

Termíny a definice

Tato kapitola je úvodem do problematiky ochrany před úrazem elektrickým proudem a bude se dělit na lekce:

- základní požadavky na bezpečnost
- prostory z hlediska úrazu elektrickým proudem
- úraz elektrickým proudem

živé a neživé části, druhy vodičů a kabelů.

Pro účely této učebnice je použita terminologie podle platných norem ČSN a Mezinárodního elektrotechnického slovníku IEC. Z hlediska úrazu elektrickým proudem je upřesněn termín „Předávací místo“. U vlastní spotřeby elektrických stanic distribuční a přenosové soustavy se předávacím místem rozumí přírodní svorky hlavního rozváděče nn.

Hranice ochrany: bod v elektrickém zařízení, kde začíná odběrné elektrické zařízení, určené pro konečnou spotřebu elektřiny. Ochrana před úrazem elektrickým proudem za předávacím místem (v odběrném zařízení odběratele) musí být zajištěna podle ČSN 33 2000-4-41 ed. 2.

Úraz elektrickým proudem (electric shock): fyziologický účinek elektrického proudu procházejícího tělem člověka nebo zvířete.

Základní požadavky na bezpečnost

Rozvodná elektrická zařízení musí být trvale vybavena prostředky ochrany před úrazem elektrickým proudem při respektování nepříznivého působení předpokládaných vnějších vlivů při jejich provozu. Technická řešení prostředků ochrany před úrazem elektrickým proudem jiným způsobem než norma jsou přípustná jen za podmínky, že prokazatelně dosahují minimálně stejné úrovně bezpečnosti.

Prostředky ochrany před úrazem elektrickým proudem u rozvodných elektrických zařízení musí splňovat některou z těchto podmínek:

- trvale zamezit přístup k živým i neživým částem při provozu elektrického zařízení s napětím vyšším než je mezní hodnota bezpečného napětí
- omezit proud protékající lidským tělem při dotyku s neživými částmi elektrických zařízení na úroveň, která není nebezpečná
- omezit dobu, po kterou při dotyku s neživými částmi elektrických zařízení protéká proud lidským tělem tak, aby nenastaly nebezpečné patofyziologické účinky u zasažených osob.
- Pro odběrná elektrická zařízení připojená na rozvodná elektrická zařízení jsou podmínky ochrany před úrazem elektrickým proudem stanoveny ČSN 332000-4-41 ed.2.
- Základní požadavky na bezpečnost lze rozlišovat pro elektrickou instalaci, elektrická zařízení, energetiku apod.

- Jiným pohledem na požadavek bezpečnosti může být z hlediska bezpečnosti elektrických zařízení tzv. bezpečný výrobek. Bezpečným výrobkům se věnuje zákon 22/1997 Sb. v pozdějších zněních. Zmiňme jen, že elektrické zařízení může být uvedeno na trh pouze tehdy, splňuje-li technické požadavky uvedené v nařízení vlády a neohrožuje (při správné instalaci, údržbě a užívání) bezpečnost osob, domácích a hospodářských zvířat nebo majetek.
- **Prostory z hlediska úrazu elektrickým proudem**
- Způsob a rozsah volby prostředků ochrany před úrazem elektrickým proudem závisí na prostoru, ve kterém je elektrické zařízení provozováno s přihlédnutím na nepříznivé působení předpokládaných vnějších vlivů.

Základní členění prostor

Pro stanovení úrovně ochrany se prostory člení následovně:

- prostory normální - prostory, ve kterých je provozování elektrického zařízení považováno za bezpečné (protože působením vnějších vlivů nedochází ke zvýšení nebezpečí úrazu elektrickým proudem, pokud elektrická zařízení odpovídají ustanovením, která se jich týkají a jsou provozována obvyklým stanoveným způsobem)
- prostory nebezpečné - prostory, kde působením vnějších vlivů je buď přechodné nebo stálé nebezpečí úrazu elektrickým proudem
- prostory zvlášť nebezpečné - prostory, ve kterých působením zvláštních okolností vnějších vlivů (případně jejich kombinací) dochází ke zvýšení nebezpečí úrazu elektrickým proudem.

Prostory se z hlediska nebezpečí úrazu elektrickým proudem posuzují podle nejnebezpečnějšího vnějšího vlivu nebo podle kombinace vnějších vlivů zvyšujících riziko úrazu.

Úraz elektrickým proudem

Velikost rizika vzniku úrazu elektrickým proudem je závislá na provozních podmínkách (napětí, proud, kmitočet atd.) a působení vnějších vlivů v prostoru provozovaných elektrických zařízení.

Lidé, hospodářská zvířata a volně žijící zvěř musí být chráněni proti nebezpečnému dotyku nebo přiblížení:

- k živým částem s napětím proti zemi
- k živým částem různé polarity nebo rozdílných potenciálů
- k neživým částem, které při poruše mohou být pod napětím proti zemi.

Při přímém dotyku s živými částmi elektrického zařízení pod napětím může protékat postiženým tělem elektrický proud, který způsobuje patofyziologické účinky.

Rozdělení napětí z hlediska nebezpečí úrazu elektrickým proudem

Pokud jsme řekli, že úraz elektrickým proudem závisí na napětí, musíme si říci, jak velká napětí v daných prostorách mohou být, aby k úrazu elektrickým proudem nedošlo. Pro účely stanovení úrovně a druhů prostředků ochrany před úrazem elektrickým proudem, je určující velikost napětí provozovaných elektrických zařízení.

Napětí se z těchto důvodů člení takto:

- napětí nebezpečná
- malá bezpečná napětí (napětí, která v daném prostoru neohrožují bezpečnost osob, hospodářských zvířat a volně žijící zvěř).

V následující tabulce je přehled mezí malých bezpečných napětí v daných prostorách, při kterých nedojde k úrazu elektrickým proudem a jsou zároveň mezními hodnotami dovoleného dotykového napětí elektrických zařízení do 1 000 V.

Obr. 1: Meze malých bezpečných napětí podle prostor

Prostory	při dotyku části (při obsluze)	Bezpečná napětí (V)
Normální	Živých	25
	Neživých	50
Nebezpečné	Živých	25
	Neživých	50
Zvlášť nebezpečné	Živých	-
	Neživých	12

Živé a neživé části

Živé části

Za živou část považujeme vodič nebo vodivou část, která je při obvyklém užívání pod napětím, včetně vodiče nulového (středního). Tyto živé části je nutné chránit proti přímému dotyku. Dle dohody však nezahrnuje vodič PEN (ČSN 33 0050, č. termínu 826-03-01).

POZNÁMKA - Vodič PEN je vodič spojený se zemí slučující v sobě funkci ochranného a středního vodiče. (Označení PEN je kombinací označení ochranného vodiče PE a středního vodiče N).

Neživé části

Neživá část je vodivá část elektrického zařízení, která není při obvyklém užívání živá, ale v případě poruchy se živou stát může. Neživé části je třeba chránit proti nepřímému dotyku. Za neživou část v distribuční síti dodavatele elektřiny je považován i vodič PEN (viz ČSN 33 0050-826, č. termínu 826-03-02).

POZNÁMKA - Za neživou část se nepovažuje vodivá část rozvodného elektrického zařízení, která se může stát živou pouze následkem poruchy ochrany před nebezpečným dotykem jiné související chráněné neživé části.

Neživé části rozvodných elektrických zařízení do 1 000 V

- vodivé kostry točivých i netočivých strojů
- vodivé kostry a kryty elektrických přístrojů a prvků rozvodného elektrického zařízení

- kovové nosné konstrukce a kovový upevňovací materiál nesoucí elektrické předměty rozvodných elektrických zařízení (stožáry, konzoly, háky, kotvy a vzpěry). Výjimku tvoří a tedy není nutné chránit:
 - konzoly pro upevnění zařízení třídy II nebo s rovnocennou izolací
 - část kotevního drátu, která je od kotvené konstrukce oddělena předepsaným kotevním izolátorem, který je mimo dosah (nejméně 3 m nad terénem)
 - konzoly a háky nesoucí vedení z holých vodičů, upevněné na dřevěných nebo železobetonových sloupech, které jsou mimo dosah
 - nosná lana samonosných závěsných kabelů,
 - kotevní dráty bez kotevního izolátoru a vzpěry, pokud jsou ukotveny ve zdivu budovy a místo upevnění je mimo dosah (nejméně 3 m nad terénem)
 - kotevní drát nevodivého stožáru upevněný ve vzdálenosti větší než 20 cm od kovové části podpěry vedení
 - nepřístupná ocelová výztuž železobetonových sloupů
 - trubkové opěrné body nesoucí vedení z holých vodičů pokud jsou upevněny na střeše nebo ve zdivu objektu a místa upevnění jsou mimo dosah (nejméně 3 m nad přístupným stanovištěm).
- kovové trubky (i ohebné) elektrického vedení s příslušným instalačním materiálem'
- Výjimku tvoří a proto je není nutné chránit:
- pláště plášťových trubek i ohebných a jejich příslušenství
- kovové trubky chránící elektrické zařízení třídy II (např. kabely) nebo s rovnocennou izolací
- kovové příchytky a závěsy kovových trubek.
- kovové obaly, tj. pláště a pancíře kabelů a chráněných vodičů a jejich vodivé příslušenství (rozvodky, koncovky, spojky); kovové kabelové soubory se spojí s kovovým pláštěm kabelů
- vodivé odnímatelné zábrany, pokud nejsou ve vodivém spojení s chráněnými částmi; za vodivá spojení se považují například klouby a závěsy upevněné na chráněném rámu.
- **Značení vodičů a svorek elektrických předmětů**
- Pokud je určen požadavek na značení technickou normou nebo je to nezbytné pro obsluhu, údržbu a opravy, musí se provést označení svorek nebo vodičů u předmětů (např. transformátory, relé, pojistky, rezistory, motory) a dále označení konců vodičů zajišťujících určitou funkci (např. ukostření) nebo vodičů v rozvodu s písmeny. Výběr druhu značení bude závislý na druhu předmětu, jeho složitosti a umístění svorek. Všechna označení musí být v souladu s průvodní dokumentací a musí být výrazná, čitelná a trvanlivá. Touto problematikou se zabývá ČSNEN 60445 ed.4.

Používá se některého z těchto druhů označení:

- písmové nebo číslicové označení

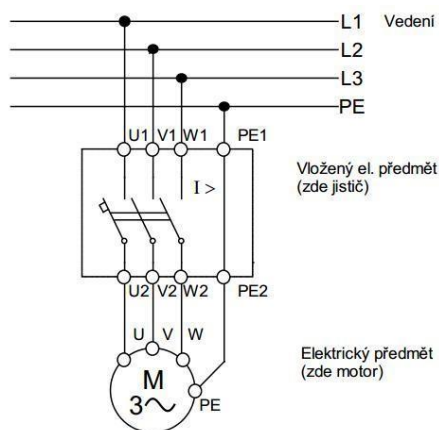
- grafickou značkou dle ČSN 01 3310 (IEC 60417)
- barevný kód pro svorky, barvy vodičů dle zásad ČSN EN 60446
- skutečné umístění nebo vzájemná poloha svorek v souladu s dokumentací.

Značení vodičů a svorek elektrických předmětů

Obr. 1: Značení vodičů a svorek elektrických předmětů

Název	Označení		Název	Označení	
	Vodič	Svorka		Vodič	Svorka
Střídavá soustava ~			Zvláštní druhy vodičů a svorek		
Fáze (libovolná fáze)	L	U	Ochranný vodič	PE	PE
1. fáze	L1	U	Vodič slučující funkci ochranného vodiče a nulového vodiče	PEN	PEN
2. fáze	L2	V			
3. fáze	L3	W	Vodič slučující funkci ochranného vodiče a vodiče ze středu	PEM	PEM
Nulový (střední) vodič	N	N			
Stejnoseměrná soustava ---			Vodič slučující funkci ochranného vodiče a vodiče vedení	PEL	PEL
Kladný pól	L+	+, C	Vodič pracovního uzemnění	FE	FE
Záporný pól	L-	-, D			
Vodič ze středu	M	M	Vodič pracovního pospojování	FB	FB

Obr. 2: Příklad značení vodičů a svorek elektrických předmětů ve schématu



Značení vodičů barvami

Jednoznačné a normalizované použití při označování vodičů je důležitý prostředek pro zajištění bezpečné práce. Musí být dodrženy následující zásady:

- pro ochranný vodič (PE - Protective Earthing) se smí použít označení v kombinaci barev zelená / žlutá a tato kombinace nesmí být použita pro žádný jiný účel;

- výhradně pro označení nulového vodiče (N - Neutral, M - Middle) je určena světle modrá barva
- vodič PEN musí být označen kombinací barev zelená / žlutá po celé délce a navíc světle modrou barvou na obou koncích, nebo světle modrý po celé délce a navíc na obou koncích označen v kombinaci barev zelená / žlutá
- v síti TN-C, kde není nebezpečí záměny, je možné použít vodič v kombinaci barev zelená / žlutá bez modrého zakončení
- náhodné ochranné vodiče (např. kovové konstrukce), se v místech připojení označí zeleno / žlutými pruhy.

Značení izolovaných vodičů barvami

Ke vzájemnému rozpoznání izolovaných vodičů se používají barvy dle následujícího obrázku:

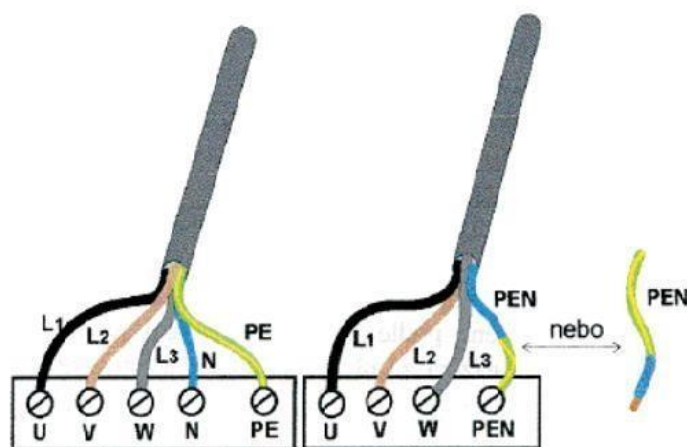
Obr. 3: Poznávací barvy izolovaných vodičů střídavých soustav

Vodič, žíla kabelu		Poznávací barva	
L	Fázový nebo krajní	černá, hnědá, šedá	
N	Nulový (střední)	světle modrá	
PE	Ochranný	zelená / žlutá	
PEN	Vodič PEN	zelená / žlutá (+ světle modrá) ¹⁾	

Obr. 4: Poznávací barvy izolovaných i holých vodičů stejnosměrných soustav

Vodič, přípojnice		Poznávací barva	
L+	Kladný pól	tmavě červená	
L-	Záporný pól	tmavě modrá	
M	Vodič ze středu	světle modrá	
PE, PEM	Ochranný	zelená/žlutá	

Obr. 5: Příklad značení vodičů a svorek střídavé soustavy



Značení holých vodičů

Holé vodiče (s výjimkou vodičů venkovních, trakčních vedení nebo vedení podobného charakteru) se pro vzájemné rozlišení označují následujícími barvami. Těmito barvami musí být označeny ve všech případech, kdy to vyžaduje provoz elektrických zařízení nebo bezpečnost osob zvířat nebo věcí. Fázové holé vodiče v následujícím obrázku v oranžové barvě se doplňují černými barevnými pruhy značící pořadí fáze (1.fáze- 1 černý pruh, 2. fáze- 2 černé pruhy, 3. fáze- 3 černé pruhy).

Obr. 6: Poznávací barvy holých vodičů střídavých soustav

Vodič, přípojnice		Poznávací barva	
L	Fázový	oranžová ¹⁾	
N	Nulový (střední)	světle modrá	
PE, PEN	Ochranný	zelená/žlutá	

Obr. 7: Příklad značení holých vodičů střídavých i stejnosměrných soustav

