

OCHRANA PŘED ÚRAZEM ELEKTRICKÝM PROUDEM

Určeno pro posluchače bakalářských studijních programů FS

1. Úvod
2. Účinky elektrického proudu na lidský organizmus
3. Organizační opatření pro zábranu vzniku úrazu el. proudem
4. Technická opatření pro zábranu vzniku úrazu elektrickým proudem
5. První pomoc při úrazu elektrickým proudem

Ing. Vladimír Meduna
Prosinec 1998

1. Úvod

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

Ochrana před úrazem elektrickým proudem je souhrnem organizačních a technických opatření, která zabraňují vzniku úrazu.

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

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

2. Účinky elektrického proudu na lidský organizmus

Účinek elektrického proudu, protékajícího lidským tělem závisí na :

- druhu proudu
- velikosti proudu
- frekvenci proudu
- fázi srdeční činnosti
- impedanci lidského těla
- dráze proudu
- době průchodu proudu
- fyziologickém a psychickém stavu organismu
- velikosti dotykového napětí

Obecně lze říci, že působení stejnosměrného proudu je méně nebezpečné než působení proudu střídavého. Oba druhy proudu způsobují rozklad krve i svalové křeče (což vede k neschopnosti okysličování organismu, zástavě dýchání a pod.).

Střídavý proud však navíc ještě od určité velikosti způsobuje tzv. fibrilaci srdce, což vede k zástavě srdeční činnosti. Srdce pracuje vlastně jako krevní pumpa s frekvencí cca 70 tepů za minutu. Při průchodu střídavého proudu (např. s frekvencí 50 Hz) se srdce snaží přizpůsobit frekvenci procházejícího proudu a kmitá s frekvencí nikoliv 70 x za min., ale 50 x za sec. Tím srdce ztrácí schopnost pracovat jako pumpa, dochází pouze ke chvění srdce (srdeční fibrilace) a dochází k zástavě srdeční činnosti.

Nejnebezpečnější pásmo frekvence proudu je v rozmezí 50 - 60 Hz. Působení vyšších frekvencí je nad rámec této informace.

Podle nejnovějších výzkumů je stupeň účinku elektrického proudu procházejícího lidským tělem dán vzájemnou kombinací velikosti proudu, dobou jeho působení a v neposlední řadě tím v které fázi srdeční činnosti dojde k nebezpečnému dotyku.

Například účinky střídavého proudu s frekvencí 50-60 Hz se projevují následně:

- 0,0045 mA... pozorovatelné chvění (brnění) jazyku
- 1,2 mA ... pozorovatelné chvění(brnění) prstů
- 6 mA ... počátek vzniku svalových křečí u žen
- 9 mA ... počátek vzniku svalových křečí u mužů

20 mA ... ochabnutí dýchacích svalů
80 mA ... fibrilace srdce, když doba působení proudu je delší než 1 s

Poznámka: Hodnoty jsou uvedeny pro případ průtoku elektrického proudu z levé ruky do obou nohou.

Z předchozího výkladu je zřejmé, že účinek elektrického proudu na lidský organismus stoupá především s velikostí proudu, který protéká lidským tělem a dobou po kterou proud protéká.

Velikost elektrického proudu protékajícího tělem je závislá na impedanci celého proudového obvodu, který tvoří zdroj, vodiče a lidské tělo (někdy také odpor uzemnění). Impedance zdroje a přírodních vodičů je vůči odporu lidského těla zanedbatelná.

Velikost impedance lidského těla je rozdílná u jednotlivých osob dle jejich fyziologické stavby a pohybuje se v rozmezí od 750 Ω do 9000 Ω . Jako průměrná hodnota byla stanovena hodnota 2000 Ω . Tato impedance je rovněž závislá na psychickém stavu osoby, se zhoršujícím se psychickým stavem impedance lidského těla klesá (někdy až na hodnotu 500 Ω).

Velikost impedance se mění v závislosti na výši dotykového napětí, s vyšším napětím impedance těla klesá. Např. při dotykovém napětí 50 V je impedance těla asi 6000 Ω , při napětí 700 V již jen 750 Ω .

Velikost impedance těla se rovněž mění v závislosti na dráze proudu lidským tělem. Např. impedance těla při průtoku proudu ruka-ruka je asi 1000 Ω , noha-noha 1258 Ω , obě ruce-hrud' : 293 Ω .

Největší nebezpečí je při dotyku hlavou, kdy k již zmíněným okolnostem navíc přistupuje ještě průtok hlavou tj. nervovým centrem celého těla.

Poznámka: Na rozdíl od dřívějších předpisů nyní není hodnota bezpečného proudu stanovena.

3. Organizační opatření pro zábranu vzniku úrazu el. proudem

Tato opatření se týkají výběru a odborné kvalifikace pracovníků provádějících činnost na elektrickém zařízení a jsou mj. dána ustanoveními vyhl.čís. 50/78 Sb.

Pracovníci, kteří provádějí činnost na el. zařízení mohou tato zařízení **obsluhovat** nebo mohou na těchto zařízeních **pracovat**.

Obsluhou elektrického zařízení se rozumí např. zapínání, vypínání zařízení podle návodů k obsluze, ale také výměna závitových a přístrojových pojistek nebo výměna žárovek, čtení údajů trvale namontovaných elektrických měřicích přístrojů a pod.

Práce na el. zařízení je např. montáž, revize, údržba elektrického zařízení, ale také i měření přenosnými přístroji.

Vyhláška čís.50/78 Sb. pak přesně specifikuje, kdo může a za jakých podmínek obsluhovat nebo pracovat na elektrickém zařízení . Stanoví stupeň odborného elektrotechnického vzdělání a potřebnou praxi pro jednotlivé druhy činnosti na elektrickém zařízení a způsob ověřování těchto odborných znalostí.

4. Technická opatření pro zábranu vzniku úrazu elektrickým proudem

4.1 Všeobecně

Technická opatření, která mají snížit nebo zabránit vzniku úrazu elektrickým proudem jsou uvedena především v technických normách. Od 1.1.1996 byla původní státní technická norma pro ochranu před nebezpečným dotykovým napětím ČSN 34 1010 nahrazena normou ČSN 33 2000-4-41, která již odpovídá ustanovením Mezinárodní normalizační komise (ISO) a Mezinárodní elektrotechnické komise (IEC). Tato ustanovení již respektují také všechny státy Evropské unie.

4.2. Základní názvosloví

Z hlediska úrazu elektrickým proudem má každé elektrické zařízení **části živé a části neživé**.

Živá část elektrického zařízení je vodič nebo vodivá část určená k tomu, aby při obvyklém užívání byla pod napětím.

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

Vznik úrazu elektrickým proudem je dán nejen vlastním provedením elektrického zařízení, ale také působením **vnějších** vlivů, které na toto zařízení působí. Podle působení vnějších vlivů (teplota, atmosférické podmínky, nadmořská výška, výskyt vody, plísní, živočichů, korozičních a znečišťujících látek , mechanické působení, různé druhy záření a pod.) se pak prostory, ve kterých je elektrické zařízení umístěno dělí podle stupně nebezpečí vzniku úrazu elektrickým proudem na **prostory: normální, nebezpečné, zvláště nebezpečné.** (ČSN 332000-3).

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 ustanovením, která se jich týkají. (Nevodivé okolí, sucho, teplo a pod.)

Prostory nebezpečné jsou takové, kde působením vnějších vlivů je buď přechodné, nebo stálé nebezpečí elektrického úrazu. (Výskyt vlhkosti, vodivé okolí a pod.)

Prostory zvláště nebezpečné jsou takové, ve kterých působením zvláštních okolností, vnějších vlivů (případně i jejich kombinací) dochází trvale ke zvýšení nebezpečí elektrického úrazu .(Trvalý výskyt vody, venkovní prostředí a pod.)

Vnější vlivy jsou např. vlhkost, prašnost, koroziční látky v ovzduší, mech.rázy, přítomnost hlodavců a pod. Pojem působení vnějších vlivů však také zahrnuje odbornou kvalifikaci osob, které na tomto zařízení provádějí činnost.

Podrobně jsou uvedeny všechny druhy vnějších vlivů v ČSN 332000-3.

Norma ČSN 33 0600 rozděluje elektrická a elektronická zařízení s napětím do 1000V stř. a 1500V ss, z hlediska způsobu ochrany před úrazem elektrickým proudem, do následujících tříd:

Třída 0 -zařízení je zcela bez ochrany živých i neživých částí, běžně se nesmí používat a zařízení nemá ochrannou svorku pro připojení ochranného vodiče nebo uzemnění, má pouze základní izolaci. (Např. zařízení , které je ve stadiu vývoje a pod.).

Třída I - zařízení má svorku pro připojení ochranného vodiče nebo uzemnění, má jen základní izolaci (např. žehlička, pračka , motor a pod.).

Třída II - má základní a přídatnou izolaci, není třeba žádné další ochrany

Třída III - napájení bezpečným malým napětím, není třeba další ochrany

Názvosloví vodičů.

Vodiče jsou součástí elektrických rozvodů. Nemá-li docházet k jejich záměně, což může mít i tragické následky, je důležité, aby byly jednotně nazývány i označovány. Proto rozlišujeme :

pracovní vodič - vodič proudové soustavy sloužící k přenosu elektrické energie

střední vodič - vodič připojený na střed (uzel) zdroje, schopný přispět k přenosu elektrické energie (značka N)

ochranný vodič - vodič požadovaný určitými opatřeními na ochranu před úrazem elektrickým proudem, který elektricky spojuje některé z těchto částí : neživé části, cizí vodivé části, hlavní ochrannou svorku, zemnice, uzemněný bod zdroje (značka PE)

vodič PEN - vodič spojený se zemí slučující v sobě funkci ochranného a středního vodiče

náhodný ochranný vodič - vodič vytvořený souvislými vodivými částmi splňujícími podmínky ochranného vodiče a použitý jako ochranný vodič

4.3 Základní dělení ochrany před úrazem elektrickým proudem

A) Ochrana před nebezpečným dotykem *živých částí*

B) Ochrana před nebezpečným dotykem *neživých částí*

C) Ochrana před nebezpečným dotykem *živých a neživých částí*

A) Ochrana před nebezpečným dotykem živých částí se provádí:

- *izolací* : požaduje se úplné pokrytí živých částí izolací, kterou lze odstranit pouze jejím zničením. Elektrické vlastnosti izolace musí odpovídat výši jmenovitého napětí živých částí. (Např. izolace vodičů a pod.).

- *kryty nebo přepážkami* : *kryt* je část zajišťující ochranu zařízení před určitými vnějšími vlivy a ve všech směrech ochranu před dotykem živých částí, *přepážka* je část zajišťující ochranu před dotykem živých částí z každého obvyklého směru přístupu

- *zábranou a polohou* - *zábrana* je část bránící nahodilému dotyku živých částí, avšak nebránící dotyku živých částí záměrnou činností (např. zabránění přístupu k těmto částem a pod.). Při ochraně *polohou* jsou nebezpečné živé části

umístěny mimo dosah a brání pouze nahodilému dotyku např. volné vedení a pod.

-*doplňkovou ochranou proudovým chráničem* s vybavovacím proudem max. 30 mA - využívá schopnosti proudového chrániče odpojit živou část i v případě dotyku osoby s živou částí. Nelze ji použít jako základní ochrany, ale jen ve spojení s předchozími ochranami.

- *ochrana doplňkovou izolací*: vybavení izolačním stanovištěm nebo použití ochranných pomůcek (izolační rukavice), ochranu nelze použít pro pracovníky seznámené nebo poučené

B) Ochrana před nebezpečným dotykem neživých částí se provádí jako :

1. *ochrana samočinným odpojením od zdroje*
2. *použití zařízení tř. II nebo s rovnocennou izolací*
3. *ochrana umístěním v prostoru s nevodivým okolím*
4. *ochrana elektrickým oddělením*
5. *neuzemněným místním pospojováním*

B1. Ochrana samočinným odpojením od zdroje

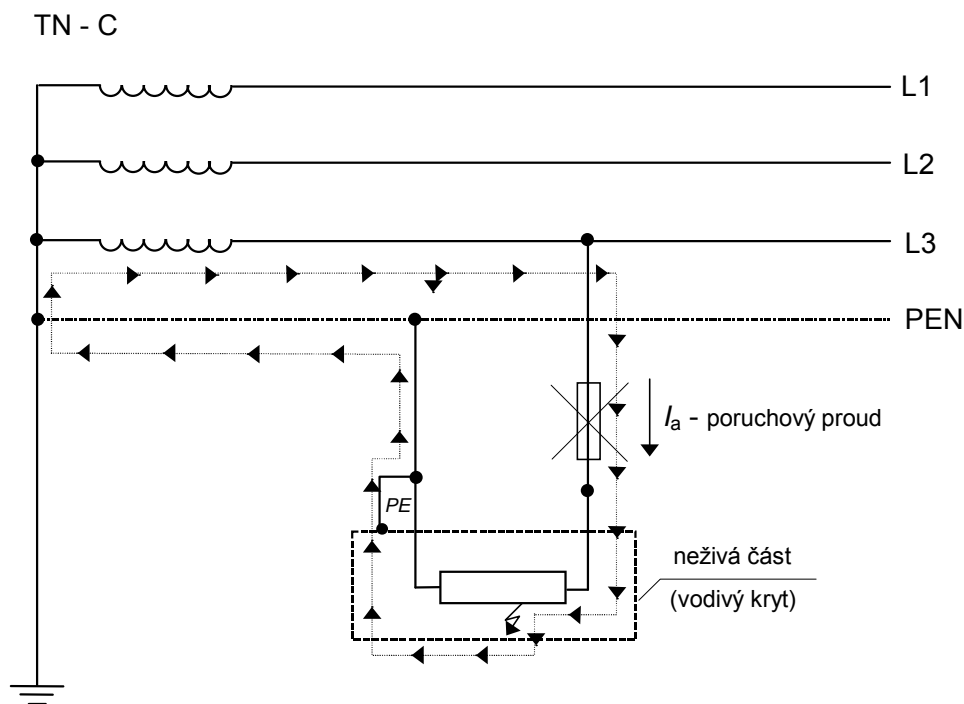
Pro ochranu samočinným odpojením od zdroje ve stanoveném čase musí být splněny základní požadavky:

- spojení neživých částí pomocí ochranného vodiče s uzlem zdroje
- provedení hlavního pospojování (spojení ochranného vodiče s konstrukcí budovy, potrubími a uzemněním)

Samočinné odpojení od zdroje je zabezpečeno ochrannými přístroji (pojistky, jističe, chrániče proudové i napěťové), které musí odpojit obvod nebo zařízení, jestliže se na jeho neživých částech vyskytne napětí vyšší než dovolené dotykové napětí 50 V pro bezpečné a 25 V pro jiné než bezpečné prostory.

Pro samočinné odpojení jsou stanoveny konkrétní časy v závislosti na druhu elektrického zařízení a na výši napětí proti zemi. Např. zásuvkové obvody pro napětí 230 V - 0,4 s, mezi rozváděči a pro pevně připojené spotřebiče a 230 V - 5 s. Pokud není možné dosáhnout vypnutí v požadovaném čase pojistkou nebo jističem, je nutno použít k vypnutí *proudový chránič*. Důvodem je to, že proudové chrániče vypínají nejpozději do 0,2 s po dosažení nastavené hodnoty rozdílového proudu, kdežto vypínací doba pojistek a jističů závisí na velikosti poruchového proudu.

Princip působení ochrany odpojením od zdroje je znázorněn na obr. č. 1, kde střední vodič zastává funkci jak ochranného tak pracovního vodiče.



Obr. č. 1 Princip ochrany odpojením od zdroje v síti s uzemněným uzlem zdroje (TN-C)

Poznámka: Označení sítě TN-C znamená :

T - síť s uzemněným uzlem zdroje

N - neživé vodivé části spojené ochranným vodičem s uzlem zdroje

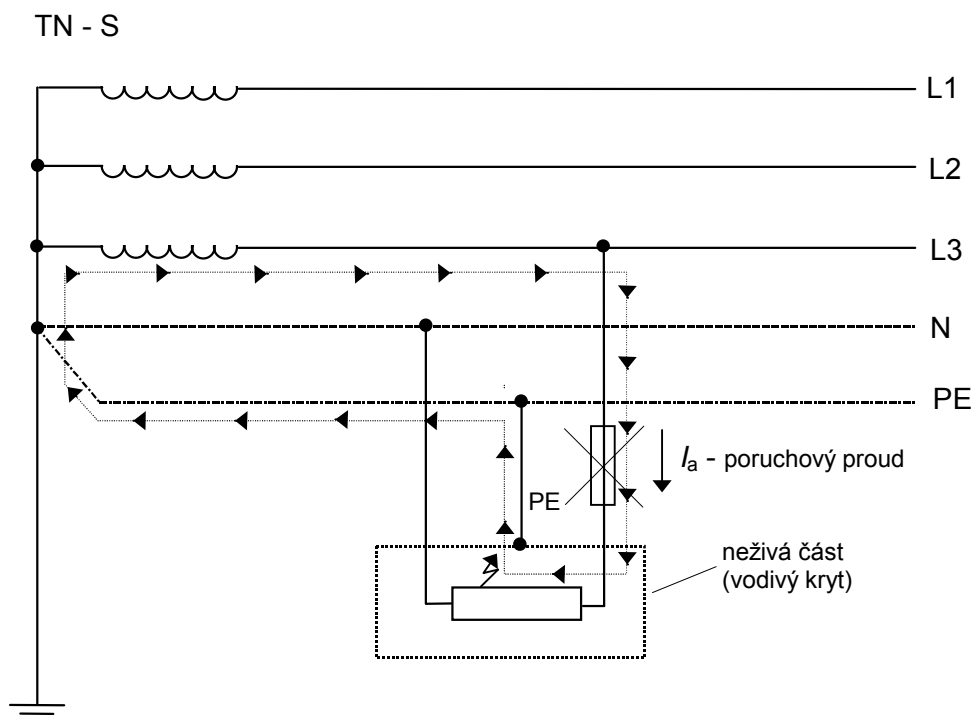
C - ochranný vodič zastává současně funkci středního vodiče a vodiče ochranného (značka PEN)

Ochrana působí tak, že v případě vniknutí nebezpečného napětí (průraz izolace a pod.) na neživou část, prochází poruchovým obvodem (na obrázcích vyznačeno přerušovanou čarou) poruchový proud, který musí být tak velký, aby způsobil vypnutí pojistky či jističe ve stanoveném čase. a tím odpojení elektrického zařízení od zdroje.

Tím, že funkci ochrannou i pracovní plní jediný vodič (PEN), však tento způsob ochrany přináší však určitá nebezpečí a problémy :

- přerušení vodiče PEN ohrožuje všechny uživatele zařízení za místem přerušení (plné fázové napětí je pak na neživých částech el. zařízení)
- vysoká impedance poruchového obvodu prodlužuje dobu odpojení vadné části a zpětné proudy spotřebičů procházející vodičem PEN zvyšují jeho potenciál nad potenciál země

Z výše uvedených důvodů je s platností od 1.1.1999 nutno v případech, kde průřezy pracovních vodičů jsou menší než 16 mm^2 Al nebo 10 mm^2 Cu rozdělit funkci ochranného a pracovního vodiče, tzn. vodič PEN rozdělit na vodič střední (pracovní N) a vodič ochranný (PE) tak, jak je znázorněno na dalším obrázku čís.2.



Obr.č.2 Ochrana odpojením od zdroje v síti TN-S

Poznámka : V označení sítě TN-S, písmeno S znamená, že vodiče PE a N jsou odděleny. Z předchozího obrázku je zřejmé, že při přerušení středního vodiče N sice dojde k přerušení činnosti el. zařízení, avšak funkce ochranného vodiče PE a tedy působení ochrany před úrazem el. proudem zůstává zachována.

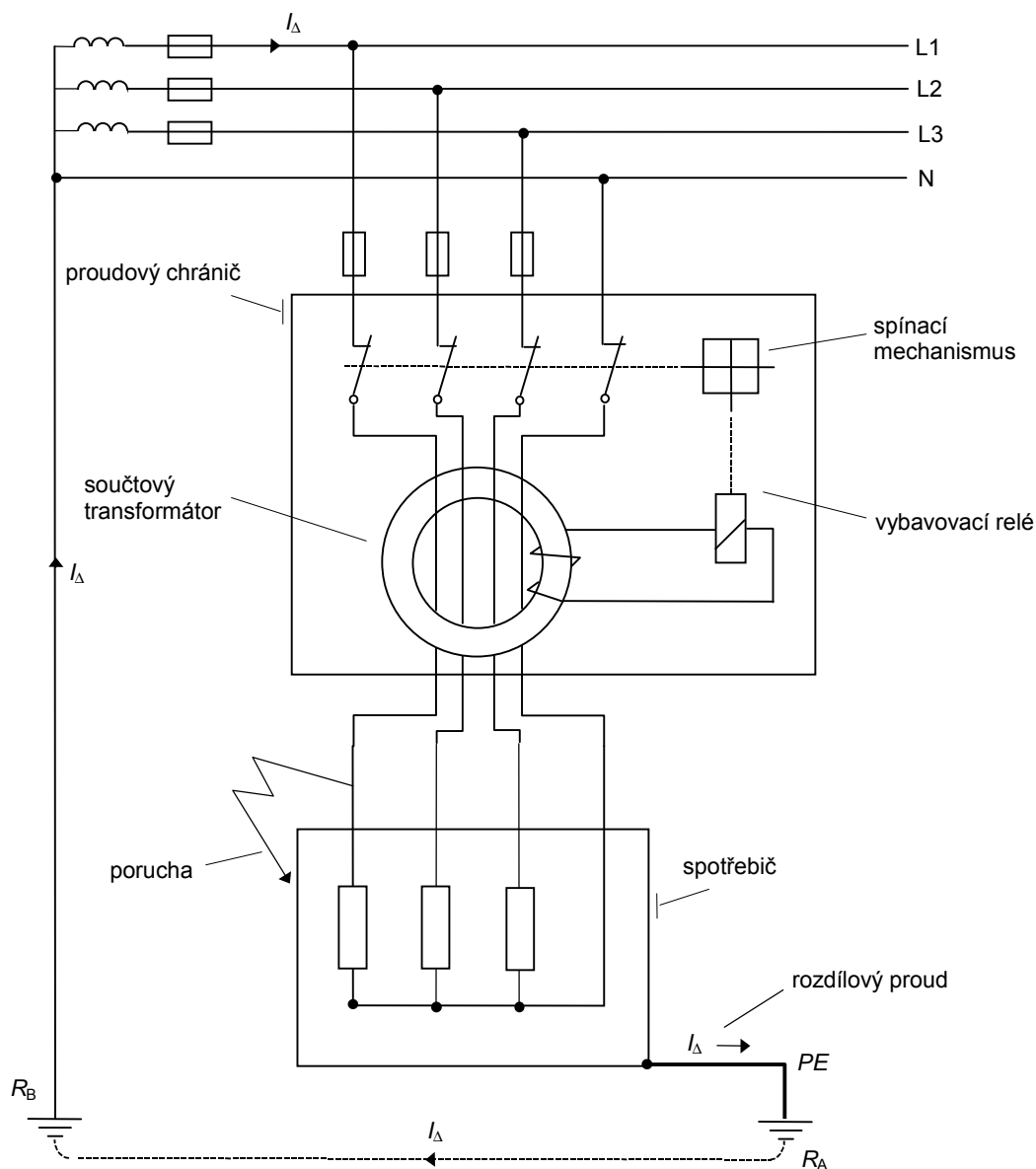
Základní podmínky pro správné působení ochrany :

- ochranný vodič PE resp. PEN se nesmí jistit
- impedance ochranné vypínací smyčky musí odpovídat vztahu $Z_s \times I_a = U_0$
kde Z_s impedance ochranné vypínací smyčky [Ω]
 I_a proud, který způsobí vypnutí v předepsaném čase [A]
 U_0 napětí živé části proti zemi [V]
- vodič zastávající funkci ochranného vodiče (PE, PEN) musí mít barvu zelenožlutou
- ochranný vodič musí mít minimální předepsaný průřez

Velikost proudu I_a odečteme z vypínací charakteristiky ochranného prvku (pojistky nebo jističe) pro stanovenou dobu vypnutí, jak je uvedeno v úvodu kapitoly.

V případě, že impedance ochranné vypínací smyčky je tak velká, že ochranný prvek neodpojí elektrické zařízení v předepsaném čase, je nutno použít k odpojení od zdroje ochranný vypínací prvek zvaný **proudový chránič**.

Princip funkce a zapojení proudového chrániče v rozvodné síti je nakresleno na obr.čís. 3.



Obr.č. 3 Princip činnosti proudového chrániče

Proudový chránič se skládá ze součtového proudového transformátoru, vybavovacího relé a spínacího mechanismu (obr. 3). Proudovým transformátorem procházejí všechny pracovní vodiče (vodiče fázové L1, L2, L3 a vodič N) ke spotřebiči. Za normálních podmínek je vektorový součet proudů ve všech pracovních vodičích roven nule a v sekundárním vinutí se neindukuje žádné napětí. Jestliže dojde za chráničem k úniku proudu z fázového vodiče do země (neživá vodivá část je spojena se zemí) např. průrazem izolace na kostru, vznikne rozdíl mezi porovnávanými proudy. Tento rozdíl proudů, neboli rozdílový proud, indukuje v sekundárním vinutí transformátoru napětí, které vyvolá proud a pomocí vybavovacího relé uvede v činnost spínací mechanismus. Tím dojde k rychlému odpojení porušené části elektrického zařízení od sítě. Max. doba odpojení pro proudové chrániče je stanovena na 0,2 s.

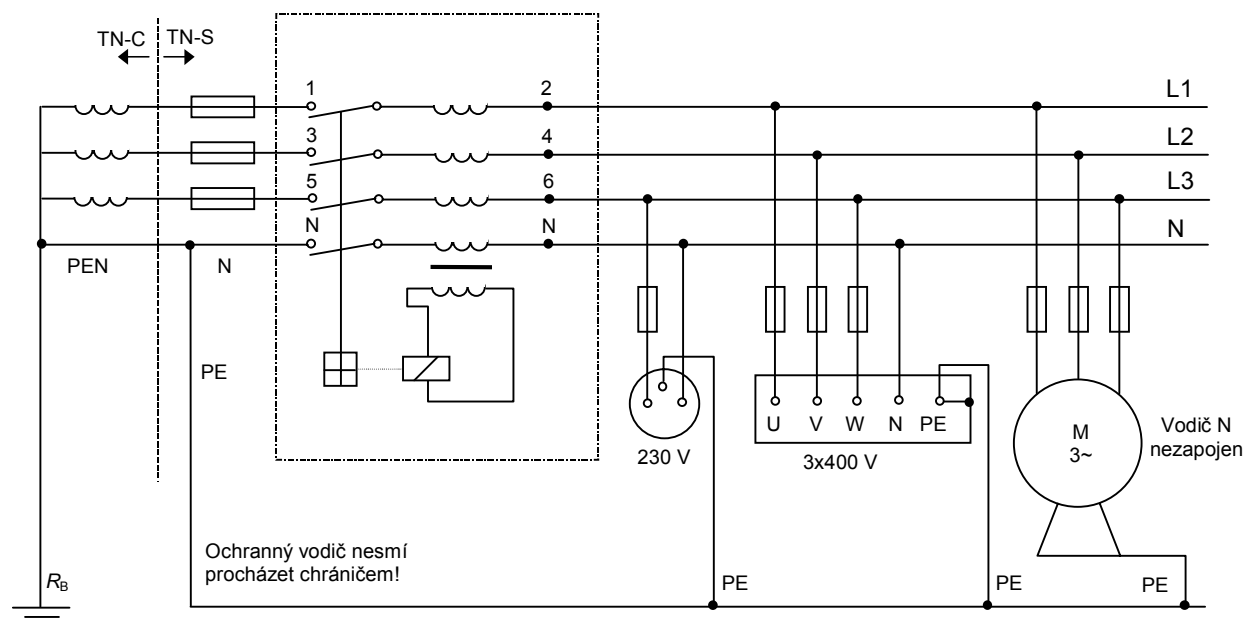
Z principu funkce vyplývá, že proudový chránič bez nadproudové ochrany nejistí před přetížením resp. zkratem.

Proudové chrániče se vyrábějí pro rozdílové proudy těchto hodnot : 10,30,100,300,500 mA a

pro různé druhy proudů : AC - citlivost na střídavý proud, A - citlivost na pulzující proud, B - citlivost na střídavý i pulzující proud.

S ohledem na potřebu selektivity vypínání jsou chrániče různých typů . Některé reagují ihned , další typ se zpožděním 10 ms nebo 40 ms.

Způsob zapojení proudového chrániče do sítě TN-C je nakreslen na obr.č. 4



Obr.č.4 Příklad zapojení proudového chrániče v síti TN-C - S

Ze způsobu zapojení, který je uveden na předchozím obrázku, vyplývá nutnost rozdělení vodiče PEN na vodič PE a vodič N, tedy vytvoření sítě TN - S.


Základní podmínky pro správnou funkci proudového chrániče:

- chráněné části musí být spojeny s uzemněným uzlem zdroje (uzemněním nebo ochranným vodičem)
- ochranný vodič musí mít stanovený průřez
- chráničem **musí** procházet všechny pracovní vodiče (tedy i vodič střední „N“)
- chráničem **nesmí** procházet vodič ochranný „PE“
- chránič **musí** vypínat všechny pracovní vodiče (tedy i vodič střední „N“)

Poznámka : Proudové chrániče jsou pro některá elektrická zařízení povinné, např. pro zásuvky v koupelnách, el.zařízení v zemědělských objektech , staveništních rozváděcích a pod.

Jednotlivé případy povinného použití proudových chráničů stanoví předmětné ČSN.

B2. Použití el.zařízení II.tř. nebo s rovnocennou izolací

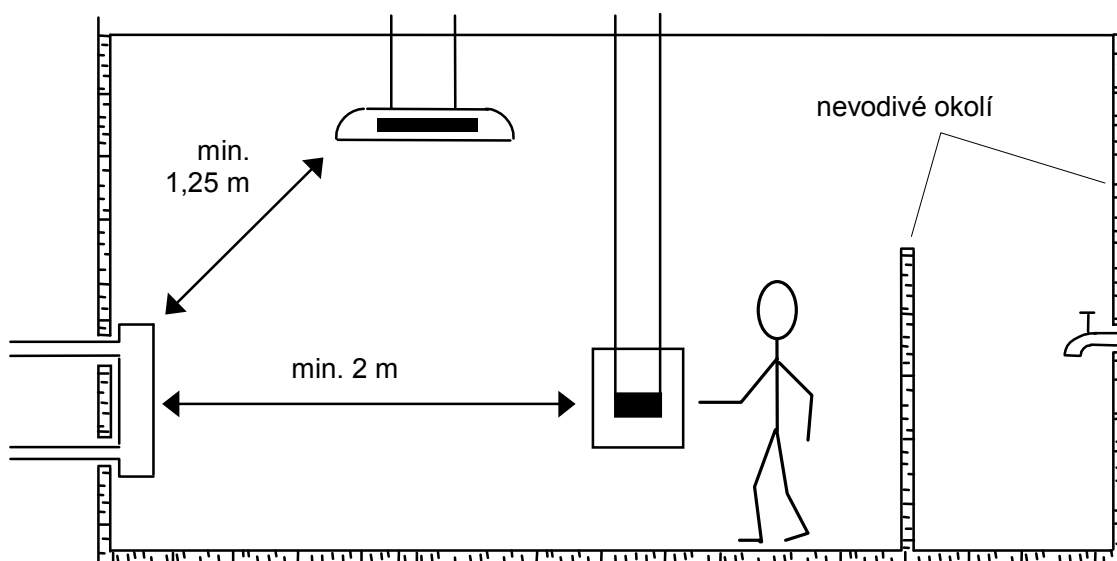
Elektrické zařízení II.tř. má provedenou dvojitou izolaci, která zaručuje, že v žádném případě se nemůže nebezpečné napětí dostat na neživou část zařízení. Vlastnosti takového zařízení jsou ověřeny autorizovanou zkušebnou a jsou na svém výrobním štítku označeny stanoveným označením  .

Místo dvojité izolace můžeme provést také přímo na místě montáže izolaci zesílenou, jejíž elektrické parametry musí odpovídat dvojité izolaci. Takovéto zařízení se pak (po provedeném měření) označuje značkou ☒.

Elektrické zařízení označené značkou ☐ nebo ☒ pak již nepotřebují žádnou další ochranu před úrazem el. proudem.

B3. Ochrana nevodivým okolím

Tento způsob ochrany má zabránit současnému dotyku částí, které mohou mít v důsledku porušení základní izolace živých částí různých potenciálů.



Obr.č.5 Ochrana nevodivým okolím, znázornění podmínek

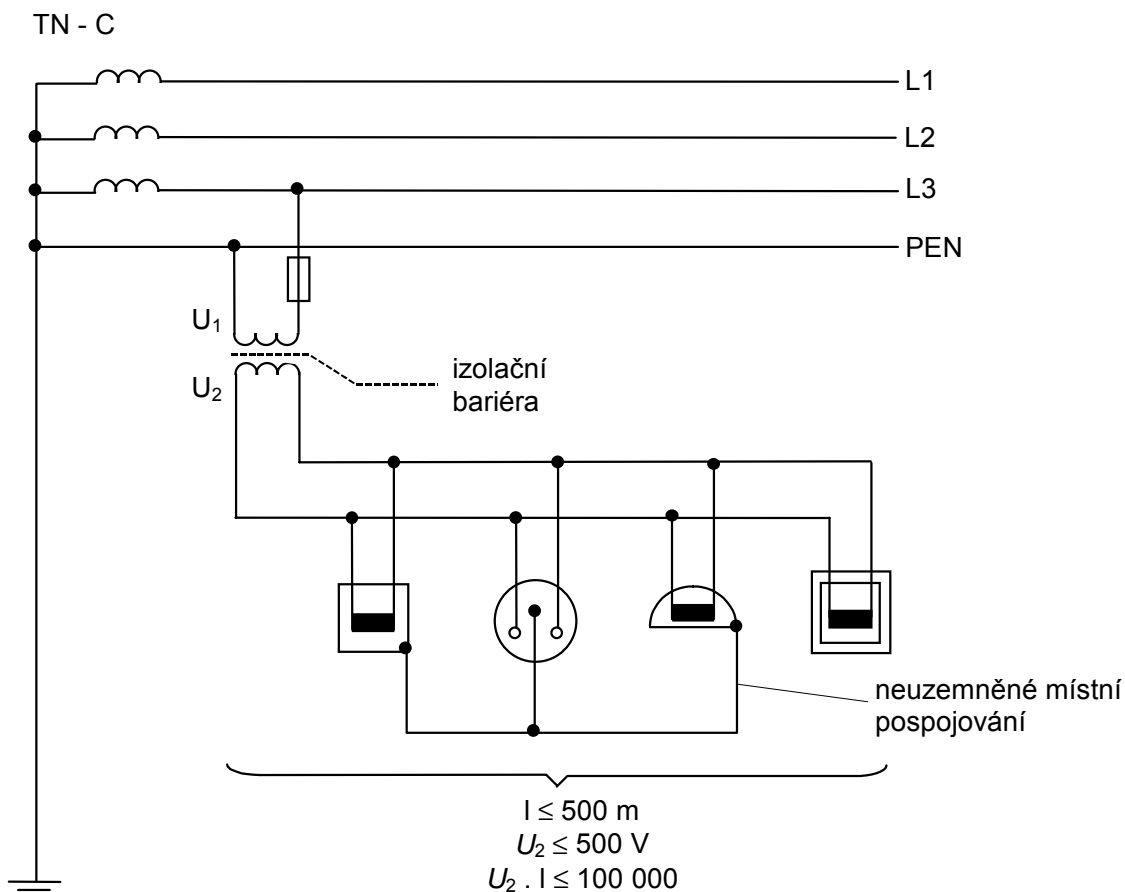
B4. Ochrana elektrickým oddělením

Účelem elektrického oddělení jednotlivých obvodů je zabránit průchodu tak velkého proudu, který by, při dotyku neživých částí, které se mohou dostat pod napětí při poruše základní izolace obvodu, mohl způsobit úraz elektrickým proudem.

Podmínky pro provedení ochrany:

- obvod musí být napájen přes oddělovací ochranný transformátor
- napětí elektricky odděleného obvodu nesmí přesáhnout 500 V
- živé části odděleného obvodu nesmí být spojeny v žádném bodu s jiným obvodem nebo se zemí
- pokud je na oddělený obvod napojeno více než jeden přístroj, musí být vodivě propojeny jejich neživé vodivé části navzájem (ale nesmí být spojeny se zemí)
- součin délky vedení a napětí odděleného obvodu musí být menší než hodnota 100 000.

Způsob provedení ochrany elektrickým oddělením a znázornění podmínek této ochrany je znázorněn na obr.č.6.



Obr.č.6 Podmínky ochrany elektrickým oddělením

B5. Ochrana neuzemněným místním pospojováním

Účelem této ochrany je zabránit výskytu nebezpečného dotykového napětí, což je docíleno tím, že jsou spolu vodivě spojeny všechny neživé části a spolu s nimi i cizí vodivé části, přístupné dotyku. Tato soustava místního neuzemněného pospojování nesmí být spojena se zemí ani přímo ani přes neživé části či cizí vodivé části.

C. Ochrana před nebezpečným dotykem živých a neživých částí se provádí jako:

1. *Ochrana malým napětím - SELV, PELV*
2. *Ochrana omezením ustáleného proudu a náboje*

C1. Ochrana malým napětím

Jedná se o nejbezpečnější způsob ochrany. Bezpečnost této ochrany je dána tím, že na elektrickém zařízení nesmí být přivedeno napětí vyšší než bezpečné malé napětí s ohledem na jednotlivé druhy prostorů ve kterém je elektrické zařízení umístěno. Tím je zajištěno, že v případě dotyku s živou či neživou částí elektrického zařízení, nemůže tělem procházet proud, který je nebezpečný lidskému organismu.

Meze bezpečných malých napětí s ohledem na členění prostorů a způsobu dotyku elektrických částí při obsluze jsou uvedeny v tab.č. 1.

Tab.č. 1 Meze bezpečných malých napětí s ohledem na členění prostorů a způsob dotyku el.částí při obsluze

Prostory	Při dotyku částí (při obsluze)	Bezpečné malé napětí živých částí V	
		střídavé	stejnoseměrné
Normální	živých	50	100
	neživých	50	120
Nebezpečné	živých	25	60
	neživých	50	120
Zvlášť nebezpečné	živých	12	25
	neživých	25	60

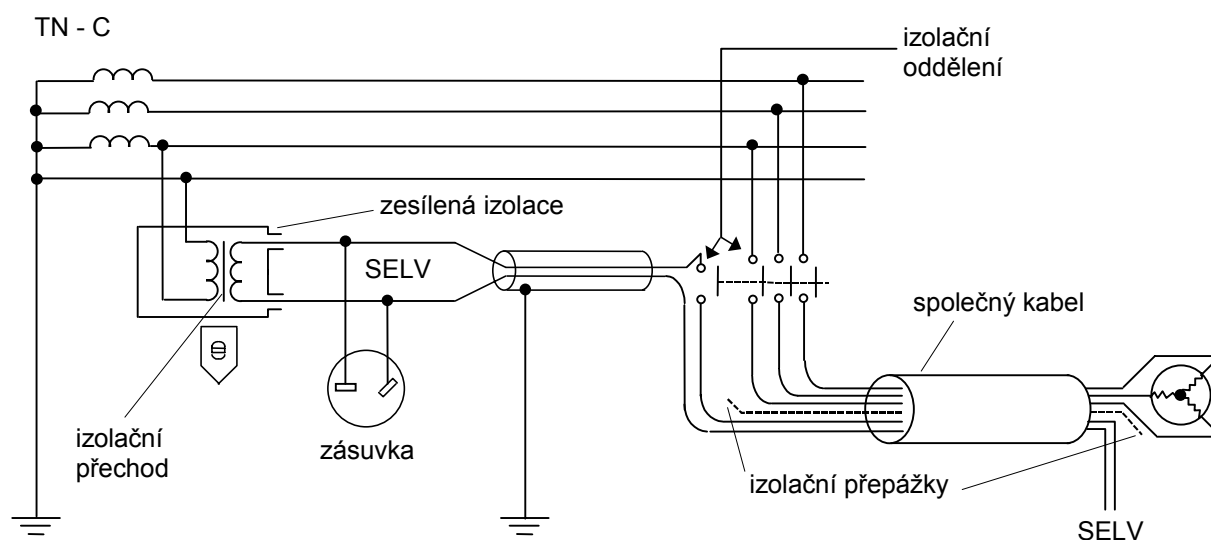
Obvody s bezpečným malým napětím se pak rozdělují na obvody **SELV** a **PELV**

Obvod SELV - musí mít bezpečné malé napětí (dle druhu prostoru) a živé části musí být odděleny spolehlivě elektricky od jiných obvodů

Obvod PELV - musí mít bezpečné malé napětí (dle druhu prostor), avšak z provozních důvodů je některá část obvodu uzemněna

Způsob provedení ochrany malým napětím SELV je znázorněn na obr.č.7, kde jsou rovněž uvedeny základní podmínky pro spolehlivou funkci ochrany :

- zdroj musí spolehlivě zajišťovat výši napájecího napětí
- živé části musí být izolační bariérou spolehlivě elektricky odděleny od částí jiných obvodů
- zásuvkové spoje obvodů nesmí být s jinými obvody záměnné a nesmí mít kontakt pro ochranný vodič



Obr.č. 7 Elektrické oddělení obvodů SELV

C2. Ochrana omezením ustáleného proudu a náboje

Princip ochrany omezením ustáleného proudu je založen na podmínce, že zdroj v takto chráněném obvodu nesmí umožnit, aby hodnota ustáleného proudu mezi částmi současně přístupnými dotyku překročila 3,5 mA st nebo 10 mA ss. Pro el. zařízení, kterých je nutno při jejich provozu se dotýkat rukou nesmí tato hodnota překročit 1 mA st nebo 3 mA ss.

Ochrana omezením ustáleného náboje stanoví, že nahromaděný náboj mezi současně přístupnými částmi nesmí překročit 50 μC . U částí, kterých je nutno při jejich provozu se dotýkat rukou jen 0,5 μC .

5. První pomoc při úrazu elektrickým proudem

Při vzniku úrazu elektrickým proudem se postupuje následujícím způsobem :

1. postiženého ihned vyprostíme z dosahu elektrického proudu vypnutím nebo spolehlivým přerušením el. obvodu v němž se postižený nachází
2. jestliže postižený nedýchá, zavede se umělé dýchání
3. je-li puls postiženého nehmatný, umělé dýchání ihned doplníme srdeční masáží
4. zavoláme lékaře
5. úraz ohlásíme nadřízenému pracovníkovi