

1. Základní školení k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci (ZŠ BOZP)

1.1. ZŠ BOZP na Elektrotechnické fakultě ČVUT

Péče o bezpečnost a ochranu zdraví při práci je, stejně jako v každé vyspělé společnosti, i v českých právních předpisech zakotvena jako povinnost zaměstnavatelů i zaměstnanců. Je zřejmé, že vyřazení pracovníků pro újmu na zdraví je celospolečensky velmi závažné nejen z hlediska sociálního, ale i ekonomického. Je však nezbytné, aby tuto povinnost chápal každý ve vlastním zájmu jako samozřejmost, a to nejen v pracovním procesu a ve škole, ale i v soukromém životě.

Systém povinné péče o bezpečnost práce tvoří jednak normy a předpisy právní a technické povahy a dále instituce dozírající na plnění těchto norem.

Úloha bezpečnosti práce nabývá významu právě nyní, kdy se Česká republika stala členem Evropské unie, která přikládá této problematice mimořádnou důležitost.

Na Českém vysokém učení technickém v Praze je systém povinné péče o bezpečnost práce upraven Směrnicí kvestora ČVUT číslo 41/1998 ze dne 2.3.1999.

Nejprve je nutné si uvědomit základní právní skutečnosti, nezbytné pro aplikaci ustanovení Zákoníku práce a dalších předpisů v oblasti BOZP na ČVUT v Praze.

České vysoké učení technické v Praze je zaměstnavatelem (zaměstnanců a v přeneseném významu i studentů), který je povinen vytvářet podmínky pro bezpečnou a zdraví neohrožující práci (zaměstnanců i studentů) v souladu s příslušnými předpisy.

Za plnění úkolů zaměstnavatele v péči o BOZP odpovídají vedoucí zaměstnanci, za které se vzhledem ke studentům považují i učitelé.

Jednotný postup kateder při provádění Základního a opakovaného školení k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci (ZŠ BOZP) pro studenty, doktorandy a zaměstnance Elektrotechnické fakulty ČVUT v Praze upravují příkazy děkana Elektrotechnické fakulty číslo 7/2000 pro dobíhající formu studia a číslo 3/2003 pro strukturované studium. Organizace ZŠ BOZP pro studenty 1. ročníku strukturovaného bakalářského studia je zřejmá z TAB. 1.1.

Po absolvování ZŠ BOZP studenti získají do indexů záznam o provedeném školení a do KOSu zápis do „předmětu“ BPZS.

TAB. 1.1 Organizace ZŠ BOZP v 1. semestru strukturovaného bakalářského studia

ZŠ BOZP		
V rámci předmětu: (všichni studenti 1. ročníku)	„UEM“	1. semestr (zimní)
Skolení:	1. týden	1. přednáška
Zápis do indexu;	1. + 2. týden	1. cvičení (seminární)
Zápis do KOSu: „předmět“	„BPZS“	

Dodržování předpisů k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci (BOZP) patří mezi základní povinnosti zaměstnanců, studentů a všech ostatních osob, které se zdržují s vědomím zaměstnavatele na pracovištích fakulty a absolvovaly toto základní školení. Znalost těchto předpisů je nedílnou a trvalou součástí kvalifikačních předpokladů.

Osnova ZŠ BOZP pro studenty Elektrotechnické fakulty ČVUT:

základní právní podklady BOZP,
obecné zásady při zajišťování BOZP,
základní požadavky na zajištění BOZP a bezpečnosti technických zařízení,
povinnosti zaměstnavatele při zajišťování BOZP,
povinnosti a práva zaměstnance při zajišťování BOZP,
povinnosti při nástupu do zaměstnání,
bezpečnost práce s elektrickým zařízením,
bezpečnost práce se zobrazovacími jednotkami (počítači),
pracovní úraz a jeho evidence,
důležité telefony,
laboratorní řád (příklad).

1.2. Hlavní teze jednotlivých bodů osnovy ZS BOZP

1.2.1. Základní právní podklady BOZP

- Ústava české republiky a Listina práv a svobod č. 28, 29 a 31,
Směrnice Rady Evropských společenství „O provádění opatření ke zvýšení bezpečnosti a ochrany zdraví zaměstnanců při práci“ 89/391/EEC, č. 6, 7, 10, 12,
- Občanský zákoník (OZ),
- Zákoník práce (ZP),
Sbírka zákonů - zejména Nařízení vlády ČR a vyhlášky vydané Českým úřadem bezpečnosti práce,
Normy ČSN - z oblasti bezpečnosti práce,
- z oblasti bezpečné konstrukce strojů a zařízení.

V technických normách se bezpečnostní prvek objevuje v různých formách a na různých úrovních. Norma vychází z toho, že absolutní bezpečnosti nelze dosáhnout. I při nejvyšší úrovni bezpečnosti skýtá výrobek nebo pracovní postup jen relativní bezpečnost. Požadavky na dodržování určité míry bezpečnosti (resp. míry rizika) je proto nezbytné při tvorbě normy vyhodnocovat a respektovat.

Norma obvykle obsahuje technické podrobnosti, které většinou nejsou v právních předpisech detailně obsaženy. Splnění podmínek normy pak je i splněním požadavku právního předpisu.

V současné době se dokončuje sjednocování našich právních a technických norem s předpisy a normami Evropské Unie. To vyžaduje trvalé sledování platnosti jednotlivých norem.

Kromě vydávání právních předpisů, technických předpisů (zákon č. 22/1997 Sb.) a technických norem je nezbytná i funkční soustava kontrolních orgánů. Ze zákona vykonávají státní odborný dozor nad bezpečností technických zařízení a nad dodržováním stanovených pracovních podmínek Český úřad bezpečnosti práce a jemu podřízené inspektoráty bezpečnosti práce a Institut technické inspekce.

1.2.2. Obecné zásady při zajišťování BOZP (OZ §§ 415 a 420 a ZP § 132)

Každý je povinen si počínat tak, aby nedocházelo ke škodám na zdraví, na majetku, na přírodě a na životním prostředí.

Každý odpovídá za škodu, kterou způsobil porušením právní povinnosti.

Péče o BOZP, znalost předpisů k zajištění BOZP a stálé zlepšování pracovního prostředí je nutnou a neoddelitelnou součástí plnění výrobních a ostatních pracovních úkolů.

1.2.3. Základní požadavky na zajištění BOZP a bezpečnosti technických zařízení (Vyhláška úřadu bezpečnosti práce číslo 48/82 Sb., §§ 3 až 16)

Technická dokumentace pro výrobu, montáž, provoz, údržbu a opravy strojů, zařízení a technologií musí obsahovat požadavky na zajištění bezpečnosti práce, zásad pro kontrolu, zkoušky a revize.

O strojích, technických zařízeních a technologiích musí být vedena předepsaná provozní technická dokumentace, do které musejí být zaznamenávány všechny změny.

Stroje a technická zařízení mohou být uvedeny do provozu jen odpovídají-li příslušným předpisům a po provedení předepsaných kontrol, zkoušek a revizí.

Stroje a technická zařízení musí být po dobu svého provozu podrobována pravidelným předepsaným kontrolám, zkouškám, revizím, údržbám a opravám.

Nelze-li zcela odstranit bezpečnostní rizika, musí být pracoviště, stroje a technická zařízení s nebezpečím ohrožení osob opatřeny bezpečnostním označením (barvy, značky, tabulky, světelné a akustické signály).

Výrobní a provozní budovy musí být udržovány ve stavu, který neohrožuje bezpečnost osob.

Podlahy musí být rovné a odolné proti poškození.

Vrata musí být ve všech polohách bezpečná a snadno ovladatelná. Otevřená křídla musí být zajištěna proti zavření. Celoskleněná křídla dveří v rámu musí být viditelně označena.

Komunikace musí být stále volné, musí mít rovný a nekluzký povrch.

Komunikace pro pěší musí mít šířku minimálně 1,1 metru.

Musí být splněny požadavky k zajištění bezpečnosti práce a technických zařízení při speciálních pracích a obsluhách.

1.2.4. Povinnosti zaměstnavatele při zajišťování **BOZP** (ZP §§ 35, 73, 132a, 133, 135, 149 až 168)

Vedoucí pracovníci jsou povinni:

- vytvářet příznivé pracovní podmínky a zajišťovat BOZP,
- zabezpečovat dodržování právních a jiných předpisů k zajištění BOZP, vést zaměstnance k pracovní kázni.

Zaměstnavatelé jsou v rozsahu své působnosti povinni vytvářet: podmínky pro bezpečnou a zdravotně nezávadnou práci:

- respektovat pracovní podmínky žen a mladistvých,
- vyhledávat, posuzovat a vyhodnocovat rizika možného ohrožení bezpečnosti a zdraví zaměstnanců, informovat je o nich a činit opatření k jejich ochraně,
- provozovat pouze stroje a zařízení odpovídající BOZP,
- seznamovat zaměstnance s právními a ostatními předpisy BOZP,
- nepřipustit, aby zaměstnanec vykonával práce, jejichž výkon by neodpovídal jeho kvalifikaci, schopnostem nebo zdravotní způsobilosti,
- pravidelně kontrolovat úroveň BOZP,
- bezodkladně zjišťovat a odstraňovat příčiny pracovních (školních) úrazů a nemocí z povolání,
- organizovat nejméně jednou ročně prověrky BOZP na všech pracovištích.

Zaměstnavatel je povinen vyšetřit příčiny a okolnosti vzniku pracovního úrazu za účasti zaměstnance (pokud to jeho stav dovolí) a za účasti odborového orgánu (pokud je v organizaci založen) a **přijmout opatření proti opakování pracovních úrazů.**

Zaměstnavatel je povinen poskytovat zaměstnancům, u nichž to vyžaduje ochrana jejich zdraví a zdraví ostatních občanů, k bezplatnému užívání potřebné osobní ochranné pracovní prostředky (OOPP).

Zaměstnavatel musí dbát, aby zdraví zaměstnanců nebylo ohrožováno kouřením na pracovištích a stanovit zákaz kouřem na pracovištích, kde pracují nekuřáci.

Za plnění úkolů zaměstnavatele v péči o BOZP odpovídají vedoucí zaměstnanci na všech stupních řízení v rozsahu svých funkcí. Tyto úkoly jsou rovnocennou a neoddělitelnou součástí jejich pracovních povinností.

Povinnost zaměstnavatele všestranně pečovat o BOZP se vztahuje na všechny osoby, které se s jeho vědomím zdržují na jeho pracovištích.

Plní-li na jednom pracovišti úkoly zaměstnanci více zaměstnavatelů, jsou tito zaměstnavatelé povinni zajišťovat koordinovaný postup pro zabezpečení BOZP.

1.2.5. Povinnosti a práva zaměstnance při zajišťování BOZP (OZ §§ 415 a 420, ZP §§ 35,73,74,135)

Zaměstnanec má právo na zajištění BOZP, na informace o rizicích jeho práce a na informace o opatřeních na ochranu před jejich působením.

Zaměstnanec je oprávněn odmítnout výkon práce, o níž je přesvědčen, že bezprostředně a vážně ohrožuje jeho život a zdraví, případně život a zdraví jiných fyzických osob.

Znalost předpisů a požadavků zaměstnavatele k zajištění BOZP je nedílnou a trvalou součástí kvalifikačních předpokladů zaměstnance.

Zaměstnanec je povinen dbát podle svých možností o svou vlastní bezpečnost a zdraví a o bezpečnost a zdraví ostatních a proto musí:

- dodržovat pracovní kázeň, právní a ostatní předpisy k BOZP, zásady bezpečného chování a stanovené pracovní postupy, s nimiž byl řádně seznámen,**
- používat při práci osobní ochranné pracovní prostředky a ochranná zařízení,**
- účastnit se školení BOZP, podrobit se zkouškám a lékařským prohlídkám,**
- nepožívat alkoholické nápoje a neužívat jiné návykové látky na pracovištích a v pracovní době i mimo pracoviště, nenastupovat pod jejich vlivem do práce,**
- podrobit se vyšetření, zda není pod vlivem alkoholu nebo drog,**
- dodržovat zákaz kouření na pracovištích,**
- oznamovat nadřízenému a orgánům dozoru nedostatky a závady BOZP a účastnit se jejich odstraňování.**

1.2.6. Povinnosti při nástupu do zaměstnání (ZP§35)

Při nástupu do zaměstnání, ještě před započatím jakékoliv pracovní činnosti, musí být nový pracovník seznámen s právními a ostatními předpisy k zajištění BOZP, které musí při práci dodržovat.

Základní školení BOZP, seznámení s místními podmínkami pracoviště, založení „Záznamového listu BOZP“ a první zápis do něj provede vedoucí pracoviště (resp. bezpečnostní referent pracoviště). Nový pracovník potvrdí svým podpisem že byl školen a že výkladu porozuměl.

Vedoucí pracoviště předá tento „Záznamový list“ bezpečnostnímu referentovi pracoviště, který provede případné speciální školení podle profese nového pracovníka.

Každý nový pracovník musí získat alespoň nejnižší elektrotechnickou kvalifikaci podle vyhlášky číslo 50/1978 Sb. (§ 3 - pracovník seznámený).

1.2.7. Bezpečnost práce s elektrickým zařízením (Vyhláška ČÚBP a ČBÚ číslo 50/1978 Sb., § 3)

Pracovník seznámený je pracovník, který byl prokazatelně seznámen s předpisy zacházení s elektrickým zařízením a byl upozorněn na možné ohrožení elektrickým proudem.

Dovolené činnosti (pracovníka seznámeného):

samostatně obsluhovat elektrická zařízení malého napětí (do 50 V) a nízkého napětí (do 1 000 V), nelze-li se při běžné obsluze dotknout živých částí pod napětím, zapínat a vypínat zařízení vypínačem, zasouvat vidlice do zásuvky, přemísťovat spojovací šňůry, vyměňovat žárovky ve vypnutém stavu a vyměňovat pojistkové vložky, ve vypnutém stavu vykonávat udržovací práce bez rozebírání nástroji (čistění suchou cestou), bezpečná vzdálenost od nekrytých živých částí (do 1 000 V) je nejméně 1 metr.

Zakázané činnosti (pracovníka seznámeného):

opravovat elektrické spotřebiče a rozvody, pracovat na živých částech elektrického zařízení, používat elektrická zařízení, u nichž je podezření z poškození, dotýkat se elektrických zařízení vlhkými částmi těla, čistit povrch elektrických zařízení mokrou cestou.

Problematikou bezpečnosti práce v oblasti elektrotechniky se budeme zabývat podrobněji v dalších kapitolách.

1.2.8. Bezpečnost práce se zobrazovacími jednotkami (počítači) (Nařízení vlády číslo 178/2001 Sb. a 523/2002 Sb.)

Běžnému uživateli přináší práce s počítačem z hlediska BOZP řadu rizik.

Zvýšené namáhání očí:

- příliš velký jas nebo blikání obrazovky je obvykle způsoben závadou monitoru,
- pracovník u obrazovky nemá mít v zorném poli očí žádný jiný světelný zdroj ani jeho odraz (okno, stolní lampu atd.),
- jas předmětů v okolí obrazovky by měl být vyvážen tak, aby se nevyskytovaly přílišné kontrasty,
- umělé osvětlení v místnosti by nemělo vytvářet tmavé kouty a přesvětlená místa,
- horní okraj aktivní plochy obrazovky monitoru by měl být nejvýše ve výši očí, vzdálenost očí od obrazovky by měla být nejméně 40 cm.

Vliv elektromagnetického záření:

- klasický monitor je vhodné umístit pokud možno tak, aby byl omezen přístup osob k jeho bočním stranám.

Zátěž krční páteře:

klávesnici **umístit tak**, aby **při vzpřímeném** sedu svírala ruka, **spočívající dlaněmi na klávesnici, v lokti** pravý úhel, **před klávesnicí musí být místo na opření ruky**, výšku sedadla upravit tak, aby při plném došlápnutí chodidel na podlahu svíraly nohy v kolenou pravý úhel.

1.2.9. Pracovní (Školní) úraz a jeho evidence

(ZP § 190, Nařízení vlády číslo 108/1994 Sb. a 494/2001 Sb.)

Úraz v zaměstnání (ve škole) je nutné ihned ohlásit nejbližšímu nadřízenému (učiteli).

Za pracovní (školní) úraz se považuje jakékoliv poškození zdraví nebo smrt, které byly pracovníkovi (**studentovi**) způsobeny **nezávisle na jeho vůli krátkodobým, náhlým a násilným** působením vnějších vlivů při plnění pracovních úkolů nebo v přímé souvislosti s nimi.

Za přímou souvislost s plněním pracovních úkolů se však nepovažuje:

cesta do zaměstnání (do školy) a zpět,
stravování mimo objekt zaměstnavatele (školy),
ošetření nebo **vyšetření ve zdravotnickém zařízení včetně cesty tam a zpět, pokud není konáno v objektu zaměstnavatele (školy), nebo na příkaz zaměstnavatele (školy).**

Zaměstnavatel (katedra) je povinen evidovat v „Knize úrazů“ všechny pracovní úrazy, i když jimi nebyla způsobena pracovní neschopnost nebo byla kratší než tři kalendářní dny.

Zaměstnavatel (katedra) je povinen zajistit odpovědné a spolehlivé zjištění příčin a všech dalších okolností vzniku pracovního (školního) úrazu.

Jestliže v důsledku pracovního úrazu došlo k pracovní neschopnosti pracovníka (studenta) delší než tři kalendářní dny nebo k úmrtí zaměstnance (studenta), využijí se údaje evidované v „Knize úrazů“ pro sepsání „Záznamu o úrazu“ a další nezbytné dokumentace. „Záznam o úrazu“ katedra předá referentu Bezpečnosti práce fakulty

1.2.10. Důležité telefony

Tísňové volání (univerzální)	112
Hasiči	150
Záchranná služba	155
Městská policie	156
Policie - tísňové volání	158
Havarijní služby (elektrická energie, voda, plyn)	

1.2.11. Laboratorní řád (příklad)

Vstup do laboratoře je studentům **povoleno pouze v doprovodu učitele**. Svrchní oděv **studenti odkládají v šatně fakulty**. **V laboratoři je zakázáno jíst a pít**. Mobilní **telefony musí** být vypnuté.

Studenti jsou povinni se před příchodem do laboratoře seznámit s teoretickým postupem laboratorních prací ze skript nebo z předepsané literatury.

V laboratoři mohou pracovat pouze studenti, kteří získali alespoň nejnižší elektrotechnickou kvalifikaci podle vyhlášky číslo 50/1978 Sb. (§ 3 - pracovník seznámený), byli seznámeni s předpisy o zacházení s elektrickým zařízením a byli upozorněni na možná ohrožení těmito zařízeními.

Studenti jsou **povinni dodržovat všechny zásady bezpečnosti práce a protipožární ochrany.**

2. Rizika a příčiny úrazů v elektrotechnice

Tato kapitola uvádí poznatky o účincích elektrického proudu na lidský organizmus. Technická opatření k ochraně před úrazem elektrickým proudem jsou v kapitolách 8 až 13.

2.1. Vlivy působící na bezpečnost práce a zařízení v elektrotechnice

Používání elektrické energie přináší kromě mnoha výhod i řadu souvisejících rizik. Proto je nezbytné při každém zacházení s elektrickým zařízením vždy respektovat požadavek zajištění bezpečnosti, t.j. schopnosti nezpůsobovat škody. Tyto škody mohou vznikat buď na zdraví lidí či zvířat (poškození organismu přímým průchodem proudu nebo jeho tepelnými účinky) nebo na majetku (vznik požáru, výbuchu). Dosažená míra bezpečnosti je závislá na účinnosti ochranných opatření proti vzniku těchto škod a nikdy není prosta jistého vědomého rizika.

Ochranná opatření, ovlivňující bezpečnost práce v elektrotechnice i bezpečnost elektrických zařízení, lze rozdělit do dvou základních skupin působících vlivů.

Vliv lidského faktoru souvisí s dosaženým stupněm odborné způsobilosti a bezpečnostního vzdělání a s délkou odborné praxe. Hlavně však záleží na vůli konkrétní osoby respektovat všechny zásady a nařízení z oblasti bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v elektrotechnice. Problematika osob bez odborné způsobilosti v elektrotechnice (laiků) je řešena v normě ČSN 33 1310. Stupně odborné způsobilosti a podmínky pro jejich získání jsou obsaženy ve vyhlášce číslo ČÚBP 50/1978 Sb. „O odborné způsobilosti v elektrotechnice“, kterou se budeme podrobněji zabývat v příští kapitole.

Vliv technického uspořádání, které znemožňuje, resp. podstatně znesnadňuje, rizikové chování člověka. Podklady pro správná řešení jsou převážně obsaženy v normách ČSN a v technických předpisech. V případě nezávazných norem ČSN je podstatný seriózní přístup k jejich ustanovením, který podmiňuje v řadě případů bezpečnost elektrického zařízení, nebo bezpečnou práci s tímto zařízením. S obsahem některých norem ČSN, majících nejširší působnost v oblasti bezpečnosti práce v elektrotechnice, se seznámíme podrobněji v dalších kapitolách.

Bezpečnost sériově vyráběných (tuzemských i dovážených) elektrických předmětů ověřuje a jejich používání schvaluje Elektrotechnický zkušební ústav v Praze. Označení „CE“ o shodě lze na předmět umístit, pokud splňuje požadavky všech souvisejících technických předpisů a harmonizovaných evropských norem.

2.2. Úraz elektrickým proudem

Úraz elektrickým proudem může způsobit proud protékající postiženým tělem nebo může vzniknout jako důsledek jiných nežádoucích účinků elektrického proudu, elektrického či magnetického pole.

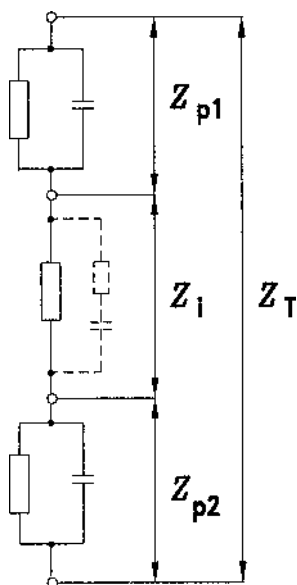
Nebezpečí úrazu elektrickým proudem závisí především na:

- velikosti proudu, frekvenci, tvaru vlny nebo pulsu,
- době, po kterou prochází organismem, a na trajektorii, podél níž je proud veden lidským tělem.

Velikost proudu závisí na:

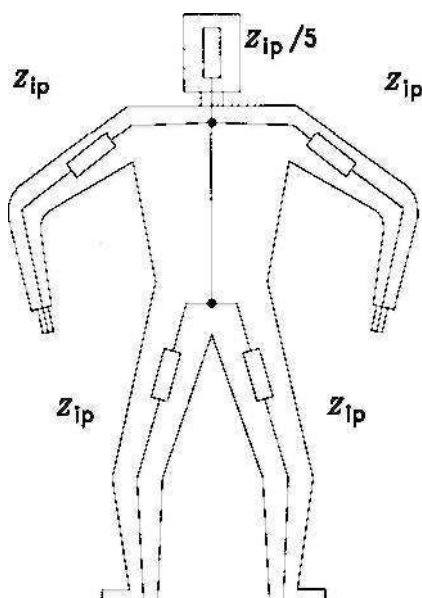
- velikosti napětí, impedanci lidského těla.

2.1. Impedance lidského těla



Obr. 2.1 Zjednodušené náhradní schéma impedance lidského těla

Legenda: Z_j - vnitřní impedance,
 Z_{p1}, Z_{p2} - impedance kůže
 Z_T - celková impedance



Obr. 2.2 Zjednodušené náhradní schéma vnitřní impedance lidského těla, kde Z_{ip} je dílčí vnitřní impedance jedné končetiny (paže nebo nohy)

Impedanci lidského těla lze zjednodušeně vyjádřit náhradním schématem na obr. 2.1.

Impedance lidského těla nemá čistě odporový charakter. Mezi přiloženým napětím a proudem procházejícím tělem nastává kapacitní posuv. Při malém (do 50 V) napětí střídavém je impedance těla vlivem kapacitní složky nižší než při napětí stejnosměrném, pro něž dominantní složku celkové impedance představuje impedance vrstvy kůže Z_{p1}, Z_{p2} . Nahrazuje se paralelním spojením kapacity a činného odporu, jejichž hodnoty mohou u různých osob kolísat. Kapacitní složka má převažující vliv při vysokých kmitočtech.

Při vyšších hodnotách napětí (nad 50 V) se vrstva pokožky začne prorážet. Je-li napětí vyšší než 200 V je pokožka natolik poškozena, že proud závisí pouze na vnitřní impedanci těla Z_i , která bývá považována převážně za odporovou, ačkoli přesnější měření prokázala malou kapacitní složku (čárkovaná čára).

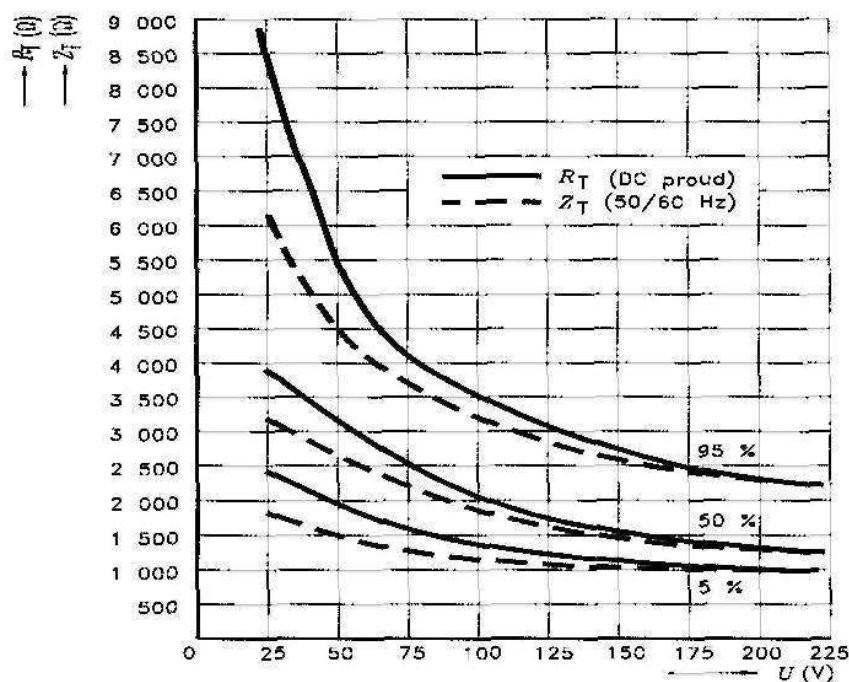
Vnitřní impedance není v lidském těle rozložena rovnoměrně. Pro potřeby návrhů ochrany před nebezpečným dotykem byly stanoveny procentuální podíly jednotlivých částí těla na celkové vnitřní impedanci. Protože převážný podíl celkové impedance těla je soustředěn v končetinách, je možné impedance ostatních, dobře vodivých částí těla, zanedbat.

Obr. 2.2 zachycuje zjednodušené náhradní schéma vnitřní impedance těla. Pro jednoduchost se předpokládá, že vnitřní dílčí impedance Z_p mají stejnou hodnotu pro horní i pro dolní končetiny. Vnitřní impedance z jedné ruky do obou chodidel je cca 75 %, vnitřní impedance z obou rukou do obou chodidel je 50 % a vnitřní impedance z obou rukou do trupu těla

je 25 % srovnávací vnitřní impedance ruka - ruka nebo ruka - chodidlo.

Statistické hodnoty celkové impedance lidského těla pro 5 %, 50 % a 95 % populace a dotyková napětí do 225 V jsou uvedeny na obr. 2.3. Impedance jsou stanoveny pro proudovou trajektorii ruka - ruka nebo ruka - chodidlo.

Vlivem blokovacího účinku kapacit lidské kůže je celkový odpor R_T pro dotyková napětí přibližně do 150 V větší než celková impedance lidského těla Z_T .



Obr. 2.3 Celková impedance lidského těla pro stejnosměrný a střídavý proud (50/60 Hz)

2.2.2. Účinky stejnosměrného a střídavého sinusového proudu

K posuzování fyziologických účinků stejnosměrného (DC) a střídavého (AC) proudu jsou definovány prahové hodnoty elektrického proudu.

Práh vnímání je minimální hodnota elektrického proudu, kterou vnímá člověk, jímž protéká proud.

Práh reakce je minimální hodnota proudu, která způsobí bezděčnou svalovou kontrakci.

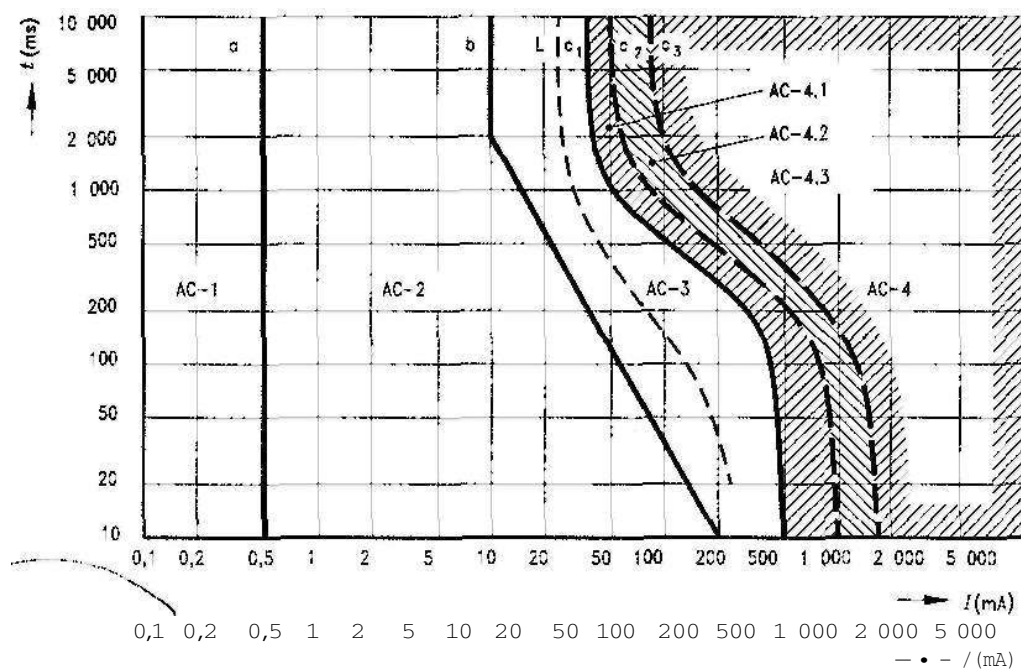
Mez uvolnění (práh odpoutání) je maximální hodnota elektrického proudu, při níž osoba držící elektrody je může pustit.

Práh komorové fibrilace je minimální hodnota elektrického proudu procházejícího lidským tělem, který vyvolá komorovou fibrilaci (srdečních komor).

Výzkumy ukazují, že ženy a děti jsou k proudu citlivější než muži. Zásah proudem je pro ně nebezpečnější. Pro ženy je nutno proto uvažovat pouze 66 % a pro děti 50 % hodnoty proudu bezpečného pro muže.

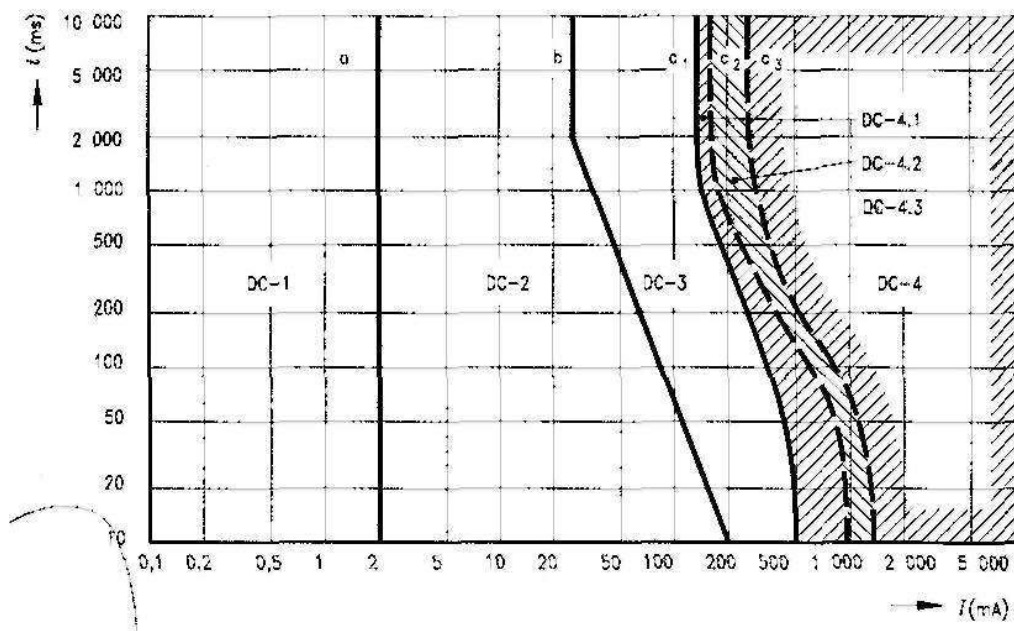
V ČSN IEC 479-1 (322010) „Účinky proudu na člověka a domácí zvířectvo“ jsou stanoveny zóny fyziologických účinků elektrického proudu. Hranice zón tvoří čáry, vyjadřující časovou závislost prahových a mezních hodnot proudu. Jednotlivé zóny představují odstupňovanou míru nebezpečí elektrického proudu.

Zóny AC-1 a DC-1 v obr. 2.4 a 2.5 vymezují naprosto neškodné účinky proudu pro většinu populace.



Obr. 2.4 / Zóny fyziologických účinků střídavého sinusového proudu (15 Hz až 100 Hz)

Legenda: (a) práh reakce, (b) mez uvolnění,
(L) proudová vypínací křivka, (c) práh komorové fibrilace



Obr. 2.5 Zóny fyziologických účinků stejnosměrného proudu

Legenda: (a) práh reakce, (b) mez uvolnění, (c) práh komorové fibrilace

Práh vnímání závisí na fyzikálních parametrech (kontaktní plocha, vlhkost, tlak a teplota) a na individuální fyziologické charakteristice osoby.

Za práh reakce - čára (a) - se všeobecně považuje hodnota 0,5 mA pro střídavý proud a 2 mA pro stejnosměrný proud. Tyto hodnoty nezávisí na době působení proudu.

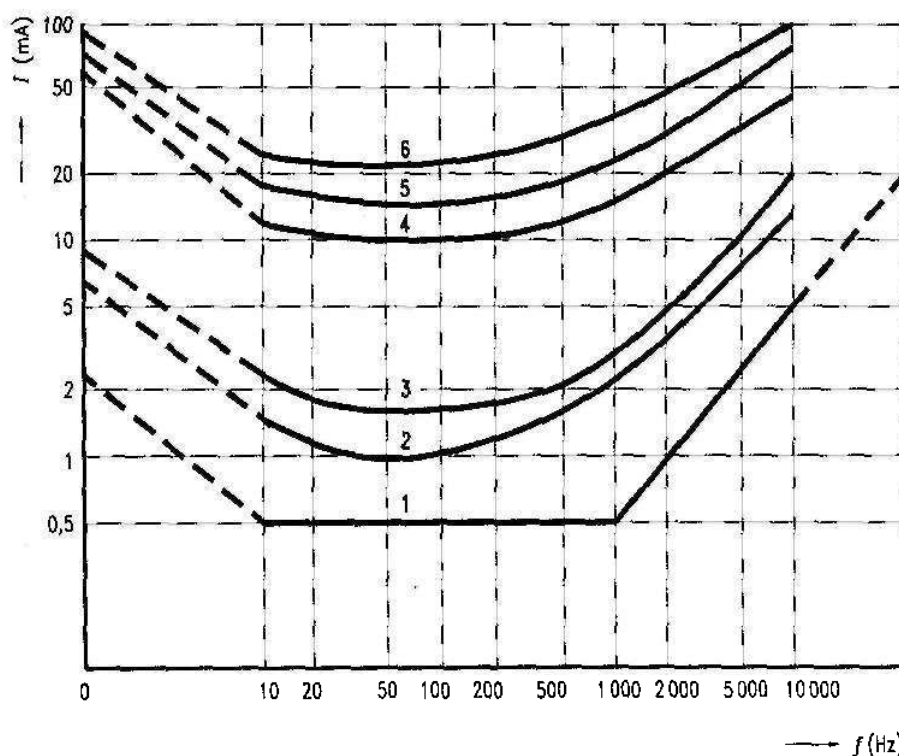
Hodnotám proudu na mezi uvolnění odpovídá lomená čára (b). V zóně AC-3 resp. DC-3 je účinek proudu pouze přechodný. Změny, které nastávají v organismu jsou vratné a nemají obvykle nebezpečné následky.

Křivky (c) tvoří spodní hranici zóny AC-4 resp. DC-4, číselné indexy odpovídají pravděpodobnosti vzniku komorových fibrilací.

Výskyt komorových fibrilací závisí nejen na velikosti proudu a době jeho působení, ale také na tom, ve které fázi srdečního cyklu zasáhne proud srdeční sval.

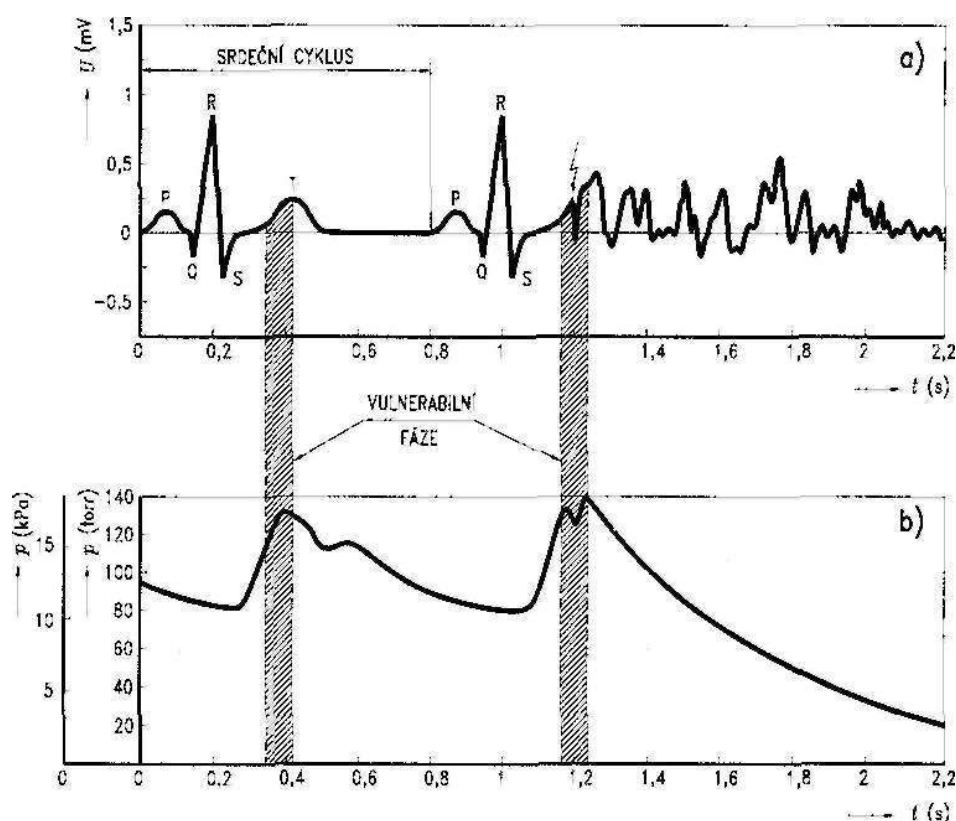
Kmitočtová závislost meze uvolnění je znázorněna na obr. 2.6. Nejnížší hodnoty tělového proudu, odpovídající mezi uvolnění, leží v rozsahu 10 Hz až 500 Hz. Vyšší i nižší kmitočty jsou z tohoto hlediska méně nebezpečné.

Uvedené křivky, vyjadřují pravděpodobnost meze uvolnění pro 0,5 %, 50 % a 99,5 % testovaných osob. Z těchto závislostí vyplývá, že v elektrických zařízeních středního kmitočtu (do 500 Hz) se musí realizovat stejná ochranná opatření jako v zařízeních s průmyslovým kmitočtem 50 Hz nebo 60 Hz.



Obr. 2.6 Vliv kmitočtu elektrického proudu na hodnoty prahu reakce a meze uvolnění

Legenda: (1), (2), (3) práh reakce,
(4), (5), (6) mez uvolnění



Obr. 2.7 Perioda zranitelnosti (vulnerabilní fáze) srdečního cyklu a spouštění komorové fibrilace

Legenda: a) elektrický potenciál srdce (EKG),
b) krevní tlak v aortě

Vznik fibrilací je zachycen na obr. 2.7.

Na obr. 2.7 a) je zakreslen elektrokardiografický záznam elektrického potenciálu srdce (EKG). Na obr. 2.7 b) je vyneseno časově odpovídající průběh krevního tlaku v aortě. Pro vznik fibrilací je významný časový úsek v okolí maxima krevního tlaku (tj. v konečné fázi systoly), kterému odpovídá v elektrokardiogramu nárůst elektrického potenciálu v první polovině tzv. vlny T. V tomto časovém úseku je srdce nejsnáze zranitelné a zmíněný úsek se nazývá perioda zranitelnosti (vulnerabilní fáze) srdeční činnosti.

Při zásahu proudem ve vulnerabilní fázi dojde k poruše srdeční činnosti. Následkem úrazového proudu vznikají předčasné extrasystoly. Zdrojem elektrických vzruchů se stávají jednotlivé úseky srdečního svalu, které se rozpínají a smršťují nezávisle na sobě, nesynchronně. Srdeční komora nepracuje jako celek a nedodává krev do oběhového systému.

Délka vulnerabilní fáze je přibližně rovna desetina délky srdečního cyklu. K vyvolání komorových fibrilací musí proud dosáhnout hodnoty kolem 1 A. Tento případ obvykle nastává v sítích s napětím vyšším než 1 000 V. V síti nízkého napětí tento případ v důsledku hodnot tělové impedance nemůže nastat, jestliže doba působení proudu nepřesáhne jednu srdeční periodu. Na obr. 2.4 a na obr. 2.5 je tento vliv respektován tvarem křivek (c). Prochází-li proud srdcem déle, než je doba jedné srdeční periody (0,8 s), je vulnerabilní fáze zasažena dvakrát. Prahová hodnota proudu se pak sníží zhruba desetkrát. Proto se považuje i dotyk s částmi zařízení do 1 000 V trvající déle než 0,8 s za nebezpečný.

23. Požadavky na vypínací charakteristiky ochranných prvků

Vypínací charakteristika ochranného prvku musí respektovat fyziologické účinky **proudu. Pro stanovení potřebných vypínacích časů zařízení zajišťujících ochranu před nebezpečným dotykem představují křivky (c) příliš vysoký stupeň nebezpečí poškození organismu. Zároveň** je nutno respektovat u spotřebičů držených v ruce **vliv nebezpečí vzniku svalových křečí.**

Jako vzor vypínací charakteristiky pro zařízení zajišťující samočinné odpojení byla stanovena proudová vypínací křivka L. Je umístěna v zóně AC-3 (obr. 2.4) s jistou bezpečnostní rezervou pod prahem komorových fibrilací.

Vztah mezi dobou vypnutí a dotykovým napětím se stanoví výpočtem ze závislosti L (obr. 2.4) a ze závislostí celkové impedance lidského těla na dotykovém napětí (obr. 2.3).

Odborná způsobilost v elektrotechnice

Elektrotechnika je jedním z oborů, kde pro zajištění bezpečnosti lidí i zařízení je třeba jednoznačně definovat práva a povinnosti jednotlivých osob. Rozsah těchto práv a povinností je závislý na získaném odborném vzdělání, délce odborné praxe, šíři a hloubce absolvovaného školení v oblasti bezpečnosti práce a na úspěšně vykonaných zkouškách.

Podle hloubky předávaných informací a šíře okruhu působení lze bezpečnostní školení rozdělit do tří stupňů:

Školení působící na širokou veřejnost,
školení účelově zaměřené na osoby bez odborného elektrotechnického vzdělání,
školení závislé na odborném elektrotechnickém vzdělání a s tímto vzděláním související.

K široké veřejnosti se bezpečnostní informace dostávají nejrůznějšími cestami a trvale. Zahrnují výchovu dětí v rodině i ve škole, vliv hromadných sdělovacích prostředků, působení nejrůznějších bezpečnostních tabulek, výstrah a návodů k používání bezpečnějších běžných elektrických spotřebičů. Hlavní zásady jsou obsaženy v ČSN 33 1310 "Bezpečnostní předpisy pro elektrická zařízení určená k používání osobami bez technické kvalifikace (laiky)". S touto normou souvisí i doporučení ČES 33 4 94 "o správném a bezpečném užívání elektrické instalace laiky".

Osoby z další velké skupiny postrádají odborné elektrotechnické vzdělání a pro zajištění jeho provádění nejrůznějších profesních činností na elektrických zařízeních, resp. smoci, musí prokazatelně absolvovat vhodně zaměřená školení a praktické zácviky, se s Bezpečnostními předpisy o zacházení s elektrickým zařízením pracovníky školenými. Po absolvování školení získají nejnižší stupeň odborné způsobilosti elektrotechnice dle § 3 vyhlášky číslo 50/1978 Sb..

Ve zbývající skupině jsou osoby, které současně se získáváním odborného technického vzdělání získávaly i potřebné bezpečnostní znalosti. Po ověření daných znalostí je těmto osobám přiznán odpovídající stupeň odborné způsobilosti elektrotechnice. V České republice platí dosud vyhláška číslo 50/1978 Sb. o odborné způsobilosti v elektrotechnice. Tato vyhláška stanoví stupně způsobilosti i podmínky k jejich Konkrétní aplikace vyhlášky v podmínkách elektrotechnické fakulty ČVUT v Praze dosaženy v Příkazu děkana FEL ČVUT číslo 4/2003 „O přiznávání odborné způsobilosti technice studentům nově nabíhajícího strukturovaného studia, doktorandům a magisterským odborným silám na FEL ČVUT", platné pouze po dobu studia a jen pro činnost laboratorních fakult, v souladu s požadavky vyhlášky ČÚBP číslo 50/1978 Sb. a ČSN 50110(34 3100).

dalším jsou podrobněji uvedeny hlavní myšlenky zmíněných dokumentů.

Bezpečnostní předpisy pro elektrická zařízení používaná laiky

Elektrická zařízení, nebo jeho části (instalace, předměty) určené laikům musí být použitelné tak, aby je laici mohli používat po seznámení se s návodem nebo s pokyny k jejich používání aniž by byli při obvyklém užívání vystaveni riziku úrazu elektrickým proudem. Tj., zařízení plní funkci, jaké je určeno dle návodů výrobce. Uživatel podle návodu zařízení pouze používá, ale nezasahuje do něj.

Za laika je považována osoba, která nemá odborné elektrotechnické vzdělání, nebo pracovník bez odborné způsobilosti v elektrotechnice.

Jako příklad lze uvést již zmíněné „Poučení o správném a bezpečném užívání elektrické instalace laiky“, reagující na ustanovení ČSN 331310 a zákon číslo 458/2000 Sb. „O podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích“ (Energetický zákon). Text konkrétního poučení musí zpracovat montážní organizace odběrného zařízení a předat jej odběrateli nejpozději při uzavření dohody o odběru elektrické energie. Předání se zásadně provádí prokazatelným způsobem, tj. písemnou formou vzájemně potvrzenou podpisy účastníků. Vzor formuláře je uveden v příloze „Poučení“.

Kromě popisu elektrické instalace obsahuje formulář i hlavní zásady činnosti laika v bytě:

laik smí mj. vyměňovat světelné zdroje a závitové pojistky, a to pouze při vypnutém zánení (hlavním vypínačem, jističem), a spotřebiče připojovat pouze do zásuvek, laik nesmí sám připojovat a odpojovat pevně připojené spotřebiče, resp. opravovat závady v elektrické instalaci.

3.2. Bezpečnostní předpisy o zacházení s elektrickým zařízením pracovníky seznámenými

Norma ČSN 34 3108 stanoví, jak mají pracovníci seznámení zacházet s elektrickým zařízením, jak si mají počínat při činnosti nebo pobytu v jeho blízkosti, jakými pracemi a obsluhou mohou být pověřeni, v jakém rozsahu mohou pečovat o dobrý stav obsluhovaného elektrického zařízení a jak a kdo zajišťuje jejich bezpečnost při této činnosti. Organizace musí seznámit své pracovníky s touto normou v rozsahu odpovídajícím jejich činnosti v souladu s vyhláškou číslo 50/1978 Sb.

3.3. Odborná způsobilost osob s odborným elektrotechnickým vzděláním

Vyhláška Českého úřadu bezpečnosti práce a Českého báňského úřadu číslo 50/1978 Sb. ze dne 19. května 1978 stanoví stupně odborné způsobilosti (dále jen kvalifikace) pracovníků, kteří obsluhují elektrická zařízení, nebo na nich pracují, práci na nich řídí, tato zařízení projektují nebo projektování řídí a kteří tato zařízení revidují. Jak již bylo řečeno, tato vyhláška platí dosud.

Elektrickým zařízením se rozumí zánení, u kterého může dojít k ohrožení života, zdraví, nebo majetku elektrickým proudem a zařízení určená k ochraně před účinky atmosférické nebo statické elektřiny.

Výše uvedení pracovníci musí být tělesně a duševně způsobilí a musí splňovat další podmínky stanovené touto vyhláškou.

3.4. Stupně odborné způsobilosti a podmínky jejich získání (vyhláška č. 50/1978 Sb.)

Přehled stupňů odborné způsobilosti v elektrotechnice podle vyhlášky číslo 50/1978 Sb. a orientačních souhrnů nezbytných předpokladů pro jejich získání a forem ověřování způsobilosti pracovníků je obsažen v tabulce TAB. 3.1.

S podmínkami pro získání jednotlivých stupňů elektrotechnické kvalifikace se dále seznámíme podrobněji.

TAB. 3.1 Stupně odborné způsobilosti v elektrotechnice

§	Kvalifikace	Předpoklady		Ověřování způsobilosti			
	Pracovníci	Vzdělání	Praxe	Bez komise	V komisi	Oznámení	Lhůta
3	seznámení	—	—	ANO	—	—	dle ZP
4	poučení	—	—	ANO	—	—	dle org.
5	znalí	ANO	—	—	ANO	—	3 roky
6	samostatná činnost	ANO	ANO	—	ANO	—	3 roky
7	pro řízení činnosti	ANO	ANO	—	ANO	ANO	3 roky
8	pro řízení provozu	ANO	ANO	—	ANO	ANO	3 roky
9	revizní technici	ANO	ANO	dle předpisů orgánů dozoru			
10	projektanti	ANO	ANO	ANO			

3.4.1. Pracovníci seznámení (§ 3)

Pracovníci seznámení jsou ti, kteří byli organizací v rozsahu své činnosti seznámeni s předpisy o zacházení s elektrickým zařízením (ČSN 34 3108) a byli upozorněni na možné ohrožení těmito zařízeními. Seznámení a upozornění provede určený pracovník s kvalifikací odpovídající charakteru činnosti seznamovaného pracovníka. Seznámení, které může být součástí vstupní bezpečnostní instruktáže musí být provedeno před zařazením pracovníka na pracoviště (dle Zákoníku práce).

Prokazatelný doklad o provedeném seznámení (zápis) se ukládá do osobního spisu pracovníka.

3.4.2. Pracovníci poučení (§ 4)

Pracovníci poučení jsou ti, kteří byli organizací v rozsahu své činnosti poučeni o předpisech pro činnosti na elektrických zařízeních, školeni v této činnosti, upozorněni na možné ohrožení elektrickými zařízeními a seznámení s poskytováním první pomoci při úrazech elektrickým proudem. Rozsah školení je dán náplní budoucí činnosti, znalosti pracovníků poučených jsou ověřovány ve lhůtách předem stanovených organizací.

Poučení, školení, upozornění a ověření znalostí pracovníků poučených provede pro obsluhu elektrického zařízení pracovník organizace s kvalifikací, odpovídající charakteru činnosti a půjde-li o práci na elektrických zařízeních, pracovník s kvalifikací dle § 5 až § 9.

Prokazatelný doklad o poučení (resp. o ověření znalostí) se ukládá do osobního spisu pracovníka.

3.4.3. Pracovníci znalí (§ 5)

Pracovníci znalí jsou ti, kteří mají odborné vzdělání (jsou vyučeni, nebo dosáhli středního odborného vzdělání, popř. úplného středního odborného vzdělání, nebo úspěšně absolvovali vysokou školu a to vše v některém z oborů elektrotechniky) a po zaškolení složili zkoušku v rozsahu stanoveném organizací.

Zaškolení a zkoušku je povinná zajistit organizace, která rovněž stanoví obsah a délku zaškolení s ohledem na charakter a rozsah činnosti, kterou mají pracovníci vykonávat. Přezkoušení zajišťuje organizace nejméně jednou za tři roky.

Zkoušení nebo přezkoušení provede organizací pověřený pracovník s kvalifikací dle § 6 až § 9, pořídí o tom zápis, který podepíše společně se zkoušeným pracovníkem.

Prokazatelný doklad o zaškolení a o zkoušce se ukládá do osobního spisu pracovníka.

3.4.4. Pracovníci pro samostatnou činnost (§ 6)

Pracovníci pro samostatnou činnost jsou pracovníci znalí s vyšší kvalifikací, kteří splňují požadavky odborného vzdělání, minimální požadované praxe a složením další zkoušky prokázali znalosti potřebné pro samostatnou činnost.

Zkoušku nebo přezkoušení (nejméně jednou za tři roky) je povinna zajistit organizace, obsah zkoušek je stanoven s ohledem na charakter a rozsah činnosti, kterou mají pracovníci vykonávat. Zkoušku nebo přezkoušení provede organizací pověřená alespoň tříčlenná komise, jejíž nejméně jeden člen má kvalifikaci dle § 7 až § 9. Komise o tom pořídí zápis, podepsaný jejími členy.

Organizace vydá vyzkoušenému pracovníkovi osvědčení o složené zkoušce.

3.4.5. Pracovníci pro řízení činnosti (§ 7)

Pracovníci pro řízení činnosti jsou pracovníci znalí s vyšší kvalifikací, kteří splňují požadavky odborného vzdělání, minimální požadované praxe a složením další zkoušky prokázali znalosti potřebné pro řízení činnosti.

Zkoušku nebo přezkoušení (nejméně jednou za tři roky) je povinna zajistit organizace, obsah zkoušek je stanoven s ohledem na charakter a rozsah činnosti, kterou mají pracovníci vykonávat. Zkoušku nebo přezkoušení provede organizací pověřená alespoň tříčlenná komise, jejíž nejméně jeden člen má kvalifikaci dle § 8 nebo § 9. Komise o tom pořídí zápis, podepsaný jejími členy. O termínu a místě konání zkoušek nebo přezkoušení organizace prokazatelně uvědomí příslušný orgán dozoru alespoň čtyři týdny před jejich konáním.

Organizace vydá vyzkoušenému pracovníkovi osvědčení o složené zkoušce.

3.4.6. Pracovníci pro řízení činnosti prováděné dodavatelským způsobem a pracovníci pro řízení provozu (§ 8)

Pracovníci pro řízení činnosti, prováděné dodavatelským způsobem a pracovníci pro řízení provozu jsou pracovníci znalí s vyšší kvalifikací, kteří splňují požadavky odborného vzdělání, minimální požadované praxe a složením další zkoušky prokázali potřebné znalosti pro danou kvalifikaci.

Zkoušku nebo přezkoušení (nejméně jednou za tři roky) je povinna zajistit organizace, obsah zkoušek je stanoven s ohledem na charakter a rozsah činnosti, kterou mají pracovníci vykonávat. Zkoušku nebo přezkoušení provede organizací pověřená alespoň tříčlenná komise, jejíž nejméně dva členové musí mít kvalifikaci dle § 8 nebo § 9. Komise o tom pořídí zápis, podepsaný jejími členy. O termínu konání zkoušek nebo přezkoušení organizace prokazatelně uvědomí příslušný orgán dozoru (nebo rozvodného podniku) alespoň čtyři týdny před jejich konáním.

Organizace vydá vyzkoušenému pracovníkovi osvědčení o vykonané zkoušce.

3.4.7. Pracovníci pro provádění revizí (§ 9)

Pracovníci pro provádění revizí („revizní technici“) jsou pracovníci znalí s vyšší kvalifikací, kteří splňují požadavky odborného vzdělání, minimální požadované praxe a na žádost organizace složili zkoušku před některým příslušným orgánem dozoru.

Pro provádění zkoušek a přezkoušení revizních techniků platí zvláštní předpisy vydané příslušnými orgány dozoru.

Revizním technikům vydá osvědčení o vykonané zkoušce příslušný orgán dozoru s uvedením druhu a napětí elektrického zařízení a třídy objektu.

Pracovníci pro samostatné projektování a pracovníci pro řízení projektování (§ 10)

Pracovníci pro samostatné projektování a pracovníci pro řízení projektování jsou ti, kteří mají odborné vzdělání a praxi určené zvláštními předpisy a složili zkoušku se znalostí o bezpečnosti práce a technických zařízení a z předpisů souvisejících s projektováním.

Zkoušku nebo přezkoušení (nejméně jednou za tři roky) je povinná zajistit organizace. Zkoušku nebo přezkoušení provede organizací pověřená alespoň tříčlenná komise, jejíž každý člen musí mít kvalifikaci dle § 8 nebo § 9. Komise o tom pořídí zápis, podepsaný jejími členy. O termínu konání zkoušek nebo přezkoušení organizace prokazatelně informuje příslušný orgán dozoru (nebo rozvodného podniku) alespoň čtyři týdny před jejich konáním.

Organizace vydá vyzkoušenému pracovníkovi osvědčení o vykonané zkoušce.

Kvalifikace ve zvláštních případech (§ 11)

Osoby/enti vysokých škol některého z oborů elektrotechniky a přírodovědeckých fakult, fyziky, kteří pracují jako učitelé v laboratořích škol všech stupňů, se považují na svých pracovištích za pracovníky pro řízení činnosti, pokud složili zkoušku v rozsahu daném touto vyhláškou. Jejich znalosti musí být ověřovány nejméně jednou za tři roky.

Pracovníci vědeckých, výzkumných, a vývojových ústavů, kteří mají vysokoškolské vzdělání, v rámci výuky složili zkoušky z elektrotechniky, elektroniky nebo fyziky, nebo složili závěrečnou zkoušku z elektrotechniky nebo jaderné fyziky na střední odborné škole a pokračují experimentální práci na vymezených vědeckých, výzkumných nebo vývojových pracovištích, se považují za pracovníky pro samostatnou činnost, pokud složili zkoušku v rozsahu daném touto vyhláškou. Jejich znalosti musí být ověřovány nejméně jednou za tři roky.

Osoby, kteří používají při výuce ve školách elektrická zařízení pod napětím, se považují pro tuto činnost za pracovníky pro samostatnou činnost, musí však být v používání elektrických zařízení prokazatelně zaškoleni a jejich znalosti bezpečnostních předpisů, souvisejících s činností, musí být ověřovány přezkoušením nejméně jednou za tři roky.

Zkoušku nebo přezkoušení provede organizací pověřená alespoň tříčlenná komise, jejíž každý člen musí mít kvalifikaci dle § 7 až § 9. Komise o tom pořídí zápis, podepsaný jejími členy.

Prokazatelný doklad (zápis) o zaškolení, vykonané zkoušce nebo přezkoušení se ukládá do osobního spisu pracovníka.

Společná ustanovení vyhlášky číslo 50/1978 Sb.

Organizace smí pověřovat činnostmi, řízením činností, samostatným projektováním nebo projektováním a prováděním revizí jen pracovníky, kteří mají odpovídající kvalifikaci podle této vyhlášky.

Pokud je pro dosažení některého stupně kvalifikace nezbytná odborná praxe, řídí se její hodnota délkou požadovaným kvalifikačním stupněm, dosaženým nejvyšším odborným stupněm a požadovanou náplní činnosti. Konkrétní hodnoty jsou obsaženy v příloze této vyhlášky.

Předmětem kvalifikačních zkoušek a přezkoušení jsou:

předpisy k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci, které souvisí s činností na elektrickém zařízení příslušného druhu a napětí, kterou má zkoušený pracovník vykonávat, nebo řídit,

- **místní pracovní a technologické postupy, provozní a bezpečnostní pokyny, příkazy, směrnice a návody k obsluze, související s činností na elektrickém zařízení příslušného druhu a napětí, kterou má zkoušený pracovník vykonávat, nebo řídit,**
- **teoretické a praktické znalosti o poskytování první pomoci, zejména při úrazech elektrickým proudem.**

Výsledek zkoušek nebo přezkoušení se hodnotí dvěma stupni známek - vyhověl a nevyhověl.

Při **nevyhovujícím výsledku** mohou být **zkoušky nebo přezkoušení pracovníků** opakovány v termínech určených organizací. Do úspěšného vykonání zkoušek nebo přezkoušení mohou být tito pracovníci pověřováni jen činností, která odpovídá jejich znalostem, prokázaným **při zkoušce nebo přezkoušení.**

Organizace **je povinna** vést evidenci **vydaných osvědčení o** vykonaných kvalifikačních zkouškách a přezkoušeních, a zpřístupnit ji příslušným orgánům dozoru.

3.6. Získávání odborné způsobilosti na Fakultě elektrotechnické ČVUT v Praze

Příkaz děkana elektrotechnické fakulty ČVUT v Praze číslo 4/2003 „O přiznávání odborné způsobilosti v elektrotechnice“ upravuje jednotný postup kateder při přiznávání odborné způsobilosti v elektrotechnice (kvalifikace) studentům, doktorandům a studentským odborným silám na FEL ČVUT v souladu s požadavky vyhlášky ČÚBP číslo 50/1978 Sb. a ČSN 34 3100.

Kvalifikace (stupeň odborné způsobilosti v elektrotechnice), kterou studenti takto postupně získávají (resp. jak jsou na fakultě posuzováni), má platnost pouze po dobu daného úseku studia a jen pro činnost ve školních laboratořích. Bez získání požadovaného stupně kvalifikace pro daný úsek studia nemůže student navštěvovat laboratorní cvičení a úspěšně pokračovat ve studiu.

Školení a zkoušení z předpisů k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci, včetně zásad poskytování první pomoci, **je organizováno vždy hromadně s platností pro jednotlivé úseky studia.** Seznámení s **místními bezpečnostními předpisy a se zásadami práce v dané laboratoři (s laboratorními řády)** se provádí vždy v jednotlivých laboratořích.

Termíny získávání odborné způsobilosti v elektrotechnice ve strukturovaném studiu na Fakultě elektrotechnické ČVUT v Praze jsou zachyceny v TAB. 3.2.

TAB. 3.2 Termíny získávání odborné způsobilosti v elektrotechnice na FEL ČVUT

Odborná způsobilost v elektrotechnice (na úrovni)		Termín zkoušky	Studium
(§4)	Poučený	1. (2.) semestr	bakalářské
(§5)	Znalý	5. semestr	bakalářské
(§6)	Pro samostatnou činnost	3. semestr	magisterské

3.6.1. Organizační zajištění získávání kvalifikace studenty všech forem studia

V průběhu 1., resp. 2. semestru strukturovaného bakalářského studia musí všichni studenti všech oborů poučením, praktickým zaškolením a písemnou zkouškou v rámci předmětu "Technická dokumentace" získat kvalifikaci na úrovni pracovníka poučeného (§ 4) s platností do konce 4. semestru bakalářského studia (max. na 4 roky). Zajišťuje katedra mechaniky a materiálů K13112 včetně záznamu do indexu a zápisu do KOS („předmět" BPI) -viz TAB.3.3.

TAB. 3.3 Přiznávání elektrotechnické kvalifikace na úrovni pracovníka poučeného

Elektrotechnická kvalifikace		
V rámci předmětu: „TDO" (v každém semestru polovina studentů 1. ročníku)		1. semestr (zimní) 2. semestr (letní)
Teoretická a praktická příprava:	3. až 12. týden	Přednášky a cvičení dle programu
Písemná zkouška:	8. + 9. týden (10.- 11. týden)	V termínech vyhrazených přednáškám z TDO
Zápis do indexu:	11.+ 12. týden	Laboratorní cvičení Č. 3
Zápis do KOS	„BPI"	

Na začátku 5. semestru strukturovaného bakalářského studia musí studenti v rámci určeného předmětu speciálním poučením, zaškolením a písemným přezkoušením získat kvalifikaci na úrovni pracovníka znalého (§ 5) s platností na 5. a 6. semestr bakalářského studia a na \. a 2. semestr magisterského studia (max. na 4 roky). Zajišťují katedry K13U5, XI3117, K13135 a K13136 včetně záznamů do indexu a do KOS („předmět" BP2).

Na začátku 3. semestru strukturovaného magisterského studia musí získat studenti v rámci určeného předmětu speciálním poučením, zaškolením a písemným přezkoušením kvalifikaci na úrovni pracovníka pro samostatnou činnost (§ 6) s platností na 3 roky. Zajišťují příslušné oborové katedry včetně záznamů do indexu a do KOS („předmět" BP3).

Poučení, zaškolení a písemné přezkoušení studentů, přestupujících na elektrotechnickou fakultu z jiných vysokých škol zajišťují na úrovni odpovídající kvalifikace výše uvedené katedry (dle konkrétního úseku studia, do kterého je student zařazen).

Zápis o provedeném přezkoušení provedou katedry do zvláštního razítka v indexu studenta. Katedry zajistí archivaci zápisů z písemných zkoušek po dobu čtyř let (maximální délka jednoho úseku studia).

Poučení, písemné přezkoušení a přiznání odborné způsobilosti doktorandům, kteří jsou pověřeni činností nebo vyučováním v laboratořích, zajistí v souladu s vyhláškou číslo 50/1978 Sb. (§ 11) školící katedra.

Studentské odborné síly, působící v laboratořích kateder, mohou být pověřovány činností pouze v rozsahu své kvalifikace získané na fakultě. Vedoucí katedry může uznat i plnou kvalifikaci získanou mimo fakultu.

V jednotlivých laboratořích musí být studenti prokazatelně seznamováni s místními bezpečnostními předpisy a se zásadami bezpečné práce v dané laboratoři (s laboratorními lády). Záznamy archivují katedry po celou dobu daného školního roku.

4. Jednotná symbolika a označování v elektrotechnice

Jako součást preventivních opatření k předcházení úrazům, zdravotním rizikům, požárům a haváriím se zavádí v elektrotechnice jednotná bezpečnostní symbolika.

Zahrnuje následující skupiny:

- bezpečnostní barvy, značky a tabulky,
grafické značky na elektrických předmětech,
značení vodičů barvami nebo číslicemi,
značení svorek elektrických předmětů a vybraných vodičů.

4.1. Bezpečnostní barvy, značky a tabulky

Účelem bezpečnostních barev, značek a tabulek je rychle a srozumitelně upozornit osoby na stavy elektrického zařízení a vydat pokyny k činnostem na elektrickém zařízení, které mají vliv na bezpečnost nebo zdravotní stav.

Cílem normy ČSN ISO 3864 (01 8010) je předepsat bezpečnostní barvy a bezpečnostní značky k předcházení úrazům, zdravotním rizikům, požárům a haváriím.

Bezpečnostní značky smí být používány pouze pro pokyny, které se vztahují k bezpečnostním účelům.

Bezpečnostní barva je barva předepsaných kolorimetrických a fotometrických vlastností, které je přiřazen bezpečnostní význam.

Kontrastní barva se používá pro zobrazení grafických symbolů, textu a k odlišení barvy pozadí.

Bezpečnostní značka vyjadřuje obecné bezpečnostní sdělení. Je tvořena kombinací barvy a geometrického tvaru a spolu s grafickým symbolem tvoří **bezpečnostní informaci**.

Na ploše bezpečnostních značek se v ČR **vylučuje alternativní použití textu**. Text se umísťuje výhradně na doplňkové značce. Plocha bezpečnostní značky je vyhrazena grafickému symbolu.

Obrazový obsah značky je slovním vyjádřením významu grafického symbolu. Norma ČSN ISO 3864 (01 8010) stanoví pouze obrazový obsah, nikoli přesný návrh symbolu. Symbol může být převzat z jiné normy.

Bezpečnostními značkami nelze vystihnout všechny možné bezpečnostní informace, a **proto** norma zavádí doplňkové a dodatkové **značky**. **Mají docílit pokud možno jednoznačný výklad bezpečnostních značek a zlepšit srozumitelnost pokynů (z hlediska příjemce bezpečnostního sdělení) a postihnout konkrétní případy bezpečnostních sdělení o stavu elektrického zařízení (z hlediska provozovatele zařízení).**

Doplňková značka zpřesňuje normou zavedený význam bezpečnostní značky, ke které významově přísluší. Barva pozadí doplňkové značky se shoduje s bezpečnostní barvou příslušné bezpečnostní značky. Pro text je užitá příslušná kontrastní barva.

Dodatková značka **přiřazuje konkrétní význam** obecnému vyjádření bezpečnostní značky, se kterou se v případě potřeby používá. **Obsahuje pouze text**. Barva pozadí je bílá, barva textu je černá. Použije se tam, kde se jedná o **výjimky, rozsáhlejší bezpečnostní sdělení**, bližší určení atd.

Bezpečnostní tabulka je složena z bezpečnostní značky a z doplňkové značky s textem.

Bezpečnostní barvy

Prober barev je proveden s ohledem na fyziologické vnímání barev a jejich psychologické účinky. Povolené barvy musí zachovávat svůj význam ve všech relevantních světelných osvětlení.

Obecný význam přiřazený bezpečnostním barvám musí odpovídat TAB. 4.1. V tabulce jsou uvedeny i odpovídající kontrastní barvy.

Tab. 4.1 Obecný význam bezpečnostních barev a odpovídající kontrastní barvy

Bezpečnostní barva	Význam nebo účel	Kontrastní barva	Příklady použití
ČERVENÁ	Zákaz Stůj	Bílá ¹⁾	Značky pro zastavení. Nouzové zastavení. Značky zákazu.
ORANŽOVÁ ²⁾	Příkaz	Bílá	Příkaz k použití osobních ochranných pracovních prostředků.
ČERNÁ	Výstraha Riziko Nebezpečí	Černá	Vyznačení nebezpečí. Výstraha pro schody, nízké průchody, překážky ³⁾ .
BÍLÁ	Bezpečí	Bílá	Únikové cesty. Nouzové východy. Nouzové ukazatele. Stanice první pomoci. Záchrané stanice.

Podle přílohy k TAB. 4.1:

Kontrastní barva pro bílou je černá a pro černou je bílá.

Černá se považuje za bezpečnostní barvu pouze ve spojení s kruhovou značkou

to žluté bezpečnostní barvy může být použita odrazová oranžově červená barva

Výjimkou bezpečnostních značek.

Vyznačení rizikových míst (přechodných nebo trvalých) se používá kombinace bezpečnostní barvy žluté a černé - rovnoměrné šikmé nebo levotočivé šroubovitě pruhovalí (obr. 4.1 a). Používá se v místech, kde jsou přímo omezující překážky nebo hrany, např. místa s rizikem kolize, pádu, překážek nebo padajících předmětů, vory v podlahách, atd.



a)



b)

Obr. 4.1 Vyznačování rizikových míst

Podle přílohy:

- rovnoměrné šikmé pruhovalí - překážky,
- rovnoměrné kolmé pruhovalí - zábrany

Červená barva musí pokrývat nejméně 50 % plochy značky.

Vyznačování zábran se používá rovnoměrné kolmé pruhovalí - červená v kontrastu s bílou (obr. 4.1 b).

4.1.2. Bezpečnostní značky

4.1.2.1. Geometrický tvar bezpečnostních značek

Pro vyjádření bezpečnostních sdělení stanoví norma ČSN ISO 3864 (01 8010)/základní druhy bezpečnostních značek. Obecný bezpečnostní význam geometrických tvarů uveden v TAB. 4.2.

TAB. 4.2 Bezpečnostní význam geometrických tvarů

Geometrický tvar	Význam
KRUH	Zákaz Příkaz
TROJÚHELNÍK	Výstraha
ČTVEREC, OBDELNÍK	Informace (včetně instrukce)

Bezpečnostní značky jsou tvořeny pouze povolenými kombinacemi bezpečnostních kontrastních barev a geometrických tvarů.





4.1.2.2. Bezpečnostní značky a nápisy

Symbol nebo text musí být umístěn ve středu značky. V případech, kdy nelze vystihnout význam značky symbolem, dává se přednost:







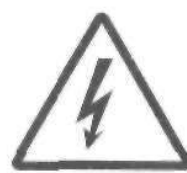





použití značky bez symbolu s textem na doplňkové tabulce nebo,
použití obecné značky s textem na dodatkové tabulce.

V TAB. 4.3 jsou uvedeny příklady návaznosti bezpečnostních nápisů na doplňkových značkách na význam odpovídajících bezpečnostních značek. Příklady se vztahují k činnosti na elektrickém zařízení.

TAB. 4.3 Příklady bezpečnostních nápisů na doplňkových značkách

Druh značky	Význam bezpečnostní značky	Symbol	Doplňková značka Příklady nápisů
Zákazu	Zákaz používání elektřiny nebo manipulace na elektrickém zařízení		NEZAPÍNEJ ! NEZAPÍNEJ - PRACUJE SE ! NEZAPÍNEJ - NA ZAŘÍZENÍ SE PRACUJE
Příkazu	Příkaz ke správné obsluze elektrických zařízení		VYPNI V NEBEZPEČÍ ! PŘED PRACÍ UZEMNI !
Výstrahy	Nebezpečí - elektřina		POZOR - ELEKTRICKÉ ZAŘÍZENÍ ! POZOR, NAPĚTÍ ŽIVOTU NEBEZPEČNÉ ! POZOR - POD NAPĚTÍM !
Informační	Bezpečný nebo klidový stav elektrického zařízení		UZEMNĚNO ZKRATOVÁNO VYPNUTO

TAB. 4.4 Příklady bezpečnostních značek používaných v ČR

Význam značky	Druh bezpečnostní značky			
	zákazu	příkazu	výstrahy	informační
Obecné vyjádření bezpečnostního významu				
	Obecný zákaz, jiný zákaz	Obecný příkaz, přikázaný stav	Výstraha, jiné nebezpečí	Jiný bezpečný stav, činnost
Sdělení k činnosti na elektrickém zařízení				
	Zákaz používání elektřiny	Příkaz správné obsluhy zařízení	Nebezpečí - elektřina	Klidový stav elektr. zařízení
Různé příklady značek				
	Zákaz vstupu	Příkaz k ochraně zdraví	Nebezpečné záření	Zdravotnická péče

4.1.3. Bezpečnostní tabulky.

Bezpečnostní značka spolu s doplňkovou značkou s textem tvoří bezpečnostní tabulku, viz TAB. 4.5 a TAB. 4.6. Doplňková značka (obr. 4.2) je ve svislém provedení umístěna pod bezpečnostní značkou, ve vodorovném provedení vpravo od značky.

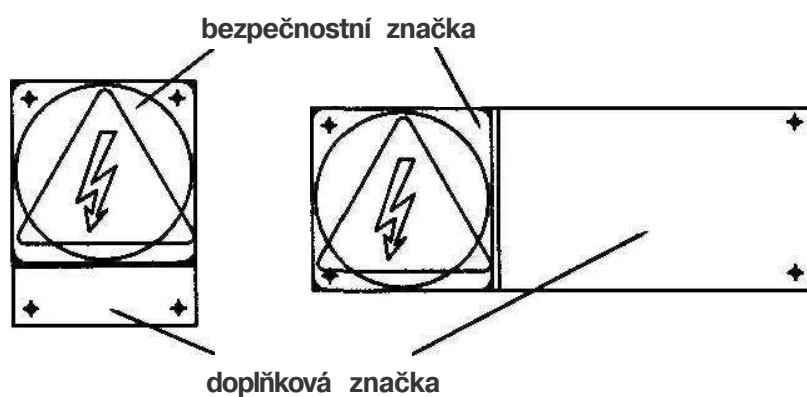
TAB. 4.5 Rozdělení bezpečnostních tabulek používaných v ČR

Bezpečnostní tabulky					
jednoduché		kombinované			S rozsáhlejším sdělením
se svislou úpravou	s vodorovnou úpravou	dvojitě	trojitě	dvojitě s označením prostoru (pracoviště)	

Na téže jednoduché bezpečnostní tabulce se nesmí sdružovat text dvou nebo tří druhů bezpečnostních nápisů (např. výstraha a zákaz) ani text dvou nebo více bezpečnostních nápisů příslušejících významově k různým bezpečnostním značkám téhož druhu (s různými grafickými symboly).

TAB. 4.6 Jednoduché bezpečnostní tabulky

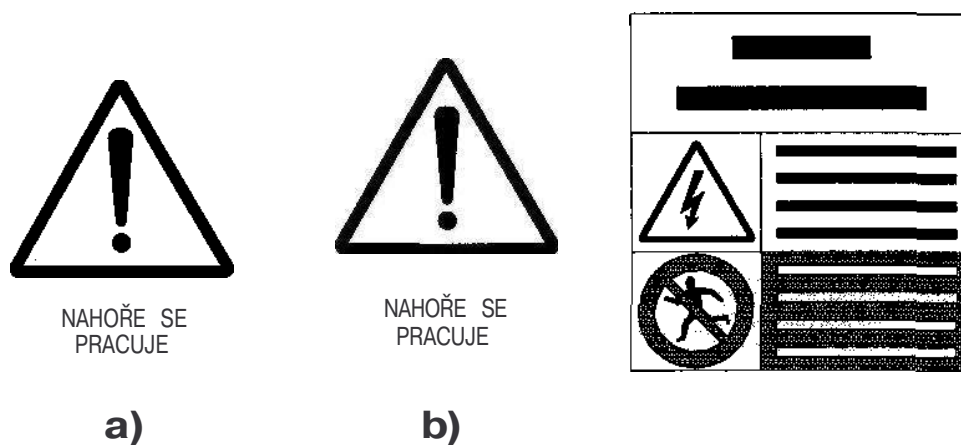
Bezpečnostní tabulka	BEZPEČNOSTNÍ ZNAČKA				Doplňková značka (bezpečnostní nápis)	
	Geometrický TVAR	Bezpečnostní BARVA	Barva grafického symbolu	Barva pozadí	Barva pozadí	Barva textu
ZÁKAZU	mezikruží a šikmý pruh	červená	černá	bílá	červená	bílá
PŘÍKAZU	kruh	modrá	bílá	modrá	modrá	bílá
VÝSTRAHY	rovnostředný trojúhelník	žlutá	černá	žlutá	žlutá	černá
INFORMAČNÍ	čtverec	zelená	bílá	zelená	zelená	bílá



Obr. 4.2 Tvorba bezpečnostní tabulky

4.1.3.1. Dodatkové tabulky

Dodatková tabulka je tabulka s dodatkovou značkou, viz obr. 4.3.



Obr. 4.3 Příklady dodatkových tabulek

dodatková tabulka se používá v těchto případech:
jako samostatná tabulka s dodatkovou značkou,
jako tabulka s dodatkovou značkou a bezpečnostní značkou obecného významu,
pro součást tabulek s rozsáhlejším sdělením a kombinovaných tabulek, obsahujících
název pracoviště.

Vzory bezpečnostních tabulek a jejich kombinací

bezpečnostních tabulek používaných v ČR jsou uvedeny na obr. 4.4.

	svislá úprava	vodorovná úprava
tabulka zákazu		
tabulka příkazu		
tabulka výstrahy		
informační tabulka		

„ 4.4 Přehled vzorů jednoduchých bezpečnostních tabulek

Grafické značky na elektrických předmětech

Normy ČSN EN 80416-1 a ČSN EN 60417-1 je zavedení jednotných značek,
jejich tvaru, významu a aplikace,

značka je vizuálně vnímaný obrazec užitý k přenesení informace nezávisle na jazyce.

Značka může být použita:

• k identifikaci zařízení nebo jeho části,

• k označení funkčních stavů,

• k označení spojení,

• k poskytnutí informací (provoz přístroje, balení).




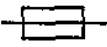








Značky mohou být umístěny:

• na zařízení nebo části zařízení různého druhu (návod k obsluze, návod k použití),

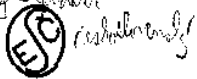

• v místech a cestách, kde se lidé shromažďují nebo pohybují (instrukce, omezení),

• v obrázkových reprodukcích (dokumentace).

TAB. 4.7 Výběr **grafických značek na elektrických předmětech** j

Značka	<u>Význam</u>
	Zdroj stejnosměrného napětí (baterie)
	Kladný pól
	Záporný pól
	Pojistka, pojistková skříň
	Ochranné uzemnění
	Elektrické zařízení třídy ochrany II (např. dvojité izolace) ⁱ
	Elektrické zařízení třídy ochrany III (malé bezpečné napětí)
	Bezpečnostní transformátor
	Stejnoseměrný proud
	Střídavý proud
	Stejnoseměrný i střídavý proud
	Nebezpečné napětí

TAB. 4.8 Schvalovací značky na elektrických předmětech

Značka	Význam
	Dřívější schvalovací značka pro elektrotechnické výrobky
	Označení shody se směrnicemi Evropské unie (Conformité Européenne)

Značení vodičů barvami nebo číslicemi

Pro bezpečnou práci s izolovanými a holými vodiči v elektrických instalacích a jejich je důležité jejich vzájemné rozlišení barvami, popř. číslicemi.

V normě ČSN EN 60446 (33 0165) jsou stanovena základní pravidla pro užívání barev, číslic pro účely značení vodičů, včetně přípojníc.

1. Značení vodičů barvami

I bezpečnostních důvodů se přednostně používají tyto barvy:

kombinace zelená/žlutá,
světlemodrá,
černá, hnědá.

Dvoubarevná kombinace zelená/žlutá je vyhrazena pro ochranný vodič (případně pro PEN) a nesmí se použít pro žádný jiný účel. Jednotlivá žlutá barva a jednotlivá zelená se nesmějí použít tam, kde je nebezpečí záměny v souvislosti s dvoubarevnou kombinací zelená/žlutá.

Světlemodrá barva je určena pro neutrální nebo střední vodič. Nesmí být použita pro žádného jiného vodiče, který by bylo možno zaměnit se středním vodičem.

1. Značení holých vodičů barvami

Pro vodiče a přípojnice stejnosměrné soustavy se značí barvami podle TAB. 4.9.

Pro vodiče a přípojnice troj fázové soustavy se značí barvami podle TAB. 4.10.

4.9/ Značení holých vodičů a přípojníc stejnosměrné soustavy barvami

VODIČ, PŘÍPOJNICE	POZNÁVACÍ BARVA
kladný pól	tmavěčervená
záporný pól	tmavěmodrá
střední	světlemodrá
ochranný	zelená/žlutá
B 4.10 Značení holých vodičů a přípojníc troj fázové soustavy barvami	
VODIČ, PŘÍPOJNICE	POZNÁVACÍ BARVA
1. fáze 2. fáze 3. fáze	oranžová (popř. s doplňkovým označením) ¹⁾
střední	světlemodrá
ochranný	zelená/žlutá

poznámka k TAB. 4.10:

Doplňkové označení k oranžové barvě se použije, je-li třeba rozlišit vodiče jednotlivých fází. Přednostně se rozlišení provede úzkými příčnými černými pruhy a jedním pruhem pro 1. fázi, dvěma pruhy pro 2. fázi a třemi pruhy pro 3. fázi.

Vodiče použité jako neutrální nebo střední musejí být v každém poli (sekci), nebo v každé přístupné poloze, zbarveny světlemodrým pruhem šířky 15 mm až nebo musí být zbarveny světlemodře po celé délce.

Holé vodiče, použité jako ochranné vodiče, musejí být barevně označeny zelenými a žlutými stejně širokými, **těsně** na sebe navazujícími pruhy šířky 15 mm až 100 mm. Toto označení je buď po celé délce vodiče, nebo v každé sekci, nebo v každé přístupné poloze,

4.3.1.2. Značení izolovaných vodičů a kabelů barvami

Jednožilové vodiče a žíly vícežilových vodičů a kabelů se jmenovitým napětím do 1 000 V včetně musí být pro vzájemné rozlišení označeny přednostně poznávacími barvami nebo číslicemi.

U několikažilových Šňůr se nepřipouští označení číslicemi.

Poznávací barvy jsou uvedeny v TAB 4.11,

TAB, 4.11 Značení izolovaných vodičů a žil kabelů barvami

VODIČ, ŽÍLA	POZNÁVACÍ BARVA
fázový nebo krajní	černá, hnědá, šedá
ochranný, PEN	zelená/žlutá
střední	světle modrá

U izolovaných vodičů musí být kombinace barev zelené a žluté taková, že na každých 15 mm délky izolovaného vodiče kryje jedna z těchto barev nejméně 30 % a ne více než 70 % povrchu vodiče. Druhá barva přitom kryje zbytek tohoto povrchu.

Značení vodiče PEN

Vodič PEN plní dvě funkce, za první ochranného vodiče a za druhé středního vodiče obvodu, se označuje dvoubarevnou kombinací zelená/žlutá po celé délce a navíc světlemodrým označením na koncích.

Od dodatečného značení konců vodičů PEN poznávací barvou světlemodrou lze upustit v instalacích střídavé sítě nízkého napětí TN-C, kde není nebezpečí záměny vodiče PEN s jiným ochranným vodičem (kde není třeba odlišit vodiče PEN od jiných ochranných vodičů).

Styk vodičů se starým a novým označením

Pokud se v elektrickém zařízení setkají vodiče s barevným označením podle dřívějších norem s vodiči s výše uvedeným barevným označením, musí se u holých vodičů označit:

fázové vodiče (označené oranžovou barvou) doplňkovým označením v poznávacích barvách původního barevného označení,
ochranné vodiče (původně označené zelenou, popř. světlešedou barvou) pruhy **dvoubarevné kombinace zelená/žlutá**,
střední vodič (původně označený světlešedou barvou) světlemodrým pruhem.

Doplňkové označení poznávací barvou a barevné pruhy se provedou na konci vodičů u místa styku vodičů se starým a novým označením.

Pro styk izolovaných vodičů se musí:

ochranný vodič, označený světlešedou barvou, po ověření správnosti konců označit na koncích (např. návlačkami) kombinací barev zelená/žlutá,
střední vodič označený světlešedou barvou po ověření správnosti konců označit na koncích (např. návlačkami) světlemodrou barvou.

Od tohoto označení lze upustit u spojů v odbočných místech.

Při styku **ochranného vodiče označeného kombinací** barev zelená/žlutá s ochranným vodičem označeným zelenou barvou není nutné přeznačení konců vodiče (žíly) označeného zelenou barvou.

4.3.2. Značení vodičů číslicemi

Číslicový systém se uplatňuje pro značení vodičů a vodičů ve svazku, kromě vodičů označených barevnou kombinací zelená/žlutá.

Značení musí být dobře zřetelné a trvanlivé.

Všechny číslice musejí být čitelné a silně kontrastní k barvě izolace. Značení se musí provést arabskými číslicemi.

4.4. Značení svorek elektrických předmětů a vybraných vodičů

4.4.1. Zásady označování svorek

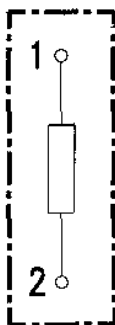
Základním předpisem pro označování svorek elektrických předmětů a podle možností i sestavy těchto předmětů je norma ČSN EN 60445 (33 0160). Platí také pro označování kterých vybraných vodičů.

Písmenno-číslíkový systém používá písmena velké latinské abecedy a arabské číslice. doporučuje se volit písmena pro prvky na stejnosměrný proud z první části abecedy a pro "ky na střídavý proud ze druhé části abecedy.

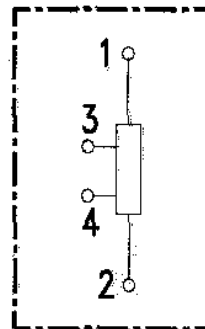
Písmenno-číslíkový způsob označování vodičů **střídavé rozvodné soustavy** je odvozen ičátečních písmen anglických názvů vodičů.

Znaky „+“ a „-“ je možno používat, písmena „I“ a „O“ se používat nesmějí.

Dva koncové body jednoho prvku se rozliší po sobě následujícími čísly, přičemž liché loje nižší než sudé, např. 1 a 2 (příklad na obr. 4.5).



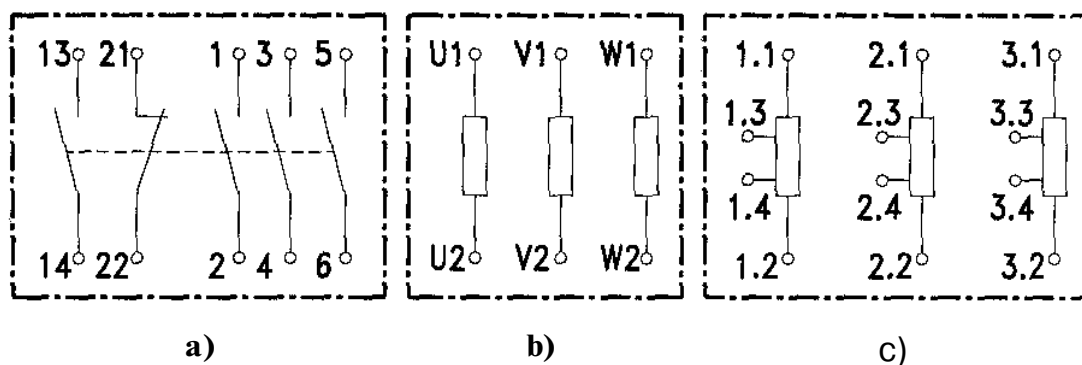
Obr. 4.5 Jednoduchý prvek se dvěma svorkami



Obr. 4.6 Jednoduchý prvek se čtyřmi svorkami.

Mezilehlé body jednoho prvku se rozliší čísla v přirozeném vzestupném pořadí, např. 3, atd. Čísla pro mezilehlé body musí být vyšší než čísla koncových bodů. Číslování počíná du, který leží blíže koncovému bodu s nižším číslem. Např. mezilehlé body mezi vými body 1 a 2 se označí čísly 3, 4 atd., příklad je na obr. 4.6.

Je-li několik stejných prvků sloučeno do skupiny, použije se pro označení těchto prvků rý z následujících způsobů.



Obr. 4,7 Svorky prvků sloučených do skupiny

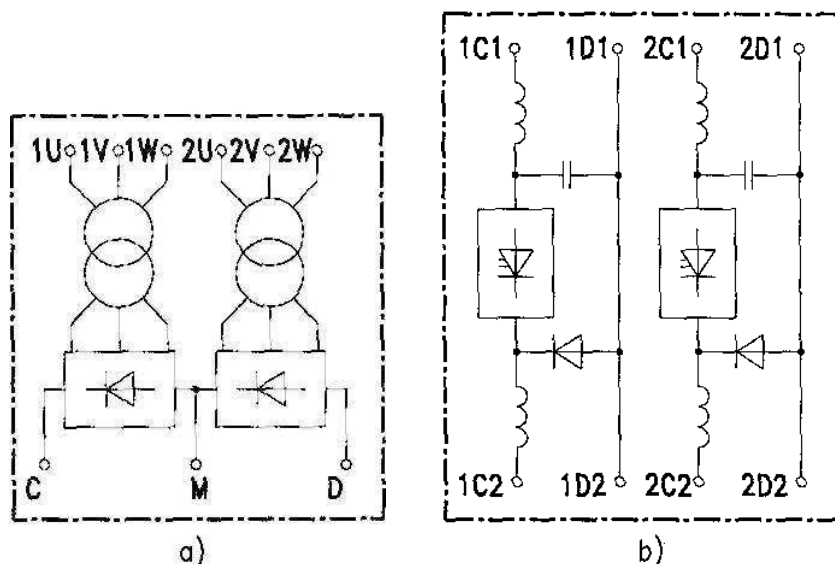
Legenda: a) spínací přístroj (rozlišení svorek sudými a lichými čísly),
b) trojfázové zařízení se šesti svorkami,
c) trojfázové zařízení s dvanácti svorkami - šest bodů koncových a šest mezilehlých (bez rozlišení fází),

Dva koncové body každého prvku se rozliší nižšími po sobě jdoucími čísly, přičemž **liché číslo každého prvku je nižší než sudé číslo tohoto prvku**. Příklad spínacího přístroje s uvedeným způsobem označování je na obr. 4.7 a).

Dva koncové a mezilehlé body (pokud jsou) se rozliší písmeny umístěnými před čísly. Pro trojfázovou střídavou soustavu je příklad označení na obr. 4.7 b).

Dva koncové a mezilehlé body (pokud jsou) se rozliší číslicemi umístěnými před čísly. Aby nedošlo k záměně fází, **oddělí se tyto číslice tečkou**. Koncové body jednoho prvku mohou být pak označeny 1.1 a 1.2. Příklad je na obr. 4.7 c).

Stejně skupiny prvků označené shodnými písmeny se rozliší předřazením číslice před tato písmena. Příklady jsou uvedeny na obr. 4.8 a) a obr. 4.8 b).



Obr. 4.8 Zařízení se dvěma stejnými skupinami prvků

Legenda: a) trojfázové zařízení,
b) dvoupólové (stejnoseměrné) zařízení - dvě skupiny po čtyřech

Označování svorek elektrických předmětů a některých vybraných vodičů

označení konců vybraných vodičů (anglický název a český ekvivalent) je uvedeno v tabulce elektrických předmětů, určených pro přímé připojení nebo pro připojení k některým vybraným vodičům, se označí písmeny podle TAB. 4.13. Označení svorek elektrického předmětu a některých vybraných vodičů je uveden na

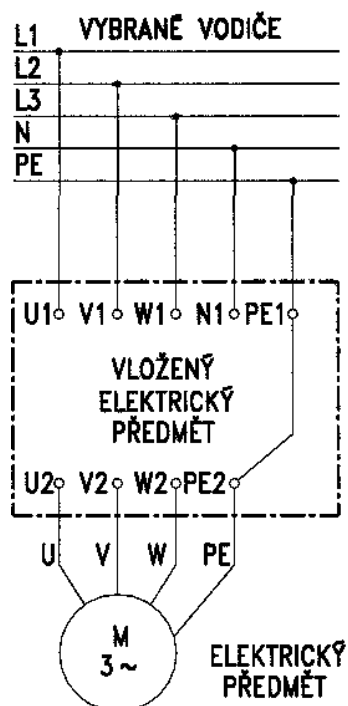
Označování konců vybraných vodičů písmeny

označení vodiče	Anglický název	Český ekvivalent
LE	Line conductor	fázový vodič
N	Neutral conductor	střední vodič
PE	Protective (+ Earthing) conductor	ochranný vodič
PEN	PE+N = PEN conductor	vodič PEN

Označení svorek elektrických předmětů určených pro připojování některých vybraných vodičů a označení konců těchto vybraných vodičů

Vybraný vodič	Písmenno - číslíkové označení			
	SVOREK ELEKTRICKÝCH PŘEDMĚTŮ	Pozn.	KONCŮ VYBRANÝCH VODIČŮ	Pozn.
Hlavní soustavy:				
fáze 1	L		LI	
fáze 2	V		L2	
fáze 3	W		L3	
střední vodič	N		N	
trojfázové soustavy:				
první pól	C		L +	
druhý pól	D		L -	
střední vodič	M		M	
ochranný vodič	PE	(značka uzemnění)	PE PEN	

Poznámka: Grafické symboly převzaty z ČSN 33 2000-3 a z ČSN EN 60417-1 a 60417-2.



Obr. 4.9 **Příklad** použití písmenko-číslicového označení vodičů a svorek elektrického zařízení

Vliv technického uspořádání na bezpečnost páce

Elektrická zařízení

posuzování nejrůznějších elektrických zařízení je v ČSN 33 0010 „Elektrická
¹**stanovena jednotná soustava pojmů, názvů, definic a kritérií pro jejich rozdělování.**

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

Elektrický obvod je tvořen soustavou vodičů a jiných prvků, kterou může protékat elektrický proud.

Elektrický předmět je konstrukční část, sestavou nebo celkem, připojovaným do elektrického obvodu.

Elektrická instalace je **definována jako sestava vzájemně spojených elektrických předmětů a částí zařízení v daném prostoru.**

5.2. Třídění elektrických zařízení

Elektrická zařízení lze třídit dle nebezpečí úrazu elektrickým proudem, dle účelu, dle provozních parametrů a dle provozní spolehlivosti.

5.2.1 Podle nebezpečí úrazu elektrickým proudem:

- silnoprůdová zařízení, v nichž při obvyklém užívání mohou nastat proudy nebezpečné osobám nebo věcem a
- slaboprůdová zařízení, v nichž při obvyklém užívání nemohou nastat proudy nebezpečné osobám nebo věcem.

Rozlišení silnoprůdových a slaboprůdových zařízení je často podmíněno stanovením konkrétní meze bezpečného proudu pro daný uvažovaný případ elektrického zařízení.

5.2.2 Podle účelu

silová zařízení, sloužící k výrobě, přeměně, přenosu a rozvodu elektrické energie a **k její přeměně na práci nebo na jiný druh energie**,
sdělovací zařízení, určené k přenosu, zpracování, záznamu a reprodukci informací
v **jakémkoliv formě**,
řídící zařízení, sloužící k měření, řízení, ochraně, sledování a kontrole ostatních **elektrických a neelektrických zařízení**,
zvláštní zařízení sloužící jiným než výše uvedeným účelům (např. ve zdravotnictví).

5.2.3 Podle druhu (proudové soustavy): I

stejnoseměrná zařízení, která jsou na stejnosměrný, pulzující nebo zvládnutý proud,
střídavá zařízení, pracující se střídavým proudem.

dává silová zařízení se dále dělí dle počtu fází na jednofázová, trojfázová a
vá. Podle kmitočtu pak na zařízení nízkofrekvenční (do 60 Hz), středofrekvenční
(u 60 Hz až 10 kHz) a vysokofrekvenční (nad 10 kHz.). Vzhledem k tomu, že drtivá
, elektrických zařízení uvažovaných v dalším textu je střídavých, nebude druh
proudové soustavy) u každého probíraného střídavého zařízení uváděn. Specifikace druhu
bude proto uvedena pouze u stejnosměrných zařízení.

5.2.4. Podle napětí. Je nutné rozlišovat:

- jmenovité napětí, jímž je označena rozvodná síť nebo elektrické zařízení a ke kterému se vztahují určité pracovní charakteristiky,
- nejvyšší (nejnižší) napětí sítě, za které se považuje nejvyšší (nejnižší) efektivní hodnota napětí, která se vyskytne za normálních pracovních podmínek na kterémkoliv místě rozvodné sítě,
- nejvyšší napětí zařízení, které je nejvyšším napětím, pro které je elektrické zařízení určeno a je dáno izolací a dalšími parametry zařízení (pouze se jmenovitým napětím nad 1 000 V).

Jelikož údaj o jmenovitém napětí je jedním ze základních parametrů jak rozvodné sítě, tak i elektrického zařízení, bude problematice jmenovitého napětí věnována samostatná část této kapitoly.

5.2.5. Podle provozní spolehlivosti:

- zařízení se zvýšenou provozní spolehlivostí, jejichž hlavním účelem je zabezpečení života pracovníků nebo chodu důležitých systémů. Tato zařízení musí být konstruována a provozována tak, aby se pokud možno vyloučila možnost jejich selhání,
- zařízení s obvyklou provozní spolehlivostí, jejichž selhání může způsobit podstatné ohrožení nebo zastavení provozu systému, aniž při tom dojde k ohrožení pracovníků,
- jednoduchá zařízení, jejichž selhání nemůže způsobit ohrožení životů pracovníků ani provozu systému.

5.3. Základní pojmy a definice

V ČSN EN 61140 ed. 2 (33 0500) je uveden rozsáhlý souhrn definic, z nichž pro potřeby této kapitoly některé uvádíme.

Živá část je vodič (nebo vodivá část) určený k tomu, aby při normálním provozu byl pod napětím, včetně středního vodiče. Podle úmluvy se za živou část nepovažuje vodič PEN.

Nebezpečná živá část je živá část, která za určitých podmínek může způsobit úraz elektrickým proudem.

/Neživá část/ je vodivá část elektrického zařízení, které se lze dotknout a která není obvykle živá, ale může se stát živou při poruše základní izolace.

Cizí vodivá část je vodivá část, která není součástí elektrického zařízení nebo elektrické instalace a která může přivést elektrický potenciál, obvykle elektrický potenciál místní země.

/Dotykové napětí/ je napětí mezi vodivými částmi, kterých se osoba nebo zvíře dotýká současně.

/Dotykový proud/ je elektrický proud, který prochází lidským tělem nebo tělem zvířete, když se dotýká přístupných částí elektrického zařízení nebo instalace za normálních podmínek.

Základní izolace je izolace nebezpečných živých částí, která zajišťuje základní ochranu. Tento pojem se nevztahuje na izolaci použitou výhradně pro funkční účely.

Přídavná izolace je samostatná izolace použitá navíc k základní izolaci, pro ochranu proti elektrickému úrazu v případě poruchy základní izolace.

Dvojitá izolace je izolace zahrnující jak základní izolaci, tak přídavnou izolaci.

Zesílená izolace je izolace nebezpečných živých částí, která poskytuje ekvivalentní ochrany před elektrickým úrazem ve stejné míře jako dvojité izolace. Zesílená izolace může být vytvořena i z několika vrstev, které se však nemohou zkoušet samostatně jako základní izolace nebo přídatná izolace.

Oddělovací mezičást je vodivá část oddělená od nebezpečných živých částí základní izolací a od neživých částí přídatnou izolací.

Pospojování jsou elektrické spoje mezi vodivými částmi za účelem vyrovnaní potenciálu.

Ochranné pospojování je pospojování za účelem bezpečnosti (např. ochrana před elektrickým proudem).

Svorka ochranného pospojování je svorka určená pro účely ochranného pospojování.

5.4 Třídy ochrany elektrických zařízení

Klasifikace tříd ochrany (ČSN EN 61140 ed. 2 (33 0500)) se provádí podle dvou kritérií.

Zprvu rozlišujeme druhy rizikových činností, které mohou vést k úrazu elektrickým proudem při kontaktu osob s elektrickým zařízením:

- dotykem živé části zařízení, nebo
- dotykem neživé části zařízení, která se stala živou v důsledku poruchy izolace.

Za druhé požadujeme přizpůsobení prostředků proti úrazovým ochranným ve všech částech zařízení podmínkám instalace.

Ochrana může být zajištěna okolím, samotným zařízením, rozvodnou soustavou, nebo jejich vhodnou kombinací.

Číslo tříd ochrany pouze vyjadřují, jakými prostředky je dosaženo bezpečnosti. Nejsou určena k vyjádření úrovně bezpečnosti zařízení.

Zařízení třídy ochrany 0 je elektrické zařízení, jehož ochrana před úrazem elektrickým proudem je založena pouze na základní izolaci. Nemá žádné prostředky pro připojení neživých částí, pokud je zařízení má, k ochrannému vodiči v pevném rozvodu. Ochrana v případě poruchy základní izolace je zajištěna okolím. Elektrická zařízení třídy ochrany 0 nejsou v ČR povolena.

Zařízení třídy ochrany I je elektrické zařízení, jehož ochrana před úrazem elektrickým proudem není založena pouze na základní izolaci. Zahrnuje bezpečnostní opatření (např. ochranné svorky), umožňující připojení neživých částí k ochrannému vodiči v pevném rozvodu tak, aby se při poruše základní izolace nemohly vodivé části přístupné dotyku stát živými.

Zařízení třídy ochrany II je elektrické zařízení, jehož ochrana před úrazem elektrickým proudem nezávisí na podmínkách instalace a není zajištěna jen základní izolací. Zahrnuje proto přídatná opatření jakými je přídatná nebo zesílená izolace. Nesmí však zahrnovat prostředky (např. ochranné svorky) pro připojení ochranného vodiče.

Zařízení třídy ochrany III je elektrické zařízení, jehož ochrana před úrazem elektrickým proudem je založena na připojení ke zdroji SELV (malého bezpečného napětí) a u kterého se vyšší napětí nevyskytuje.

Více podrobností o třídách ochrany elektrických a elektronických předmětů je uvedeno v kapitole 16.2.

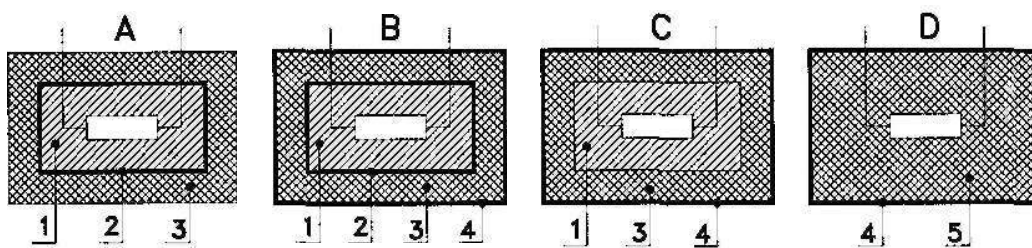
5.4.1. Uspořádání izolací na zařízení třídy ochrany II.

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

Základní izolace se proto doplní izolací přídavnou, takže zařízení je pak vybaveno dvojitou izolací. V určitých případech, kdy charakter konstrukce neumožňuje provedení dvojité izolace, lze tuto ochranu zajistit pokrytím živých částí jedinou vrstvou zesílené izolace. Zesílená izolace má stejný ochranný účinek jako izolace dvojitá, složená z izolace základní a přídavné.

Třída ochrany II 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 (ohybné JLMΩ.) 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. Přídavnou i zesílenou izolaci lze realizovat i v průběhu montáže elektrického zařízení. Příslušné zkoušky (izolačního odporu a elektrické pevnosti) se pak ale musí provést na místě montáže.

Schematické uspořádání izolací na elektrickém předmětu třídy ochrany II je znázorněno na obr. 5.1. Vnější izolační kryt, který představuje přídavnou izolaci, musí zajišťovat takové krytí živých částí opatřených pouze základní izolací, aby se jich nebylo možné dotknout prstem (krytí alespoň IP 2X).



Obr. 5.1 Uspořádání izolací na elektrickém předmětu třídy ochrany II

Legenda: (1) základní izolace, (2) vnitřní kovová část, (3) přídavná izolace, (4) vnější kovová část a (5) zesílená izolace

Na obrázku (A) je nakreslena ukázka oddělení základní izolace od přídavné izolace pomocí vnitřní kovové části. Obrázek (B) obsahuje navíc mechanickou ochranu povrchu předmětu, zajišťovanou vnější kovovou částí. Na obrázku (C) nejsou základní izolace a přídavná izolace odděleny a povrch předmětu je opět mechanicky chráněn vnější kovovou částí. Na obrázku (D) je nakreslena zesílená izolace a povrch předmětu je opět mechanicky chráněn vnější kovovou částí.

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) v případě poruchy základní izolace vyskytnout napětí. Z tohoto principiálního důvodu nesmí mít elektrické zařízení třídy ochrany II 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).

Jmenovitá napětí elektrických zařízení

Kategorie napětí elektrických zařízení

Bezpečnostní předpisy a pravidla pro projektování, provoz a obsluhu elektrických zařízení, a zvláště pak opatření použitá na ochranu před úrazem elektrickým proudem, závisí mimo jiné i na hodnotě použitého jmenovitého napětí. Protože není možné ani nezbytné kontrolovat každou jednotlivou hodnotu jmenovitého napětí, která se vyskytuje při praktickém zapojení, jsou společné požadavky stanoveny souhrnně pro každou kategorii napětí.

Některé z předepsaných podmínek se však mohou měnit v závislosti na napětí dokonce i i téže kategorie (pásma) napětí. Proto je třeba pro zvláštní aplikace zavést doplňující například pro svařování).

Rozdělení elektrických zařízení podle napětí (stanovení kategorií napětí) je obsaženo v normě ČSN 33 0010 ve formě tabulky (TAB. 5.1).

Kategorie napětí se přiřazují podle nejvyšší z hodnot jmenovitých napětí mezi jakýmkoliv vodičem zařízení a zemí (sloupec 4), nebo podle nejvyšší z hodnot jmenovitých lezi kterýmikoliv vodiči zařízení (sloupce 5 a 6). Pro stanovení všech kategorií napětí enovitá napětí rozvodné sítě.

U střídavých sítí se jedná o vodiče fázové (fáze), u stejnosměrných sítí o vodiče pólové

Pro elektrická zařízení, zařazovaná do kategorií napětí A, B, C a D, musí do příslušné e napětí být zahrnuto jak jmenovité, tak i nejvyšší napětí rozvodné sítě. átorová zařízení se zařazují podle napětí při vybíjení.

jRozdělení elektrických zařízení podle napětí a stanovení kategorií napětí

Ozna- čení napětí	Název elektrického zařízení	Jmenovité napětí U (střídavé)		
		v uzemněné síti		v izolované síti
		mezi fází a zemí	mezi fázemi	mezi fázemi
2	3	4	5	6
mn	malého napětí	$U \leq 50 \text{ V}$	$U \leq 50 \text{ V}$	$U \leq 50 \text{ V}$
nm	nízkého napětí	$50 < U \leq 600 \text{ V}$	$50 < U \leq 1\,000 \text{ V}$	$50 < U \leq 1\,000 \text{ V}$
vn	vysokého napětí	$0,6 < U \leq 30 \text{ kV}$	$1,0 < U < 52 \text{ kV}$	$1,0 < U < 2 \text{ kV}$
vvn	velmi vysokého napětí	$30 \leq U < 171 \text{ kV}$	$52 \leq U < 300 \text{ kV}$	$52 \leq U < 300 \text{ kV}$
zvn	zvlášť vysokého napětí	-	$300 \leq U \leq 800 \text{ kV}$	-
uvn	ultra vysokého napětí	-	$800 \text{ kV} < U$	-
<p>ka: U stejnosměrných elektrických zařízení jsou hraniční hodnoty mezi malým a nízkým napětím 120 V a mezi nízkým a vysokým napětím 1 500 V.</p>				

Pro střídavé **elektrické instalace v budovách napájených při kmitočtu nepřesahujícím 60 Hz jmenovitým napětím do 1 000 V včetně a pro stejnosměrné elektrické instalace** napájené jmenovitým napětím do 1 500 V včetně jsou kategorie (pásma) napětí I a II nově definovány v normě ČSN IEC 449 (33 0130). Definované kategorie (pásma) napětí jsou v souladu s údaji obsaženými v ČSN 33 0010.

Kategorie (pásma) I zahrnuje instalace, kde je ochrana před úrazem elektrickým proudem zajišťována za určitých podmínek **hodnotou jmenovitého napětí, nebo instalace, kde je výše jmenovitého napětí omezena z provozních důvodů (telekomunikace, ovládání apod.).**

Kategorie (pásma) II zahrnuje jmenovitá napětí pro napájení instalací domácností, **průmyslu a obchodů. Zahrnuje rovněž všechna jmenovitá napětí pro veřejné distribuční sítě v různých zemích.**

5.5.2. Normalizovaná jmenovitá napětí

Jmenovitá napětí patří k základním charakteristickým parametrům elektrických sítí i jednotlivých elektrických zařízení. Normalizované hodnoty jmenovitých napětí jsou zakotveny jak v národních, tak i v mezinárodních normách a předpisech. Prohlubování mezinárodní spolupráce v oblasti elektrotechniky bezpodmínečně vyžaduje i sjednocování příslušných norem a předpisů.

Proces přibližování a sjednocování hodnot jmenovitých napětí probíhá v rámci UsC již od roku 1919 (ČSN 33 0120 Normalizovaná napětí IEC, ČSN 33 0121 Jmenovitá napětí veřejných distribučních sítí nn). Přijaté závěry byly postupně promítány i do norem ČSN. V TAB. 5.2 jsou porovnány některé hodnoty normalizovaných střídavých jmenovitých napětí obsažených v ČSN, a to dřívější údaje (platné od roku 1979) s novými hodnotami, platnými od 1.4.1993.

TAB. 5.2J Střídavá jmenovitá napětí v normách ČSN

Napětí do 1 000 V Trojfázová síť s uzemněným uzlem		Napětí nad 1 000 V Trojfázová síť s izolovaným uzlem	
1979	1993	1979	1993
CSN 33 0120	ČSN 33 0120	ČSN 33 0120	ČSN 33 0120
220/380 V	230 / 400 V	3 kV	3 kV
380/660 V	400 / 690 V	6 kV	6 kV
1 000 V	1 000 V	10 kV	10 kV
-	-	22 kV	22 kV
-	-	35 kV	35 kV
-	-	110 kV	110 kV
-	-	400 kV	(400) 420 kV

Napětí do 1 000 V se uvádějí ve voltech (V). Je-li uvedena pouze jedna hodnota , jedná se o napětí sdružené, měřené mezi fázovými vodiči (fázemi) třívodičové sítě. U běžných sítí troj fázových pětivodičových nebo Čtyřvodičových se údaj o jmenovitém napětí uvádí ve tvaru zlomku. Hodnota v čitateli odpovídá napětí fázovému, měřenému mezi fází a zemí a hodnota ve jmenovateli odpovídá napětí sdruženému, měřenému mezi fázemi (např. 230/400 V).

Napětí nad 1 000 V se uvádějí v kilo voltech (kV). Uvádí se pouze jediná hodnota a to napětí sdruženého, měřeného mezi fázemi.

Z TAB. 5.2 je patrné, že nejvýraznější, a ve svých důsledcích nejvíce citelná, byla změna jmenovitých střídavých napětí do 1 000 V, zvláště pak u nejběžnější rozvodné sítě

z dřívější hodnoty 220/380 V na požadovaných 230/400 V. Tato změna se projevila jak v rozvodných sítích, tak i u všech příslušných elektrických zařízení z těchto sítí napájených.

5.6. Elektrické rozvodné sítě

Normy ČSN 33 0120 a ČSN 33 0121 zahrnují několik důležitých definic a základních pojmů.

Elektrická síť je soubor jednotlivých vzájemně propojených elektrických stanic a venkovních a kabelových vedení, určených pro přenos a rozvod elektrické energie.

Předávací místo je místo, v němž se předává elektrická energie z distribuční sítě spotřebiteli. U maloodběratelů je tímto místem elektroměr. V některých normách ČSN je toto místo označeno jako „předávací svorky“.

Elektrický zdroj je zařízení nebo jeho část, které dodává elektrickou energii do elektrického obvodu. Za elektrický zdroj se též považuje výstupní vinutí transformátoru.

Elektrický spotřebič je zařízení, které využívá elektrickou energii přeměněnou v jinou energii. Za elektrický spotřebič se též považuje vstupní vinutí transformátoru.

/5.6.I. Druhy rozvodných sítí

Elektrické rozvodné střídavé sítě do napětí 1000 V, používané v ČR, se dle ČSN 33 2000-3 člení dle dvou základních hledisek:

- podle počtu pracovních vodičů,
podle způsobu uzemnění.

Druhy sítí podle počtu pracovních vodičů:

jednofázové dvouvodičové,
třífázové třívodičové,
třífázové čtyřvodičové.

Druhy sítí podle způsobu uzemnění jsou označeny písmenovým kódem, kde

prvé písmeno vyjadřuje vztah sítě a uzemnění:

1 T bezprostřední spojení jednoho bodu sítě se zemí,

I oddělení všech živých částí od země, nebo spojení jednoho bodu sítě se zemí přes velkou impedanci,

- **druhé písmeno** vyjadřuje vztah uzemnění a neživých částí v rozvodu:

T přímé spojení neživých částí se zemí,

N přímé spojení neživých částí s uzemněným bodem sítě, kterým je obvykle střed, resp. uzel zdroje (nebo uzemněný fázový vodič),

další **písmeno** (písmena) (pokud existují) mohou vyjadřovat uspořádání ochranných a středních vodičů:

S funkce ochranného vodiče je zajišťována vodičem vedeným odděleně od středního (nebo uzemněného fázového) vodiče,

C funkce ochranného a středního vodiče je sloučena do jediného vodiče (do vodiče PEN).

5.6.2. Možností uzemnění v rozvodných sítích a způsoby připojení spotřebičů

Pracovní uzemnění zajišťuje správnou činnost elektrických zařízení a bezpečnost provozu elektrické soustavy jako celku.

Ochranné uzemnění je vytvořeno vždy přímým spojením chráněné části zařízení se zemí.

Lze rozlišovat tyto způsoby uzemnění:

- 1) Pracovní **uzemnění** - uzemnění uzlu zdroje rozvodné sítě
- 2) Pracovní uzemnění - přizemnění ochranného vodiče
- 3) Pracovní uzemnění - přizemnění místa dělení vodiče **PEN** na vodiče PE a N
- 4) Ochranné uzemnění - individuální uzemnění pro každý chráněný předmět
- 5) Ochranné uzemnění - skupinové uzemnění pro několik chráněných předmětů
- 6) Uzel **zdroje rozvodné sítě je izolován od země**, nebo je **spojen se zemí** přes velkou impedanci (sít' IT)

Pořadová čísla jednotlivých způsobů uzemnění jsou shodná s číslicovým označením na následujících schématech elektrických sítí.

U jednotlivých druhů rozvodných sítí je zakresleno jak pevné připojení spotřebičů, tak i připojení pomocí zásuvek a pohyblivých přívodů. Spotřebiče jsou uvažovány jednorázové i trojfázové.

5.6.3. Sítě TN

Jedná se o **nejběžnější sítě užívané v ČR**. Sítě TN mají jeden bod **přímo uzemněný**, **neživé části zařízení jsou spojeny s tímto bodem prostřednictvím ochranných vodičů**. Podle uspořádání středních a ochranných vodičů se rozlišují tři druhy sítí TN:

TN-S v celé síti se užívá odděleně vedený ochranný vodič (PE)

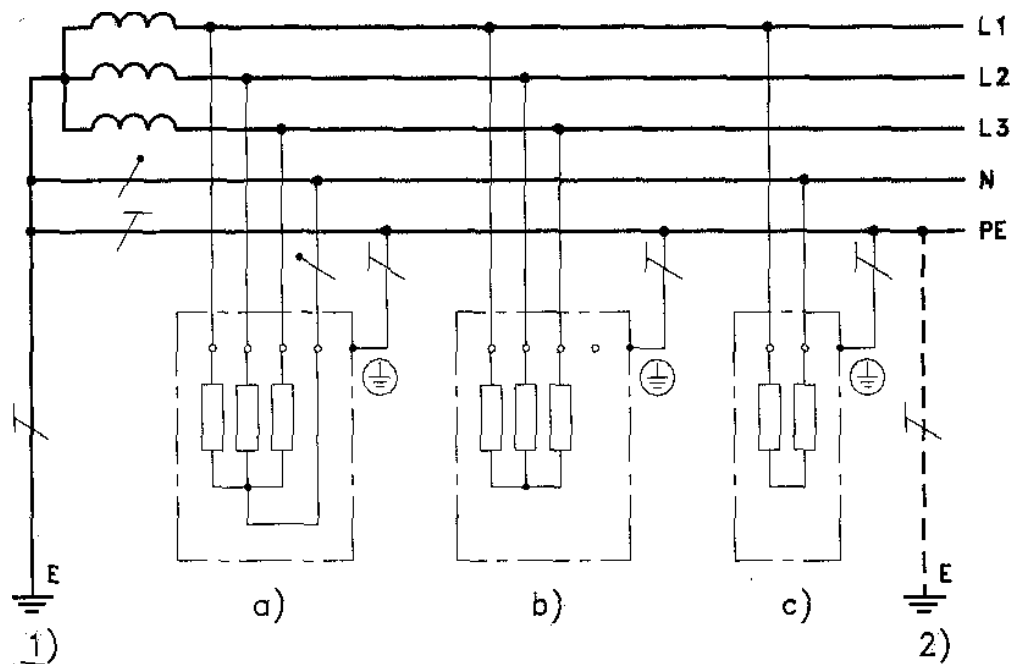
TN-C funkce středního a ochranného vodiče je sloučena do jediného vodiče PEN

TN-C-S funkce středního (N) a ochranného (PE) vodiče je v části sítě sloučena do jediného vodiče PEN

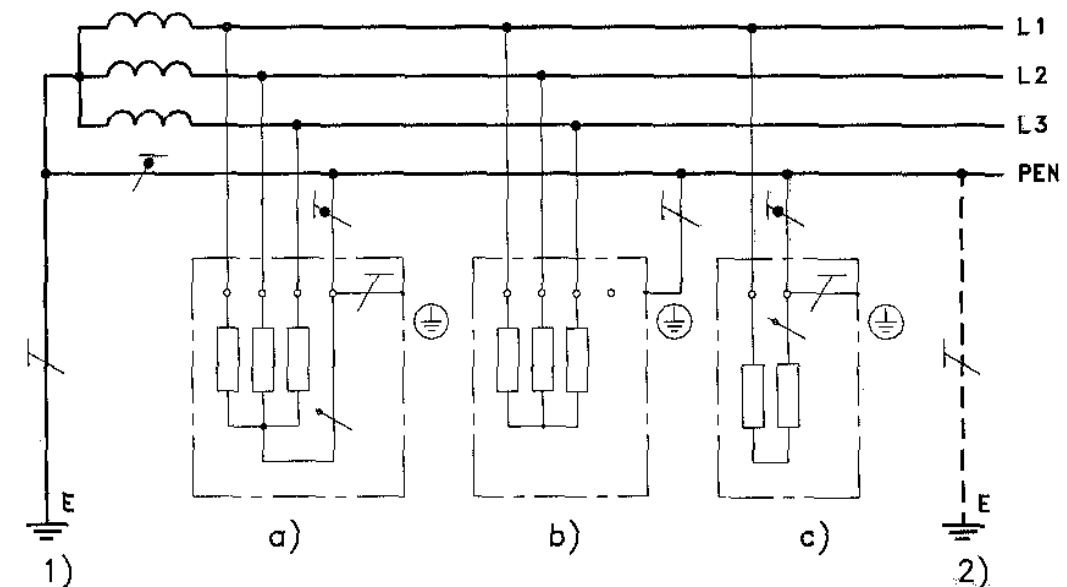
V síti TN-C-S se vodiče PE a N za místem rozdělení již nesmí spojit a musí být vedeny **vzájemně izolovaně**.

V nových instalacích je v koncových obvodech předepsána rozvodná síť TN-S. Obecně lze použít **rozvodnou síť TN-C-S**.

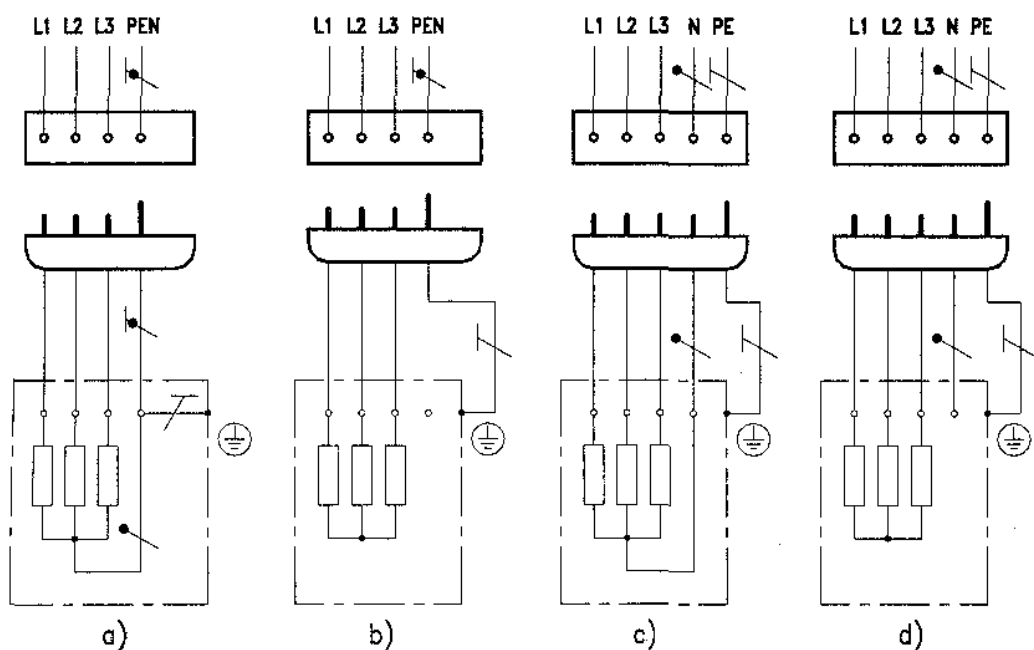
Principiální schémata rozvodných sítí TN, včetně ukázek připojení spotřebičů, jsou zakreslena na obrázcích obr. 5.2 až obr. 5.6.



Obr 5.2 Sít' TN-S Trojfázová síť s přímo uzemněným uzlem zdroje (1) a se samostatnými vodiči - ochranným (PE) a středním (N). Ochranný vodič je přizemněn (2). K síti jsou pevně připojeny spotřebiče třídy ochrany I - trojfázové (a,b) a jednofázový (c)

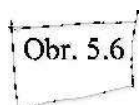


Obr. 5.3 Sít' TN-C i Trojfázová síť s přímo uzemněným uzlem zdroje (1) a s kombinovaným vodičem ochranným a středním - s vodičem PEN. Vodič PEN je přizemněn (2). K síti jsou pevně připojeny spotřebiče třídy ochrany I - trojfázové (a,b) a jednofázový (c)



Povolené pouze pro stávající zařízení dle
ČSN 34 1010

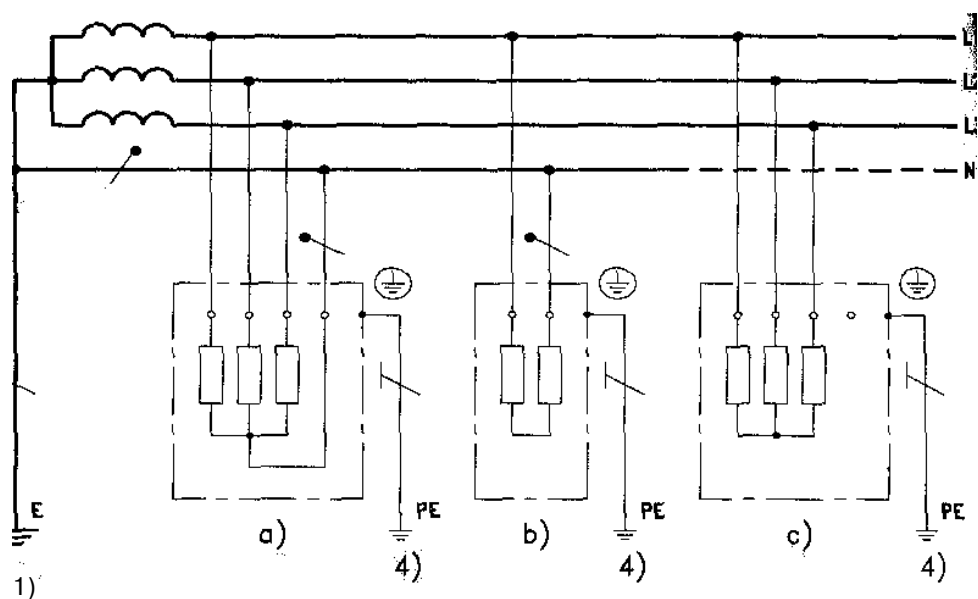
Předepsané pro nová zařízení dle
ČSN 33 2000-4-41



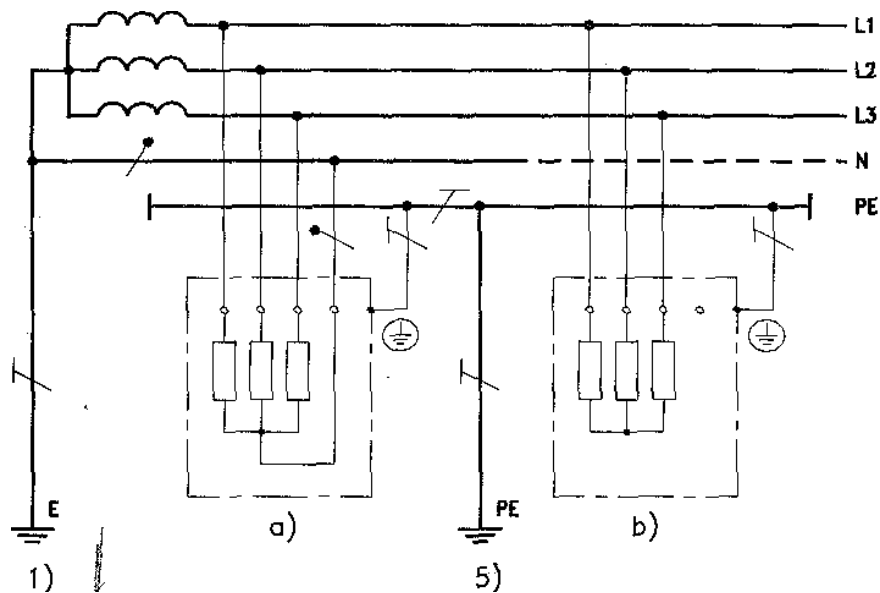
Připojování troj fázových spotřebičů pohyblivými přívody a zásuvkami
k sítím TN-C (a,b).a. TN-S (c,d)

5.6.4. Sítě TT

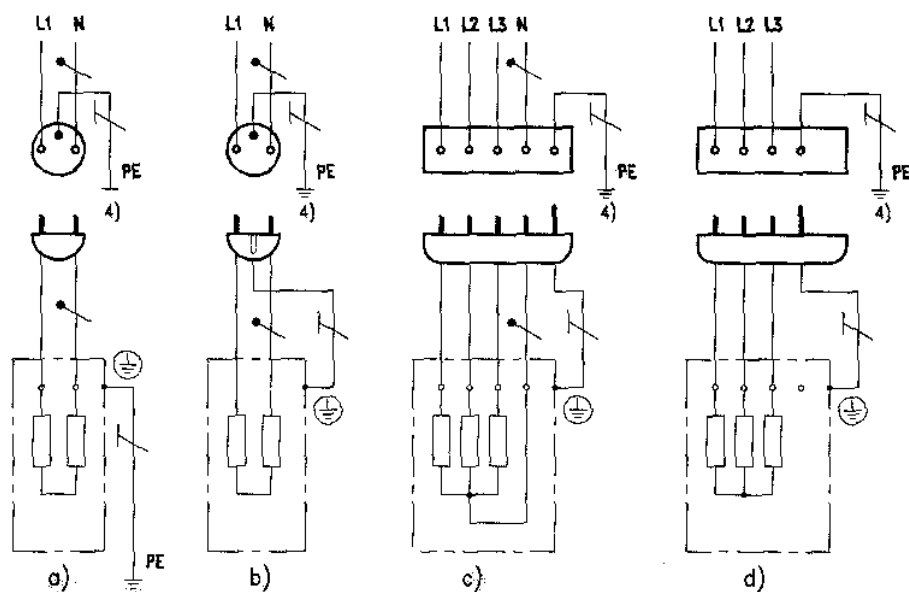
Síť TT má jeden bod přímo uzemněný (pracovní uzemnění.). Neživé části připojených elektrických zařízení jsou v této síti rovněž přímo spojeny se zemí (ochranné uzemnění), nezávisle na pracovním uzemnění sítě. Principiální schémata vybraných rozvodných sítí TT, s uzemněným uzlem zdroje a s individuálním, resp. se skupinovým ochranným uzemněním neživých částí a s pevným připojením spotřebičů jsou uvedena na obr. 5.7 a na obr. 5.8. Připojení spotřebičů pomocí zásuvek a pohyblivých přívodů je na obr. 5.9. Připojení spotřebičů pomocí zásuvek v případě skupinového ochranného uzemnění je stejné jako v síti TN-S na obr. 5.5 (d,e) a na obr. 5.6 (c,d).



Obr. 5.7 Sít' TT. Troj fázová síť s přímo uzemněným uzlem zdroje s vyveden středním vodičem (N) - pro připojení spotřebiče (c) nemusí být střední vodič vyveden. Neživé části troj fázových (a,c) i jednorázového (b) spotřebiče mají samostatné ochranné uzemnění

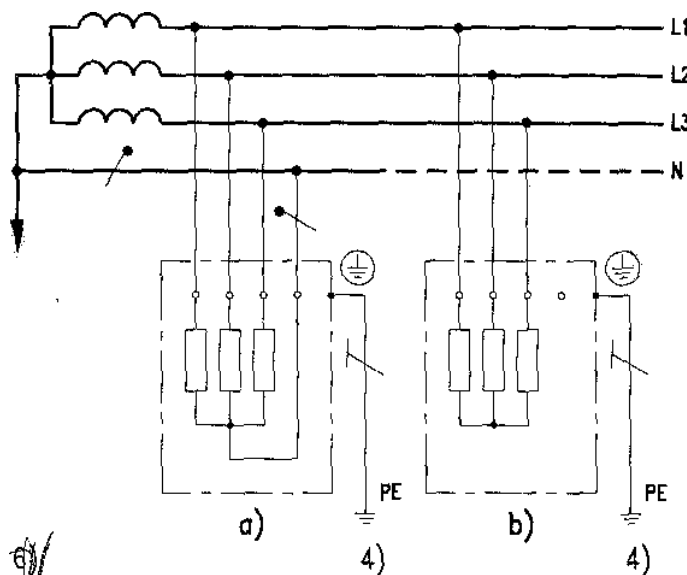


Obr. 5.8 Sít' TT. Troj fázová síť s přímo uzemněným uzlem s vyvedeným středním vodičem (N) - pro připojení spotřebiče (b) nemusí být střední vodič vyveden. Pro připojení neživých částí několika (skupiny) spotřebičů je instalován samostatně uzemněný skupinový ochranný vodič PE



Obr. 5.9 Síť TT. Připojování jednorázových (a,b) a trojfázových (c,d) spotřebičů pohyblivými přívody a zásuvkami. Ochranné kolíky (zdičky) zásuvek jsou samostatně spojeny se zemí ochranným uzemněním (4). Variantu (a) není dovoleno používat

5.6.5. Síť IT



Obr. 5.10 Síť IT. Trojfázová síť s izolovaným, (nebo přes velkou impedanci uzemněným), uzlem zdroje. Pro pevné připojení trojfázových spotřebičů musí (a) nebo nemusí být (b) vyveden střední vodič N. Neživé části spotřebičů jsou spojeny se zemí samostatným ochranným uzemněním. (4) . . .

Síť IT má všechny živé části izolované od země, nebo jeden pól je spojený se zemí přes velkou impedanci. Neživé části elektrických zařízení jsou spojeny (ochranné uzemnění) přímo se zemí a to buď jednotlivě, nebo po skupinách. Možná je i alternativa ochranného uzemnění neživých částí, připojeného na případný pracovní zemnič sítě, na který je síť uzemněna přes vysokou impedanci. Příklad rozvodné sítě IT s pevným připojením spotřebičů je na obr. 5.10. Pevné připojení spotřebičů i připojení spotřebičů pomocí zásuvek odpovídá připojení v síti TT. Pokud je však v síti IT provedeno skupinové ochranné uzemnění, odpovídá připojení v síti TN-S.

5.7. Vnější vlivy, prostory a prostředí

Tato problematika je v souladu s normami IEC nově řešena v ČSN 33 2000-3, věnované mj. klasifikaci vnějších vlivů, která je nezbytná pro stanovení základních charakteristik elektrických zařízení. Pro navrhování a volbu elektrických zařízení se vnější vlivy třídí a označují. Vytváří se tak vnější činitel prostředí, zkráceně jen prostředí. Působení vnějších vlivů na velikost nebezpečí úrazu elektrickým proudem při provozu elektrického zařízení je podkladem pro Členění prostorů.

5.7.1. Třídění vnějších vlivů, prostředí

Každý stupeň vnějšího vlivu je zakódován dvěma písmeny velké abecedy a číslicí (XY n).

Prvé písmeno označuje všeobecnou kategorii vnějšího vlivu:

- A vnější činitel prostředí (dále jen prostředí) je vlastností okolí (prostoru nebo jeho částí), vytvořeného okolím samotným, nebo předměty v prostoru umístěnými. Sledují se tyto vnější činitelé: teplota okolí, vlhkost, nadmořská výška, přítomnost vody, výskyt cizích pevných těles, výskyt korozivních nebo znečišťujících látek, mechanické namáhání, výskyt flóry a fauny, přítomnost elektromagnetických, elektrostatických a ionizujících působení, sluneční záření, seismické účinky, četnost výskytu bouřek a pohyb vzduchu,
- B využití (uplatnění) objektů nebo jejich částí je dané vlastnostmi osob, vycházejících z jejich duševních a pohybových schopností, stupněm jejich elektrotechnických znalostí, elektrickým odporem lidského těla, četností výskytu osob v prostoru a možnostmi jejich úniku a vlastnostmi zpracovávaných látek,
- C konstrukce budovy je dána souhrnem vlastností budovy, vyplývajících z povahy užitého konstrukčního a dekoračního materiálu, provedení budovy a její fixace k okolí.

Druhé písmeno označuje povahu vnějšího vlivu.

Číslice označuje intenzitu působení každého vnějšího vlivu.

O stanovení vnějších vlivů a o opatřeních, která určené vnější vlivy podmiňují, musí být vypracován písemný doklad - „Protokol o určení vnějších vlivů“. Protokol je součástí dokladové části dokumentace, která musí být po dobu životnosti zařízení nebo objektu archivována. Pro jednoznačné vnější vlivy u objektů nebo prostora, které jsou dle ČSN považovány za „normální“, není nutné Protokol vypracovávat.

5.7.2. Členění prostorů z hlediska nebezpečí úrazu elektrickým proudem

Dosavadní rozdělení prostorů dle dříve platné ČSN 33 0300 je nahrazeno členěním novým, které již nerespektuje pouze bezprostřední vlivy okolí, ale i další vnější vlivy

(ČSN 33 2000-3). Toto členění bere v úvahu i schopnosti osob, jejich styk s potenciálem země, možnosti úniku v případě nebezpečí i vlastnosti konstrukce budov.

Na základě určení vnějších vlivů pro potřeby posouzení nebezpečí elektrického úrazu (úraz elektrickým proudem, elektrickým nebo elektromagnetickým polem), který může nastat při provozu elektrického zařízení, se prostory člení do tří skupin.

Prostory normální jsou takové, v nichž používání elektrického zařízení je považováno za bezpečné, protože působením vnějších vlivů nedochází ke zvýšení nebezpečí elektrického úrazu, pokud elektrická zařízení a jejich používání odpovídají příslušným ustanovením. Jsou to zejména prostory s normálními vnějšími vlivy nebo s vnějšími vlivy, neovlivňujícími elektrický úraz.

Prostory nebezpečné jsou takové, kde působením vnějších vlivů je vyvoláno buď přechodné, nebo stálé nebezpečí elektrického úrazu.

Prostory zvláště nebezpečné jsou takové, ve kterých působením zvláštních okolností, vnějších vlivů (případně i jejich kombinací) dochází ke zvýšení nebezpečí elektrického úrazu. Nebezpečí úrazu se mimořádně zvyšuje nepříznivými poměry, nebo při práci ve zvlášť ztížených podmínkách (ve vodě, v kotlích i v kovových nádržích, v podobných těsných prostorách s kovovými hmotami a podobně). Orientační přehled vnějších vlivů a prostředí, charakterizujících prostory zvláště nebezpečné, je dostatečně názorný.

Prostory zvláště nebezpečné jsou např. prostory:

vlhké a extrémně horké nebo studené (kombinace odpovídá třídě AB 6, AB 7),
mokrý (od padajících kapek až po hluboký ponor do vody), třídy AD 2 až AD 8,
trvalé a silné působení korozivních a znečišťujících látek, třída AF 4,
silné mechanické namáhání rázy a vibracemi (těžké průmyslové provozy), třídy AG 3 a AH 3,
zdravotnická zařízení s možností přístupu osob se sníženými fyzickými nebo duševními schopnostmi, třída BA 3.

5.8. Ochrana před úrazem elektrickým proudem a hodnoty napětí, proudu a náboje

Tato problematika je v souladu s obsahem norem IEC zahrnuta do nově zpracované normy ČSN 33 2000-4-41 „Ochrana před úrazem elektrickým proudem“.

Pro účely ochrany před nebezpečným dotykem se napětí člení na:

- nebezpečné napětí a
bezpečné malé napětí.

Norma dále předepisuje mezní hodnoty ustáleného proudu mezi částmi zařízení, současně přístupnými dotyku.

Pro ochranu před nebezpečným dotykem neživých částí norma stanoví dovolené meze trvalého dotykového napětí.

5.8.1. Bezpečná malá napětí

Malá napětí v rámci kategorie I (TAB. 5.1), maximálně do 50 V, mohou být považována za bezpečná, pokud jsou splněny normou stanovené podmínky. V takovém případě se napětí nebo obvody označují SELV (neuzemněné) nebo PELV (uzemněné).

Meze bezpečných malých napětí živých částí s ohledem na druhy prostorů a na druhy proudů jsou obsaženy v TAB. 5.3.

TAB. 5.3 Meze bezpečných malých napětí živých částí

Prostory	Bezpečné malé napětí živých částí (V)	
	střídavé	stejnoseměrné
Normální	50	100
Nebezpečné	25	60
Zvláště nebezpečné	12	25

5.8.2. Ustálený proud, nahromaděný náboj.

Ustálený proud mezi částmi současně přístupnými dotyku, protékající činným (ohmickým) odporem 2 000 Ω , nesmí překročit mezní hodnotu 3,5 mA střídavého nebo 10 mA stejnosměrného proudu. Mezní hodnoty pro ustálený střídavý proud jsou uvedeny pro sinusový průběh s kmitočty mezi 15 Hz a 100 Hz.

Nahromaděný náboj mezi současně přístupnými částmi zařízení, chráněnými ochrannou impedancí, nesmí překročit hodnotu 50 μC .

U částí, kterých je nutné se při normálním provozu dotýkat (např. lékařská zařízení) lze požadovat nižší hodnoty ustáleného proudu a nahromaděného náboje.

5.8.3. Dotykové napětí u zařízení do 1 000 V

Dovolené dotykové napětí U_d na neživých částech závisí na velikosti nebezpečí úrazu **v uvažovaném druhu prostoru a jeho trvání**.

Nejvyšší dovolená mez trvalého dotykového napětí U_{dt} je 50 V pro střídavé a 120 V pro **stejnoseměrné napětí**. **Přiřazení dovolených mezí trvalých dotykových napětí s ohledem na členění prostorů je uvedeno v TAB. 5.4. V závislosti na velikosti předpokládaného dotykového napětí U_{pd} jsou v TAB. 5.5 stanoveny požadované doby odpojení, které určují dobu trvání dotykového napětí na neživých částech.**

TAB. 5.4 Dovolené meze trvalého dotykového napětí U_{dt} na neživých částech

Prostory	Dovolené meze trvalého dotykového napětí U_{dt} (V)	
	střídavé	stejnoseměrné ¹⁾
Normální	50	120
<u>Nebezpečné</u>	50	120
<u>Zvláště nebezpečné²⁾</u>	25	60
<u>Zvláště nepříznivé případy³⁾</u>	12	25

Poznámky:

1) Dovolené zvlnění je 10 %

2) Platí též pro hračky, některá zdravotnická a jiná zařízení, přicházející ve styk s pokožkou nebo s vlasy, a dále v prostorách, ve kterých toho stupeň nebezpečí vyžaduje

3) Při práci ve vodě bez použití pomůcek, ve stísněných prostorech apod.

TAB. 5.5 Požadované doby odpojení t (s) v závislosti na velikosti předpokládaného dotykového napětí U_{pd} (V)

Předpokládané dotykové napětí C_{pd} (V)	Doby odpojení v závislosti na napětí U_{pd} pro prostory	
	normální i nebezpečné	zvláště nebezpečné
	$t(s)$	$t(s)$
25	-	5,00
50	5,00	0,47
75	0,60	0,30
90	0,45	0,25
110	0,36	0,18
150	0,27	0,10
220	0,17	0,035
280	0,12	0,020
350	0,08	-
500	0,04	-

Praktické využití uvedených souhrnných informací o mezích bezpečných malých napětí, dovolených dotykových proudů, nahromaděných nábojů a dovolených dotykových napětí bude zřejmé z následujících kapitol, věnovaných ochraně před úrazem elektrickým proudem.

5.9. Elektromagnetická kompatibilita

5.9.1. Úvod

Elektromagnetická kompatibilita (EMC) má pro rozvoj všech elektrotechnických systémů obdobný význam, jako jej má ekologie pro rozvoj celého národního hospodářství. Vlastnost systému - elektromagnetická kompatibilita - je pak jedním z nejdůležitějších jakostních parametrů těchto systémů. Po mnoha haváriích technických zařízení a řadě smrtelných úrazů byl tento parametr jasně definován v řadě národních i mezinárodních doporučení.

Povinnost dodržovat parametry zajišťující EMC také v ČR je zakotvena v řadě evropských i tuzemských norem. Praktickým důsledkem je skutečnost, že od 1.1.1996 není možné v rámci EU prodávat jakékoliv výrobky, které neodpovídají evropským normám. Součástí nezbytného certifikačního řízení je udělení značky shody CE. Pro její udělení se především požaduje shoda s normami o bezpečnosti a o kompatibilitě.

Z tuzemských norem lze uvést alespoň dvě základní normy:

- ČSN IEC 50 (161) (33 4201) „Elektromagnetická kompatibilita - EMC“
- ČSN IEC 1000-1-1 (33 3431) „EMC - Základní definice a pojmy“.

5.9.2. Vzájemné ovlivňování systémů

Výraz „elektromagnetická kompatibilita“ vyjadřuje zajištění maximální spolehlivosti funkce jednotlivých elektrických a elektronických zařízení vdaném elektromagnetickém prostředí. Součástí toho je i snížení rušení, způsobených samotným zařízením. Cílem je zabránit ovlivňování se jednotlivých prvků nebo systémů navzájem.

Pro danou úvahu je vždy jeden ze systémů považován za zdroj rušení a druhý za jeho příjemce. Při další úvaze mohou být jejich úlohy zaměněny. Obvykle je elektrotechnické zařízení současně zdrojem i příjemcem rušení. Šíření nežádoucích elektromagnetických

rušivých signálů mezi jednotlivými systémy je zprostředkováno elektromagnetickými vazbami.

Tyto vazby mohou být:

- galvanické, kdy se rušivý signál šíří přímým propojením po vedení přes případné zařazené **impedance**,
indukční, kdy se rušivý signál šíří změnami magnetického pole mezi vodiči se vzájemnou indukčností,
- **kapacitní**, kdy se rušivý signál šíří **změnami elektrického pole mezi vodiči se vzájemnou kapacitou**,
elektromagnetickým polem, kdy se rušivý signál šíří **prostorem jako elektromagnetické vlnění**.

Galvanická vazba je nejčastějším zdrojem narušení funkce nebo i poškození **sdělovacích** obvodů způsobeného přestupem **energie z obvodu silového**. Dochází k tomu **prostřednictvím „otevřených“ proudů**, jejichž obvody se uzavírají zemí nebo jinými náhodnými cestami. Proto se v budovách s citlivými sdělovacími nebo měřicími obvody již **dříve používaly** takové **druhy rozvodných sítí**, u kterých se tyto „otevřené“ proudy nevyskytují. Konkrétně **sít' TN-S**, případně **sít' IT**.

Při **elektromagnetické interferenci** je **rušivý signál emitovaný zdrojem přenášen** elektromagnetickou vazbou k příjemci, který na něj nežádoucím způsobem reaguje. **Maximální velikost vysílaného signálu (v daných fyzikálních jednotkách) se nazývá „úroveň emise“**. Největší velikost rušivého signálu, který ještě nemá negativní vliv na **přijímající systém**, se nazývá **„úroveň imunity (odolnosti)“**.

Předpokladem bezchybné činnosti zařízení v prostředí s rušivými signály je požadavek, aby úroveň imunity tohoto zařízení byla vyšší než úroveň emise. Pak se jedná o **elektromagnetickou kompatibilitu**, kdy **činnost zařízení nebude v daném prostředí ohrožena rušivými signály a samo zařízení nebude ohrožovat činnost jiných systémů**.

5.9.3. Druhy elektromagnetického rušení

Tyto rušivé signály lze rozdělit dle kmitočtu do dvou základních skupin:

- **vysokofrekvenční (radiové) rušení a**
- **nízkofrekvenční rušení.**

Vysokofrekvenční signály se mohou šířit jednak po vedení (galvanickou, indukční a kapacitní vazbou) a dále vyzařováním (**elektromagnetickým polem**). Jako vysokofrekvenční **rádiové rušení se projevují signály telekomunikačních přístrojů (např. radiotelefonů a zařízení pro přenos a zpracování dat) a zařízení pro indukční, mikrovlnný a dielektrický ohřev**. Patří sem i **vnější projevy činnosti elektrických zařízení (spínání obvodů, jiskření při přerušování elektrického proudu apod.) a přírodní elektromagnetické jevy (atmosférické výboje atd.)**.

Nízkofrekvenční rušení může mít rovněž řadu podob:

- **impulzní rušivé signály** - **krátkodobé, jednorázové, nepravidelně se opakující změny elektrického napětí a proudu (přepětíové a proudové rázy, krátkodobé výpadky elektrického napájení apod.)**,
- **rušení při sít'ovém kmitočtu** - **změny sít'ového napájecího napětí, kolísání odebíraného proudu, nesymetrické zatížení trojfázové sítě, odběr jalového výkonu atd.**,
- **rušení vyššími harmonickými sít'ového kmitočtu** - **vzniká při deformacích sít'ového napětí nebo při odběru nesinusového proudu**,
- **rušení jinými kmitočty** - **převážně nežádoucí interference se signálem hromadného dálkového ovládání (HDO) nebo se signály různých zabezpečovacích a signálních zařízení**,

rušení nízkofrekvenčním elektrickým a magnetickým polem - toto rušení se na rozdíl od předchozích šíří prostorem jako elektrické nebo magnetické pole (rušivé elektrické pole v okolí vodičů vysokého napětí, rušivé magnetické pole v okolí vodičů protékajících velkými proudy).

9.4. Možnosti zlepšování elektromagnetické kompatibility

Jelikož jsou rušivé signály mezi zdrojem a příjemcem přenášeny elektromagnetickou vazbou, lze vymezit tři oblasti možností zlepšování elektromagnetické kompatibility.

Snižování úrovně emise zdrojů rušení - tato základní oblast předpokládá omezování vzniku a potlačování úrovně rušivých signálů dle možnosti přímo v jejich zdroji. Jako příklad lze uvést zásadu nepoužívat nadměrně vysoké hodnoty výkonů, proudů, napětí a kmitočtů, omezovat strmosti změn proudů a napětí a likvidovat již vytvořené rušivé signály co nejbližší místu jejich vzniku (např. odrušovacími filtry).

Omezování elektromagnetických vazeb - tato oblast přináší nejširší možnosti volby užitého opatření. V úvahu přichází snižování nežádoucích indukčních a kapacitních vazeb pomocí vhodného uspořádání vodičů, jejich stínění a případně prostorové oddálení zdrojů a příjemců rušení. Velmi důležité je správné uspořádání a provedení uzemnění celé soustavy, spočívající mj. v nízké impedanci uzemnění, v omezení vzniku smyček zemního vedení a v rozdělení napájecích systémů.

Zvyšování úrovně imunity rušených systémů - vychází z několika dalších zásad, jako je nepoužívat nadměrně nízkou úroveň signálů, zvyšovat napěťovou a proudovou odolnost používaných součástek, používat vstupní odrušovací filtry apod..

5.9.5. Ochrana proti (pulznímu) přepětí

Přepětí lze definovat jako napětí, které je vyšší než nejvyšší provozovací napětí v elektrickém obvodu. Pulzní přepětí je krátkodobé napětí trvající zlomek sekundy, mající hodnotu od několika stovek voltů až do desítek kilo voltů. Tato přepětí mohou ohrozit elektrické zařízení nebo zdraví Člověka. Dle původu je lze rozdělit do několika skupin.

Atmosférické přepětí, vyvolané účinkem blesku. Přepěťová špička, která může při přímém nebo blízkém úderu blesku proniknout do energetických a sdělovacích obvodů může dosahovat několika desítek, někdy i stovek kilovoltů.

Přepětí, vyvolané přímým nebo blízkým úderem blesku, může způsobit naprosté zničení instalačního vedení v objektech a zničení rozsáhlých počítačových sítí, zabezpečovacích systémů, telekomunikačních vedení i zařízení rozhlasové, televizní a videotechniky. Při úderu blesku se impuls může šířit do vzdálenosti až dvou kilometrů od místa úderu.

Spínací přepětí vyvolané spínáním v jednotlivých obvodech. Tyto rušivé impulsy o velikosti až desítek kilovoltů se šíří především v rozvodných sítích a jejich hlavními zdroji jsou připojované a odpojované velké indukční a kapacitní zátěže. Do této skupiny zdrojů rušení patří i zkraty v rozvodných sítích nízkého napětí a spínání drobných elektrických a elektronických spotřebičů. Velikost rušivých impulsů je v těchto případech nižší a dosahuje jednotek kilovoltů.

Spínací a zkratové impulsy jsou nižší intenzity a při šíření rozvodnou sítí nemusí vždy poškodit elektronická zařízení. U počítačů a počítačových sítí však mohou způsobit nejen „zamrznutí“ počítače, ale i nevratnou ztrátu dat a informací. Výše těchto následných škod může být výrazně vyšší než přímá škoda na elektronických zařízeních.

5.9.6. Ochrana před bleskem

Spolehlivost této ochrany vyžaduje koordinaci vnější a vnitřní ochrany před bleskem. Není to pouze problémem jednotlivých součástí, ale společného působení všech zařízení, tj. **celého systému.**

Vnější ochrana před bleskem (hromosvodní systém) zajišťuje ochranu před tepelnými a mechanickými účinky blesku. Impulz o značné energii je sveden přímo do země. Část této **energie se v zemi rozptýlí, ale zhruba polovina se indukci vrací zpět do všech kovových částí** vstupujících do objektu, včetně rozvodné napájecí sítě a sdělovacích vědem. Proto nelze považovat hromosvodní systém za jedinou dostatečnou ochranu před pulzním přepětím od blesku.

Vnitřní ochrana před bleskem je tvořena souborem opatření ke snižování nepříznivých účinků elektromagnetických impulzů, způsobených bleskovým proudem uvnitř chráněného objektu. Do tohoto souboru opatření patří odstínění budov a místností, potenciálové vyrovnání včetně odstranění možností nebezpečných přiblížení.

Dostatečným **ochranným opatřením je účinná přepěťová ochrana. Jádrem vnitřní** ochrany před bleskem je potenciálové vyrovnání, kdy se všechny kovové neživé instalační systémy **připojí k ekvipotenciální přípojnici (viz přípojnice pospojování).** Veškerá vstupující a vystupující elektrická (silová i sdělovací) vedení se k systému potenciálového vyrovnání připojí nepřímo přes svodiče přepětí.

U objektů, **vybavených ve velké míře elektronickými a sdělovacími zařízeními, je nezbytné realizovat koncepci zón ochrany proti účinkům blesku.** Na vnější části budovy (zóna 0), kde hrozí **přímý úder blesku a elektromagnetické pole s vysokou intenzitou, navazují uvnitř budovy ochranné zóny s nižším stupněm ohrožení (1,2,3).** Na rozhraní zón 0 a 1 **musí být všechny přicházející vodiče připojeny na systém potenciálového vyrovnání (jinak nazývaný též hlavním pospojováním), který je schopný odvádět bleskové proudy.** K připojování živých vodičů pod napětím se používají výkonné svodiče bleskových proudů. **V následujících rozhraních mezi zónami uvnitř budovy se zřizují místní potenciálová vyrovnání, kde jsou pospojovány všechny kovové neživé instalační systémy a dále vodiče, procházející těmito rozhraními. K ochraně se používají svodiče přepětí. Místní ekvipotenciální přípojnice pospojování musí být účinně propojeny s ekvipotenciální přípojnici hlavního pospojování.**

Při zajišťování ochrany důležitých počítačů a počítačových sítí před přepětím (bleskem i spínacím) se nelze spoléhat pouze na přepětěvou odolnost vstupního obvodu počítače (na integrovanou ochranu v obvodech počítače). Komplexní ochrana v těchto případech vyžaduje instalovat celý systém ochrany - před přepětím přicházejícím ze sítě nízkého napětí, na vedeních vlastní datové (počítačové) sítě a před **přepětím přicházejícím z vedení měřicí, řídicí nebo signalizační techniky.**

5.9.7. Závěr

Ochrana průmyslových systémů před vzájemným rušením vyžaduje respektovat zásady realizace EMC již ve fázi projektování. Pouze takový postup přináší pozitivní výsledky a je v souhrnu nejlevnější. Obecně se vychází z popisu elektromagnetického prostředí, tj. ze zdrojů rušení, struktury systému a z rozmístění jednotlivých prvků, typů budovy a rozvodu. Rozliší se rušivé signály, šířené vedením a šířené polem a celý projekt se rozdělí do pásem EMC podle výskytu a nebezpečí rušení. Na závěr, po dokončení realizace navrženého systému, je provedeno autorizované měření a případně udělena písemná certifikace.

Podrobněji se problematikou, související s EMC, budete zabývat v průběhu celého studia na fakultě v řadě odborných předmětů.