči se budeme podrobněji zabývat v následujících kapitolách.

### 10.8. Ochrana doplňkovou izolací

Ochrana doplňkovou izolací spočívá ve vybavení elektrického zařízení izolačním stanovištěm (např. izolačním kobercem) nebo v použití ochranných pomůcek (vypínacích tyčí, izolačních rukavic, galoší apod.). Při realizaci izolačního stanoviště je třeba dbát na to, aby i z jiného místa mimo toto stanoviště bylo zabráněno dotyku živých částí.

Ochranu doplňkovou izolací je možné uplatnit pouze v těch případech, kdy k zařízení mají přístup pouze pracovníci s elektrotechnickou kvalifikací vyšší, než mají pracovníci seznámení.

## 11. Ochrana před nebezpečným dotykem neživých částí (nezahrnuje samočinné odpojení)

### 11.1. Všeobecně

Do této skupiny patří ochrany před nebezpečným dotykem neživých částí, které lze použít pro elektrická zařízení třídy ochrany II, nebo s rovnocennou izolací. U těchto zařízení vlastně neživé části neexistují a existovat nemohou.

Ani v případech, kdy zařízení třídy ochrany II je pokryto vodivým krytem, nejedná se u tohoto zařízení o neživou část.

Rovněž u dalších níže uvedených druhů této ochrany se nemusí jednat o skutečnou ochranu před nebezpečným dotykem neživých částí, protože ani u nich nemusí neživá část existovat.

### 11.2. Druhy ochrany

Náplní této kapitoly jsou ochrany před nebezpečným dotykem neživých částí bez samočinného odpojení. Konkrétně se jedná o tyto druhy ochrany:

ochrana použitím zařízení třídy ochrany II, nebo s rovnocennou izolací,  
ochrana neuzemněným místním pospojováním,  
ochrana elektrickým oddělením a  
ochrana nevodivým okolím.

U těchto ochrany je i při selhání základní ochrany před nebezpečným dotykem živých částí zajištěna bezpečnost, aniž by došlo k odpojení zařízení.

Přehled používaných ochrany před nebezpečným dotykem neživých částí bez samočinného odpojení (skupina 3 A) je zřejmý z TAB. 11.1.

TAB. 11.1 Přehled ochrany před nebezpečným dotykem neživých částí (nezahrnuje samočinné odpojení)

Skupina	Ochrany před <u>nebezpečným dotykem</u>	Druhy ochrany
3A	<b>NEŽIVÝCH ČÁSTÍ</b> (nezahrnuje samočinné odpojení)	použitím zařízení třídy ochrany II, nebo s rovnocennou izolací neuzemněným místním pospojováním elektrickým oddělením <u>nevodivým okolím</u>

### 11.3. Ochrana použitím zařízení třídy ochrany II nebo s rovnocennou izolací

Úkolem této ochrany je zabránit výskytu nebezpečného dotykového napětí na přístupných kovových či nekovových (nikoliv však neživých) částech elektrického zařízení a to i v případě porušení základní izolace živých částí.

Základní izolace (ochrana základní) se proto doplní izolací přídatnou (ochrana při poruše), takže zařízení je pak vybaveno dvojitou izolací. V určitých případech, kdy charakter konstrukce **neumožňuje** provedení **dvojitě izolace**, lze tuto ochranu **zajistit pokrytím živých částí** jedinou vrstvou zesílené izolace. Zesílená izolace musí mít stejný ochranný účinek jako izolace dvojitá.

Tento druh ochrany se uplatňuje převážně u průmyslově vyráběných zařízení, u kterých je možné snadněji dodržet a kontrolovat podmínky, které jsou na izolaci kladeny. Izolace totiž **nejen, že musí vykazovat předepsaný vysoký izolační odpor (obvykle 7 MOhm), ale musí mít i vysokou elektrickou pevnost (musí vydržet namáhání napětím až 3 750 V) a nesmí propouštět znatelný unikající proud (větší než 0,25 mA)**. Kromě toho musí být izolace schopná odolávat i mechanickým a dalším vlivům, které na ni mohou působit. Přídatnou i zesílenou izolaci lze realizovat i v průběhu montáže elektrického zařízení. Příslušné zkoušky (izolačního odporu a elektrické pevnosti) se pak musí provést až na místě montáže.

Pokud je na povrchu zařízení třídy ochrany II kovová část (kryt či jiný díl), nepovažuje se tato kovová část za neživou, protože se na ní nemůže (lépe řečeno nesmí) ani v případě poruchy základní izolace vyskytnout napětí. Z tohoto principiálního důvodu **nesmí mít elektrické zařízení třídy ochrany II žádné prostředky pro možné připojení ochranného vodiče**.

Ve zvláštních případech však může zařízením třídy ochrany II ochranný vodič pouze procházet nebo mohou být vodivé části krytů spojeny s ochranným vodičem pro zajištění správné funkce zařízení (odrušení).

#### 11.4. Ochrana neuzemněným místním pospojováním

V některých případech není dost dobře možné provést uzemnění neživých částí **napájených elektrických zařízení**. Spojení těchto částí s ochrannou soustavou napájecí sítě může být buď nežádoucí (v případě napájení přes transformátor by se do zařízení mohly **zavlékat** z napájecí sítě různé rušivé vlivy), nebo **nemůže takové spojení vůbec existovat** (v případě samostatné sítě, napájené z vlastního samostatného zdroje).

V těchto výjimečných případech se může uplatnit ochrana místním neuzemněným pospojováním, spočívající ve vzájemném vodivém spojení všech neživých a cizích vodivých částí, které jsou současně přístupné dotyku. Tím se zabrání, aby při porušení izolace živých částí a jejich následném vodivém spojení s některou neživou částí mohl vzniknout nebezpečný rozdíl potenciálů a tím i nebezpečné dotykové napětí mezi různými vodivými částmi přístupnými dotyku.

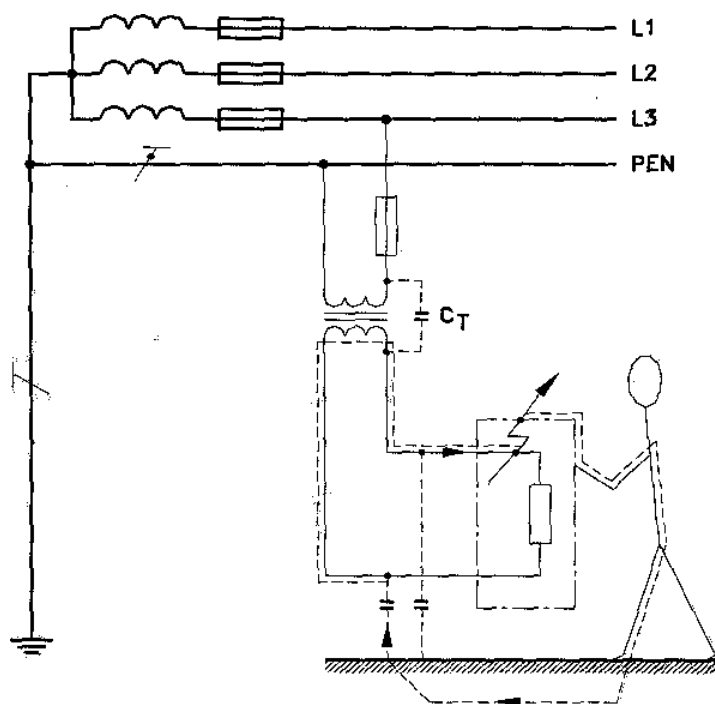
Při uplatnění této ochrany nesmí být soustava místního pospojování v elektrickém spojení se zemí a to ani přímo, ani prostřednictvím neživých nebo cizích vodivých částí. Pokud nelze tento požadavek splnit, musí se uplatnit ochrana samočinným odpojením od zdroje. Nejčastěji se místní neuzemněné pospojování využívá v souvislosti s ochranou elektrickým oddělením.

#### 11.5. Ochrana elektrickým oddělením

Účelem elektrického oddělení je vytvořit malý obvod izolovaný od země. Při porušení izolace živé části a jejím vodivém spojení s neživou částí, (která může být náhodně spojena se zemí), se v určitém místě tohoto obvodu vytvoří uzemněný bod obvodu. Protože tento bod představuje **jediné místo spojení obvodu se zemí (teoreticky není tento obvod uzemněn v jiném bodě)**, neuzavírá se tímto bodem žádný poruchový obvod, kterým by mohl procházet

poruchový proud. Proto poruchový proud neprochází, ani když se neživé části dotýká Člověk a uzemňuje tím obvod.

Ve skutečnosti elektrický obvod nemůže být zcela izolovaný od země ani od napájecího obvodu. **Žádná izolace není naprosto dokonalá a kromě toho jsou vodiče i zařízení obvodu vázány k zemi svými kapacitami.** Výstupní vinutí napájecího transformátoru je kapacitně svázáno s vinutím vstupním. Tyto kapacity představují další (druhý bod) spojení obvodu se zemí (viz obr. 11.1). Tento druhý bod obvodu je ovšem spojen se zemí nejen přes značnou impedanci izolace, ale především i přes značnou kapacitní reaktanci, které výrazně omezují proud procházející místem poruchy do země. **Proto (alespoň při první poruše) může projít do země místem poruchy jen velmi malý proud, I v případě dotyku člověka s živou částí obvodu je proud, který lidským tělem prochází, omezen uvedenými velkými izolačními impedancemi a kapacitními reaktancemi živých částí obvodu vůči zemi.**



**Obr. 11.1** Princip ochrany elektrickým oddělením - oddělovací ochranný transformátor

Z těchto úvah, podepřených praktickými zkušenostmi, vycházejí i požadavky na provedení ochrany elektrickým oddělením. Oddělení obvodu od napájecího obvodu musí být **zajištěno:**

- napájením z oddělovacího ochranného transformátoru nebo napájením z motorgenerátoru nebo samostatného generátoru,**
- **živé části odděleného obvodu nesmějí být v žádném bodě spojeny s jiným obvodem nebo se zemí. Délku obvodu je třeba omezit (Při napětí 200 V by obvod neměl být delší než 500 m) a**
- napětí elektricky odděleného obvodu nesmí přesáhnout 500 V.**

Existují dvě varianty ochrany elektrickým oddělením.

1) Ochrana v obvodu, ve kterém jeden zdroj napájí jediné zařízení. Neživá část tohoto **zařízení se nesmí** spojit ani s ochranným vodičem ani s neživými **částmi jiných zařízení**. Tato varianta se užívá pro zajištění vyšší bezpečnosti.

2) Ochrana v obvodu, ve kterém jeden zdroj napájí více než jedno zařízení. V tomto **případě musí** být neživé **části napájených zařízení navzájem spojeny izolovanými vodiči** neuzemněného pospojování. **Dojde-li v obvodu po prvé poruše u vodiče jiné polarity ještě ke druhé poruše, musí být** zajištěno samočinné odpojení obvodu **od zdroje**.

**Zdroje a vedení musí splňovat ještě** řadu dalších **požadavků na jejich** izolační odpor a elektrickou pevnost. Zásuvky a zástrčky musí být konstrukčně nezáměnné se zásuvkovými vývody ostatních obvodů.

### 11.6. Ochrana nevodivým okolím

Tento druh ochrany se v České republice užívá jen výjimečně, pokud dočasně nelze **použít jiných druhů ochrany**. Můžeme se s ním však setkat **v jiných evropských zemích**.

**Princip této ochrany je jednoduchý a vyplývá z obr. 8.2.** **Seže-li** izolace živých částí zařízení a člověk se dotýká části pod napětím, omezuje průchod proudu obvodem uzavřeným lidským tělem řada impedancí. Kromě impedance lidského těla  $Z_r$  je to impedance izolace **obuvi  $Z_1$  a především pak impedance izolace místa na kterém člověk stojí  $Z_2$** . **S velikostí této impedance  $Z_2$  souvisí princip ochrany nevodivým okolím.** Dostatečně velická hodnota impedance  $Z_2$  **je podmíněna požadavkem, aby v okolí elektrického zařízení nebyly žádné** uzemněné vodivé části a také aby izolační odpor podlah a stěn dosahoval předepsaných hodnot {50 kOhm pro napětí do 500 V a 100 kOhm pro napětí do 1000 V). V prostorech **s nevodivým okolím nesmí být** užíván ani **ochranný vodič, protože jeho prostřednictvím** vzniká nebezpečí kontaktu osob s potenciálem země.

## 12. Jistící a ochranné prvky elektrických zařízení

U většiny technických zařízení může dojít a také dochází k přetížení. Pokud by působení těchto přetížení nebylo včas přerušeno, došlo by k destrukci zařízení.

U elektrických zařízení hrozí přetížení, způsobené průtokem elektrického proudu. V této kapitole se seznámíme s hlavními zásadami ochrany elektrických obvodů proti zkratu a proti přetížení, s druhy jističích prvků a s jejich charakteristikami.

Jistící prvky musí selektivně vypnout pouze ten obvod (zařízení), ve kterém došlo k přetížení (zkratu) a nikoliv celou instalaci.

Základními běžně užívanými jistícími prvky jsou pojistky a jističe. Tyto jistící prvky, používané v instalacích jako ochrana před nadproudy, se ve většině případů dosud využívají také jako nejběžnější ochranné prvky v rámci ochrany před dotykem neživých částí samočinným odpojením.

### 12.1. Dimenzování zařízení, ochrana před přetížením

Každé elektrické zařízení (EZ) (elektromotor, elektrická kamna, elektrické vedení atd.) musí být řádně dimenzováno na předpokládané zatížení. Řádným dimenzováním EZ se rozumí takové provedení, kdy je EZ plně využité a přitom nedochází k nadměrně škodlivým účinkům vlivem elektrického proudu, a to ani k tepelným ani k mechanickým. Většinou platí, že jakékoliv EZ snese po určitou dobu jisté přetížení. Čím je přetížení větší, tím kratší dobu je EZ vydrží. Tomu také odpovídá provedení ochrany EZ před přetížením. Tato ochrana musí EZ vypnout dříve, než se účinky přetížení negativně projeví. Jednotlivá elektrická zařízení, spotřebiče a přístroje, mívají zabudovanou vlastní ochranu, odpovídající ceně zařízení.

### 12.2. Ochrana před přetížením a zkratem v elektrické instalaci

V elektrické instalaci se chrání před přetížením i před zkratem všechny součásti, které se podílejí na vedení elektrického proudu, tzn. svorky, spoje, rozvodnice, zásuvková spojení a především elektrická vedení.

Zkrat je zvláštním případem největšího možného přetížení, které se může v daném obvodu vyskytnout. Součástky obvodu, vedení i přístroje musí být dimenzovány tak, aby krátkodobé přetížení zkratovým proudem vydržely.

V případě elektrického vodiče je v ustáleném stavu teplo vyvinuté průchodem proudu ve vodiči rovné teplu, které se v důsledku teplotního rozdílu mezi vodičem a okolím rozptýlí do okolí. U optimálně využitého vodiče je v tomto rovnovážném stavu teplota vedení na nejvyšší možné hodnotě, která je pro trvalý provoz přípustná. Při přetížení dochází (od okamžiku jeho vzniku) ke vzrůstu teploty nad mez přípustnou pro trvalý provoz. Vyšší teplota je povolena pouze po určitou dobu, jinak by mohla způsobit nadměrné poškození vodiče, zejména jeho izolace. Aby v důsledku přetížení nemohlo dojít ke zvýšení teploty nad přípustnou mez nebo k tomu, aby teplota byla zvýšená po nebezpečně dlouhou dobu, musí být vodič odpovídajícím způsobem chráněn.

Dovolená provozní teplota vodiče závisí především na užitém materiálu izolace a také na prostředí, kterým vodič prochází. Pro nejběžněji používané vodiče se předepisuje provozní teplota jejich jádra 70 °C. Povrchová teplota vodiče je pak obvykle o několik stupňů nižší. Při vyšších teplotách dochází velice rychle k degradaci izolace a proto je třeba vodič včas odpojit. Vodič by měl být odpojen již při vzrůstu teploty jádra nad dovolenou provozní teplotu.

Většinou se však povoluje vyšší teplota jádra vodiče při přetížení, obvykle 120 °C. Po velmi **krátkou dobu** (řádově **sekundy při zkratu**) může vodič snášet i teplotu vyšší než 150 °C. Přesnější údaje je možné vyhledat např. v ČSN 33 2000-4-43 nebo v ČSN 33 200-5-523 ed. 2.

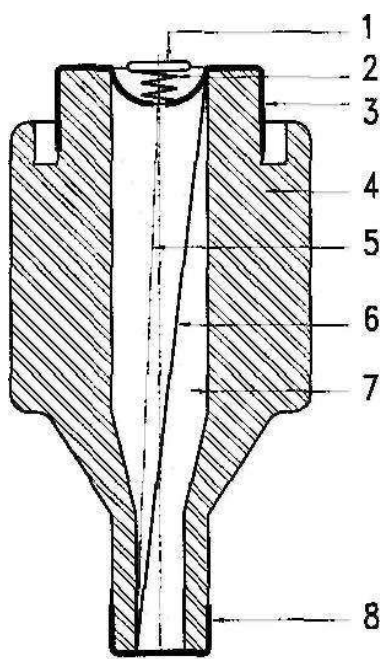
Technicky by bylo **nejsprávnější realizovat ochranu před přetížením užitím tepelných čidel**, která by při překročení určité teploty zajistila vypnutí vodiče pomocí příslušného relé. Tato technika se (kromě jiných ochran) skutečně uplatňuje u velkých a nákladných elektrických zařízení, jako jsou velké elektromotory, generátory, transformátory apod..

### 12.3. Pojistka

U elektrických vedení se ochrana před přetížením a zkratem původně řešila jinak. Na snadno přístupném místě byl chráněný vodič přerušen a nahrazen krátkým vodičem menšího průřezu. Tento zeslabený vodič se při přetížení nebo při zkratu v chráněném obvodu přerušil, aniž by došlo k poškození chráněného obvodu. Po odstranění poruchy byl tento přerušený vodič nahrazen jiným, obdobně zeslabeným vodičem. Tento princip pojistky se dochoval do dneška.

Prostor, ve kterém se provádí rozdělení (odbočení) vedení (jinak též obvodů) a ve kterém jsou též umístěny pojistky, jističe či jiné přístroje, se nazývá rozváděč, rozvodnice nebo se užívají též názvy jističí, pojistková nebo rozvodná skříň.

Konstrukce vyměnitelné pojistkové vložky (patrony), která se po přerušení zeslabeného tavného vodiče uvnitř vložky vyměňuje, je znázorněna na obr. 12.1.



#### Legenda:

1. terčík (ukazatel stavu pojistky)
2. pérko
3. vrchní kovové kontaktní víčko
4. porcelánové (keramické) pouzdro
5. přídržný drátek ukazatele stavu pojistky (po vybavení pojistky drátek ukazatel uvolní)
6. tavný vodič
7. křemenný písek
8. spodní kovové kontaktní víčko

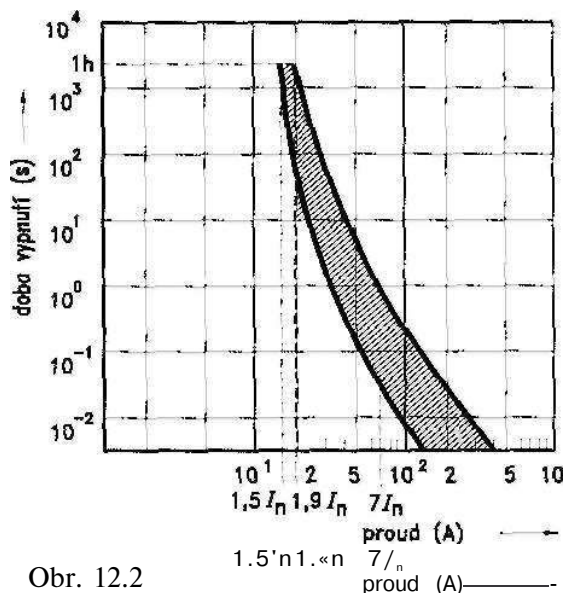
Obr. 12.1 Konstrukce pojistkové vložky (patrony)

#### 12.3.1. Působení a charakteristiky pojistky

Pojistka nevypíná (ani nesmí vypnout) malé protékající proudy až do velikosti proudu **jmenovitého**. Pojistka podle normy dokonce po určitou dobu **nesmí vypnout (do jmenovitého proudu 63 A po dobu 1 hodiny a pro větší jmenovité proudy do 160 A, do 400 A a nad 400 A po dobu 2,3 hodiny a 4 hodin)** ani určitý násobek (bývá to 1,3 až 1,5 násobek podle druhu a



velikosti pojistky) jmenovitého proudu. Není totiž žádoucí přerušovat provoz při malých krátkodobých přetíženích. Protože větší přetížení by však již mohla být nebezpečná, musí pojistka do uvedené doby vypnout určitý vyšší násobek (bývá to 1,6 až 2,1 násobek) jmenovitého proudu. Tyto velké nadproudy (tj. proudy větší než je jmenovitá hodnota) musí být vypnuty tím rychleji, čím vyšší je hodnota nadproudu.



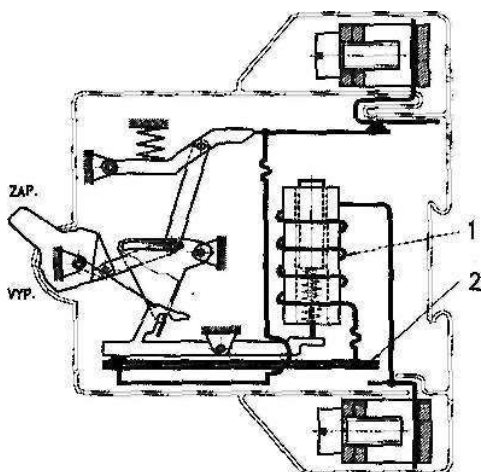
Obr. 12.2

Příklad pásma ampersekundových charakteristik pojistkové vložky se jmenovitým proudem 10 A.

končí znehodnocením pojistkové vložky. Ověřením řady pojistkových vložek stejného typu a proudové hodnoty se získá pásmo, ve kterém se nacházejí charakteristiky těchto pojistkových vložek. Na obr. 12.2 je uveden příklad takového pásma ampersekundových charakteristik pojistkové vložky se jmenovitým proudem 10 A. Na obrázku jsou zobrazeny i významné body, kterými je toto pásmo vymezené.

Normy předepisují doby, po které určité násobky jmenovitých proudů nesmějí být vypnuty a současně předepisují i vypínací časy, do kdy vyšší násobky jmenovitých proudů naopak musí být vypnuty. Tímto způsobem jsou vymezena pásma, ve kterých mají vypínat jednotlivé typy pojistek s určitými charakteristikami. Uvedené závislosti doby vypnutí na proudu protékajícím pojistkami lze vyjádřit graficky tak zvanými ampersekundovými závislostmi (neboli charakteristikami čas - proud). Charakteristika pojistky nemůže být určena spojitou křivkou. U jedné pojistky lze totiž ověřit vždy pouze jeden bod charakteristiky, protože ověření

## 12.4. Jistič

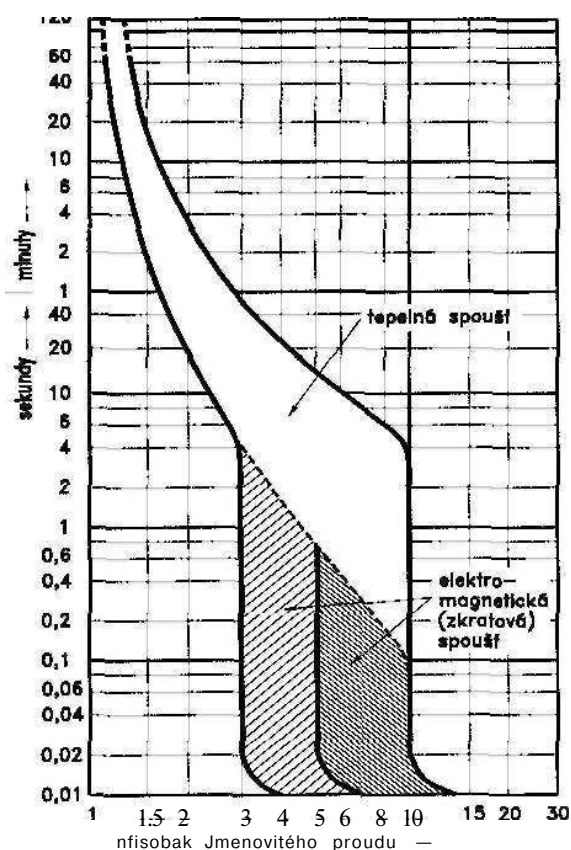


Obr. 12.3 Konstrukce jističe

**Legenda:** 1) zkratová spoušť,  
2) nadproudová spoušť

Jistič byl vyvinut jako náhrada pojistky a v mnoha ohledech pojistku nahradil. Oproti pojistce má tu výhodu, že jej po vypnutí postačí pouze zapnout a je znovu připraven k použití. Na obr. 12.3 je znázorněn princip a konstrukce jističe, jehož nejpodstatnějšími součástmi jsou dvě spouště - nadproudová a zkratová. Složitější jističe mohou mít nadproudových spouští několik a navíc mohou být vybaveny spouští podpěťovou a dálkovým zapínáním.

### 12.4.1. Působení a charakteristiky jističe



Obr. 12.4 Příklad pásma  
ampersekundových  
charakteristik jističů typu B a C

Z konstrukce jističe vyplývá i průběh jeho ampersekundových charakteristik. Při menších nadproudech, které jsou vypínány nadproudovou (tepelnou bimetalovou) spouští, se charakteristika jističe podobá do značné míry charakteristice pojistky. Při větších nadproudech však již způsobí elektromagnetická zkratová spoušť. Oproti tepelné spoušti způsobí téměř okamžitě (v čase do 0,1 s), ale zpravidla ještě mnohem dříve. Protože zkratová spoušť působí od určitého nadproudu prakticky okamžitě a tepelná spoušť vypíná tutéž hodnotu nadproudu až v čase několika sekund, vykazuje charakteristika jističe pro tuto hodnotu nadproudu zlom. Vypínací charakteristiky jističe (charakteristiky B a C) jsou znázorněny na obr. 12.4. Zlom charakteristiky nastává u charakteristiky B mezi 3 a 5 násobkem, u charakteristiky C mezi 5 a 10 násobkem a u charakteristiky D mezi 10 a 20 násobkem jmenovitého proudu jističe.

### 12.5. Volba typu charakteristiky jistících prvků

Pojistky a jističe slouží k ochraně před nadproudy jak vedení, tak i jiných elektrických zařízení. Podle toho, jaké EZ se má chránit, se volí typ charakteristiky jistícího prvku.

Při ochraně motoru před přetížením (tedy i před nadproudy), je třeba charakteristiku volit s ohledem na vysoký, rozběhový proud (proud při zapnutí a následném rozběhu motorů). Proto se volí jističe většinou s charakteristikou D, někdy také C. Pojistky pro jištění motorů se volí se zpožděnou charakteristikou.

Pro jištění vedení se používá jistič s charakteristikou B. Pojistka pro jištění vedení se volí s charakteristikou normální.

Pro jištění vedení lze použít téměř každý jističí prvek. Musí však být použit tak, aby za žádných okolností nemohla být překročena dovolená hodnota teploty vodiče. Jmenovitý proud jistícího prvku musí být nižší (nebo maximálně stejný), než je proudová zatížitelnost chráněného vodiče nebo kabelu. Pokud se pro jištění vedení použije jistících prvků určených pro jištění např. elektromotorů, musí být jejich jmenovitý proud obvykle podstatně nižší než je zatížitelnost vedení.

## 12.6. Chrániče jako ochranný prvek

### 12.6.1. Proudový chránič

Proudový chránič se skládá ze součtového proudového transformátoru, velmi citlivého relé a spínacího mechanismu. Transformátorem musí procházet všechny pracovní vodiče (fázové a střední), vedoucí k elektrickému zařízení (EZ), resp. ke spotřebiči.

V bezporuchovém stavu je vektorový součet proudů ve všech pracovních vodičích roven nule. V sekundárním vinutí transformátoru se proto neindukuje žádné napětí a cívkou vybavovacího relé neprotéká žádný vybavovací proud.

V případě poruchy v elektrickém zařízení vznikne rozdíl mezi porovnávanými proudy a uzavře se smyčka poruchového rozdílového proudu  $I_z$ . Tento rozdílový proud indukuje v sekundárním vinutí transformátoru napětí, cívkou vybavovacího relé začne protékat vybavovací proud  $I_r$  a dojde velmi rychle k odpojení EZ od sítě.

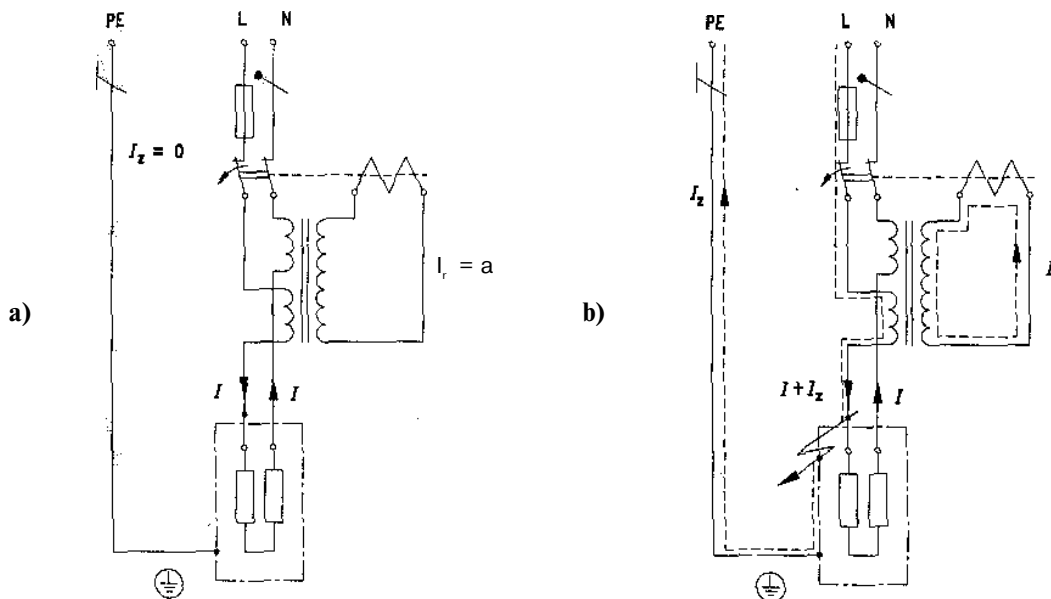
Chráničem musí procházet všechny pracovní vodiče vedoucí do EZ.

Všechny pracovní vodiče vedoucí do EZ (včetně vodice N) musí chránič odpojovat.

Chráničem nesmí procházet ochranný vodič PE nebo vodič PEN.

#### 12.6.1.1. Princip proudového chrániče.

Příkladem je dvoupólový chránič, znázorněný na obr. 12.5. Primární vinutí součtového proudového transformátoru je rozdělené na dvě stejné části a je uspořádané tak, aby magnetické toky vyvolané průtokem proudu  $I$  chráněným elektrickým zařízením působily proti sobě. V sekundárním vinutí, na které je připojeno vybavovací relé zajišťující odpojení chráněného EZ, se proto indukuje napětí pouze v případě nerovnosti proudů protékajících oběma částmi primárního vinutí (tj. při existenci poruchového rozdílového proudu  $I_z$ ).



Obr. 12.5 Princip proudového chrániče  
a) bezporuchový stav chráněného elektrického zařízení (EZ)  
b) odpojení chráněného EZ v případě poruchy

Legenda:  $I$ ... .provozní proud EZ,  
 $I_z$ ... .poruchový rozdílový proud,  
 $I_r$ ... .vypavovací proud relé

Na obr. 12.5 a) je zachycen stav proudového chrániče při bezporuchovém provozu chráněného elektrického zařízení (EZ). Základní izolace EZ třídy ochrany I není porušena a oběma částmi primárního vinutí proudového chrániče protéká stejný provozní proud  $I$ . Proto sekundárním vinutím neprotéká žádný vybavovací proud a vybavovací relé je mimo provoz.

Na obr. 12.5 b) je zachycen provozní stav proudového chrániče při poruše základní izolace EZ třídy ochrany I. Oběma částmi primárního vinutí proudového chrániče protéká stejný provozní proud/. Po uzavření poruchové smyčky jednou částí primárního vinutí však navíc protéká i poruchový rozdílový proud  $I_z$ . Proto se v sekundárním vinutí transformátoru indukuje odpovídající napětí, vybavovacím relé začne protékat proud  $I_r$  a relé zajistí odpojení EZ, které je v poruše.

Proudový chránič se však může uplatnit nejen při ochraně před úrazem elektrickým proudem. Slouží i ke zjištění unikajících proudů ještě dříve, než tyto proudy mohou způsobit poruchu zařízení nebo elektrické instalace a způsobit tak vážné škody (např. požár).

Parametry chrániče je třeba volit tak, aby se zabránilo jeho nežádoucímu zapůsobení (např. při spínání spotřebičů nebo při krátkodobých přepětích v síti). Chránič musí rovněž působit selektivně. Proto musí vypínat pouze ten obvod (nebo EZ), ve kterém došlo k poruše a nikoliv celou instalaci.

#### 12.6.1.2. Parametry proudového chrániče

- $I_n$  (A) jmenovité povolené trvalé proudové zatížení hlavních kontaktů chrániče,
- $I_{zn}$  (mA) jmenovitý poruchový rozdílový proud chrániče,
- $I$  (A) okamžité proudové zatížení hlavních kontaktů chrániče,
- $I_z$  (mA) okamžitý poruchový rozdílový proud protékající chráničem,
- $I_r$  (A) vybavovací proud relé chrániče,
- $t$  (s) vypínací čas chrániče.

Proudový chránič bez zpoždění musí při průtoku okamžitého poruchového rozdílového proudu  $I_z = I_m$  zapůsobit nejdéle za  $t = 0,3$  s. Při průtoku větších proudů  $I_z$  jsou vypínací časy chrániče kratší.

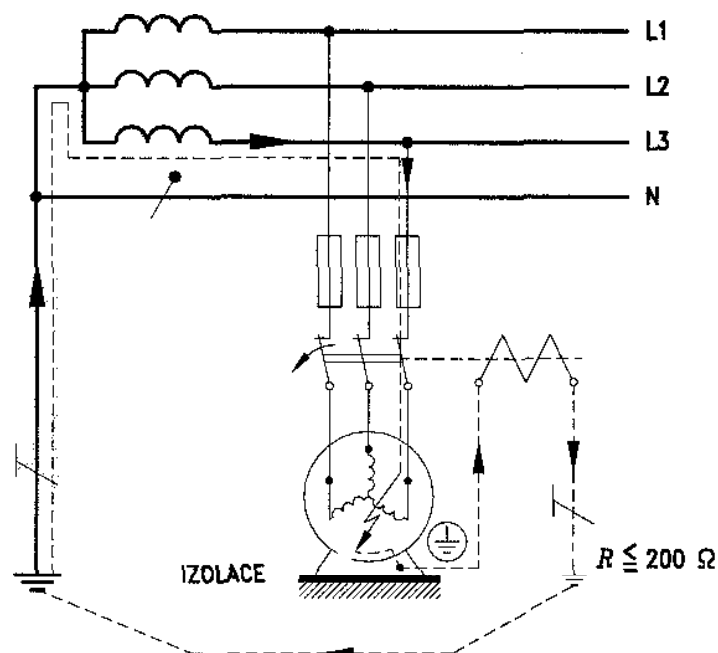
Proudový chránič nesmí zapůsobit při vzniku poruchového rozdílového proudu  $I_z$  do hodnoty  $0,5 I_z$ .

Při hodnotách  $I_z$  v rozmezí  $(0,5 \text{ až } 1,0) I_{zn}$  již chránič zapůsobit může a při hodnotě  $I_z = I_{zn}$  a vyšší zapůsobit musí.

V moderních instalacích se proudové chrániče s větším jmenovitým poruchovým rozdílovým proudem používají pro ochranu celé instalace (např. rodinného domku nebo bytu). Chránič s malým jmenovitým poruchovým rozdílovým proudem (30 mA a menším) se používají pro ochranu jednotlivých zásuvkových obvodů nebo i jen jednotlivých zásuvkových vývodů (zásuvek) v prostorech, kde může být zvýšené nebezpečí úrazu elektrickým proudem (v koupelnách, v dílnách, ve venkovním prostředí nebo též v kuchyních a v dětských pokojích).

#### 12.6.2. Napěťový chránič

Princip napěťového chrániče je znázorněn na obr. 12.6. Základním prvkem chrániče je napěťová cívka, kterou prochází elektrický proud, úměrný velikosti napětí, na které je cívka připojena. Při překročení dovolené hodnoty dotykového napětí cívka velmi rychle (do 0,2 s) vypíná přívod do chráněného zařízení. Neživá část chráněného EZ musí být izolována od země.



Obr. 12.6 Princip napěťového chrániče

Z obrázku je zřejmé, že cívka chrániče musí být zapojena mezi neživou či cizí vodivou částí chráněného EZ a uzemněním. Toto uzemnění nesmí být nijak ovlivňováno potenciálem na chráněném předmětu a proto musí být umístěno v dostatečné vzdálenosti od chráněného zařízení. Ze stejného důvodu musí být ochranný vodič mezi chráněnou částí a chráničem, ale i mezi chráničem a uzemněním, kladen izolovaně. Napěťová cívka chrániče totiž nesmí být překlenuta žádným náhodným spojením ochranných vodičů na jejích opačných koncích vinutí. Zemnič napěťového chrániče obvykle vyhovuje, jestliže jeho odpor není větší než 200 Ohm a jeho vzdálenost od chráněné části není menší než 15 m.

## 13. Ochrana před nebezpečným dotykem neživých částí samočinným odpojením

### 13.1. Všeobecně

Tento způsob ochrany se uplatňuje pouze u elektrických zařízení třídy ochrany I. Na neživých částech, tj. na vodivých částech elektrického zařízení, kterých se lze dotknout, se při běžném bezporuchovém provozu nevyskytuje žádné napětí. Neživé části jsou od živých částí odizolovány základní izolací a při jejich dotyku nevzniká obvykle žádné nebezpečí. Dobrý stav základní izolace se však může za určitých okolností porušit (krátkodobé vysoké přepětí v síti, mechanické nebo chemické vlivy, neopatrné zacházení apod.). Na neživých částech se pak může objevit dotykové napětí a jedná se již o nebezpečný dotyk neživých částí. Protože v takovém případě může dojít i k ohrožení života lidí (zvířat), je třeba proti tomuto nebezpečí (proti nebezpečí v případě poruchy) provést odpovídající opatření. Nejběžnějším a nejúčinnějším z těchto opatření je samočinné odpojení zařízení od sítě v případě poruchy, tj. v případě výskytu nebezpečného dotykového napětí na neživých částech.

### 13.2. Princip samočinného odpojení

**Princip samočinného odpojení elektrického zařízení v případě poruchy (po průrazu základní izolace mezi živou a neživou částí), je vyvolání takového stavu v elektrickém obvodu (většinou nadproudu), na který reagují ochranné prvky odpojením od zdroje.** Aby mohl nadproud vzniknout je třeba, aby neživé části chráněného zařízení byly v případě poruchy zařazeny do elektrického (poruchového) obvodu, tvořeného zdrojem a chráněným zařízením, v němž došlo ke zkratu mezi živou a neživou částí. Proto musí být neživé části chráněného zařízení spojeny s uzemněným bodem zdroje.

Tento princip se uplatňuje již dlouhou řadu let od doby, kdy byla ochrana před dotykem **neživých částí samočinným odpojením** zavedena. Jeho **výhodou** od počátku **bylo a** ve většině případů dosud je, že se u něj jako ochranné prvky uplatňovaly a dosud uplatňují jistící prvky, používané běžně v instalaci pro ochranu před nadproudy. Těmito prvky jsou pojistky a jističe. **Později k nim přibýly další ochranné prvky, které jsou schopné na poruchu lépe reagovat, a to jsou chrániče. Nejprve se použily chrániče napět'ové a později chrániče proudové. Principy působení těchto jističích a ochranných prvků jsou uvedeny v předchozí kapitole. Jejich přehled j e zřejmý z TAB. 13.1.**

TAB. 13.1 Přehled používaných ochranných prvků pro ochranu před nebezpečným dotykem neživých částí samočinným odpojením

Skupina	Ochrana před nebezpečným dotykem	Užité ochranné prvky
3B	NEŽIVÝCH ČÁSTÍ samočinným odpojením (pro zařízení třídy ochrany I)	-jistící prvky -pojistka -jistič - chrániče - napět'ový - proudový

Ochranný prvek musí v případě nežádoucího spojení mezi živou a neživou částí (nebo ochranným vodičem) chráněného obvodu nebo zařízení, samočinně odpojit přívod od zdroje k tomuto obvodu nebo k tomuto zařízení. Doba trvání předpokládaného nebezpečného dotykového napětí (v normálním prostředí přesahujícího pro střídavé napětí 50 V nebo pro stejnosměrné napětí 120 V) však nesmí v případě poruchy ohrozit osobu, která se dotýká



různých současně přístupných vodivých částí. To znamená, že do jisté doby (doba odpojení) musí být zařízení odpojeno od zdroje (TAB. 5.5).

Doba, do kdy musí být napětí dané velikosti na neživých částech odpojeno, plyne z napětové křivky L na obr. 8.3. Čím je dotykové napětí na neživých částech v případě poruchy vyšší, tím musí být doba odpojení od zdroje kratší. Trvale (rozumí se až do zjištění závady a až do jejího odstranění vědomým zásahem) lze v prostředí normálním připustit na neživých částech dotykové napětí střídavé do 50 V a stejnosměrné do 120 V. Podrobné údaje jsou obsaženy v TAB. 5.4.

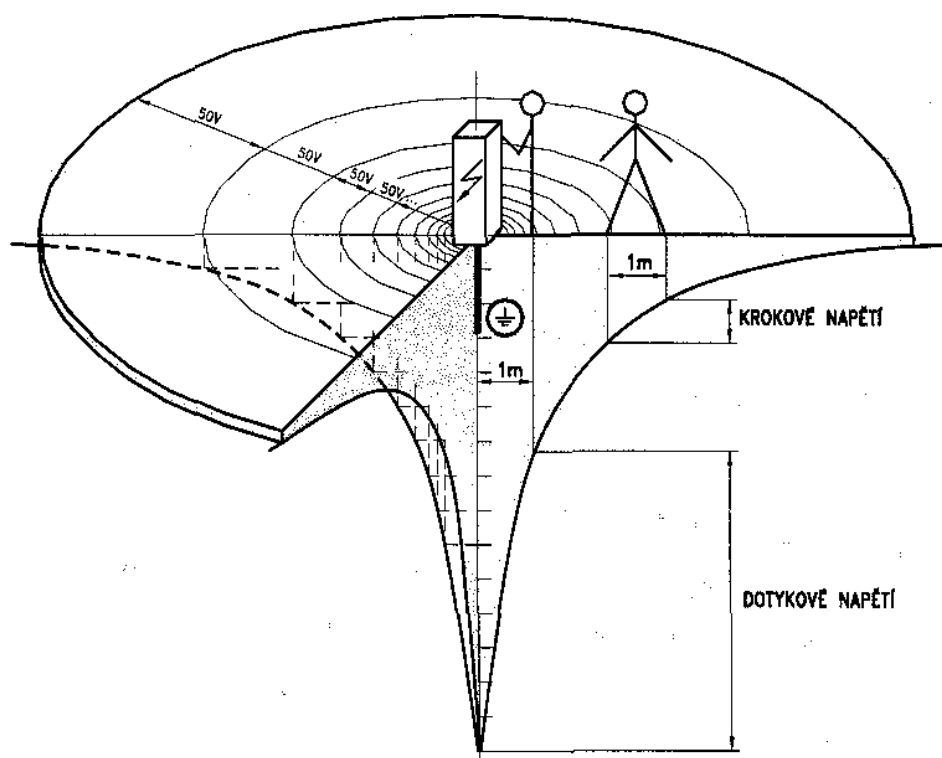
### 13.3. Hlavní zásady samočinného odpojení

Hlavními zásadami, které je nutné splnit při jakémkoliv použitém způsobu samočinného odpojení jsou:

- uzemnění neživých částí,
- připojení na společný zemnic,
- ochranné pospojování.

#### 13.3.1. Uzemnění neživých částí

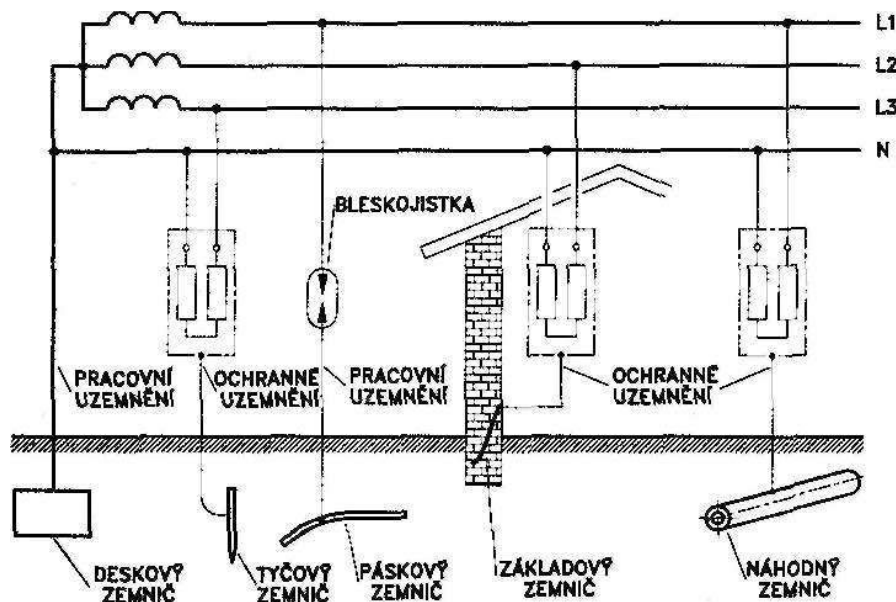
Každá neživá část musí být uzemněná.- To znamená, že každá neživá část musí být spojena s uzemněným ochranným vodičem PE, popř. s uzemněným vodičem PEN. Je to nezbytné nejen pro zajištění funkce samočinného odpojení, ale také proto, aby při dotyku neživé části (která je při poruše pod napětím) nebyl překlenut plný rozdíl potenciálů, který by jinak byl mezi neživou částí pod napětím a neutrální zemí (jejíž potenciál lze považovat za nulový).



Obr. 13.1 Rozložení potenciálů v okolí tyčového zemnice v případě průchodu poruchového proudu tímto zemničem. Dotykové a krokové napětí.



Pro ilustraci je na obr. 13.1 znázorněno rozložení potenciálů v okolí tyčového zemniče. V případě, že se na neživé části objeví dotykové napětí, odchází poruchový proud do země. Rozložení potenciálů (**potenciálový spád**) vzniká průchodem poruchového proudu zemí v okolí zemniče. Na obrázku je vidět, že nebezpečí vzniká nejenom při dotyku neživé části pod napětím (dotykové napětí), ale i při pohybu v blízkosti této neživé části, lépe řečeno v blízkosti jejího uzemnění. I při vzdálenosti jednoho kroku bude překlenut určitý rozdíl potenciálů. Ten se nazývá krokovým napětím.



Obr. 13.2 Pracovní a ochranné uzemnění, příklady různých druhů zemničů

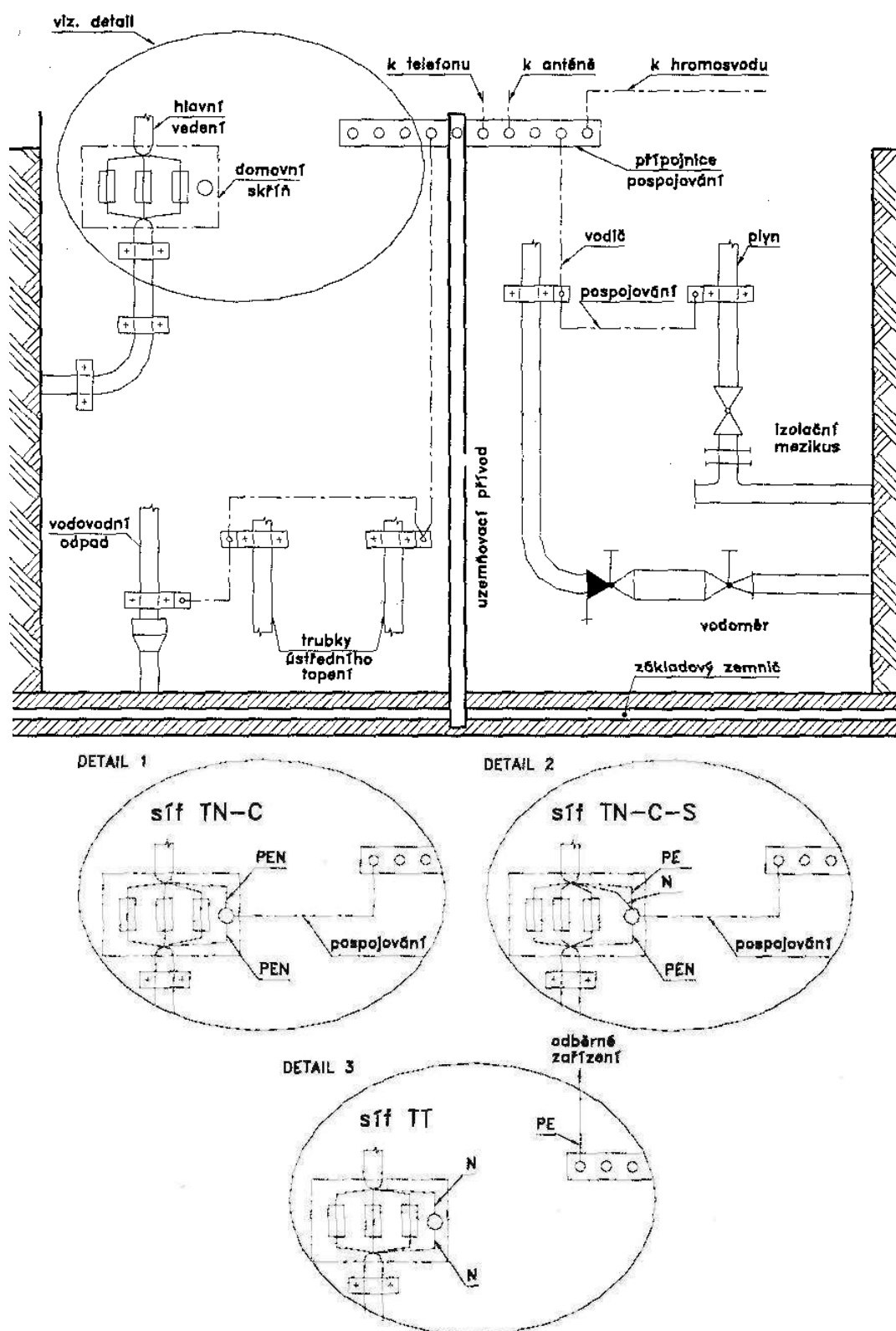
Na obr. 13.2 jsou znázorněny různé druhy zemničů, které se mohou používat pro uzemnění elektrických zařízení. Zemnice pracovního uzemnění slouží k zajištění správného provozu sítě a zemnice ochranného uzemnění souvisí s ochranou před úrazem elektrickým proudem. Dále jsou na obrázku znázorněny různé tvary zemničů (tyčový, páskový a dnes již jen výjimečně používaný deskový), jejich umístění (základový) a uplatnění (náhodný). V okolí každého z těchto zemničů může být při poruše určité rozložení potenciálů, které je obdobné rozložení potenciálů tyčového zemniče na obr. 13.1.

### 13.3.2. Připojení na společný zemnič

Problém nastane, pokud se při poruše na jednom elektrickém předmětu uzemněném samostatným zemničem nachází v jeho blízkosti druhý elektrický předmět, uzemněný jiným samostatným zemničem. V tomto případě budou vedle sebe dva elektrické předměty, jejichž neživé části jsou na různých potenciálech. Proto k prvé podmínce, že neživé části musí být připojeny k uzemněnému ochrannému vodiči, přistupuje požadavek druhý. Různé neživé části, které jsou současně přístupné dotyku, musí být ochrannými vodiči připojeny na stejnou uzemňovací soustavu.

### 13.3.3. Ochranné pospojování

Uzemněné ochranné pospojování je tvořeno především hlavním pospojováním, které může být doplněno tzv. doplňujícím (místním) pospojováním a proudovým chráničem. V každé budově však musí být provedeno hlavní pospojování.



Obr. 13.3 Příklad provedení hlavního pospojování v budově

Do hlavního pospojování musejí být navzájem spojeny tyto vodivé části:

- **hlavní ochranný vodič PE (vodič PEN),**  
hlavní uzemňovací přívod nebo hlavní ochranná svorka (přípojnice pospojování),
- **kovová potrubí v budově (např. rozvod plynu a vody) a**  
kovové konstrukční části, ústřední topení, klimatizace apod..

Kromě toho je vhodné k tomuto pospojování připojit i kovové pláště sdělovacích zařízení, antény atd., jak je znázorněné na obr. 13.3.

Z uvedeného obrázku je patrné, že vodivé části přicházející do budovy zvenku se pospojují co nejbližše jejich vstupu do budovy, pokud možno v jediné místnosti, která je vyhrazena pro vstupy různých vedení. Tím se docílí vyrovnání potenciálů v celé budově a to i v případě vzniku poruchy. Zabrání se tím však též vstupu a šíření různých rušivých napětí v instalacích v budově, jak již bylo řečeno v kapitole 5 v souvislosti s EMC.

V některých případech se může stát, že přísné podmínky pro hlavní pospojování není možné splnit beze zbytku. V těchto případech se provede doplňující pospojování, které navzájem propojí vodivé části současně přístupné dotyku. Tím se docílí vyrovnání potenciálů natolik, aby ani v případě, kdy porucha není odpojena v předepsaném čase, nebyla překročena mez dovoleného dotykového napětí a tím ohrožena bezpečnost.

Místní doplňující pospojování spojuje navzájem přístupné vodivé části v určitých prostorech, kde se vyskytují specifické podmínky. Proto bez ohledu na splnění podmínek hlavního pospojování, se místní doplňující pospojování předepisuje např. v koupelnách, kde je s ohledem na prostředí (a v souvislosti s tím i na snížený odpor pokožky) zvýšené nebezpečí úrazu elektrickým proudem.

### 13.4. Samočinné odpojení v jednotlivých rozvodných sítích

Samočinné odpojení elektrického zařízení (EZ) v případě poruchy nastane po vyvolání **nadproudu**, na který zareagují ochranné prvky odpojením EZ od zdroje. Aby mohl nadproud vzniknout, je třeba, aby neživé části chráněného EZ byly zařazeny do elektrického (poruchového) obvodu. Konkrétní provedení ochrany samočinným odpojením a uspořádání poruchové smyčky se výrazně liší v závislosti na druhu rozvodné sítě (TN, TT, IT) a na druhu použitého ochranného prvku.

#### 13.4.1. Samočinné odpojení v síti TN

To, co bylo o ochraně samočinným odpojením řečeno obecně, je zvláště zřejmé v případě ochrany samočinným odpojením v síti TN. Neživé části chráněných elektrických zařízení jsou přímo propojeny s uzemněným bodem zdroje. Uzemněný bod zdroje je zároveň uzemněným bodem sítě. Obvykle je to uzemněný uzel sekundárního vinutí (niskonapětové strany) transformátoru vn/nn, který tuto síť napájí. Uvedené spojení je zajišťováno ochrannými vodiči. Ty mohou mít buď pouze funkci ochrannou (ochranné vodiče PE) v síti TN-S, nebo kromě ochranné funkce mohou zastávat i funkci pracovního (středního) vodiče (vodiče PEN) v síti TN-C.

Dle ČSN 33 2000-5-54 je obecně nutné vést ochranný vodič PE samostatně.

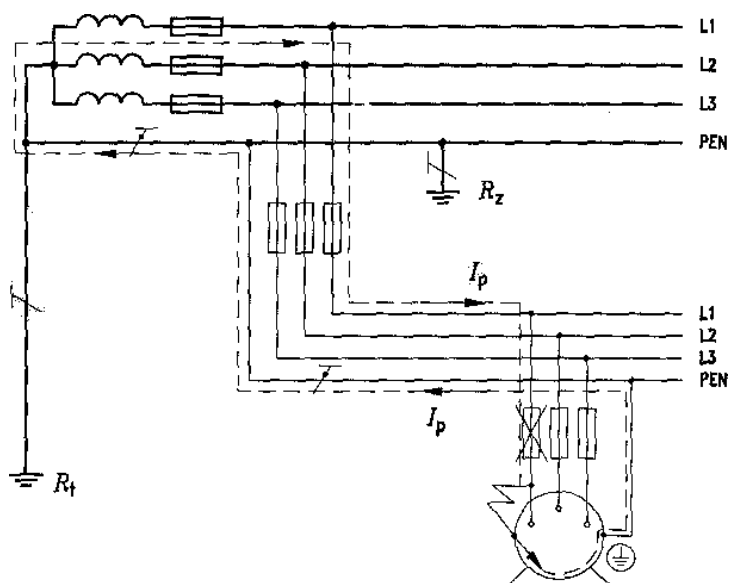
Pouze v sítích TN je možné vodič, jehož průřez není menší než je dále uvedeno, použít jako jediný vodič v kombinované funkci ochranného PE a středního N vodiče, tj. jako vodič PEN.

V současné době platí ustanovení, že při daných hodnotách průřezů (u měděných vodičů menších než 10 mm<sup>2</sup> a u hliníkových vodičů menších než 16 mm<sup>2</sup>) musejí být ochranný vodič (PE) a střední vodič (N) vedeny jako dva samostatné vodiče.

#### 13.4.1.1. Poruchová smyčka v síti TN

Princip ochrany samočinným odpojením v síti TN je patrný z obr. 13.4. Na obrázku je zakreslen zdroj (sekundární vinutí transformátoru) a elektrický předmět, v němž došlo k průrazu základní izolace, tj. ke zkratu mezi živou a neživou částí. Tímto zkratem se uzavřel elektrický obvod. Ten se uzavírá pouze při poruše a proto se nazývá smyčkou poruchového proudu nebo též poruchovou smyčkou.

Poruchová smyčka v síti TN je tvořena zdrojem, fázovým vodičem L1, místem **zkratu a** ochranným vodičem PE (resp. vodičem **PEN**). Proud  $I_p$ , který při poruše tímto obvodem začne procházet, má svoji důležitou funkci. Napomáhá indikaci poruchy. Na průtok poruchového proudu totiž zareaguje ochranný prvek, kterým může být pojistka, jistič nebo proudový chránič. Ten ve fázovém vodiči poruchovou smyčku přeruší. To rovněž znamená, že elektrický předmět, na kterém je porucha, odpojí od zdroje.



Obr. 13,4 Princip ochrany samočinným odpojením od zdroje v síti TN-C

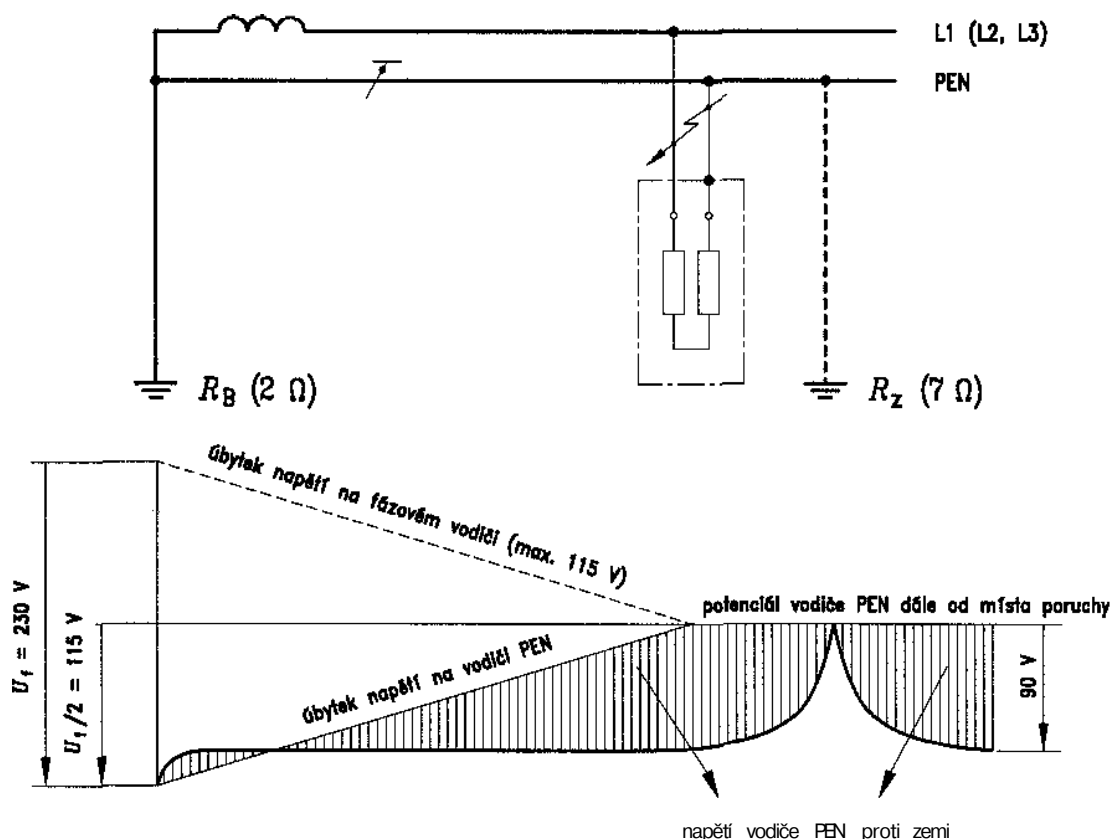
#### 13.4.1.2. Funkce ochrany samočinným odpojením v síti TN

Aby ochranný prvek skutečně zareagoval na proud vzniklý při poruše, musí být vzájemný vztah charakteristiky ochranného prvku a poruchového proudu takový, aby elektrické zařízení v poruše bylo odpojeno od zdroje v dostatečně krátké době. Doba vypnutí (odpojení) vyplývá jednak z charakteristik jističích prvků uvedených v kapitole 12 a dále z obr. 8.3. Na obrázku je uvedena závislost doby vypnutí (tj. Času od vzniku poruchy až do odpojení zařízení) na velikosti dotykového napětí, které se v době poruchy může vyskytovat na neživých částech chráněného zařízení. Dojde-li k poruše, musí vzniknout dostatečně velký poruchový proud, který zajistí odpojení chráněného zařízení od zdroje jistícím prvkem nejpozději do doby odpojení (vypnutí), specifikované křivkou **L** na obr. 8.3.

#### 13.4.1.3. Velikost dotykového napětí na neživých částech v síti TN

Velikost dotykového napětí, které může vzniknout při poruše na neživých částech, lze stanovit pomocí obr. 13.5. V horní části obrázku je nakresleno schéma elektrického obvodu, v němž došlo k poruše. V dolní části obrázku jsou k jednotlivým částem tohoto schématu přiřazena napětí, která se na nich vyskytují při poruše. Protože v místě poruchy je vdané chvíli zkrat, rozdělí se fázové napětí zdroje jednak na úbytek napětí na fázovém vodiči a

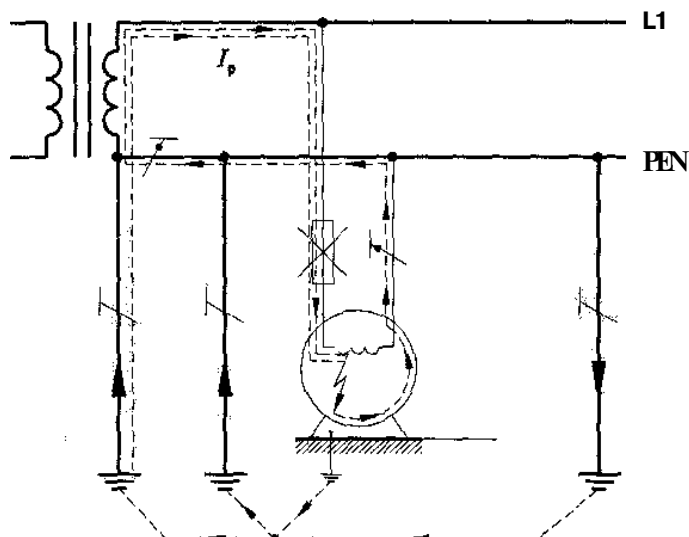
jednak na úbytek napětí na vodiči PEN. Na první pohled se zdá, že v místě poruchy je (při rovnosti **průřezů** fázového vodiče **a vodiče PEN**) **poloviční napětí zdroje**. To by znamenalo, že při fázovém napětí 230 V by na neživé části, a tím i na **vodiči PEN za místem poruchy**, bylo napětí 115 V. Musíme si však uvědomit, oproti kterému bodu toto napětí (rozdíl potenciálů) vztahujeme. Je to vůči uzemněné straně zdroje, ke které je připojen vodič PEN. Současně je tato strana zdroje i uzemněným bodem sítě, U trojfázových zdrojů je tímto bodem téměř výhradně střed (neboli uzel) zdroje. Pokud by jediným uzemněným bodem sítě byl právě tento bod, byla by naše úvaha úplně v pořádku.



**Obr. 13.5** Příklad rozložení potenciálů a velikosti napětí na vodiči PEN a tím i na neživých částech vůči zemi v síti TN-C v okamžiku poruchy izolace mezi živou a neživou částí

V podmínkách pospojování je však uvedeno, že v budově se s ochranným vodičem PE (s vodičem PEN) musí spojit **ještě další vodivé části, které rovněž představují určité uzemnění**. Kromě toho se vodič PEN v rozvodné síti musí v předepsaných vzdálenostech **přízemnit**. To znamená, že v důsledku rozdílných potenciálů v místě poruchy a v místě zdroje prochází mezi oběma místy proud. Tento proud vyvolává úbytek napětí na uzemnění v blízkosti místa poruchy a dále úbytek napětí na uzemnění zdroje. Rozložení potenciálů v okolí obou zemniců si můžeme představit obdobné jako je na obr. 13.1. Uvedené úbytky napětí jsou vztaheny k neutrální (vzdálené) zemi, která se vyskytuje mezi oběma zemnicí ve vzdálenosti, jež je mimo vliv zemniců. To znamená, že se vůči potenciálu vzdálené země (který považujeme za nulový) posune jak potenciál místa poruchy, tak i potenciál uzemněného bodu zdroje. Součet úbytků napětí na obou uzemněních musí být rovný napětí mezi místem poruchy a uzemněným bodem zdroje. Na obr. 13.5 je to 115 V.

Úbytky napětí jsou přitom rozděleny v poměru odporů uzemnění. V případě uvedeném na obr. 13.5 je to v poměru 2:7. Potenciál uzemněné strany zdroje pak je  $115 \times 2/9 = 25,6 \text{ V}$  a **potenciál místa poruchy je  $115 \times 7/9 = 89,4 \text{ V}$** . Na základě podobné úvahy se dospělo k závěru, že v případě poruchy nebude na neživých částech chráněných zařízení v síti TN napětí vyšší než 90 V.



**Obr. 13.6** Znáznornění průchodu proudu uzemněními v síti TN-C při poruše

Ve skutečném případě by uvedený rozbor byl složitější. V síti se totiž vyskytuje řada dalších uzemnění (obr. 13.6) a se změnami průřezu vodičů se mění i úbytky napětí. Praktická měření přesto dokazují, že **dotyková napětí na neživých částech jsou v případě poruchy většinou ještě podstatně menší než je uvedených 90 V**. Pro napětí 90 V na neživých částech plyne z obr. 8.3 nejdelší přípustná doba odpojení 0,47 s.

#### 13.4.1.4. Doba odpojení elektrického zařízení v síti TN

V ČSN 33 2000-4-41 jsou na základě uvedených úvah a praktických zkušeností stanoveny **maximální doby odpojení elektrických zařízení v poruše v sítích TN (TAB. 13.2).**

**TAB. 13.2** Maximální doby odpojení pro sítě TN (platí pro zásuvkové obvody pro připojení přenosných elektrických předmětů třídy ochrany I)

Jmenovité (fázové) napětí sítě proti zemi $U_0(\text{V})$	Doba odpojení $t(\text{s})$
120	0,8
230	0,4
400	0,2
>400	0,1

Tyto doby odpojení jsou předepsány pro obvody s elektrickými předměty třídy ochrany I, které se při provozu drží v ruce, nebo které se mohou při provozu přenášet. Pro obvody, napájející pouze upevněná zařízení (u kterých není nebezpečí, že některá jejich část bude při provozu držena v ruce), se povoluje doba odpojení mnohem delší, nepřesahující 5 s.

#### 13.4.1.5. Kontrola funkce ochrany před nebezpečným dotykem neživých částí v síti TN

Pro uvažovanou síť TN již známe maximální dobu odpojení a již předem navržené jištění jednotlivých obvodů instalace. Pro tyto obvody je třeba zkontrolovat, zda navržené jištění vyhovuje též z hlediska ochrany před nebezpečným dotykem neživých částí. To znamená, že pro případ fázového napětí sítě  $U_c$ , — 230 V musí být zkratový (poruchový) proud v obvodu tak velký, aby způsobil vypnutí jistícího prvku v době do 0.4 s. popř. do 5 s. Na ampérsekundové charakteristice jistícího prvku (kapitola 12) odečteme pro požadovaný čas odpojení potřebnou velikost vypínacího proudu ochranného (jistícího) prvku. Pokud je dáno pásmo charakteristik, odečítáme čas z pravé meze charakteristiky. Získáme tím velikost proudu  $I_a$ , zajišťujícího samočinné působení ochranného (jistícího) prvku v předepsaném Čase, Současně je to i minimální zkratový proud, který musí zdroj dodat do poruchového obvodu. Aby byla tato podmínka splněna, musí být pro impedanci poruchové smyčky (poruchového obvodu)  $Z_s$  splněna nerovnost:

$$Z_s \cdot I_a \leq U_0 \quad (\text{V})$$

kde:

- $Z_s$  je impedance poruchové smyčky zahrnující zdroj, pracovní vodič k místu poruchy a ochranný vodič mezi místem poruchy a zdrojem,
- $I_a$  proud, zajišťující samočinné odpojení ochranného prvku ve stanovené době,
- $U_0$  jmenovité napětí sítě proti zemi.

Pro dosažení minimální potřebné velikosti zkratového proudu nesmí impedance poruchové smyčky pro daný ochranný prvek překročit hodnotu danou výše uvedeným vztahem. Aby nebylo vždy nutné zjišťovat tyto proudy z obtížně získatelných charakteristik jistících prvků, jsou hodnoty těchto proudů, zajišťujících samočinné odpojení, uváděny v různých podkladových materiálech.

Pokud není výše uvedená podmínka velikosti zkratového proudu splněna, je třeba v okolí chráněného zařízení provést doplňující pospojování. Při jeho uplatnění musí impedance  $Z$  mezi částmi neživými (i cizími vodivými částmi současně přístupnými dotyku) splňovat nerovnost:

$$Z \leq U_{d1} / I_a \quad (\Omega)$$

kde:

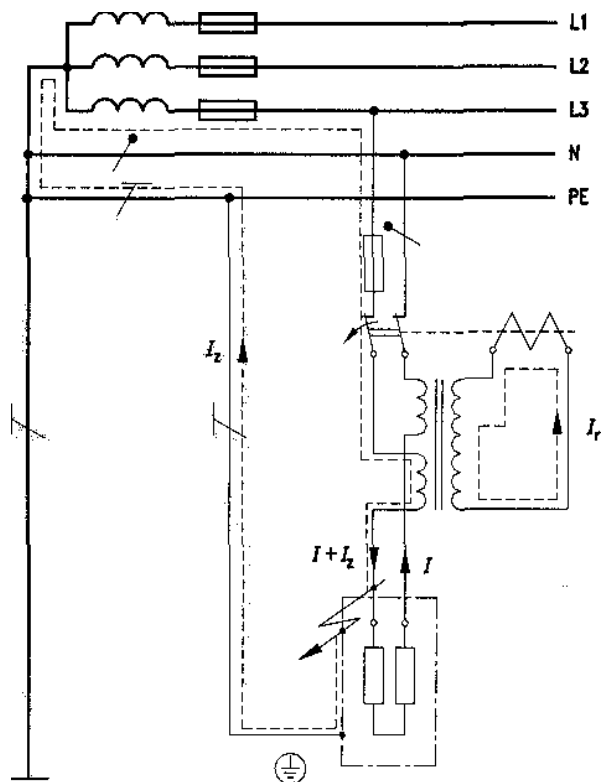
- $U_{d1}$  je předpokládané trvalé dovozené dotykové napětí (50 V pro prostory normální),
- $I_a$  proud, zajišťující samočinné odpojení ochranného prvku ve stanovené době (0,4 s, popř. 5 s pro síť 230 V).

#### 13.4.1.6. Užití proudového chrániče v síti TN

Další možností řešení ochrany, pokud nemohou být splněny podmínky samočinného odpojení užitím jistících prvků, je použití proudového chrániče (obr. 13.7). Proudový chránič reaguje na poruchový rozdílový proud, který je mnohem menší než proudy, na které reaguje jistící prvek.

Správná funkce proudového chrániče vyžaduje, aby ochranný vodič PE byl vždy veden mimo proudový chránič (obr. 12.6). To znamená, že proudovým chráničem nesmí být veden ani vodič PEN. Používání proudových chráničů v sítích TN proto vyžaduje rozdělení vodiče PEN na samostatný vodič střední N a na samostatný ochranný vodič PE.





Obr. 13.7 Proudový chránič v síti TN-S

Proudový chránič lze v síti TN zapojit též jiným způsobem.

Neživé části jsou připojeny ochrannými vodiči PE přímo k jednotlivým uzemněním a nevyužívá se ochranného vodiče PE nebo vodiče PEN sítě. Toto uspořádání je znázorněno na obr. 13.10. Poruchový rozdílový proud neprochází ochranným vodičem PE sítě a střední vodič N, ke kterému je chráněný elektrický předmět připojen, slouží pouze jako vodič pracovní. Část sítě, chráněnou tímto proudovým chráničem, lze považovat za síť TT a to i v těch případech, kdy je napájena ze sítě TN.

Jestliže je chráněný elektrický předmět umístěn mimo zónu vlivu hlavního pospojování a dobré jednotlivé uzemnění může zajistit průtok dostatečně velkého poruchového rozdílového proudu pro funkci chrániče, tak se toto uspořádání dokonce doporučuje. Je to výrazná změna oproti dřívější praxi, kdy bylo v jedné síti zakázáno kombinovat principy samočinného odpojení užívaného v sítích TN a samočinného odpojení užívaného v sítích TT.

#### 13.4.1.7. Kontrola jakosti uzemnění uzlu a ochranného vodiče v síti TN

Pro ochranu samočinným odpojením od zdroje v síti TN platí řada podmínek na jakost uzemnění ochranného vodiče PE (vodiče PEN) i uzlu zdroje. Ty vyplývají zejména z potřeby snížení napětí na ochranném vodiči PE (vodiči PEN) v případě jakékoliv poruchy v síti i na napájených zařízeních. Další podmínka platí pro impedanci  $Z_{PE}$  ochranného vodiče PE k rozváděči, ze kterého jsou kromě obvodů pro napájení upevněných zařízení, vyžadujících odpojení do 5 s, napájeny též zásuvkové obvody. Na uvedené impedanci nesmí průchodem poruchového proudu upevněného zařízení vzniknout vyšší, než dovolené dotykové napětí (50 V). Z této podmínky vyplývá i požadavek na impedanci  $Z_{PE}$  ochranného vodiče PE mezi rozváděčem a místem, kde je tento vodič spojen s hlavním pospojováním:

$$Z_{PE} \leq 50 \cdot Z_s / U_0 \quad (V)$$

kde:

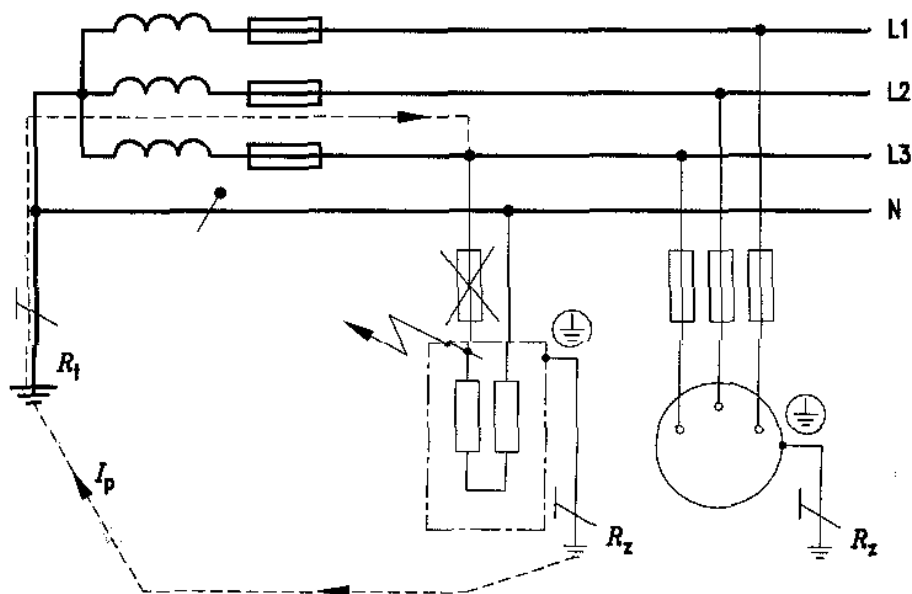
- $Z_s$  je impedance smyčky upevněného zařízení a
- $U_0$  jmenovité napětí sítě proti zemi.

#### 13.4.2. Samočinné odpojení v síti TT

U ochrany samočinným odpojením v síti TT jsou neživé části chráněných zařízení uzemněny stejně jako střed (uzel) zdroje. Neživé části EZ jsou spojeny s uzlem zdroje pouze pomocí individuálních uzemnění a prostřednictvím země. Nikoliv však přímo ochranným vodičem PE nebo vodičem PEN, jako tomu bylo v síti TN.

##### 13.4.2.1. Poruchová smyčka v síti TT

Princip ochrany samočinným odpojením v síti TT je zřejmý z obr. 13.8. Na obrázku je zakreslen zdroj (sekundární vinutí transformátoru) a elektrický předmět, v němž došlo k průrazu základní izolace, tj. ke zkratu mezi živou a neživou částí. Tímto spojením se uzavřela **poruchová smyčka**, tvořená zdrojem, fázovým vodičem, místem průrazu základní izolace EZ, uzemněním neživé části elektrického zařízení, zemí a uzemněním uzlu zdroje.



Obr. 13.8 Princip ochrany samočinným odpojením od zdroje v síti TT

##### 13.4.2.2. Funkce ochrany samočinným odpojením v síti TT

Nebezpečí vzniku úrazu elektrickým proudem při dotyku neživé části během poruchy závisí na velikosti vzniklého dotykového napětí na neživé části chráněného zařízení. Pro **normální prostory norma předepisuje, aby při vzniku napětí na neživé části chráněného zařízení větším než 50 V bylo toto zařízení odpojené.** To znamená, že musí být splněna podmínka:

$$R_z \cdot I_a \leq 50 \quad (\text{V})$$

kde:

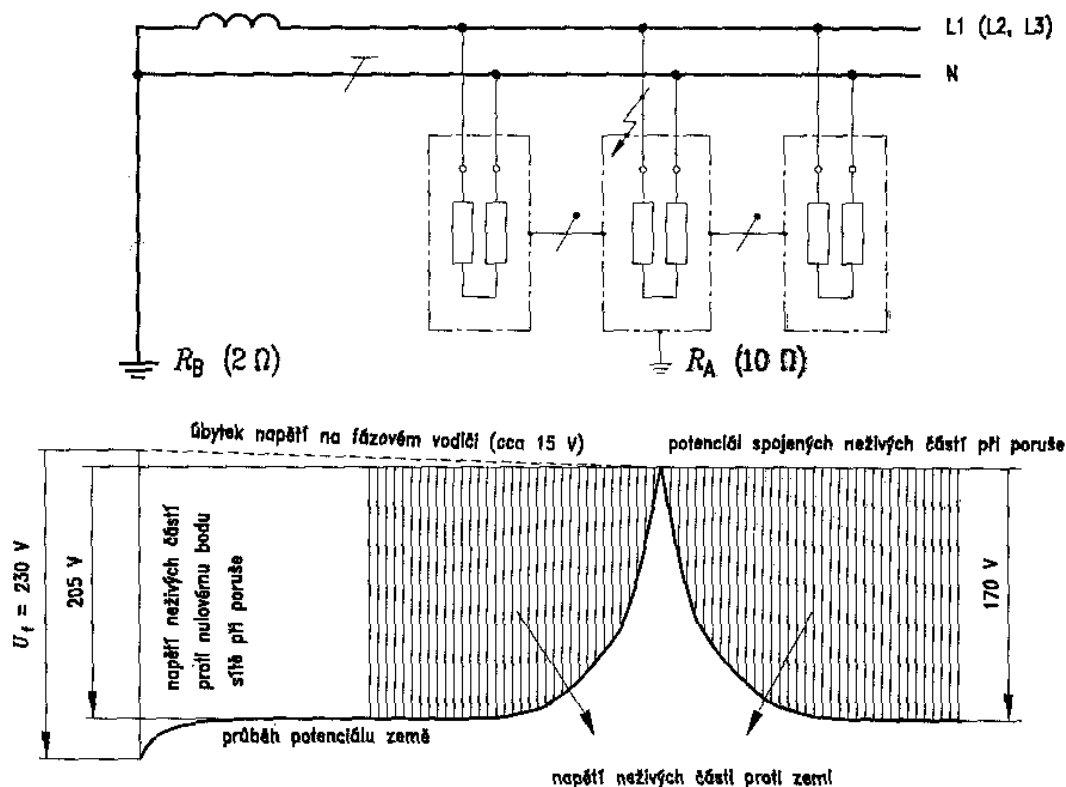
- $R_z$  je odpor uzemnění neživých částí (zemnice včetně ochranného vodiče) a  $I_a$  proud zajišťující samočinné odpojení ochranného prvku.

#### 13.4.2.3. Velikost dotykového napětí na neživých částech v síti TT

Jestliže ochranným prvkem je **pojistka**, musí proud  $I_a$ , při němž je na neživé části napětí 50 V, zajistit odpojení do 5 s. Jestliže je ochranným prvkem **jistič**, musí být proud  $I_a$  rovný alespoň minimálnímu proudu zkratové spouště. Uvedené hodnoty proudů můžeme zjistit z ampersekundových charakteristik těchto prvků (viz obr. 12.2 a obr. 12.4). Jakýkoliv větší proud bude přerušen dříve.

V případě **pojistky** je při zvětšení napětí na neživé části nutné přerušit úměrně větší proud. Se zvětšujícím se proudem se ale zkracuje doba odpojení, jak je zřejmé z charakteristiky na obr. 12.2. Charakteristika pojistky zajišťuje, aby doba odpojení byla pro každé napětí na neživé části vždy kratší, než odpovídá napěťové vypínací křivce L z obr. 8.3.

Při užití **jističe** musí zkratová spoušť začít působit již při proudu, který na uzemnění vyvolá úbytek napětí 50 V. Zkratová spoušť samozřejmě vybaví i při každém vyšším proudu. Protože musí zapůsobit v čase do 0,2 s (ale spíše skutečně vybavuje v čase daleko kratším), tak ani při užití jističů nemůže dojít k ohrožení úrazem elektrickým proudem.



Obr. 13.9 Příklad rozložení potenciálů a velikosti napětí na neživých částech vůči zemi v síti TT v okamžiku poruchy základní izolace mezi živou a neživou částí

Na obr. 13.9 je vidět výši napětí na **neživých částech v okamžiku poruchy**. Toto napětí se v síti s napětím  $U_o = 230 \text{ V}$  blíží hodnotě 200 V, pro které je na obr. 8.3 maximální doba jeho trvání 0,2 s.

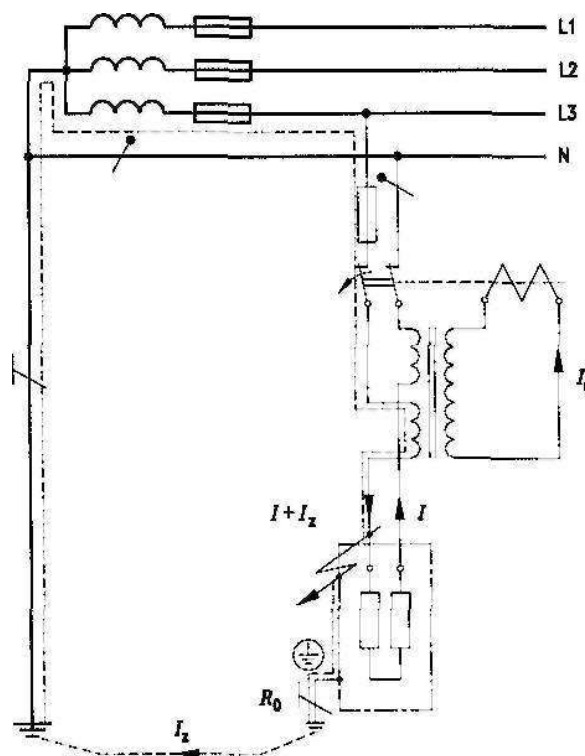
#### 13.4.2.4. Požadavky na jakost uzemnění v síti TT

Základní podmínkou pro správnou funkci ochrany samočinným odpojením v síti TT, zajišťovanou pojistkami nebo jističi, je splnění poměrně pnsnvch požadavků na jakost uzemnění. Odpor uzemnění musí být **natolik malý**, aby proud zajišťující působení jisticího prvku na něm **nevyvolal vyšší úbytek napětí než 50 V**. Z charakteristiky pojistky na obr. 12.2 (jejíž jmenovitý proud je 10 A) plyne, že pro odpojení EZ v poruše do 5 s je nutný průtok proudu 50 A. Aby tento proud nevyvolal na uzemnění vyšší úbytek napětí než 50 V, nesmí být odpor **uzemnění větší než 1 Ohm**. Tuto hodnotu je možné dosáhnout např. u rozsáhlejšího základového zemniče budovy. Dosáhnout ji však u jednotlivého uzemnění je velice těžké. Obdobně je tomu i v případě užití jističů s charakteristikou B. Jistič s charakteristikou C vyžaduje dokonce uzemnění s poloviční hodnotou zemního odporu, než v případě jističe s charakteristikou B.

#### 13.4.2.5. Užití proudového chrániče v síti TT

Proto se pro ochranu samočinným odpojením vsíti TT uplatňují proudové chrániče (obr. 13.10). U proudového chrániče stačí, aby při průchodu jmenovitého poruchového rozdílového proudu chráničem nevzniklo na odporu uzemnění **dotykové napětí větší než je dovolená hodnota (50 V pro normální prostory)**. Např. pro chránič, jehož jmenovitý poruchový rozdílový proud je 500 mA, musí být odpor uzemnění menší než:

$$R_z < 50/0,5 = 100 \text{ } \Omega.$$



Obr. 13.10 Proudový chránič v síti TT

Tato hodnota je již poměrně snadno dosažitelná. Pro chrániče s menšími jmenovitými poruchovými rozdílovými proudy vyhoví ještě vyšší hodnoty odporu uzemnění.

Není vždy nejvhodnější používat nejcitlivější proudové chrániče se jmenovitým poruchovým rozdílovým proudem 30 mA a menším. Tyto chrániče mohou u větších spotřebičů reagovat i na unikající provozní proudy a způsobovat tzv. nežádoucí vypínání.

#### 13.4.3. Samočinné odpojení v síti IT

Sítě IT se uplatňují především tam, kde je nezbytné i při poruše základní izolace EZ dokončit určitou pracovní operaci (např. v hutních provozech, v nemocnicích na operačních sálech) a dále v malých sítích, napájených z vlastního generátoru.

U ochrany samočinným odpojením v síti IT jsou chráněné neživé části rovněž uzemněny. Střed (uzel) zdroje a tím i celá síť jsou však na rozdíl od sítí TN a TT buďto zcela izolovány nebo uzemněny přes tak velkou impedanci, že z hlediska funkce této ochrany je možné síť považovat za izolovanou.

##### 13.4.3.1. **Funkce ochrany samočinným odpojením v síti IT**

Sítě IT umožňují, aby i při poruše základní izolace (tj. při jedné poruše EZ) nedošlo k okamžitému odepnutí porušeného elektrického zařízení od zdroje. Proto jsou zavedeny pojmy „první porucha“ a „druhá porucha“.

Za „jednu poruchu elektrického zařízení“ se dle ČSN EN 61140 ed. 2 (33 0500) považuje případ, když se přístupná vodivá část, která není za normálních podmínek živou, stane nebezpečnou neživou částí (např. v důsledku poruchy základní izolace). Další možnou příčinou vzniku „jedné poruchy EZ“ může být mechanické porušení krytu nebezpečné vodivé části.

Jestliže je v síti nainstalován přístroj pro hlídání izolačního stavu sítě, musí „prvou poruchu“ zvukově nebo vizuálně signalizovat, tak aby tato „prvá porucha“ mohla být v co nejkratší době odstraněna. Pokud se v době výskytu „prvé poruchy“ objeví ještě „druhá porucha“, musí být chráněné zařízení odpojeno v tak krátkém čase, aby nemohlo dojít k ohrožení úrazem elektrickým proudem (viz obr. 8.3).

Přitom je třeba rozlišovat dvě možnosti, závislé na způsobu uzemnění neživých částí elektrického zařízení.

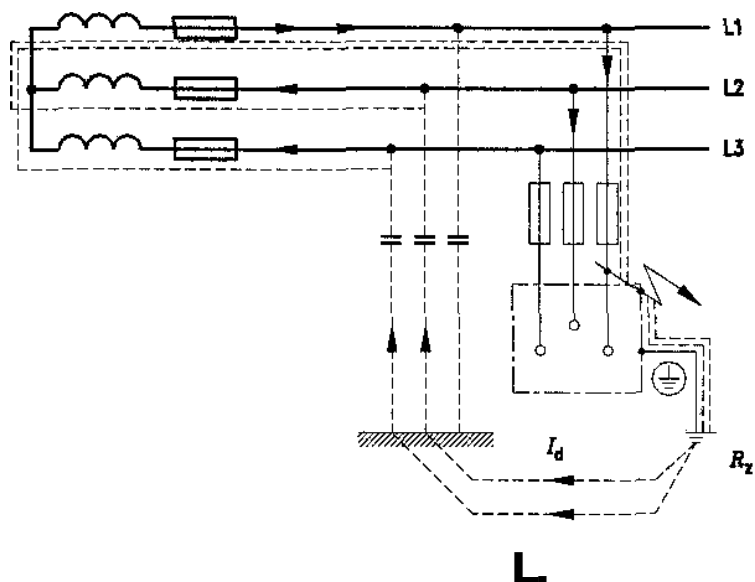
1) Jsou-li neživé části uzemněny jednotlivě nebo po skupinách, vznikne při „prvé poruše“ v podstatě síť TT a pro vypnutí při „druhé poruše“ musí být splněny pro ochranu stejné podmínky na přiřazení ochranného prvku a odporu uzemnění neživých částí, jako jsou u sítě TT.

2) Jsou-li neživé části spojeny uzemněným ochranným vodičem PE, vznikne po „prvé poruše“ v podstatě síť TN a pro vypnutí při „druhé poruše“ musí být splněny pro ochranu obdobné podmínky jako jsou v sítích TN. Protože však ke druhé poruše může dojít i na opačné straně sítě, než došlo k „prvé poruše“, uvažuje se v tomto případě dvojnásobná impedance poruchové smyčky, oproti ochraně v síti TN. Kromě toho se musí rozlišovat, zda se jedná o síť s vyvedeným středním vodičem N, nebo zda v síti jsou vedeny pouze vodiče fázové.

##### 13.4.3.2. **Poruchová smyčka v síti IT**

Při prvé poruše (obr. 13.11) se spojí se zemí ten fázový vodič sítě, na kterém došlo k průrazu základní izolace mezi živou a neživou částí. Tím ale přestává být síť izolovaná a v podstatě se mění na síť uzemněnou. Při dokonalém izolování ostatních pracovních vodičů sítě by neměl do uzemnění neživé části odcházet žádný proud, protože by se neměl kudy

uzavírat. Jelikož však vodiče sítě nelze odizolovat absolutně a především proto, že mají vůči zemi po celé délce kapacitní vazby (na obr. 13.11 jsou tyto vazby pro zjednodušení soustředěny do jednoho bodu), odchází uzemněním neživé části do země proud. Velikost proudu je rovna vektorovému součtu kapacitních a svodových proudů sítě. Pokud není žádoucí vypínat obvod již při první poruše, ochranný prvek na tento proud vypnutím nezareaguje.



**Obr. 13.11** Princip ochrany v síťi při první poruše na neživé části chráněného EZ nebezpečné dotykové napětí. Pro normální prostory (50 V) proto musí být splněna podmínka:

$$R_z \cdot I_d \leq 50 \quad (\text{V})$$

kde:

$$R_z \cdot I_d < 50 \quad (\text{V})$$

$R_z$  je odpor uzemnění **neživých** částí (zemnice včetně ochranného vodiče) a  
 $I_d$  poruchový proud při první poruše a při zanedbatelné impedanci  
**mezi fázovým vodičem a neživou částí.**

I když se velikost zemního odporu přímo nepředepisuje, neměla by jeho hodnota pro trvalé sítě překročit 20 Ohm. Tato hodnota by měla vyhovět pro bezpečné svedení proudu ze sítě o napětí 400 V, jejíž délka včetně všech odboček je několik kilometrů. Pro mobilní, dočasně zřízované menší sítě, postačuje obvykle hodnota zemního odporu menší než 100 Ohm.

Pro impedanci poruchové smyčky  $Z_s$  musí proto platit:

a) jestliže je střední vodič N vyveden, zahrnuje poruchová smyčka sítě IT zdroj, střední vodič N k místu poruchy a ochranný vodič PE mezi místem poruchy a zdrojem

$$2 \cdot Z_{s1} \cdot I_a \leq U_0 \quad (\text{V})$$

$$2 \cdot Z_{s1} \cdot J_a < i_0 \quad (\text{V})$$

kde:

-  $Z_{s1}$  je impedance poruchové smyčky pro tento případ,

b) jestliže střední vodič N není vyveden, zahrnuje poruchová smyčka sítě IT zdroj, fázový vodič LI k místu poruchy a ochranný vodič PE mezi místem poruchy a zdrojem

$$2 \cdot Z_{s2} \cdot I_a \leq U = (3)^{1/2} \cdot U_0 \quad (V)$$

kde:

$Z_{s2}$  je impedance poruchové smyčky pro tento případ,

$I_a$  proud zajišťující samočinné odpojení ochranného prvku ve stanovené době, tj. podle TAB. 13.3 pro zásuvkové obvody, nebo do 5 s pro upevněná zařízení,

$U_0$  jmenovité napětí sítě mezi fází a středním vodičem N (fázové),

$U$  jmenovité napětí sítě mezi fázemi (sdružené).

TAB. 13.3 Maximální doby odpojení pro sítě IT (zásuvkové obvody pro přenosné elektrické předměty třídy ochrany I)

Jmenovité napětí sítě fázové - $U_0$ / sdružené - $U$ (V)	Doba odpojení (s)	
	Střední vodič není vyveden	Střední vodič je vyveden
120/240	0,8	5,0
230/400	0,4	0,8
400/690	0,2	0,4
580/1000	0,1	0,2

V TAB. 13.3 jsou uvedeny pro odpovídající napětí delší doby odpojení, než v TAB. 13.2. Je to proto, že nulový potenciál neutrální země se při dvou poruchách posune mezi potenciály fáze a uzlu zdroje. Napětí fází proti zemi je pak přibližně poloviční oproti obdobnému případu v síti TN, ve které je uzel zdroje uzemněn podstatně lépe než místo poruchy.

#### 13.4.3.3. Ochranné prvky v síti IT

V sítích IT se pro ochranu před úrazem elektrickým proudem používají:

- přístroje pro hlídání izolačního stavu,  
nadproudové jističí prvky,  
proudové chrániče.

Přístroje pro hlídání izolačního stavu hlásí pokles izolačního odporu a při jeho dalším snížení odepínají chráněný obvod, pokud se nevyžaduje funkčnost sítě při „prvé poruše“.

Nadproudové jističí prvky se volí podle svých charakteristik obdobným způsobem jako pro sítě TT nebo TN.

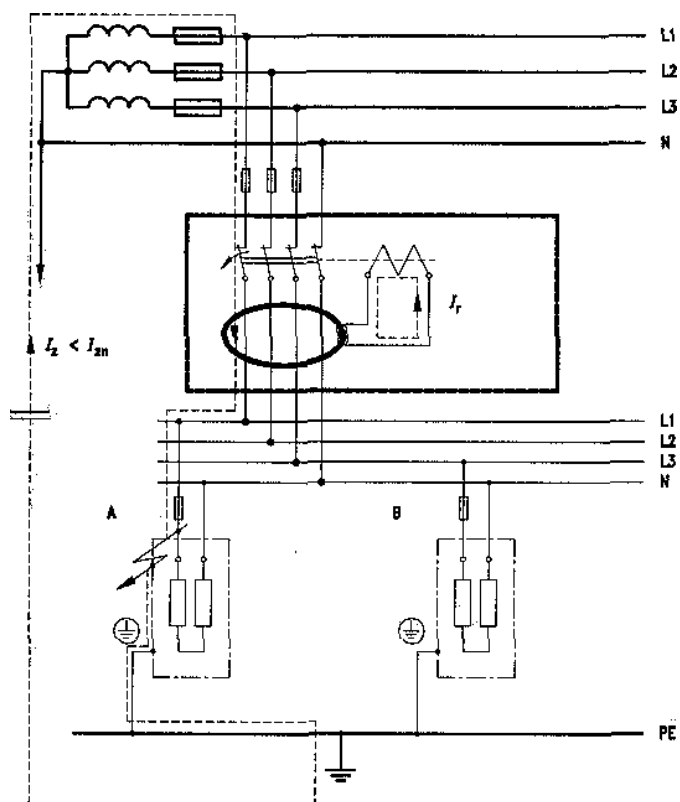
U proudových chráničů v síti IT při „prvé poruše“ má být síť ještě funkční a odpojení se vyžaduje až při „druhé poruše“.

Pokud se vyžaduje aby proudový chránič odpojil chráněný obvod až při „druhé poruše“, je nutné volit parametry proudového chrániče tak, aby na svodové a kapacitní proudy  $I_z$  neuzemněných vodičů nereagoval. Proto musí být jmenovitý poruchový rozdílový proud chrániče  $I_{zn}$  nejméně dvakrát větší než je svodový a kapacitní proud sítě  $I_z$  „při první poruše“ ( $I_z < 0,5 \cdot I_{zn}$ ). Chránič totiž může zapůsobit již od poloviční hodnoty jmenovitého poruchového rozdílového proudu.

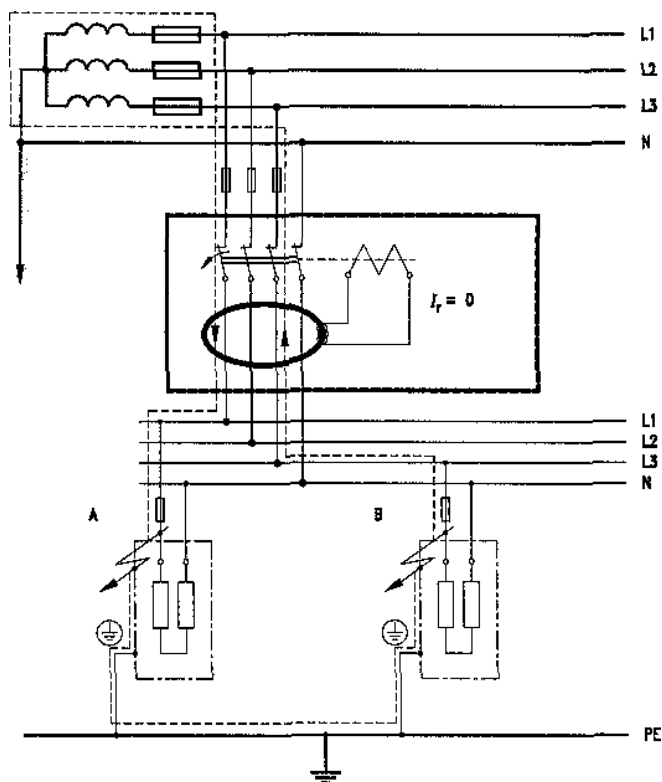
V síti IT se proudové chrániče účinně uplatňují pouze pro jednotlivé spotřebiče nebo zásuvkové vývody a nikoliv jako ochranný prvek chránící rozsáhlejší obvody. Je to proto, že na dvě poruchy v obvodu za chráničem již proudový chránič nezareaguje.



a)



b)



Obr. 13.12 Poruchový proud proudového chrániče v síti IT  
 (a) poruchový proud při 1. poruše (chránič nesmí odpojit)  
 (b) poruchový proud při 2. poruše (chránič nemůže odpojit)

Pokud v rozsáhlejší obvodu za proudovým chráničem dojde nejprve k „prvé poruše“ a pak ke „druhé poruše“, proudový chránič obvod se dvěma poruchami neodpojí a zareaguje pouze nadproudový ochranný prvek obvodu. Není rozdíl, zda jsou neživé části uzemněny samostatně, nebo zda jsou navzájem propojeny uzemněným skupinovým ochranným vodičem. V obou případech totiž dojde k uzavření smyčky poruchového proudu tak, že součet všech proudů do daného obvodu přicházejících a z obvodu vycházejících je roven nule (kromě kapacitních a svodových proudů, na něž chránič nereaguje). Na obr. 13.12 je uveden příklad uzavření smyčky poruchových proudů dvou elektrických předmětů (zapojených v obvodu sítě IT), jejichž ochranné svorky jsou propojeny se společným uzemněným skupinovým ochranným vodičem.

### 13.5. Ochrana samočinným odpojením napěťovým chráničem

Jedná se o samostatný způsob ochrany samočinným odpojením, který nijak nesouvisí předchozími způsoby. Princip této ochrany (viz obr. 12.6) spočívá v tom, že napěťový chránič indikuje napětí na neživých nebo i jiných cizích vodivých částech, u nichž je třeba zajistit ochranu před nebezpečným dotykovým napětím. Jestliže dotykové napětí na těchto částech překročí hodnotu, na kterou je napěťový chránič nastaven, chránič odpojí přívod ke chráněnému zařízení. Chránič se nastavuje na hodnotu dovoleného trvalého dotykového napětí, tj. na 50 V pro normální i pro nebezpečné prostory a na 25 V pro zvlášť nebezpečné prostory.

## 14. Ochrana před bleskem

### 14.1. Blesk, jeho parametry a účinky

Blesk je atmosférický výboj, ke kterému dochází při nahromadění elektrického náboje v mraku. Mrak tím získá elektrický potenciál, rozdílný od potenciálu ostatních mraků a od potenciálu země. Nebudeme se zde zabývat vznikem a šířením elektrického výboje, ale shrneme jen některé závěry.

Náboj mraku, jehož velikost je srovnatelná s koulí o průměru 5 km, je asi 1 000 C. Tento náboj se vybíjí přeskoky („blesky“) při zápalném napětí 50 až 100 MV. To znamená, že elektrická energie nahromaděná v mraku je větší než 10 MWh. Z toho si již můžeme udělat představu o velikosti energie nahromaděné v mraku, o tom jak velká energie se bleskovými výboji vybíjí a jaká může asi být ničivá síla výboje, když dorazí k zemi. Průměrný výboj má energii asi 250 kWh, takže celková energie mraku by se vybila asi 40 až 50 takovými výboji. Při průměrném blesku protéká vodivým kanálem, který se vytvoří mezi mrakem a zemí, bleskový proud o velikosti několika desítek kiloampér po dobu několika tisícin sekundy. Přitom se vybíjí náboj o velikosti až několika desítek coulombů. Hodnoty bleskových proudů, doby jejich trvání i velikosti vybitých nábojů mohou být značně rozdílné. Blesky s proudem stovek kiloampér nebo dokonce miliónu ampér bývají v našich podmínkách naprosto výjimečné. Udává se, že proud větší než 200 kA mívá pouze asi 1% blesků.

Nenaide-li blesk při své cestě k zemi elektricky dobře vodivé spojení se zemí, může jeho průchod různými předměty vyvolat nebezpečné účinky. Hořlavé látky protékané proudem blesku se mohou zahřát a vznítit, vlhké dřevo nebo zdivo může působením rychle vypařené vlhkosti explodovat. Takto dochází k poškození anebo i ke zničení objektů, aniž by byl objekt zapálen. Rovněž elektrická instalace, která pro blesk může tvořit vodivou cestu, bývá bleskem poškozována. S úderem blesku je spojeno i nebezpečí ohrožení osob, ať již přímo úderem blesku, nebo jeho následky. To jsou důvody, proč se provádí ochrana budov a objektů před bleskem. Je logické, že rozhodnutí o konkrétním provedení ochrany před bleskem závisí na ceně objektu, na míře ohrožení osob i na pravděpodobnosti úderu blesku v daném místě.

### 14.2. Princip ochrany před bleskem

#### 14.2.1. Princip hromosvodu

Systém, realizovaný koncem osmnáctého století Benjaminem Franklinem, se užívá dodnes. Blesk je zachycen, nebo možná lépe řečeno přitažen, kovovou tyčí instalovanou na objektu (příp. nad úrovní objektu v jeho blízkosti), která se nazývá jímačem. Zjímače je blesk sveden vodičem (tzv. svodem) do uzemnění tak, aby proud blesku neohrozil ani chráněný objekt ani jeho vnitřní zařízení (dle ČSN 34 1390).

V současné době se používá jako jímačů nejen vertikálních tyčí, ale i horizontálních jímacích vedení, ať už zavěšených nad objekty nebo vedených po objektu. Jímací zařízení může být tvořeno tyčovými jímači, jímacím hřebenovým vedením na hřebeni střechy, mřížovou soustavou vedení na ploché střeše, nebo i mříží jímacích vedení, zavěšenou nad chráněným objektem, pokud se jedná o objekt, který je třeba zvlášť dobře chránit. Používají se též stožárové jímače, které mohou být od objektu vzdáleny, aby objekt nebyl ohrožen indukčními vlivy blesku.

#### 14.2.2. Materiál hromosvodů

Jímače, jímací vedení, svody i vedení v zemi musí být dimenzované na průchod velkého proudu blesku a na mechanické namáhání a musí být odolné proti korozním vlivům. Jímací vedení a svody bývají tvořeny ocelovými pozinkovanými dráty o průměru 8 nebo 10 mm, zemní přívody a zemní vedení mohou být tvořeny kromě toho též ocelovými pozinkovanými pásky. Jako jímací vedení i svody lze použít též měděný drát a výjimečně i hliníkové vedení. Pro vedení v zemi se však hliník nepoužívá vůbec a měď se používat nedoporučuje. Hliník není dostatečně odolný a měď působí elektrolyticky rozkladně na ocelové části (potrubí, výztuže základů apod.), uložené v zemi.

#### 14.2.3. Ochranný prostor

Každý jímač nebo jímací vedení vytváří pod sebou ochranný prostor. Aby objekt byl dostatečně chráněn před úderem blesku, musí být celý umístěn v ochranném prostoru jímače. Ani tehdy však není ochrana zajištěna pro všechny případy úderu blesku. Proto se pro zvlášť nebezpečné objekty (např. sklady výbušnin) počet jímacích vedení zdvojuje, popř. se uplatňují další opatření (upevnění vedení na vysokých podpěrách nad objektem).

#### 14.2.4. Svody, uzemnění, pospojování

Na objektech musí být dostatečný počet svodů. Tím se usnadňuje odváděníbleskového proudu a snižují se i úbytky napětí na svodech. Svody jsou vedeny vně budovy po každých 15 m délky objektu, pokud je poměr délky budovy k šířce větší než 5:1, nebo po každých 30 m obvodu budovy u objektů širších. Tyto svody musí být připojeny na uzemnění. V současné době se doporučuje připojit svody na základový zemnic, vedený po obvodu základu budovy. Pro zlepšení průchodu proudu do země je možné svody zakončit zemnicími tyčemi zaraženými do země, které jsou spojeny se základovým zemnicem. Toto uzemnění je spojeno s přípojí hlavního pospojování, se kterou mají být spojeny též svody hromosvodu (obr. 13.3). Při montáži hromosvodu je třeba dbát na to, aby vedení svodů byla co nejpřímější a aby netvořila dlouhé smyčky, na kterých by mohlo v důsledku velkých úbytků napětí docházet k přeskokům.

Uvedená opatření jsou důležitá, neboť průchodembleskového proudu o velikosti několika desítek tisíc ampér do uzemnění, jehož odpor činí několik ohmů, vzniká na objektu, tj. na všech jeho vodivých částech spojených pospojováním s tímto uzemněním, napětí několika desítek kilo voltů. Obdobně je tomu i s úbytky napětí na svodech v důsledku velké strmosti nárůstu proudubleskového výboje. Tyto rozdíly potenciálů by mohly způsobit přeskoky mezi různými vodivými částmi.

Proto je třeba dbát na provedení hlavního pospojování v budově, na dodržení vzdálenosti vodivých předmětů od hromosvodu nebo, pokud tyto vzdálenosti nelze dodržet, na spojení těchto částí s hromosvodem. To se týká zejména vysokých kovových předmětů (např. potrubí), procházejících budovou ve svislém směru. Ty se spojí s vedením hromosvodu na svém nejvyšším a nejnižším místě. Rovněž konstrukce antén na střeše budovy se spojují nejen s hlavním pospojováním budovy, ale též se svodem hromosvodu na střeše budovy. Toto spojení je buď přímé, nebo přes jiskřiště, nebo přes moderní svodič přepětí. I takto pečlivě provedená ochrana zajišťuje před následky úderu blesku pouze samotný objekt. Neřeší však uspokojivě ochranu elektronických zařízení uvnitř budovy a v nich uchovávaných dat. Pro tyto případy je třeba uplatnit ještě ochrany proti přepětí, tak jak jsou popsány v kapitole 5.

## 15. Revize elektrických instalací

### 15.1. Všeobecně

V průběhu provádění elektroinstalačních prací a při montáži celého elektrického zařízení může docházet nejen k poškození jednotlivých použitých elektrických předmětů (např. k poškození jejich izolace, k porušení krytů), ale také k chybnému zapojení. Proto je nezbytné EZ po sestavení a před uvedením do provozu překontrolovat. To znamená, že se musí ověřit řádná a bezpečná činnost zanzení, tak aby EZ při provozu nemohlo nikoho ohrozit (osoby, hospodářská zvířata a ani majetek). Toto ověření se nazývá výchozí revize.

K poškození zanzení, které není na první pohled zřejmé, může dojít a dochází i během jeho používání. Zhoršování stavu zařízení při provozu může být způsobené jeho stárnutím a provozním zatěžováním, ale i postupným poškozováním vlivy vnějšího prostředí. Proto se na zařízení musí provádět v pravidelných lhůtách další revize. To jsou tzv. pravidelné (periodické) revize.

### 15.2. Zaměření revizí

Účelem revizí je především kontrola bezpečnosti elektrického zařízení. Mezi bezpečnostní požadavky též patří, aby zařízení neohrožovalo svojí funkcí nebo jinými účinky (např. tepelnými, zářením apod.) obsluhu, uživatele nebo okolí. U elektrického zařízení se ověřuje především splnění požadavků na ochranu osob před úrazem elektrickým proudem.

### 15.3. Postup při revizích

Postup provádění revizí je u každého typu zařízení nebo instalace jiný. Obecně jej předepisuje, spolu s doklady pro provedení revize i se zprávou, která musí být po revizi vyhotovena, norma ČSN 33 1500.

Podrobnější pokyny pro provádění revize elektrické instalace jsou obsaženy v normě ČSN 33 2000-6-61 ed. 2. Revize elektrické instalace se podle této normy člení na:

- prohlídku a
- zkoušení, které zahrnuje i měření (zvláště izolačního odporu).

#### 15.3.1. Prohlídka

Prohlídka se musí uskutečnit dříve, než se zařízení začne zkoušet. Při prohlídce musí být zařízení vypnuté. Prohlídkou se musí ověřit, zda trvale připojená elektrická zařízení a přístroje:

- jsou v souladu s bezpečnostními požadavky příslušných norem (to lze ověřit prověřením schvalovací značky na výrobku), zda jsou správně instalovány a zda nejsou viditelně poškozeny tak, aby to ohrožovalo bezpečnost.

Prohlídkou se dále ověří:

- způsob ochrany před úrazem elektrickým proudem (tj. vzdálenosti u ochrany polohou, přepážky, kryty, zábrany), protipožární přepážky u průchodu kabelů stropy a stěnami nebo v kabelových kanálech po určitých vzdálenostech,
- dimenze vodičů s ohledem na přenášený proud, správné nastavení ochranných a kontrolních přístrojů,
- označení ochranných a středních vodičů a další požadavky, jejichž splnění je nutné pro bezpečný provoz a údržbu zařízení.

### 15.3.2. Zkoušení a měření

, Zkouší a měří se především:

spojitost ochranných vodičů a vodičů hlavního a doplňujícího pospojování,  
hodnota izolačního odporu elektrické instalace,  
funkčnost samočinného odpojení od zdroje a  
provozní schopnost elektrického zařízení.

Další zkoušky se provádějí podle charakteru a provedení zařízení a uplatněného druhu ochrany před úrazem elektrickým proudem.

### 15.3.3. Izolační stav

Za nejdůležitější lze považovat měření izolačního odporu elektrické instalace a jednotlivých obvodů. Ten se měří mezi pracovními vodiči navzájem a dále mezi jednotlivými pracovními vodiči a zemí, představovanou ochranným vodičem (po bezpečném ověření uzemnění ochranného vodiče). Hodnoty zkušebního stejnosměrného napětí, při kterém se měří, a předepsané hodnoty izolačního odporu, jsou uvedeny v TAB. 15.1.

TAB .15.1 Minimální hodnoty izolačního odporu

Jmenovité napětí (resp. název) obvodu	Zkušební napětí DC (V)	Izolační odpor (MΩ)
SELV a PELV	250	$\geq 0,25$
do 500 V včetně	500	$\geq 0,5$
nad 500 V	1000	$\geq 1,0$

### 15.3.4. Připojení neživých částí k ochrannému vodiči

Pro měření ochrany samočinným odpojením se používá několik metod v závislosti na tom, zda se jedná o síť TN, TT nebo IT.

Prvořadý význam **pro správnou funkci ochrany samočinným odpojením je kvalita připojení neživé části chráněného elektrického zařízení k uzemněnému ochrannému vodiči.**

Ke smrtelným úrazům elektrickým proudem totiž obvykle nedochází proto, že by byla mírně překročena hodnota impedance poruchové smyčky nebo odporu uzemnění, ale tím, že neživá část byla omylem připojena místo k ochrannému vodiči k vodiči fázovému. Proto je vždy po každém zásahu do elektrického zařízení nezbytné jednoduchým způsobem (např. funkční zkoušečkou) ověřit, zda se na neživé části zařízení, na kolíku zásuvky nebo na jiných vodivých částech přístupných dotyku nevyskytuje napětí. Tuto kontrolu je účelné provést i u elektrického zařízení, které bylo po delší době odstávky opět Uvedené do provozu. Dále se doporučuje občas takto kontrolovat i místa, kde je zvýšené nebezpečí úrazu elektrickým proudem, ať už z hlediska většího výskytu osob (shromaždiště osob, školy apod.) nebo působením vlivů prostředí.

## 16. Bezpečnost elektrických a elektronických předmětů

Bezpečnostní opatření elektrických a elektronických předmětů respektují současně nejen požadavky na bezpečnost předmětů samotných, ale i na zajištění provozu rozvodné soustavy, **ze které jsou příslušné předměty napájeny.**

Bezpečnostní opatření nesmí být pro konstruktéra dodatečným zásahem do konstrukce předmětu. Již prvotní **konstrukční záměr by měl sledovat hlediska bezpečnosti a** elektromagnetické kompatibility (např. zařazení elektrického předmětu do určité třídy ochran) a těmto hlediskům přizpůsobovat i dílčí konstrukční prvky (možnost připojení ochranných vodičů, provedení krytu atd.).

Elektrické a elektronické předměty a jejich připojování k rozvodné síti podléhá pravidelným kontrolám a revizím.

Základní bezpečnostní požadavky stanovují příslušné normy pro:

stupně ochrany krytem,

**třídy ochrany elektrických a elektronických předmětů,**

- pohyblivé přívody a šňůrová vědem,
- připojování elektrických přístrojů a spotřebičů,
- revize a **kontroly elektrických spotřebičů** a ručního náradí během používání.

### 16.1. Stupně ochrany krytem

Kryt je částí zajišťující ochranu elektrického nebo elektronického předmětu před **určitými vnějšími** vlivy a dále ve všech **směrech před dotykem živých částí.**

Kryty poskytují ochranu osobám a hospodářským zvířatům před přístupem k nebezpečným částem.

Stupeň ochrany krytem určuje rozsah ochrany poskytované krytem před dotykem nebezpečných částí a před vniknutím cizích těles a vody. Stupeň ochrany krytem musí být ověřen normalizovanými zkušebními metodami.

#### 16.1.1. IP kód

IP kód je kódovací systém, který označuje stupně ochrany krytem před dotykem **nebezpečných částí, před vniknutím pevných cizích těles nebo před vniknutím vody a který** poskytuje **i další informace související s touto ochranou.**

Ochrana krytem před dotykem nebezpečných částí zahrnuje ochranu osob před:

- **dotykem nebezpečných živých částí nízkého napětí,**  
**dotykem nebezpečných mechanických částí a**
- přiblížením k nebezpečným živým částem uvnitř krytu na menší než přiměřenou vzdušnou vzdálenost.

Tato ochrana může být zajišťována:

- pomocí krytu samotného a případně
- pomocí přepážek nebo vzdáleností uvnitř krytu.

#### 16.1.2. Uspořádání IP kódu

**Stupeň ochrany krytem se vyjadřuje pomocí IP kódu (krytí).** Skladba **IP kódu je zřejmá** z přehledu v TAB. 16.1, kde je rovněž stručně uveden význam charakteristických Číslic a přídatných a doplňkových písmen.



TAB .16,1 Stupeň ochrany krytem - přehled

Skladba IP kódu: (např. IP 2 3 C H)	
IP	Písmena kódu (International Protection = mezinárodní ochrana)
2	<b>První charakteristická číslice</b> (čísllice od 0 do 6, nebo písmeno X) Vyjadřuje - <b>stupeň</b> ochrany osob před dotykem <b>nebezpečných částí</b> - stupeň ochrany zařízení před vniknutím cizích těles
3	<b>Druhá charakteristická Číslice</b> (čísllice od 0 do 8, nebo písmeno X) Vyjadřuje - stupeň ochrany proti vniknutí vody s nebezpečnými účinky
C	<b>Přídavné písmeno</b> (nepovinné) (písmena A, B, C, D) Vyjadřuje - skutečný stupeň ochrany osob před dotykem nebezpečných částí
H	<b>Doplňkové písmeno</b> (nepovinné) (písmena H, M, S, W) Vyjadřuje - doplňkovou informaci o zařízení

### 16.1.3. Upřesňující zásady sestavení IP kódu:

- tam, kde se nevyžaduje** uvedení **charakteristické číslice**, je tato číslice nahrazena **písmenem X** (*popi. XX*, **pokud jsou vynechány obě charakteristické číslice**),  
přídavné a doplňkové písmeno může být vynecháno bez náhrady,  
pokud je použito více než jedno doplňkové písmeno, jsou písmena abecedně seřazena,
- **jestliže kryt zajišťuje různé stupně ochrany pro různé stanovené montážní polohy, udává výrobce v technické dokumentaci příslušné krytí odpovídající příslušným montážním polohám.**

**Přesné definice stupňů ochrany krytem jsou uvedeny v ČSN EN 60529 (33 0330).**

**První charakteristická číslice udává stupeň:**

ochrany **osob před dotykem nebezpečných částí** zamezením nebo omezením možnosti **dotyku částí lidského těla nebo předmětu drženého osobou a**  
**současně stupeň ochrany zařízení před vniknutím cizích těles.**

Kryt **označený první charakteristickou číslicí daného stupně ochrany** **vyhoví také všem nižším stupňům ochrany.**

**Druhá charakteristická číslice udává stupeň ochrany s ohledem na škodlivé účinky vody vniklé do zařízení. Stupně ochrany krytem před škodlivými účinky vody musí být specifikovány pouze druhou charakteristickou číslicí a nikoli odkazem na krátký popis nebo definici.**

**Je-li druhá charakteristická číslice 6 nebo nižší, znamená to, že kryt vyhoví všem požadavkům stanoveným pro libovolnou nižší charakteristickou číslicí.**

**Přídavné písmeno udává stupeň ochrany osob před dotykem nebezpečných částí v těchto případech:**

- **je-li skutečná ochrana před dotykem nebezpečných částí vyšší než ochrana, kterou udává první charakteristická číslice, nebo**
- **pokud má první charakteristická číslice udávat pouze ochranu před dotykem nebezpečných částí, pak je tato první charakteristická číslice nahrazena písmenem X.**

Vyšší stupeň ochrany může být zajištěn například přepážkami, vhodným tvarem otvorů nebo vzdálenostmi uvnitř krytu.

**Kryt smí být označen stanoveným stupněm ochrany s udaným přídavným písmenem pouze tehdy, jestliže vyhovuje také všem nižším stupňům ochrany.**

Doplňková písmena **udávají doplňkovou informaci** o výrobku (např. zařízení vysokého napětí, konstatování zkoušek **daného zařízení** na škodlivé účinky vniklé vody atd.).




## 16.2. Třídy ochrany elektrických a elektronických předmětů

Norma ČSN EN 61140 ed. 2 (33 0500) vymezuje třídy ochrany elektrických a elektronických předmětů před úrazem elektrickým proudem v případě poruchy základní izolace (TAB. 16.2).

Čísla tříd ochrany pouze vyjadřují, jakými prostředky je dosaženo bezpečnosti. Nejsou určena k vyjádření úrovně bezpečnosti daného předmětu.

Tato norma neplatí pro předměty, které samy bez krytu nezajišťují požadovanou úroveň ochrany před nebezpečným dotykem Živých částí.

**TAB. 16.2 Třídy ochrany elektrických a elektronických předmětů - bezpečnostní opatření pro případ poruchy základní izolace**

	Třídy ochrany			
	0	I	II	III
Základní charakteristiky předmětu	Žádné prostředky pro připojení ochranného vodiče PE	Opatřeno prostředky pro připojení ochranného vodiče PE	Přídavná izolace a žádné prostředky pro připojení ochranného vodiče PE	Konstruováno pro napájení ze zdroje SELV
Opatření k zajištění bezpečnosti	Pouze okolím	Spojení s ochranným vodičem PE	Nejsou potřebná	Připojení ke zdroji SELV
Grafická značka	-			
Použití v instalacích	Není v ČR povolena	S ochranným vodičem PE nebo s vodičem PEN	Všeobecné použití	Všeobecné použití

V případě poruchy izolace se může současně dotknout člověk nebo hospodářské zvíře částí současně přístupných dotyku. Jedná se o vodiče nebo o vodivé části a mohou jimi být:

- živé části,
- neživé části,
- cizí vodivé části,
- ochranné vodiče,
- zemniče.

Ochrana elektrického a elektronického zařízení může být zajišťována:

- okolím,
- samotným zařízením,
- rozvodnou soustavou,
- nebo jejich vhodnou kombinací.

**Při navrhování, konstrukci a zkoušení elektrických a elektronických předmětů musí být především dodrženy požadavky ochrany proti úrazu při dotyku jak živých, tak i neživých částí (TAB. 16.3).**

**TAB 16.3 Nejobvyklejší kombinace prostředků ochrany před dotykem neživých částí elektrických a elektronických předmětů a v instalacích**

Třída ochrany	Prostředky ochrany		
	předmětů		instalace
	Základní ochrana	Přídavná ochrana	
0	Základní izolace	-	Nevodivé prostory
			Ochrana oddělením obvodů (pouze jedno zařízení)
I	Základní izolace	Ochranné spojení	Ochrana samočinným odpojením
II	Základní izolace	Přídavná izolace	-
	Zesílená izolace nebo ekvivalentní konstrukční řešení		
III	Omezení výše napětí	-	Ochranné oddělení obvodů SELV a PELV
Legenda:			
*) Třída ochrany 0 není podle Elektrotechnických předpisů a ČSN v ČR dovolená. Popis a požadavky jsou zde uvedeny pouze z důvodů její identifikace.			

Systém tříd ochrany určuje nezbytná ochranná opatření pro případ poruchy základní izolace. Pravidla jsou zaváděna všeobecně, tak aby se dala uplatnit u širokého okruhu elektrických a elektronických předmětů.

Hlavními ochrannými opatřeními jsou:

ochranné spojení,  
 ochranné stínění,  
 ochranné oddělení,  
 ochrana omezením ustáleného proudu a náboje.

#### **16.2.1, Ochranné spojení**

Ochranné spojení je spojení k zajištění elektrické kontinuity neživých částí nebo ochranného stínění se spojovacími prostředky pro připojení vnějšího ochranného vodiče.

Ochranné spojení je určeno k tomu, aby v případě poruchy základní izolace mezi živými a neživými částmi nevznikl nebezpečný rozdíl potenciálů mezi dvěma současně přístupnými částmi elektrických a elektronických předmětů.

Neživé části (přístupné vodivé Části, ochranné stínění ) musí být připojeny k prostředkům pro připojení ochranného vodiče:

bud' přímo, nebo  
 prostřednictvím jiných neživých částí, nebo  
 samostatným vodičem (pospojením), nebo  
 prostřednictvím kovových konstrukčních částí předmětů, nebo  
 kombinací těchto způsobů.

Ochranné spojení musí mít dostatečně nízkou impedanci, aby vznikl minimální potenciální rozdíl mezi částmi. Musí odolávat mechanickému namáhání, vlivu tepla a prostředí během předpokládané činnosti i při působení poruchového proudu.

Jestliže se u některých částí elektrických a elektronických předmětů předpokládá, že **budou odmontovány, nesmí se tím ochranné spojení pro další části předmětů přerušit**, pokud není zajištěno, aby napájení těchto částí bylo nejdříve odpojené.

V případě, **kdy ochranné spojení může být přerušeno rozpojitelným spojem** (vidlicí, nástrčkou, zásuvkovým spojením), který obsahuje všechny přiváděné vodiče k napájecí části předmětu, nesmí být ochranné spojení rozpojeno dříve než dojde k rozpojení ostatních vodičů. Ochranné spojení musí být obnoveno dříve, než dojde opětovnému spojení ostatních vodičů. Tento požadavek se neuplatňuje, jestliže rozpojení lze provést pouze u předmětu, který není pod napětím.

Ochranné **spojení vodiči (izolovanými nebo holými) musí být výrazně odlišeno tvarem, umístěním, značením nebo barvou**. Jestliže je k identifikaci ochranného spojení použito barvy, musí být použita kombinace barev zelená/žlutá.

### 16.2.2. Ochranné stínění

Ochranné stínění je oddělení obvodů od nebezpečných živých částí vodivou (**oddělovací**) **mezičásti**, spojenou s prostředky **pro připojení vnějšího ochranného vodiče**.

Ochranné stínění musí být vytvořeno kovovou (oddělovací) mezi součástí (např. **kovovou stěnou nebo pouzdem**), která **musí splňovat následující požadavky**:

- musí být oddělena od každého přiléhajícího obvodu základní izolací stanovenou pro přiléhající obvod,
- musí být spojena s prostředky pro **připojení ochranného vodiče**, vyhovujícím požadavkům pro ochranné spojení,
- musí odolat nejvyššímu tepelnému a dynamickému namáhání, k němuž může dojít v důsledku poruchy izolace.

### 16.2.3. Ochranné oddělení

Ochranné oddělení je oddělení obvodů základní a přídatnou ochranou (základní izolací doplněnou přídatnou izolací nebo ochranným stíněním) nebo rovnocenným ochranným opatřením (např. zesílenou izolací).

**Ochranné oddělení se provádí:**

- dvojitou nebo zesílenou izolací, nebo**
- ochranným stíněním, nebo
- **kombinací těchto opatření.**

**Je-li nezbytné zapojit jakoukoliv součástku z funkčních důvodů mezi oddělené obvody, musí tato součástka vyhovět požadavkům na ochranu omezením ustáleného proudu a náboje.**

Jestliže oddělené obvody **tvoří vodiče různých obvodů ve vícežilovém kabelu** nebo v jiném seskupení vodičů, musí být jednotlivě nebo společně izolovány pomocí dvojité nebo zesílené izolace na nejvyšší napětí, které se tam vyskytuje.

### 16.2.4. Ochrana omezením ustáleného proudu a náboje

Ochrana omezením ustáleného proudu a náboje je určena k ochraně osob vystavených působení ustáleného proudu a náboje, jejichž hodnoty by mohly být nebezpečné.

Ochranná impedance je **impedance zapojená mezi živé a neživé části, jejíž hodnota je** taková, aby jak za normálního provozu, tak i v případě poruchy v elektrickém nebo

elektronickém předmětu byl dotykový proud omezen na bezpečnou hodnotu a aby jeho konstrukce zajišťovala spolehlivost pro celou dobu života předmětu.

Ochranná impedance musí omezovat dotykový proud chráněného obvodu po dobu předpokládané životnosti předmětu a musí vydržet elektrická namáhání stanovená pro izolaci, kterou překlenuje. Ochrannou impedanci může tvořit jedna nebo více součástí, musí však být schopna omezit dotykový proud chráněného obvodu i v případě obvyklé poruchy součástky.

Dotykový proud nesmí překročit hodnoty 3,5 mA (střídavý proud) a 10 mA (stejnoseměrný proud).

Nahromaděný náboj mezi současně přístupnými částmi chráněnými ochrannou impedancí nesmí překročit 50 microC.

### 16.3. Předpisy pro pohyblivé přívody a pro šňůrová vedení

Pohyblivé přívody se používají pro připojování pohyblivých přenosných a pojezdných elektrických předmětů a zařízení k pevnému rozvodu elektrické energie.

Pohyblivé přívody se podle provedení dělí na:

- pevně připojené,  
- oddělitelné,  
- prodlužovací.

Pevně připojené pohyblivé přívody jsou vybaveny na jednom konci vidlicí a druhý konec je volný se žilami upravenými k pevnému připojení do svorek elektrického předmětu.

Oddělitelné pohyblivé přívody jsou vybaveny na jednom konci vidlicí a na druhém konci nástrčkou.

Prodlužovací pohyblivé přívody jsou vybaveny na jednom konci vidlicí a na druhém konci pohyblivou zásuvkou.

Pohyblivé přívody i šňůrová vedení musí být zhotoveny ze šňůr, majících:

- mechanickou pevnost,  
- odolnost proti vlivům prostředí,  
- užité vlastnosti (ohebnost, hladký povrch, nešpinící povrch, trvanlivost) a umožňující bezpečné používání připojeného elektrického nebo elektronického předmětu.

Příslušenství pohyblivých přívodů i šňůrových vedení (vidlice, zásuvky, nástrčky, spojky, rozvodky, spínače) musí vyhovovat pro daný případ použití z hlediska bezpečnosti, funkce i obsluhy.

Zásuvky (nástrčky) a vidlice musí být na šňůře použity tak, aby v rozpojeném stavu příslušného zásuvkového spoje nebylo na kontaktech vidlic napětí. Vidlice smí být zapojena jen na tom konci pohyblivého vedení (přívodu), kterým se pohyblivé vedení (přívod) připojuje ke zdroji; Ani u jiného provedení rozpojitelných spojů se v rozpojeném stavu nesmí objevit napětí na kontaktech přístupných dotyku prstem.

Pohyblivé přívody pro elektrické předměty třídy ochrany I a šňůrová vedení pro zařízení nízkého napětí musí mít vždy ochrannou žílu označenou po celé délce kombinací barev zelená/žlutá. Tato žíla musí být na svých koncích připojena k ochranným kontaktům vidlice nebo zásuvky (nástrčky) nebo připojena k ochranné svorce elektrického nebo elektronického předmětu.

Šňůry pohyblivých přívodů i šňůrových vedení musí být spolehlivě:

- odlehčeny od tahu,

- zaj ištěny proti posunutí a vytržení,
- zajištěny **proti** zkroucení žil.

Odlehčovací zařízení nesmí být pod napětím a musí být upraveno tak, aby mechanicky nepoškozovalo odlehčovanou šňůru.

Vodivé ochranné obaly šňůr musí být připojeny k ochranné soustavě elektrického předmětu.

Žíly šňůr musí být k připojovacím svorkám připojeny tak, aby spoje byly odlehčeny od mechanického namáhání a aby jednotlivé žíly byly ohýbány poloměrem rovným alespoň průměru žíly. Konce izolace musí být upraveny tak, aby se nepoškozovaly. Spoje musí být provedeny tak, aby jejich přechodný odpor byl trvale co nejmenší.

Ochranná žíla musí být tak dlouhá, aby při případném vytržení šňůry ze svorek byla namáhána tahem až po přerušení (vytržení) pracovních žil.

Pohyblivé přívody a šňůrová vedení se musí klást tak, aby nebyly vystaveny nebezpečí mechanického poškození, byly pokud možno chráněny před škodlivým působením prostředí a nepřekážely při používání prostorů, v nichž jsou použity.

Pohyblivé přívody a šňůrová vedení nesmějí ležet na zemi tam, kde je možné jejich poškození při obvyklém používání prostoru, ani na podkladu, který by mohl porušovat pláště použitých šňůr nebo tam, kde by působily jako překážka v cestě a mohly by být příčinou úrazu.

Pohyblivé přívody se k pevnému rozvodu i k rozvodu ze šňůrových vedení připojují jen zásuvkovými spoji. Jen ve zvláštních případech (kdy se spotřebič vzhledem k místu připojení pohybuje málo nebo místo používání je stálé) se povoluje též připojení pohyblivého přívodu k pevnému rozvodu bez zásuvky, a to zavedením přívodu do rozvodky, spínače apod., přičemž však takové připojení musí vyhovovat ČSN.

#### **16.4. Připojování elektrických a elektronických předmětů**

Elektrické a elektronické předměty musí být voleny, umístěny a připevněny tak, aby při obvyklém provozu, pro který jsou určeny, nedošlo k předčasnému snížení jejich jakosti, stanovené příslušnými technickými normami, aby netrpěla jejich činnost, aby byla umožněna jejich řádná obsluha a údržba a aby nebyla ohrožena bezpečnost obsluhy a okolí.

Elektrické a elektronické předměty smějí být zatěžovány jen podle jmenovitých údajů a v mezích dovoleného přetížení. Přívody musí být zavedeny a připojeny tak, aby byly dostatečně izolovány proti okolí a aby se neporušila ochrana před vlivem prostředí a před dotykem.

Všechny elektrické obvody a všechny elektrické a elektronické předměty musí být možné vypnout (spínači, zásuvkami a vidlicemi nebo jiným zařízením k tomu přizpůsobeným), tak aby bylo možno zařízení bez nebezpečí opravovat, opravené nebo poškozené části vyměňovat a všechny předměty jednotlivě nebo po skupinách podle potřeby uvést v činnost nebo zastavit.

##### **16.4.1. Spínače**

Instalační spínače mají být umístěny 1,2 m až 1,5 m nad podlahou. Jsou-li u dveří, mají být na té straně, kde se dveře otevírají, nikoli na straně, kde by je zakrylo otevřené křídlo dveří.

Spínače mohou volně viset jen tehdy, jsou-li jejich části vedoucí proud v pevném izolačním pouzdru a nejsou-li na jmenovitý proud větší než 6 A.

Spínače a pojistky na elektrickém nebo elektronickém předmětu musí být řazeny tak, **aby po vypnutí předřazeného spínače byly pojistky bez napětí.**

Pro vypínání těchto předmětů musí být užito spínačů vypínajících najednou všechny póly těch proudových obvodů **předmětu, které mají napětí proti zemi.**

#### 16.4.2. Zásuvky a vidlice

Nástěnné zásuvky nemají být obecně montovány výše než 90 cm nad podlahou. V obytných místnostech mají být zásuvky alespoň 20 cm nad podlahou (měřeno od středu zásuvky). **Neplatí to pro zásuvky, které jsou součástí pevného stavebnicového rozvodu (elektroinstalační lišty u podlahy apod.).**

#### 16.4.3. Elektrická svítidla

**Druh svítidla a jeho příslušenství musí být volen tak, aby odpovídal pracovním podmínkám, zejména prostředí, pro něž je svítidlo určeno.**

**Všechny přívody ke svítidlům musí být upraveny tak, aby se vodič nestýkal s hořlavými látkami. Jsou-li přívody uloženy na hořlavé podložce nebo jí procházejí, musí být od ní odděleny nehořlavou tepelně izolující látkou.**

**Svítidlo se smí zavěsit na přívod jen při napětí do 250 V proti zemi. Háč i závěs pro upevnění svítidel musí mít pevnost rovnou alespoň pětinasobné hmotnosti svítidla, nejméně však 10 kg.**

**Přemístitelná svítidla se smějí používat nejvýše pro střídavé napětí 250 V proti zemi.**

### 16.5. Kontroly a revize elektrických a elektronických předmětů

#### 16.5.1. Kontroly a revize elektrických spotřebičů

Norma ČSN 33 1610 (březen 2005) stanovuje způsob a rozsah

**revizí elektrických spotřebičů po opravách nebo úpravách, kontrol a revizí elektrických spotřebičů během jejich užívání**

**a platí pro**

elektrické spotřebiče pro domácnost a podobné účely,

**elektrická svítidla,**

**elektrická zařízení informační techniky,**

**přístroje spotřební elektroniky,**

**pohyblivé přívody a šňůrová vedení,**

**elektrické a elektronické měřicí přístroje,**

**ostatní elektrické spotřebiče podobného charakteru**

**a stanovuje rovněž postupy kontrol a revizí uvedených spotřebičů, užívaných jak v pracovním procesu, tak i ve veřejně přístupných prostorech.**

**Kontrola elektrického spotřebiče je činnost, při které se prohlídkou a zkouškou chodu zjišťuje technický stav spotřebiče.**

**Revize, elektrického spotřebiče je souhrn úkonů, při kterých se prohlídkou, měřením a zkoušením zjišťuje stav spotřebiče z hlediska bezpečnosti. Součástí revize je vypracování dokladu o revizi.**



Provozovatel elektrického spotřebiče je právnická nebo fyzická osoba, která svůj vlastní nebo pronajatý elektrický spotřebič poskytuje k **činnosti jeho přímému uživateli, nebo jej sama používá.**

Uživatel elektrického spotřebiče je osoba, která elektrický spotřebič přímo užívá k činnosti.

Dle mobility rozdělujeme elektrické spotřebiče do čtyř skupin.

Nepřenosný spotřebič - spotřebič, který nem přenosný, nebo spotřebič, který je připevněn.

Připevněný spotřebič - **spotřebič, který je při používání připevněn k podložce nebo jiným způsobem zajištěn na určitém místě.**

Přenosný spotřebič - **spotřebič, kterým se při práci manipuluje, nebo jiný než připevněný spotřebič o hmotnosti menší než 18 kg.**

Spotřebič držený v ruce - přenosný spotřebič určený k tomu, aby byl během normálního používání **držen v ruce.** Případný motor musí **být nedílnou součástí spotřebiče.**

#### **16.5.1.1. Lhůty provádění kontrol a revizí elektrických spotřebičů**

Kontroly elektrických spotřebičů provádí jejich uživatel ve lhůtách stanovených v TAB. 16.4.

Revize elektrických spotřebičů zajišťuje:

jejich provozovatel (v případě dlouhodobého **pronájmu jejich uživatelem**) ve lhůtách stanovených v TAB. 16.4, resp. vždy **při každé** předpokládané nebo **zjištěné závadě (poškození tekutinou atd.),**

- opravář (právnická nebo fyzická osoba) vždy po jejich opravě, rekonstrukci nebo úpravě,
- prodejce u použitých spotřebičů, které jsou znovu uváděny na trh.

Elektrické spotřebiče podle způsobu používání rozdělujeme do 5 skupin:

**Skupina A - spotřebiče poskytované formou pronájmu dalšímu provozovateli nebo přímému uživateli.**

**Skupina B - spotřebiče používané ve venkovním prostoru (stavby atd.).**

Skupina C - spotřebiče používané při průmyslové a řemeslné činnosti ve vnitřních prostorech.

**Skupina D - spotřebiče používané ve veřejně přístupných prostorech (školy atp.).**

**Skupina E - spotřebiče používané při administrativní činnosti.**

**TAB. 16.4** Lhůty pravidelných kontrol a revizí elektrických spotřebičů  
(ČSN 33 1610 - březen 2005)

Skupina elektrických spotřebičů	Spotřebiče držené v ruce			Přenosné spotřebiče	
	Kontrola	Revize		Kontrola	Revize
A	vždy před vydáním provozovateli nebo uživateli a dále podle skupiny jejich užívání				
B	před použitím	třídy I	1 x za 3 měsíce	před použitím	1 x za 6 měsíce
		třídy II a III	1 x za 6 měsíců		
C	před použitím	třídy I	1 x za 6 měsíců	před použitím	1 x za 24 měsíců
		třídy II a III	1 x za 12 měsíců		
D	před použitím	třídy I třídy II a III	1 x za 12 měsíců	před použitím	1 x za 24 měsíců
E	před použitím	třídy I třídy II a III	1 x za 12 měsíců	před použitím	1 x za 36 měsíců

Poznámky k TAB. 16 4:

Prodlužovací nebo **pohyblivé nebo odpojitelné přívody se považují za elektrické předměty třídy ochrany II. V případě, že obsahují ochranný vodič, ověřuje se jeho celistvost a odpor.**

**Pevně připojené pohyblivé přívody se zásadně revidují ve lhůtách stanovených pro příslušný spotřebič, ostatní pohyblivé přívody jsou považovány za spotřebiče držené v ruce.**

**Pro elektrické spotřebiče skupiny D se lhůta „před použitím“ vztahuje na zahájení činnosti (např. výuky ve škole) nebo před poskytnutím dalšímu uživateli (např. další host v hotelovém pokoji).**

#### 16.5.1.2. Rozsah provádění kontrol a revizí elektrických spotřebičů

##### **Rozsah kontroly elektrického spotřebiče:**

důkladná zevní prohlídka,  
zkouška chodu,  
vyhodnocení výsledků kontroly.

Prohlídka při kontrole elektrického spotřebiče - pouze zevně se posuzuje:

stav vnějších částí, které nesmějí být poškozeny tak, aby byla snížena ochrana před nebezpečným dotykem,  
stav pohyblivých přívodů, které nesmí mít poškozenou či zpuchřelou izolaci, musí být zajištěny proti vytržení a vidlice nesmí být poškozena,  
zda u spotřebičů třídy ochrany II a III je pohyblivý přívod neoddělitelně spojen s vidlicí,  
zda větrací otvory nejsou zaprášeny nebo zakryté.

Zkouška chodu elektrického spotřebiče. Elektrický spotřebič se připojí na jmenovité napětí. Ověří se, zda ovládací a bezpečnostní prvky plní svoji funkci. Chod motoru musí být pravidelný bez nadměrného hluku.

#### Vyhodnocení výsledků kontroly elektrického spotřebiče:

- provozovatel elektrického spotřebiče provede prokazatelné poučení uživatele o rozsahu a výsledku kontroly příslušného spotřebiče,
- v případě nevyhovujícího stavu se spotřebič vyřadí z užívání a viditelně se označí. Jeho opětné zprovoznění je možné po opravě s doložením bezpečného stavu revizí.

#### **Rozsah revize elektrického spotřebiče:**

- podrobná prohlídka v návaznosti na třídu ochrany daného spotřebiče,
- měření - základní postup měření (**spotřebiče lze před měřením odpojit od sítě**),
  - náhradní postup měření (spotřebiče nelze před měřením odpojit od sítě),
  - kontrola vývodů malého bezpečného napětí,
- zkouška **chodu**,
- kontrola a **doplnění vnějšího označení na spotřebiči**,  
vypracování dokladu o provedení revize.

Prohlídka při revizi elektrického spotřebiče. Oproti prohlídce při kontrole je prohlídka podrobnější a závisí na možnosti demontáže a zpětné montáže krytu elektrického spotřebiče.

Měření odporu ochranného vodiče při revizi se provádí u elektrických spotřebičů třídy ochrany I měřením odporu mezi ochrannou zdílkou vidlice a přístupnými neživými částmi spojenými s ochranným vodičem včetně prodlužovacího nebo pohyblivého nebo odpojitelného přívodu. **Měření se provádí** užitím zdroje o **střídavém** nebo **stejnosměrném** napětí 4 V až 24 V proudem minimálně 0,2 A (maximálně 10 A).

Ochranný vodič musí být spolehlivě připojen. Naměřená hodnota odporu ochranného vodiče **při délce přívodu do 5 m nesmí být větší než 0,3 Ohm. Na každých dalších 7,5 m délky přívodu lze tuto hranici zvýšit o 0,1 Ohm.**

#### Měření odporu izolace (izolačního odporu)

**Izolační odpor se zjišťuje pomocí měřičů izolačního odporu stejnosměrným proudem se zdrojem, jehož jmenovité napětí je nejméně 500 V při zatížení 1 mA (tj. výstupní napětí 500 V při celkovém odporu 0,5 MG po dobu 5 s až 10 s.**

Izolační odpor se měří:

- u spotřebičů třídy ochrany I mezi živými částmi a neživými částmi a popř. přístupnými vodivými částmi,
- u **spotřebičů třídy ochrany II mezi živými částmi a přístupnými vodivými částmi**,
- u **spotřebičů třídy ochrany III mezi živými částmi a přístupnými vodivými částmi**,  
u prodlužovacích, pohyblivých nebo odpojitelných přívodů mezi ochranným vodičem a **krajním vodičem** (posuzuje se jako spotřebič **třídy ochrany II**),  
u transformátorů třídy ochrany II mezi živými částmi vstupního obvodu a živými částmi výstupního obvodu (posuzuje se jako spotřebič třídy ochrany II),  
u transformátorů třídy ochrany I navíc mezi pracovními vodiči a ochranným vodičem (posuzuje se jako spotřebič třídy ochrany I).

Změřený izolační odpor nesmí být menší než udává TAB. 16.5.

TAB. 16.5 Minimální hodnoty izolačního odporu

Spotřebič třídy ochrany	Izolační	odpor spotřebičů (M $\Omega$ )	
	držených za provozu v ruce	ostatních	
I	2	tepelné nad 3,5 kW	0,3 <sup>2)</sup>
		ostatní	1
II	7 <sup>1)</sup>	2	
III	0,25	0,25	

**Poznámky k TAB. 16.5:**

- 1) Pro svítidla je hodnota snížena na 4 M $\Omega$ .
- 2) Užití spotřebiče se předpokládá jen ve vnitřním prostoru s vnějšími vlivy pro prostor normální.

Měření unikajícího proudu

Měří se dotkový proud (tj. proud procházející izolací spotřebiče) při přiložení síťového napětí spotřebiče. Provádí se u spotřebičů třídy ochrany II a u neživých vodivých částí nespojených s ochranným vodičem u spotřebičů třídy ochrany I.

U spotřebičů, které lze uložit izolovaně se měří přímo dotkový proud na izolaci spotřebiče.

U spotřebičů, které nelze uložit izolovaně, se zjišťuje dotkový proud nepřímou, jako rozdílový proud vyhodnocením proudu do spotřebiče přicházejícího a z něj odcházejícího.

V případě, že byl s vyhovujícím výsledkem změřen izolační odpor spotřebiče, lze užít alternativní metodu měření náhradního unikajícího proudu.

**Změřený unikající proud nesmí být větší než:**

- 3,5 mA u spotřebičů třídy ochrany I,
- 0,5 mA u spotřebičů třídy ochrany II.

Doklad o revizi obsahuje:

- přesné označení elektrického spotřebiče (název, výrobce, inventární číslo atd.),
- datum revize,
- výsledek prohlídky spotřebiče (vyhovující nebo nevyhovující),
- výsledky provedených zkoušek (včetně uvedení použitých metod měření),
- vyhodnocení zkoušky chodu (vyhovující nebo nevyhovující),
- závěr - celkové vyhodnocení stavu elektrického spotřebiče z hlediska bezpečnosti osob, zvířat a majetku (vyhovující nebo nevyhovující) - příp. nápravná opatření,
- stanovení lhůty další revize.

Poznámka.

Dokladem o revizi spotřebiče může být buď zápis do „Protokolu o revizích daného konkrétního spotřebiče“ nebo souhrnný jednorázový „Protokol o revizi skupiny spotřebičů“. Je však vhodné evidovat všechny doklady o revizích z hlediska možnosti vyhodnocení vývoje zjištěných hodnot s ohledem na opotřebení a stárnutí izolace. „Protokol o revizi“ musí vždy být opatřený vlastnoručním podpisem pracovníka, provádějícího revizi.

### 16.5.2. Kontroly a revize ručního elektrického nářadí

Některé elektrické spotřebiče se používají jako ruční elektrické nářadí. Pro kontroly a revize ručního elektrického nářadí (dále jen nářadí) dosud platí norma ČSN 33 1600. Mezi elektrické ruční nářadí zahrnujeme elektrické vrtačky, šroubováky, brusky, leštičky, vibrační a pásové brusky, pily, nůžky, kladiva, závitořezy, vibrátory betonových směsí, hoblíky atd..

Ruční elektrické nářadí se zařazuje podle pracovního využití (četnosti a délky doby používání) do tří kategorií:

Kategorie KA - s nářadím se pracuje jen občas (do 100 provozních hodin za rok).

Kategorie KB - s nářadím se pracuje krátkodobě (od 100 do 250 provozních hodin za rok).

Kategorie KC - s nářadím se pracuje dlouhodobě (více než 250 provozních hodin za rok).

#### 16.5.2.1. Lhůty provádění kontrol a revizí elektrického ručního nářadí

Kontroly nářadí se provádějí před každým výdejem a po každém vrácení nářadí. Má-li pracovník nářadí v užívání po delší dobu (více než 1 směnu), provede se kontrola také vždy před zahájením práce s nářadím ve směně a po skončení práce s nářadím v této směně.

Revize nářadí se provádějí pravidelně ve lhůtách podle TAB. 16.6, nebo při každé předpokládané nebo zjištěné závadě. Při určování délky lhůt podle norem ČSN 33 1600 nebo ČSN 33 1610 se používají lhůty, které jsou kratší.

TAB. 16,6 Lhůty pravidelných revizí nářadí (ČSN 33 1600)

Kategorie nářadí	Počet provozních hodin za rok	Nářadí třídy ochrany	Pravidelné revize
KA	do 100	I	1 x za 6 měsíců
		II a III	1 x za 12 měsíců
KB	od 100 do 250	I	1 x za 3 měsíce
		II a III	1 x za 6 měsíců
KC	nad 250	I	1 x za 2 měsíce
		II a III	1 x za 3 měsíce

#### 16.5.2.2. Rozsah provádění kontrol a revizí elektrického ručního nářadí

Postup provádění kontrol a revizí nářadí se stanoví s přihlédnutím k technické dokumentaci výrobce tak, aby prohlídkou, měřením a zkoušením bylo zajištěno ověření stavu nářadí z hlediska bezpečnosti.

**Rozsah kontroly ručního elektrického nářadí:**

- nářadí a jeho součásti se zevně prohlédnou a posoudí se jejich technický stav, provede se zkouška chodu.

**Rozsah revize ručního elektrického nářadí:**

Provede se prohlídka a posouzení z hlediska bezpečnosti před úrazem elektrickým proudem. Zjišťuje se:

- stav nářadí a jeho součástí,
- **připojení ochranného vodiče (jen u nářadí a transformátorů třídy ochrany I),** izolační odpor, chod nářadí.

### **16.5.3. Oprávnění pro provádění kontrol a revizí elektrických spotřebičů a nářadí**

Kontroly elektrických spotřebičů a nářadí podle norem ČSN 33 1600 a ČSN 33 1610 může provádět **pověřený** pracovník poučený.

Revize elektrických spotřebičů a nářadí podle těchto norem může v rámci zaměstnaneckého poměru provádět pověřený pracovník znalý.

**Revize elektrických spotřebičů a nářadí podle těchto norem může rovněž provádět oprávněná právnická nebo podnikající osoba. Doporučuje se postupovat dle ČSN 33 1610.**

## 17. První pomoc při úrazu elektrickým proudem

Podmínkou pro přiznání odborné způsobilosti v elektrotechnice je i znalost zásad poskytování první pomoci při úrazu elektrickým proudem.

Každé elektrické zařízení může při nesprávném nebo neopatrném zacházení, nebo při nedokonalé nebo nesprávné údržbě, způsobit úraz bez ohledu na výši napětí, velikosti a druhu proudu.

Doporučení ČES 00.02.94 obsahuje preventivní opatření proti úrazům a postup záchranných prací při řešení úrazu elektrickým proudem.

### 17.1. Preventivní opatření

Povinností zaměstnavatelů i zaměstnanců je předcházet úrazům.

Zaměstnavatelé jsou odpovědní za:

poskytování potřebných osobních a pracovních pomůcek k bezplatnému používání zaměstnancům, jejich udržování v použitelném stavu a kontrolu jejich používání, vyškolení všech příslušných pracovníků k poskytování první pomoci při úrazu elektrickým proudem a pravidelné opakování školení, vybavení všech příslušných pracovišť a pracovních čtí v dostatečném rozsahu pomůckami pro poskytování první pomoci při úrazu elektrickým proudem.

Zaměstnanci jsou povinni:

dbát o svou vlastní bezpečnost, o své zdraví i o zdraví fyzických osob, kterých se bezprostředně dotýká jejich jednání, případně opomenutí při práci, dodržovat právní předpisy k zajištění bezpečnosti práce a bezpečnosti technických zařízení, dodržovat ostatní předpisy a pokyny k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci, zásady bezpečného chování na pracovišti a stanovené pracovní postupy, s nimiž byli řádně seznámeni, používat při práci předepsané ochranné a pracovní pomůcky, účastnit se školení a výcviku zajišťovaného zaměstnavatelem v zájmu bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a podrobit se zkouškám a lékařským prohlídkám stanoveným právními předpisy.

Povinnosti samostatné podnikajících fyzických osob, které nikoho nezaměstnávají, vychází z povinností zaměstnavatelů i zaměstnanců.

### 17.2. Všeobecné zásady poskytování první pomoci

Dojde-li k úrazu elektrickým proudem, doporučuje se postupovat podle uvedených všeobecných zásad poskytování první pomoci.

První pomoc je soubor jednoduchých a účelných opatření, jejichž cílem je záchrana života nebo zdraví lidí postižených úrazem nebo náhlou poruchou zdraví. Průběh první pomoci lze členit do několika důležitých fází:

- zajištění podmínek pro poskytování první pomoci, vyšetření zdravotního stavu poškozeného,
- poskytování první pomoci,
- přivolání odborné zdravotnické pomoci, zajištění trvalého dohledu,
- záznam **informací**, zajištění transportu a
- vyšetření a odstranění příčin úrazu.



Celý soubor první pomoci můžeme rámcově rozdělit na dvě hlavní části:

technickou první pomoc a  
zdravotnickou první pomoc.

Technická první pomoc spočívá v odstranění technických příčin, které způsobily úraz nebo zhoršují stav postiženého, pokud jejich účinek trvá.

Zdravotnická první pomoc zahrnuje předlékařskou první pomoc, kterou může poskytnout školená osoba bez zdravotnického vzdělání a lékařskou první pomoc, zajišťovanou lékařem.

### 17.3. Postup záchranných prací při úrazu elektrickým proudem

Při úrazu elektrickým proudem závisí výsledek na včasném a správném provedení záchranných prací.

#### 17.3.1. Technická první pomoc

Technická první pomoc spočívá ve vyproštění postiženého z dosahu proudu. Postiženého lze vyprostit následujícími způsoby:

- 1) vypnutím přívodu elektrického proudu,
- 2) odtážením postiženého z dosahu proudu,
- 3) odsunutím zdroje úrazu z dosahu postiženého nebo
- 4) přerušením přívodu elektrického proudu.

##### 17.3.1.1. Vypnutí přívodu elektrického proudu

Nejbezpečnější způsob z hlediska zachránce je vypnutí elektrického zařízení (vypínačem, jističem, vyšroubováním pojistek, vytažením vidlice ze zásuvky).

Pokud je postižený v poloze, kdy po vypnutí elektrického proudu a následném povolení křechovitěho stažení jeho svalstva je nebezpečí jeho pádu z výšky, je třeba nejdříve provést jeho zajištění proti pádu nebo volit jiný způsob vyproštění.

Při vzniku úrazu elektrickým proudem na elektrickém zařízení nad 1 000 V je třeba do doby prokazatelného a jednoznačného vypnutí zařízení odpovědným pracovníkem (zejména na rozvodných energetických zařízeních - veřejném rozvodu), provádět vyproštění postiženého tak, že zařízení považujeme za zapnuté i přes neexistenci průvodních jevů zapnutého zařízení (elektrické výboje, křeče postiženého atp.). Důvodem je skutečnost, že při vzniku úrazu byl iniciován poruchový stav na zařízení (zemní spojem, zkrat atp.) který vyvolal působení příslušných ochranných včetně vybavení vypínacích impulzů. Následně však může zapůsobit automatika opětovného zapínání a zařízení může být znova zapnuto, což by při neopatrném postupu zachránce představovalo jeho přímé ohrožení.

##### 17.3.1.2. Odtážení postiženého z dosahu proudu

Odtážení postiženého je způsob vyproštění, kdy :

nelze vypnout elektrické zařízení,  
vypnutí není prokazatelné,  
vypnutí by znamenalo příliš velkou časovou ztrátu,  
postižený se nalézá v nebezpečné poloze (možnost druhotných zranění).

Zachránce musí dodržovat při odtážení tyto základní zásady:

zabránit přímému dotyku s vodičem nebo tělem postiženého,  
chránit se improvizovanými ochrannými pomůckami,

odtažení provádět pouze jednou rukou,  
u elektrických zařízení nad 1 000 V se k postiženému přibližovat drobnými **kroky**  
(snažit se překlenout co nejmenší potenciálový rozdíl - krokové napětí).

#### 17.3.13. Odsunutí zdroje úrazu z dosahu postiženého

Odsunutí zdroje úrazu použije zachránce při nebezpečí vzniku krokových napětí nebo při opětném automatickém zapnutí zařízení. Odsunutí zdroje úrazu lze provést jen užitím předmětu s dostatečně velkým izolačním odporem. Přístup ke zdroji úrazu je možný jen s využitím improvizovaných pomůcek s dobrými izolačními vlastnostmi.

#### 17.3.1.4. Přerušení přívodu elektrického proudu.

Přerušení přívodu elektrického proudu je vhodné pouze v případě zařízení nízkého napětí, kdy je technicky možné přerušit přívod bez ohrožení zachránce nebo se užije v případě, kdy je vypnutí zdroje časově náročné.

Přerušení přívodu elektrického proudu by měl provádět pouze pracovník s dostatečnou odbornou způsobilostí v elektrotechnice.

Přerušení se musí provést nástrojem s dostatečnou izolační schopností. Po přerušení je nutno zajistit volný živý konec zařízení proti samovolnému styku s přerušným vodičem.

#### 17.3.2. Zdravotnická první pomoc

Je nezbytné bez průtahů vyšetřit zdravotní stav postiženého, vyhodnotit stav základních životních funkcí (TAB. 17.1) a určit charakter a rozsah poškození:

životní funkce nejsou poškozeny - méně závažné stavy,  
životní funkce jsou ohroženy - akutní stavy bezprostředně ohrožující život (**šok**),  
náhlá zástava dýchání a oběhu - potřeba okamžitého zahájení resuscitace.

Tato činnost by nemela trvat déle než 5 sekund.

TAB. 17.1 Vyhodnocení stavu základních životních funkcí

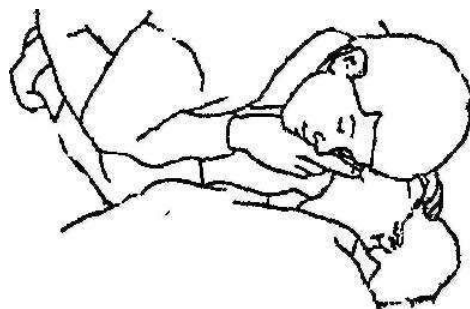
Základní životní funkce	Příznak	Hodnocení stavu základních životních funkcí
Dýchání	proudění vzduchu ústy, nosem, pohyb hrudníku	- dýchání je dostatečné - nedostatečné - zástava dechu
Krevní oběh	tep na krční tepně	- tep je hmatný - hmatný, ale slabý - nehmatný - zástava oběhu
Stav vědomí	reakce na oslovení, slovní kontakt	- uvědomuje si svůj stav - vědomí je zachováno - je zmatený - povrchní bezvědomí - nereaguje - hluboké bezvědomí

#### 17.3.2.1. Neodkladná resuscitace

Pokud u postiženého nastane zástava dechu, nedostatečné dýchání nebo zástava krevního oběhu, dochází k přerušení dodávky kyslíku do tkání. V těchto případech je vždy nutné zahájit tzv. „neodkladnou resuscitaci“.

Časový úsek, ve kterém je ještě možno zahájit účinnou pomoc, je **velmi krátký**. Do **dvou minut po** zástavě dechu je možno **oživit prakticky všechny postižené, po intervalu delším než 5 minut už jen asi 20 % postižených**. Na nedostatek kyslíku jsou **nejcitlivější** mozkové buňky. Pokud se nenávratně poškodí, dochází ke smrti mozku a následně ke zhroucení ostatních funkcí organismu.

a) Uvolnění dýchacích cest a udržení jejich průchodnosti



Obr. 17.1 Zjišťování neprůchodnosti dýchacích cest a zástavy dechu

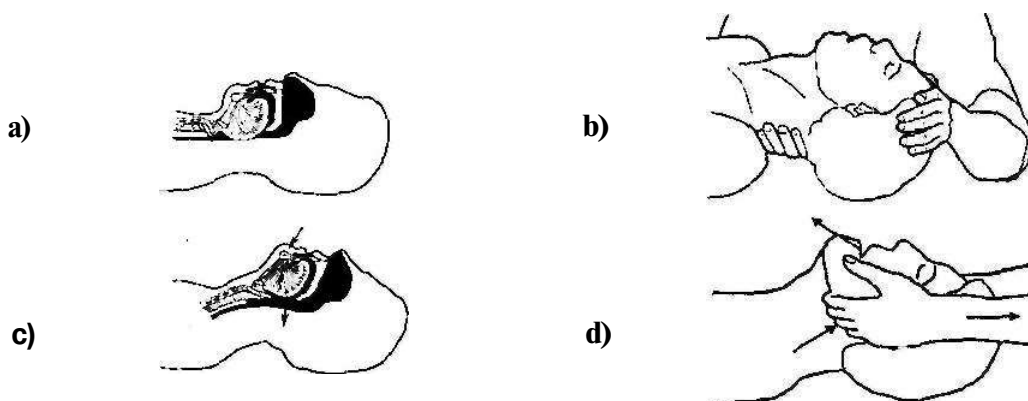
Po úrazu elektrickým proudem dochází vlivem podráždění nervů, které přímo ovlivňují dýchání, k nedostatečnému dýchání nebo k zástavě dechu. Proto je důležité **nejprve provést kontrolu dýchání** (obr. 17.1), kdy sledujeme pohyb hrudníku a proudění vzduchu ústy a nosem.

Pokud **postižený nedýchá (obr. 17-2 a) je nezbytné nutně ihned zahájit umělé dýchání**.

b) Umělé dýchání z plic do plic (bez pomůcek)

Umělé dýchání je **nutné provádět až do oživení postiženého a bez přerušení**. Umělé dýchání je možné ukončit pouze, na příkaz lékaře. Doporučený postup:

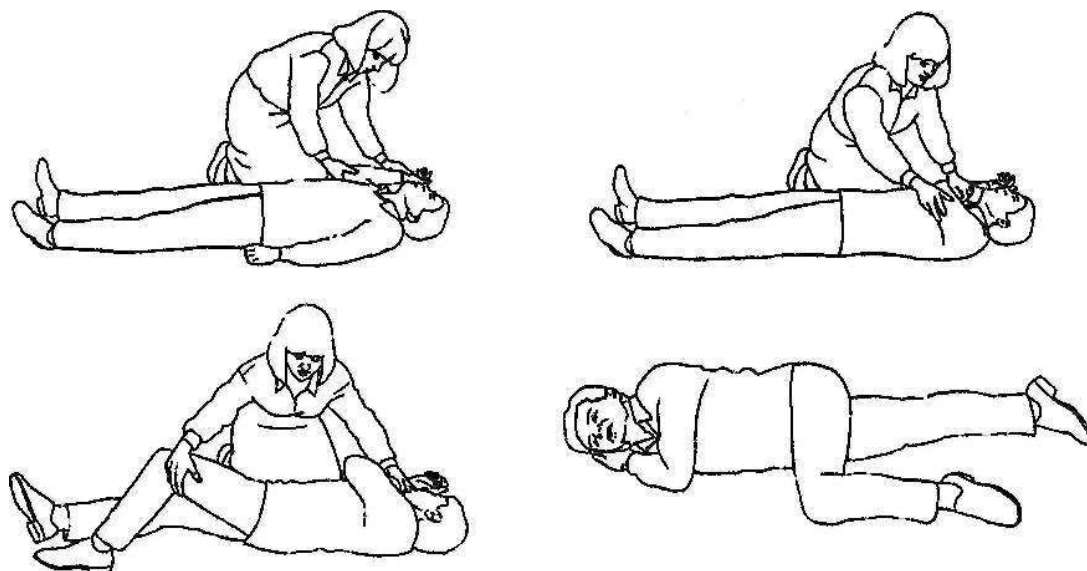
- 1) **Postiženého uložíme na záda a uvolníme a vyčistíme dýchací cesty.**
- 2) **Provedeme záklon hlavy (obr. 17.2 b). Jednou rukou podložíme šíji a druhou položíme na čelo. Hlavu tlačíme mírně dozadu. Záklonem hlavy dosáhneme toho, že se kořen jazyka oddálí od zadní stěny. Tím se otevrou dýchací cesty (obr. 17.2 c) a většinou se pootevřou i ústa postiženého. Kombinace záklonu hlavy, předsunutí dolní čelisti a otevření úst se nazývá trojitý manévr (použije se tam, kde není možné použít výrazný záklon hlavy), obr. 17.2 d. Pokud po tomto zákroku dojde ke spontánní obnově dýchání, zajistí se otevření dýchacích cest proti jejich opěrnému uzavření a postiženého uložíme do stabilizované polohy (obr. 17.3).**



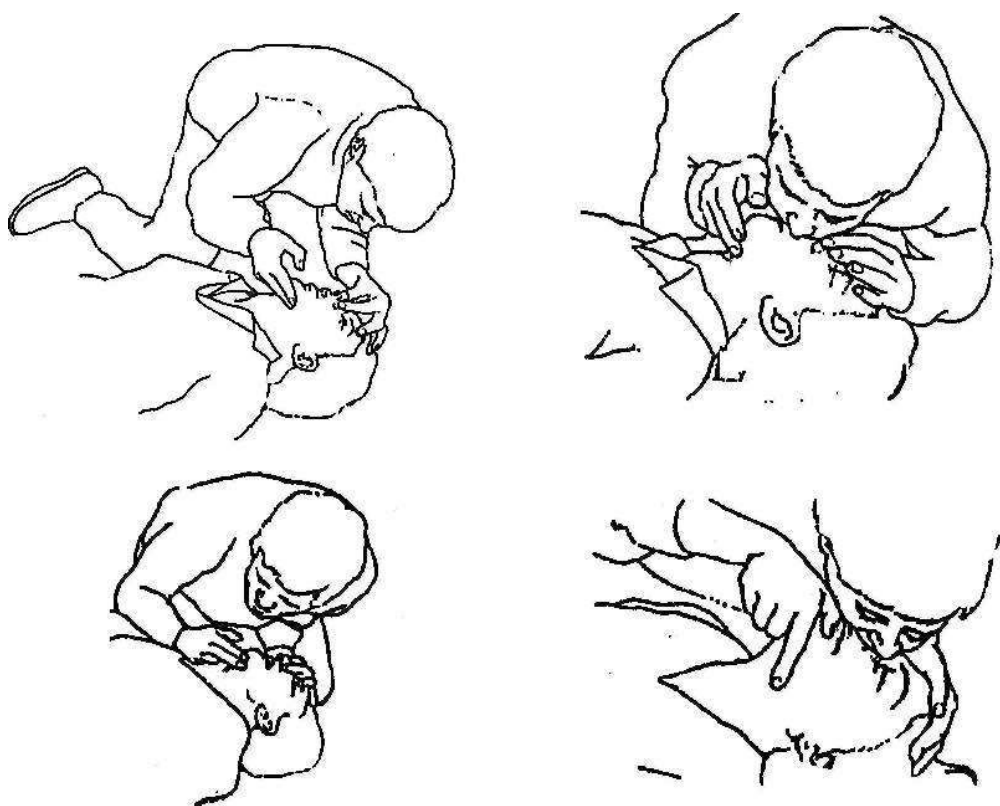
Obr. 17.2 Uvolnění dýchacích cest záklonem hlavy

- |                        |                   |
|------------------------|-------------------|
| a) před záklonem hlavy | b) záklon hlavy   |
| c) po záklonu hlavy    | d) trojitý manévr |

- 3) Pokud nedojde ke spontánní obnově dýchání opakujeme uvolnění dýchacích cest.
- 4) Jsou-li dýchací cesty průchodné, otevřeme ústa a uzavřeme nos stisknutím prsty. Plynule vdechujeme vzduch do úst postiženého nejprve asi 10 krát po dobu jedné sekundy a následně s **frekvencí asi 12 až 16 vdechů za minutu** (obr. 17.4). **Svoji** hlavu oddálíme, udržujeme stále záklon hlavy postiženého a předsunutí **jeho** dolní čelisti s pootevřenými ústy a současně pozorujeme dýchací pohyby hrudníku.



Obr. 17.3 Uložení postiženého do stabilizované polohy



Obr. 17.4 Umělé dýchání z plic do plic bez pomůcek

c) Nepřímá srdeční masáž

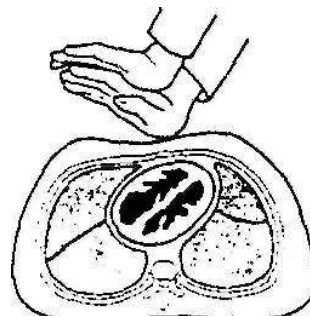
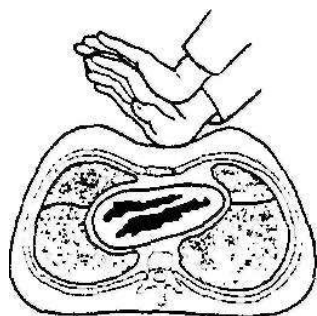


Obr. 17.5 Kontrola srdeční činnosti  
(tepu na krční tepně)

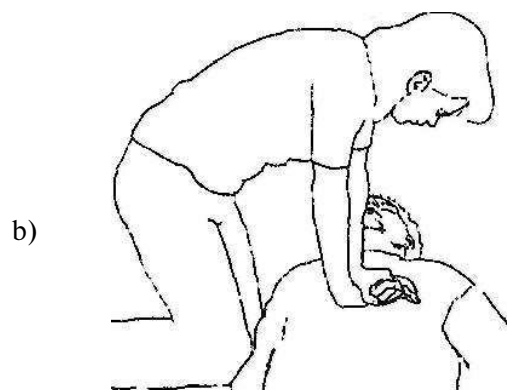
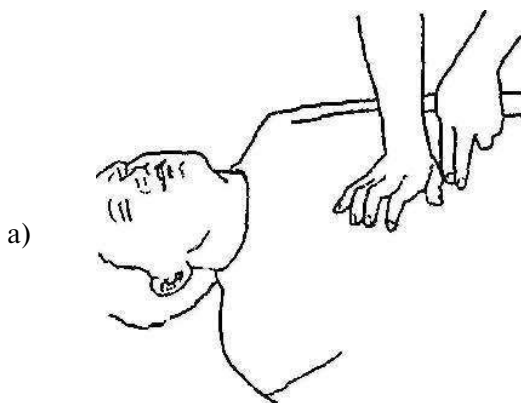
Po sérii 10 až 12 vdechů (asi po 1 minutě) zkontrolujeme tep na krční tepně (obr. 17.5). Je-li tep hmatný, pokračujeme v umělém dýchání.

Je-li tep na krční tepně **nehmatný**, je **zastavena srdeční činnost**. Záchránce musí přikročit k obnovení srdeční činnosti pomocí **nepřímé srdeční masáže**. Ta představuje náhradu normální spontánní srdeční činnosti, která zajišťuje přísun okysličené krve do tkání. Vnější stlačením srdce (obr. 17.6), které je uloženo mezi hradní kostí a páteří, se vytlačuje krev ven ze srdce do oběhu. Po

uvolnění vnějšího tlaku dochází opět k naplnění srdečních komor a předsíní vlastní elasticitou srdečního svalu a celý úkon lze opakovat. Účinnost nepřímé srdeční masáže závisí jednak na kvalitě stlačení srdce a jednak na frekvenci stlačení. Kontrola účinnosti nepřímé srdeční masáže se provádí na krční tepně.



Obr. 17.6 Místo působení **vnějšího** tlaku při nepřímé srdeční masáži



Obr. 17.7 Postup nepřímé srdeční masáže  
a) **určení správného místa tlaku**  
b) **vyvození nezbytného tlaku**

#### Doporučený postup:

- 1) Postiženého uložíme rovně na záda na rovnou pevnou podložku (dýchání z plic do plic nepřerušujeme).
- 2) Určíme správné místo působení vnějšího tlaku (ve vzdálenosti dvou prstů od mečovitého výběžku na dolním okraji hrudní kosti), obr. 17.7 a. Zápěstí pravé ruky položíme dlaňovou stranou na dolní část hrudní kosti postiženého. Prsty směřují k pravému lokti postiženého a nedotýkají se hrudníku. Levou ruku položíme napříč přes pravou ruku a váhou těla stlačujeme hrudní kost postiženého směrem k páteři do hloubky 4 až 5 cm asi 60 až 80 krát za minutu tak, aby se doba stlačení rovnala době uvolnění (obr. 17.7 b).
- 3) Je-li na obě činnosti jen jeden zachránce, musí střídat umělé dýchání a nepřímou srdeční masáž v poměru 15 stlačení na 2 vdechy.
- 4) Výhodnější je proto součinnost dvou zachránců. Jeden provádí nepřímou srdeční masáž s frekvencí asi 80 stlačení za minutu a druhý umělé dýchání s frekvencí přibližně 10 až 12 vdechů za minutu. Poměr masáže k umělému dýchání udržují přibližně 5:1. Při stlačování hrudní kosti se současně neprovádí umělý vdech.

#### d) Kontrola účinnosti resuscitace

Zkontrolujeme, zda se na krční tepně neobnovil hmatný tep. Vkladném případě posoudíme dýchání. Nedýchá-li postižený, je nutno v umělém dýchání pokračovat. Neobnovili se ani tep, pokračujeme v umělém dýchání i v nepřímé srdeční masáži.

V průběhu provádění umělého dýchání a nepřímé srdeční masáže se zachránce věnuje výhradně neodkladné resuscitaci. S postiženým nepohybuje.

#### **17.3.2.2. Další úkony první pomoci**

Po ukončení neodkladné resuscitace se provedou nezbytná ošetření postiženého:

zastavení zevního krvácení tlakovým obvazem,  
pokrytí popálenin rouškou nebo improvizovanou čistou textilií,  
pokrytí ran krycím obvazem.

Další ošetření (např. zlomeniny) většinou již provádí přivolaná rychlá zdravotnická (nebo lékařská) pomoc.

#### **17.3.2.3. Protišoková opatření**

Úkolem všech opatření při poskytování první pomoci postiženému s hrozícím nebo rozvinutým šokovým stavem je podpora obranných mechanismů organismu a snaha o odstranění nepříznivě působících faktorů. Tyto úkony jsou známy jako pravidlo „5T“ podle začátečních písmen slov:

- 1) Ticho Uklidníme postiženého a zajistíme dostatečný klid v jeho okolí. S postiženým udržujeme kontakt a sledujeme jeho stav.
- 2) Teplo Následkem šoku trpí postižený poruchou termoregulace. Opatření spočívá v zamezení tepelných ztrát z těla postiženého. Nenecháváme postiženého ležet na zemi, neponecháváme jej v mokré oděvu. Přikrýváme jej suchými pokrývkami.
- 3) Tekutiny Postiženému se nesmí podávat tekutiny. Pocit žízně tlumíme svažováním rtů a dutiny ústní. V některých případech se podává tekutina s přídatkem kuchyňské soli.
- 4) Tišení bolesti Bolesti tlumíme především znehybněním postiženého. Podávání léků proti bolesti ústy není vhodné. Ošetřujeme vnější poranění.
- 5) Transport Všechny přesuny postiženého se musí provádět šetrným způsobem.



Doporučuje se ukládat, postiženého do tzv. protrokové polohy se zvýšenou dolní polovinou těla. Tato poloha umožňuje přesun krve z končetin k mozku.

#### 17.3,2.4. Následná zdravotnická první pomoc a **zprovoznění elektrického zařízení**

##### a) Přivolání odborné zdravotnické pomoci

Tísňové oznámení musí obsahovat následující informace:

druh úrazu,  
charakter poškození, stav základních životních funkcí,  
popis dalších poranění,  
popis předlékařské pomoci,  
místo nehody,  
čas, kdy se nehoda stala,  
zvláštnosti terénu v místě nehody (příjezdové cesty, možnost přistání vrtulníku),  
informace o dohledu u zraněného.

##### b) Zajištění trvalého dohledu

Účelem trvalého dohledu nad nemocným je sledovat vývoj jeho zdravotního stavu a prevence před následnými komplikacemi.

##### c) Záznam informací

Je vhodné pořídit stručný zápis informací získaných od postiženého, o okolnostech vzniku úrazu a o úkonech poskytnuté první pomoci.

##### d) Zajištění transportu

Transport je možný až po řádném provedení nezbytných úkonů první pomoci, ve správné poloze podle typu zranění. Je nutno dbát na šetrné zacházení se zraněným. V průběhu transportu se zajišťuje trvalý dohled.

##### e) Vyšetření příčin úrazu

Povinností zaměstnavatele je bezodkladné a řádné vyšetření příčin úrazu. Další povinností, jednoznačně zakotvenou v zákoníku práce, je uvědomit příslušný orgán státního odborného dozoru nad bezpečností práce. Vyšetření příčin úrazu je nezbytné i pro další řízení zdravotní pojišťovny.

##### f) Zprovoznění elektrického zařízení

Po vyšetření příčin úrazu elektrickým proudem může být elektrické zařízení uvedeno znovu do provozu, pokud jsou splněny následující podmínky, závislé na příčině úrazu:

Příčina úrazu byla na straně pracovníka. Zařízení lze zprovoznit po provedení odborné prohlídky odpovědným pracovníkem provozovatele.

Příčinou úrazu byla nesprávná organizace práce. Zařízení smí být uvedeno znovu do provozu pouze za podmínky prokazatelného stanovení organizačních a technických opatření k zamezení opakování příčin úrazu. Tato opatření musí být odsouhlasena orgánem státního odborného dozoru nad bezpečností práce.

Příčinou úrazu byla technická závada zařízení. Zařízení lze zprovoznit pouze po odstranění příslušné závady a po provedení odborné zkoušky (výchozí revize).



## 18. Související obecné a technické předpisy, normy ČSN a literatura

### 18.1. Všeobecně

Stejně jako jiné činnosti, při nichž je nutná kooperace mezi jednotlivými právními subjekty, tak i projektování, výroba a provoz technických zařízení se řídí příslušnými právními předpisy. Právní předpisy stanoví hlavní zásady pro provedení výrobků a zařízení, odpovědnosti výrobců i pracovníků, a též opatření pro zajištění dozoru nad bezpečností práce i ověřováním stavu technických zařízení. Tyto zásady jsou stanoveny zejména z hlediska bezpečnosti. Právní předpisy jsou závazné, to znamená, že jejich nedodržování je trestné.

Právním předpisům však nepřísluší na základě uvedených zásad stanovit požadavky na vlastní provedení výrobků a zařízení. Tyto požadavky stanoví technické předpisy a technické normy. Technické normy nejsou samy o sobě závazné, ale jsou důležité, protože jejich splněním se prokazuje též splnění požadavků příslušných technických a právních předpisů.

Většina technických norem v současné době již nevzniká na národní úrovni, ale na úrovni mezinárodní (světové) nebo regionální (evropské).

Mezinárodní technické normy jsou označeny:

IEC - pro oblast elektrotechniky vznikají v rámci Mezinárodní elektrotechnické komise (International Electrotechnical Commission - zkratka IEC),

ISO - pro ostatní oblasti techniky jsou vytvářeny především v rámci Mezinárodní normalizační organizace (International Organization for Standardization - zkratka ISO).

EN - je označení pro evropské technické normy, vznikající především v rámci dvou evropských normalizačních organizací (CENELEC, který je obdobou IEC a dále CEN, který je obdobou ISO).

ČSN - touto zkratkou se obecně označují české technické normy, které platí v České republice.

České normy, kterými se zavádějí normy IEC, ISO a evropské EN, jsou označeny ČSN IEC, ČSN ISO a ČSN EN.

Kromě toho, aby výrobky odpovídaly příslušným technickým normám se vyžaduje, aby též odpovídaly současnému stavu vědy a techniky. Ten je zachycen nejnovější technickou literaturou daného oboru, vědeckými a výzkumnými zprávami různých institucí a organizací a ostatními technickými materiály.

### 18.2. Obecné předpisy

Vyhláška ČÚBP č. 50/1978 Sb. „O odborné způsobilosti v elektrotechnice“

Zákon č. 40/1965 Sb. „Občanský zákoník“ v platném znění

Zákon č. 65/1965 Sb. „Zákoník práce“ v platném znění

Zákon č. 22/1997 Sb. „O technických požadavcích na výrobky“ v platném znění

Zákon č. 174/1968 Sb. „O státním odborném dozoru nad bezpečností práce“ v platném znění

Zákon č. 513/1991 Sb. „Obchodní zákoník“ v platném znění

Zákon č. 458/2000 Sb., „O podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích“ (Energetický zákon) v platném znění

Vyhláška č. 20/1979 Sb., kterou se určují vyhrazená elektrická zařízení a stanoví některé podmínky k zajištění jejich bezpečnosti  
 Nařízení vlády č. 108/1994 Sb., kterým se provádí Zákoník práce  
 Nařízení vlády č. 178/2001 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví zaměstnanců při práci  
 Nařízení vlády č. 378/2001 Sb., kterým se stanoví bližší požadavky na bezpečný provoz a používání strojů, technických zařízení, přístrojů a nářadí  
 Nařízení vlády č. 494/2001 Sb., o evidenci úrazů a o záznamech o pracovních úrazech  
 Nařízení vlády č. 523/2002 Sb., které definuje požadavky na bezpečnost práce se zobrazovacími jednotkami (počítači)  
 Nařízení vlády č. 101/2005 Sb., o podrobnějších požadavcích na pracoviště a pracovní prostředí  
 Příkaz děkana FELČVUT č. 4/2003 „O přiznávání odborné způsobilosti v elektrotechnice studentům nově nabíhajícího strukturovaného studia, doktorandům a studentským odborným silám na FELČVUT“, platné pouze po dobu studia a jen pro činnost v laboratořích fakulty, v souladu s požadavky vyhlášky ČÚBP číslo 50/1978 Sb. a ČSN EN 50110-1ed. 2  
 Směrnice rektora ČVUT č. 41/1998 k bezpečnosti a ochraně zdraví při práci na Českém vysokém učení technickém v Praze  
 Příkaz děkana FEL ČVUT č. 3/2003 upřesňující jednotný postup kateder při provádění Základního a opakovaného školení z BOZP na FEL ČVUT  
 Osnova základního školení bezpečnosti a ochrany zdraví při práci (BOZP) pro zaměstnance a studenty FEL ČVUT (INFODEK - BOZP - Základní školení)

### 18.3. Související normy ČSN

ČSN EN 80416-1:2002 (01 3765) Základní pravidla pro grafické značky pro použití na předmětech. Část 1: Tvorba originálů značek  
 ČSN EN 80416-2:2002 (01 3765) Základní pravidla pro grafické značky pro použití na předmětech. Část 2: Tvar a použití šipek  
 ČSN EN 80416-3:2003 (01 3765) Základní pravidla pro grafické značky pro použití na předmětech. Část 3: Směrnice pro aplikaci grafických značek  
 ČSN ISO 3864 :1995 (01 8010) Bezpečnostní barvy a bezpečnostní značky  
 ČSN 33 0010:1984 Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení. Rozdělení a pojmy  
 ČSN IEC 33 0050-826:2006 Mezinárodní elektrotechnický slovník. Část 826: Elektrické instalace  
 ČSN 33 0120:2001 Elektrotechnické předpisy. Normalizovaná napětí IEC  
 ČSN 33 0121:2001 Elektrotechnické předpisy. Jmenovitá napětí veřejných distribučních sítí nn  
 ČSN IEC 449 :1996 (33 0130) Napěťová pásma pro elektrické instalace v budovách  
 ČSN EN 60445 ed. 2 :2001 (33 0160) Základní a bezpečnostní principy pro rozhraní člověk-stroj, značení a identifikace. Značení svorek zařízení a konců určitých vybraných vodičů, včetně obecných pravidel písmenno-číslicového systému  
 ČSN EN 60446 :2001 (33 0165) Základní a bezpečnostní zásady při obsluze strojních zařízení. Značení vodičů barvami nebo číslicemi  
 ČSN 33 0165:1992 Elektrotechnické předpisy. Značení vodičů barvami nebo číslicemi. Prováděcí ustanovení

ČSN EN 60529 :1993 (33 0330) Stupně ochrany krytem (krytí - IP kód)

ČSN EN 61140 ed. 2 :2003 (33 0500) Ochrana před úrazem elektrickým proudem. Společná hlediska pro instalaci a zařízení

ČSN 33 1310:1990 Elektrotechnické předpisy. Bezpečnostní předpisy pro elektrická zařízení určená k používání osobami bez elektrotechnické kvalifikace

**ČSN 33 1500:1991 Elektrotechnické předpisy. Revize elektrických zařízení**

ČSN 33 1600:1994 Elektrotechnické předpisy. Revize a kontroly elektrického ručního nářadí během používání

ČSN 33 1610:2005 Revize a kontroly elektrických spotřebičů během jejich používání

**ČSN 33 2000-1:2003 Elektrické instalace budov. Část 1: Rozsah platnosti, účel a základní hlediska**

**ČSN 33 2000-3:1995 Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení. Část 3: Stanovení základních charakteristik**

**ČSN 33 2000-4-41:2000 Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení. Část 4: Bezpečnost. Kapitola 41: Ochrana před úrazem elektrickým proudem**

**ČSN 33 2000-4-481:1997 Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení. Část 4: Bezpečnost. Kapitola 48: Výběr ochranných opatření podle vnějších vlivů. Oddíl 481: Výběr opatření na ochranu před úrazem elektrickým proudem podle vnějších vlivů**

**ČSN 33 2000-5-51:2000 Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení. Část 5: Výběr a stavba elektrických zařízení. Kapitola 51: Všeobecné předpisy**

**ČSN 33 2000-5-54:1996 Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení. Část 5: Výběr a stavba elektrických zařízení. Kapitola 54: Uzemnění a ochranné vodiče**

**ČSN 33 2000-6-61 ed. 2:2004 Elektrické instalace budov. Část 6-61: Revize. Výchozí revize**

**ČSN IEC 479-1:1998 (32 2010) Účinky proudu na člověka a domácí zvířectvo. Části:: Obecná hlediska**

**ČSN IEC 1000-1-1:1995 (33 3431) Elektromagnetická kompatibilita (EMC). Části: Všeobecně. Díl 1: Použití a interpretace základních definic a termínů**

**ČSN 33 4010:1991 Elektrotechnické předpisy. Ochrana sdělovacích vedení a zařízení proti přepětí a nadproudu atmosférického původu**

**ČSN IEC 50 (161): 1993 (33 4201) Mezinárodní elektrotechnický slovník. Kapitola 161: Elektromagnetická kompatibilita**

**ČSN 34 0350:1965 Elektrotechnické předpisy. Předpisy pro pohyblivé přívody a pro šňůrová vedení**

ČSN 34 1390:1970 Elektrotechnické předpisy ČSN. Předpisy pro ochranu před bleskem

**ČSN EN 50110-1 ed. 2:2005 (34 3100) Obsluha a práce na elektrických zařízeních**

**ČSN EN 50191:2002 (33 1345) Zřizování a provoz zkušebních elektrických zařízení**

**ČSN EN 60950-1:2003 (36 9060) Zařízení informační technologie. Bezpečnost. Části: Všeobecné požadavky**

**ČSN EN 61010-1:2004 (35 6502) Bezpečnostní požadavky na elektrická měřicí, řídicí a laboratorní zařízení. Část 1: Všeobecné požadavky**

**ČSN 34 3205:1974 Obsluha elektrických strojů točivých a práce s nimi**

**ČSN 34 3278:1964 Provoz a obsluha přístrojových transformátorů**

Doporučení ČES 00.02.94:1994 První pomoc při úrazu elektrickou energií

Doporučení ČES 33.04.94:1994 Poučení o správném a bezpečném užívání elektrické instalace

**laiky**

Doporučení ČES 34.01.95:1995 Ochrana elektronických zařízení před přepětím

## 18.4. Literatura

- Rudolph, W.: Safety of Electncal Installations up to 1 000 Volts, VDE - Verlag, Berlin, 1990
- Evans T.R.: ABC o resuscitaci, DONA České Budějovice, 1992**
- Zeman, M.: Základy první pomoci, UK Praha, 1992
- Popolanský, F.: **Jmenovitá napětí, STRO.M Praha, 1993**
- Cipra, M. - Kříž, M. - Kula, V.:** Úvod do elektrotechniky, ČVUT Praha, 1996
- Honys, V. - Kříž, M.: Ochrana před úrazem elektřinou, STRO.M Praha, 1995
- Kříž, M.: Montáž a připojování elektrických přístrojů, IN-EL Praha, 1999**
- Kříž, M.: Montáž, připojování, kontroly a revize elektrických spotřebičů, IN-EL Praha, 2000**

## 19. Přehled témat k písemné zkoušce

### A. ZŠ BOZP

- 1) Obecné zásady při zajišťování BOZP
- 2) Povinnosti zaměstnavatele při zajišťování BOZP
- 3) Povinnosti zaměstnance při zajišťování BOZP
- 4) **Povinnosti při nástupu do zaměstnání**

### B. Odborná způsobilost (kvalifikace) v elektrotechnice

- 1) **Vyhláška číslo 50/1978 Sb. - obecné podmínky pro získání kvalifikace**
- 2) Pracovník seznámený (§ 3) - podmínky pro získání kvalifikace
- 3) Pracovník **poučený (§ 4) - podmínky pro získání kvalifikace**
- 4) **Pracovník znalý (§ 5) - podmínky pro získání kvalifikace**
- 5) Pracovník pro samostatnou činnost (§ 6) - podmínky pro získání kvalifikace
- 6) **Získávání odborné způsobilosti v elektrotechnice na ČVUT FEL**

### C. Jednotná symbolika a označování v elektrotechnice

- 1) **Bezpečnostní značky - tvar, barva**
- 2) **Značení holých vodičů trojfázové soustavy barvami**
- 3) **Značení izolovaných vodičů trojfázové soustavy barvami**
- 4) **Značení svorek elektrických předmětů a konců vybraných vodičů písmeny**

### D. Vliv technického uspořádání na BOZP

- 1) **Třídění elektrických zařízení podle nebezpečí úrazu elektrickým proudem**
- 2) **Základní pojmy a definice**
- 3) **Elektrická zařízení třídy ochrany I, II, III**
- 4) **Uspořádání izolací na elektrickém zařízení třídy ochrany II**
- 5) Střídavá jmenovitá napětí do 1 000 V
- 6) **Vodiče: fázový, střední, ochranný a PEN**
- 7) **Označování střídavých sítí písmeny dle způsobu uzemnění**
- 8) Připojování spotřebičů **pohyblivými přívody (v sítích TN-S, TN-C)**
- 9) **Členění prostorů z hlediska nebezpečí úrazu elektrickým proudem**
- 10) Členění **napětí pro účely ochrany před nebezpečným dotykem**
- 11) **Mezní hodnoty bezpečných malých napětí**
- 12) **Hodnoty maximálního ustáleného proudu a nahromaděného náboje**
- 13) **Mezní hodnoty trvalého dotykového napětí na neživých částech**

### E. Obsluha a práce na elektrickém zařízení

- 1) Základní pojmy
- 2) **Práce podle pokynů, s dohledem a pod dozorem**
- 3) **Oprávnění osob seznámených, poučených a znalých**
- 4) **Bezpečné vzdálenosti od živých částí do 1 000 V pro osoby seznámené a poučené**
- 5) **Pracovní postupy**
- 6) Příkaz „B“ - podmínky a požadavky

### F. Obsluha a práce na vybraných elektrických zařízeních

- 1) **Vybíjení kondenzátorů a manipulace s nimi**
- 2) **Základní závazná pravidla pro provoz laboratoří na ČVUT FEL**

- G. Ochrana před úrazem elektrickým proudem
- 1) Závislost výše napětí a doby jeho trvání (napěťová vypínací křivka L)
- H. Ochrana před nebezpečným dotykem živých i neživých částí
- 1) Základní princip ochrany
  - 2) Ochrany malým bezpečným **napětím** - podmínky pro obvody SELV
  - 3) Podmínky pro **ochranu omezením ustáleného proudu a náboje**
- J. Ochrana před nebezpečným dotykem živých částí
- 1) **Základní princip ochrany**
  - 2) **Základní izolace**
- K. Ochrana před nebezpečným dotykem neživých částí (nezahrnuje samočinné odpojení)
- 1) **Základní princip ochrany**
  - 2) **Elektrická zařízení třídy ochrany II**
- L. Jističi a ochranné prvky elektrických obvodů
- 1) Pojistka - **princip**
  - 2) **Jistič - princip, charakteristika**
  - 3) Proudový chránič - princip, zapojení a vlastnosti
- M. Ochrana před nebezpečným dotykem neživých částí samočinným odpojením
- 1) Základní princip ochrany
  - 2) **Poruchové smyčky v sítích TN a TT**
  - 3) Impedance **poruchové smyčky v sítích TN a TT**
  - 4) Omezení pro používání vodičů PEN
- N. Bezpečnost elektrických a elektronických předmětů
- 1) Izolace základní, přídatná, **dvojitá a zesílená**
  - 2) **Elektrické předměty třídy ochrany I, II, III**
  - 3) Bezpečnostní opatření pro případ porušení základní izolace
  - 4) **Požadavky na provedení pohyblivých přívodů k předmětům třídy ochrany I, H. T3I**
- O. První pomoc při úrazu elektrickým proudem
- 1) **Povinnosti zaměstnavatele při předcházení úrazům**
  - 2) **Stanovení pořadí úkonů při poskytování první pomoci**
  - 3) **Způsoby vyproštění postiženého z dosahu elektrického proudu**
  - 4) **Kdy se zahájí a ukončí umělé dýchání z plic do plic**
  - 5) **Kdy se zahájí nepřímá srdeční masáž**
  - 6) Jaká jsou protišoková opatření

## 20. Vzor formuláře písemné zkoušky

ČVUT Praha, **Elektrotechnická fakulta**

Předmět: Technická dokumentace

Písemná zkouška: Získání elektrotechnické kvalifikace na úrovni pracovníka poučeného pro činnost v laboratořích ČVUT FEL v souladu s požadavky vyhlášky číslo 50/1978 Sb., § 4 a příkazu děkana ČVUT FEL číslo 4/2003.

Forma studia: PREZENČNÍ  
KOMBINOVANÁ

Přednáška: P1 P2 P3 P4 P5

Školní rok: 200 /200

Paralelka cvičení:

Semestr: 1 2

Pracoviště:

PŘÍJMENÍ a jméno: \_\_\_\_\_  
(hůlkovým písmem)

Prohlašuji, že jsem byl osobně poučen a seznámen s bezpečnostními předpisy pro obsluhu a práci na elektrických zařízeních a se způsoby zajišťování ochrany před úrazem elektrickým proudem podle norem ČSN EN 50191, ČSN 33 2000, ČSN EN 50110-1 ed.2 (a norem souvisejících) a dále s poskytováním první pomoci (včetně úrazů způsobených elektrickým proudem) v rozsahu uvedeném ve skriptech "Elektrotechnická kvalifikace". Výkladu jsem porozuměl.

Na důkaz toho odpovídám samostatně (bez použití pomůcek) na následující kontrolní otázky.

**Datum:**

zkoušející

podpis zkoušeného

datum narození zkoušeného

Poznámky:

1. Vyplňte pečlivě předchozí údaje.
2. Všechny odpovědi na danou kontrolní otázku, které považujete za správné, označte zaplněním (vyšrafováním) značek O.
3. Ve formuláři písemné zkoušky je zakázáno škrtnat a provádět jakékoliv úpravy a opravy.



## ALTERNATIVA K

A) Jeden učitel smí v laboratoři FEL ČVUT zajišťovat odborný dozor nejvýše nad:

- 4 studenty
- 8 studenty
- 10 studenty
- 15 studenty

B) Střídavá jmenovitá napětí v sítích TN dle ČSN od roku 1993 jsou:

- D 220/380 V
- 230/400 V
- 3 x 120 V

C) Dovolené meze trvalého dotykového napětí na neživých částech v normálním prostoru jsou:

- |                      |        |         |        |
|----------------------|--------|---------|--------|
| <u>Střídavé</u>      | • 25 V | • 50V   | • 2V   |
| <u>Stejnoseměrné</u> | • 60 V | • 120 V | • 25 V |

D) Jednofázový přenosný spotřebič třídy ochrany I musí mít přívodní šňůru s počtem žil:

- 4 • 1
- 3 • 2

E) Za práci na elektrickém zařízení se považuje

- montáž
- revize
- spínání
- výměna žárovek

F) Bezpečnostní značky informační mají

- |                           |           |           |               |
|---------------------------|-----------|-----------|---------------|
| <u>bezpečnostní barvu</u> | • žlutou  | • zelenou | • modrou      |
| <u>a geometrický tvar</u> | • čtverec | • kruh    | • trojúhelník |

G) Neživá část elektrického zařízení je

- vodivá část, které se lze dotknout a která se může stát živou v případě poruchy
- vodivá část určená k tomu, aby při obvyklém používání byla pod napětím
- nevodivý kryt elektrického zařízení

H) Postiženého lze vyprosit z dosahu elektrického proudu:

- odtažením postiženého pomocí nevodivého předmětu
- odsunutím zdroje úrazu (vodiče) nevodivým předmětem z dosahu postiženého
- vypnutím nebo přerušením přívodu elektrického proudu
- odtažením postiženého pomocí vodivého předmětu