

Vysoká škola báňská – TU Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra obecné elektrotechniky

DRUHY ROZVODNÝCH SÍTÍ

1. Všeobecně o ochraně před úrazem elektrickým proudem
2. Názvosloví vodičů, druhy a označování sítí, uzemnění.
- 3 Názvosloví elektrických zařízení a napětí

Ostrava, březen 2006

Ing. Vladimír Meduna
Ing. Ctirad Koudelka

1. VŠEOBECNĚ O OCHRANĚ PŘED ÚRAZEM ELEKTRICKÝM PROUDEM

Při řešení a posuzování ochrany před nebezpečným dotykem elektrických zařízení, který by mohl vést k úrazu, jsou důležité některé okolnosti, jež jsou uvedeny dále. Při výkladu uvedeného problému se používají dnes už vžitá názvy.

1. Druhy dotyku

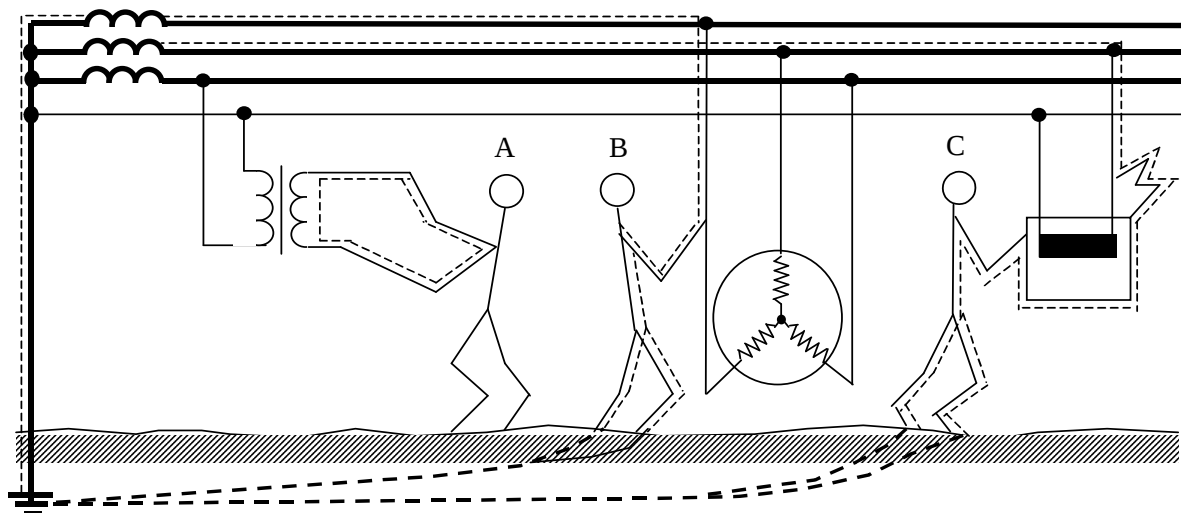
Styk člověka s elektrickým zařízením se může uskutečnit jako dvoupólový dotyk, nebo dotyk jednopólový.

Dvoupólový dotyk se stává nebezpečným, jestliže se člověk současně dotkne (přiblíží) dvou částí s rozdílným potenciálem, zpravidla částí, které jsou určeny k vedení proudu, tedy částí **živých**. Takový dotyk je nebezpečný, i když není napájecí soustava (sít') v žádném bodě trvale spojena se zemí (obr.1-A).

V sítích, jejichž určitý bod je záměrně trvale spojen se zemí (v trojfázových sítích je to uzel napájecího zdroje) je však nebezpečný i **jednopólový dotyk** (obr.1-B), při němž se člověk současně dotýká cizí vodivé části, která má, nebo je blízká potenciálu země. K jednopólovému dotyku nejčastěji dochází při poruše izolace a napětí se z živé části dostane na část **neživou**, t.j. část, na níž normálně napětí není, avšak může ho dostat při nahodilé poruše (obr.1-C).

Dotyk může být také **nahodilý (neúmyslný)** nebo **úmyslný**.

Úmyslný dotyk může být jen **občasný** (na př. při čištění svítidel), **nutný (pravidelný)** - při dotyku řídicích prvků a pod., nebo **trvalý** - např. u elektrického nářadí, které se po celou dobu jejich funkce drží v ruce.



Obr. 1 Druhy nebezpečného dotyku

2. Názvosloví vodičů, druhy a označování sítí, uzemnění.

2.1 Názvosloví vodičů

Vodiče jsou důležitou 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, který slouží k vedení proudu při provozu zařízení.

Pracovní vodiče jsou: fázové a nulové (stř. síť), krajní a střední (ss síť)

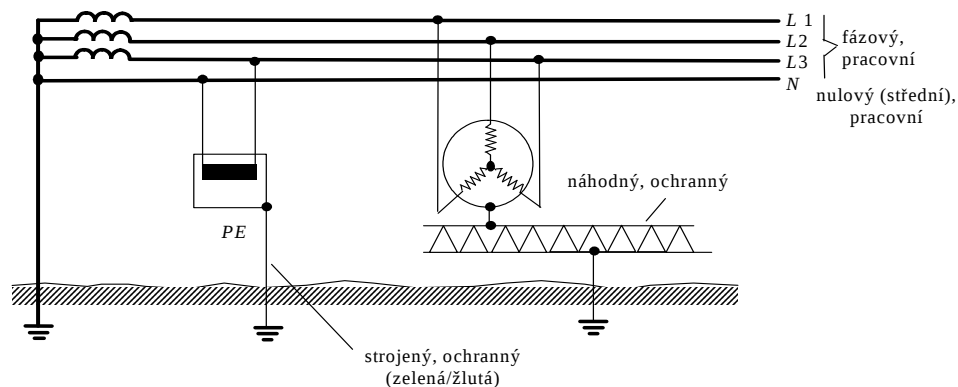
střední vodič - vodič připojený na střed (uzel) zdroje, bez ohledu, zda je spojen se zemí či nikoliv (ss síť)

nulový vodič – vodič připojen na nulový bod zdroje, bez ohledu, zda je spojen se zemí či nikoliv (stř. síť)

ochranný vodič - úmyslně vedený vodič pro spojení částí neživých za účelem ochrany před nebezpečným dotykovým napětím bez ohledu na to, zda je současně vodičem pracovním či nikoliv

PEN vodič – spojující funkci nulového a ochranného vodiče

náhodný ochranný vodič - vodič vytvořený souvislými částmi splňujícími podmínky ochranného vodiče a použitý pro ochranu před nebezpečným dotykem



Obr. 2 Označování vodičů

ZNAČENÍ VODIČŮ BARVAMI NEBO ČÍSLICEMI. PROVÁDĚCÍ USTANOVENÍ ČSN 33 0165																
Kabely	1 žilové	2 žilové			3 žilové				4 žilové			5 žilové		mnohožilové		
	Barvy	A	B	D	A	B	C	D	B	C	D	C	D	nC	nD	žily
																počítací
																
																směrové
																ostatní
Šňůry a ohebné kabely																počítací
																
																směrové
																ostatní

2.2 Druhy a označování sítí

Elektrickou síť tvoří soustava obvodů sloužících k napájení připojených elektrických zařízení, napájená z téhož zdroje. Přitom nejde jen o prvotní zdroj (generátor a pod.), nová síť vzniká i vřazením transformátoru, měniče frekvence a pod., jsou-li části s napětím odděleny spolehlivou izolační bariérou od napájecí soustavy. Způsob provedení a použitelnost některých druhů ochrany před úrazem el. proudem však úzce souvisí s tím, zda je zdroj sítě od země izolován či je některý z vodičů soustavy (zpravidla uzel) uzemněn. Proto jsou pro označování sítí zavedeny písmenné označení - zkratky.

Stanovená označení druhu sítí mají tento význam :

a) *První písmeno*

T - terre (franc.) - bezprostřední uzemnění určitého bodu obvodu pracovního proudu, zpravidla uzlu (nulového bodu)

I - insulation (angl.) - izolace všech živých vodičů vůči zemi nebo spojení bodu sítě se zemí přes velkou impedanci

b) *Druhé písmeno*

N - nutre (franc.), neutral (angl.) - bezprostřední spojení neživých částí s uzemňovacím bodem sítě ochranným vodičem

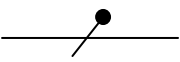
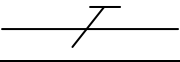
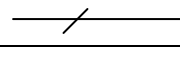
T - terre (franc.) - uzemnění neživých částí nezávisle na možném uzemnění určitého bodu sítě

c) *Třetí písmeno*

C - kombiné (franc.), combined (angl.) - kombinace středního vodiče s ochranným vodičem

S - separé (franc.), separated (angl.) - oddělení středního vodiče od ochranného vodiče

Dále jsou uvedeny příklady označování rozvodných soustav nízkého napětí střídavých a stejnosměrných.

Vysvětlivky ke značkám	
	Nulový vodič (N)
	Ochranný vodič (PE)
	Sloučený ochranný a nulový vodič (PEN)
	Fázový vodič (L1, L21, L3)

Tab.1 Značky vodičů

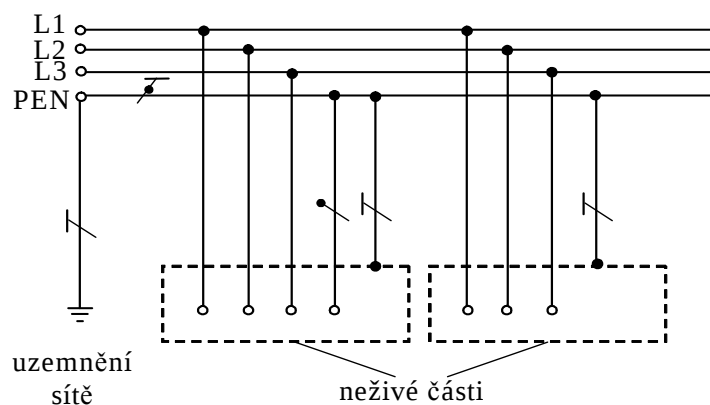
STŘÍDAVÉ SÍŤE NN

Síť TN – C

Trojfázová síť s uzemněným nulovým bodem, ochranný vodič současně plní funkci středního vodiče (vodič PEN). Ochrana neživých částí před nebezpečným dotykovým napětím je provedena spojením neživých částí s uzemňovacím bodem sítě ochranným vodičem – podle ČSN 33 2000-4-41 se jedná o ochranu odpojením od zdroje. V síti **TN-C**, tedy v síti čtyřvodičové s uvedenou ochranou, je ochranný vodič označen **PEN** a všechny navazující vodiče (pokud nedojde k rozdělení) je třeba označit **PEN**. Tím je jednoznačně definováno, že jde o příslušnost k rozvodné soustavě **TN-C** a že tedy nedošlo nikde k rozdělení funkce tohoto vodiče. Je přitom lhostejné, zda se jedná o připojení trojfázového nebo jednofázového spotřebiče. Rozdělení uvnitř spotřebiče nelze považovat za rozdělení sítě, ale pouze za vnitřní propojení spotřebiče (jde na př. o vypínač motoru, pohyblivý přívod a pod.).

Síť TN-C

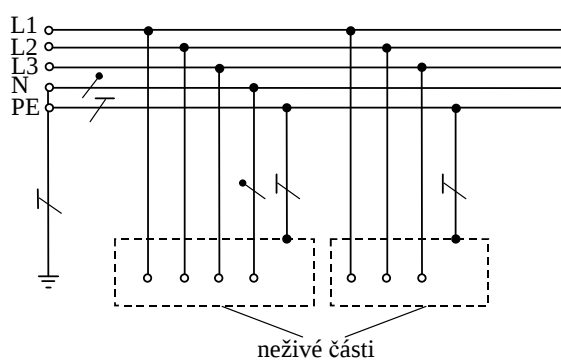
Funkce nulového (středního) a ochranného vodiče je v celé síti sloučena do jediného vodiče.



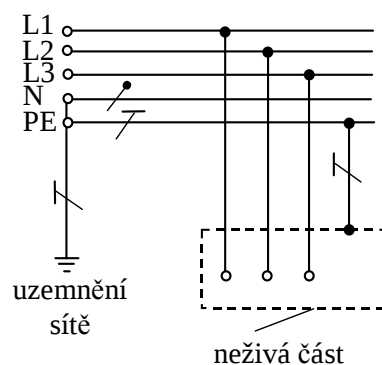
Obr. 3 Střídavá síť TN-C :

Síť TN-S

Trojfázová síť s uzemněným nulovým bodem, ochranný vodič (PE) a nulový (střední) vodič (N) jsou vedeny odděleně



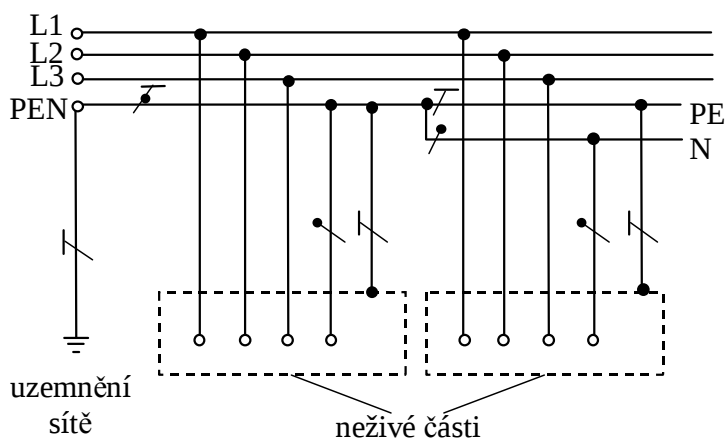
Obr. 4a Síť TN-S



Obr. 4b Síť TN-S

Síť TN-C-S

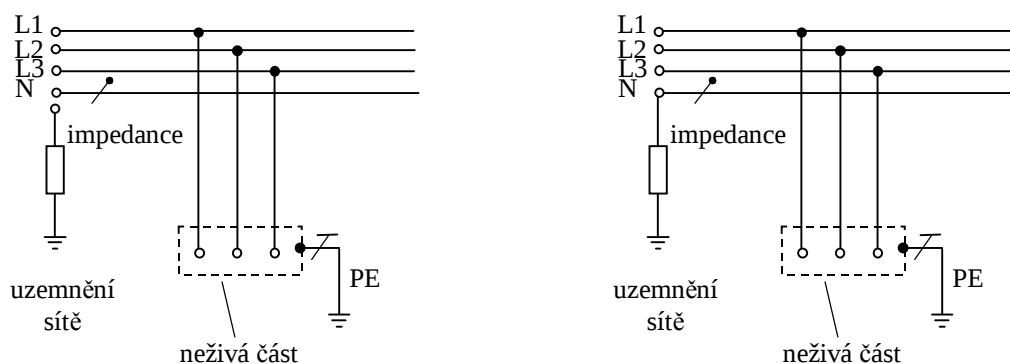
Trojfázová síť s uzemněným nulovým bodem, funkce části nulového (středního) a ochranného vodiče je sloučena v části sítě do jednoho vodiče



Obr. 5 Sít' TN-C-S

Sít' IT

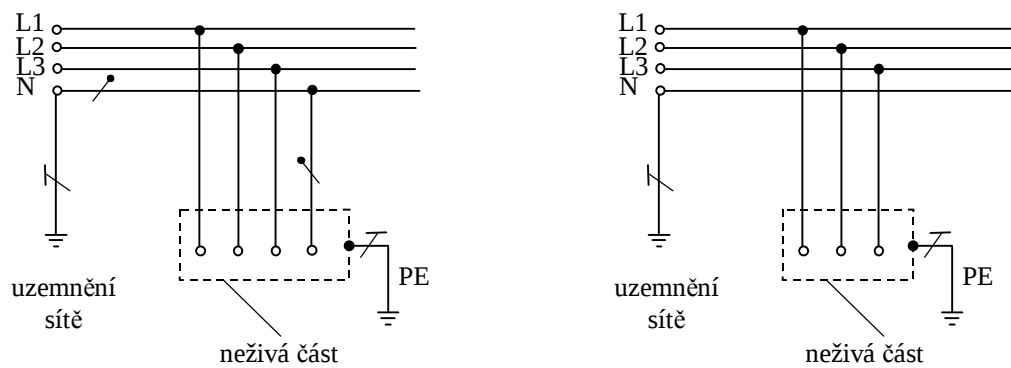
Trojfázová sít' izolovaná, popřípadě uzemněná přes impedanci nebo průrazku, ochrana neživých částí před nebezpečným dotykovým napětím je provedena odpojením od zdroje samostatným uzemněním každého spotřebiče. (Sít' může být úplně oddělena od země).



Obr.6 Trojfázová sít' izolovaná

Sít' TT

Sít' TT má jeden bod přímo uzemněný a neživé části připojených elektrických zařízení jsou v této síti spojeny se zemniči nezávislými na zemničích sítě.

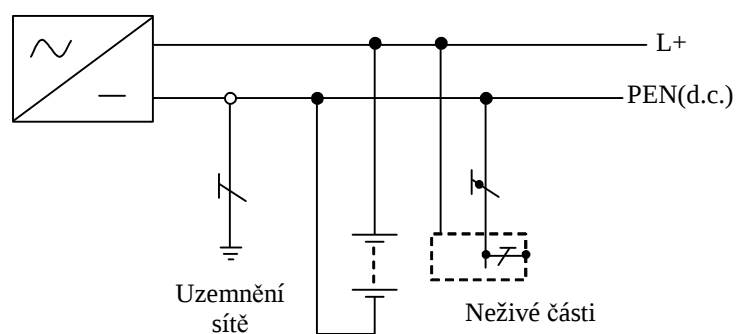


Obr. 7 Sít' TT

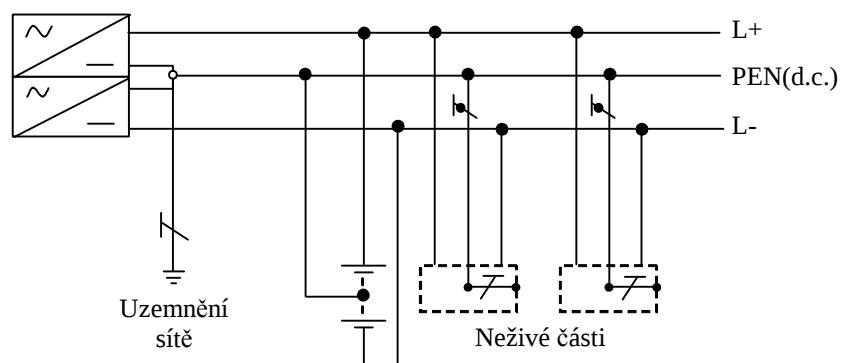
STEJNOSMĚRNÉ SÍTĚ

(Vybrané druhy sítí)

Sít' TN – C (DC)

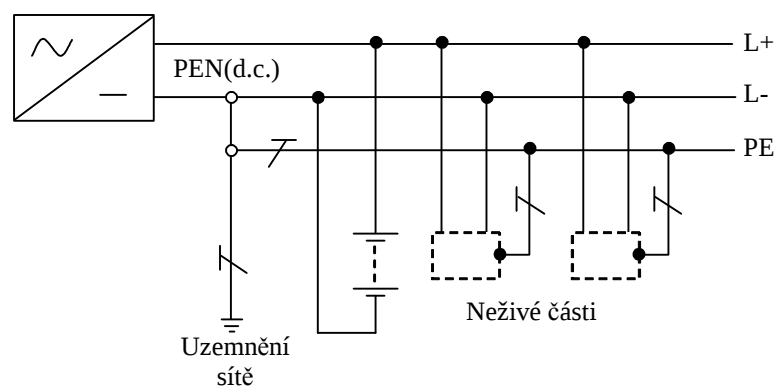


Obr. 8 a) Sít' TN – C (d.c.) Funkce ochranného vodiče a uzemněného krajního vodiče (např. L-) je v celé síti sloučena do jediného vodiče PEN (d.c.)



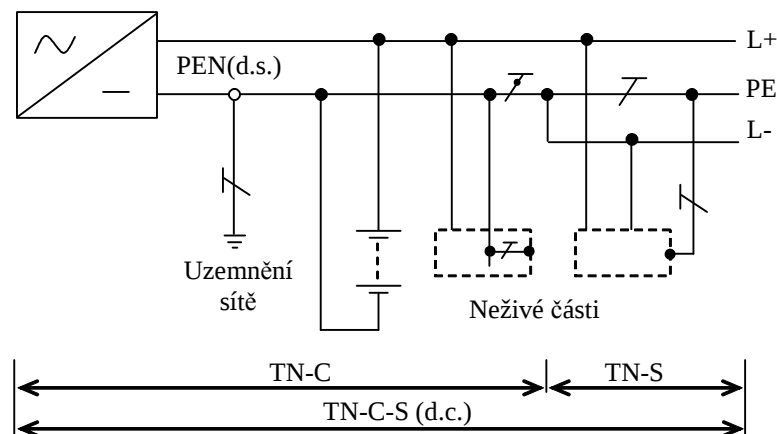
Obr.8 b) Sít' TN – C (d.c.) Funkce ochranného vodiče a uzemněného středního vodiče (M) je v celé síti sloučena do jediného vodiče PEN

Sít' TN-S (DC)



Obr. 9) Sít' TN-S (d.c.) Ochranný vodič je veden v celé síti odděleně od uzemněného krajního vodiče (např. L-)

Síť TN-C-S (d.c.)



Obr. 10) Síť TN-C-S (d.c.) Funkce ochranného a uzemněného krajního vodiče (např.L-) je pouze v první části sloučena do jediného vodiče PEN (d.c)

2.3 *Názvosloví uzemnění*

Častou součástí elektrických zařízení je uzemnění. Je významné nejen pro bezpečnost před úrazem, ale často i pro vlastní funkci zařízení.

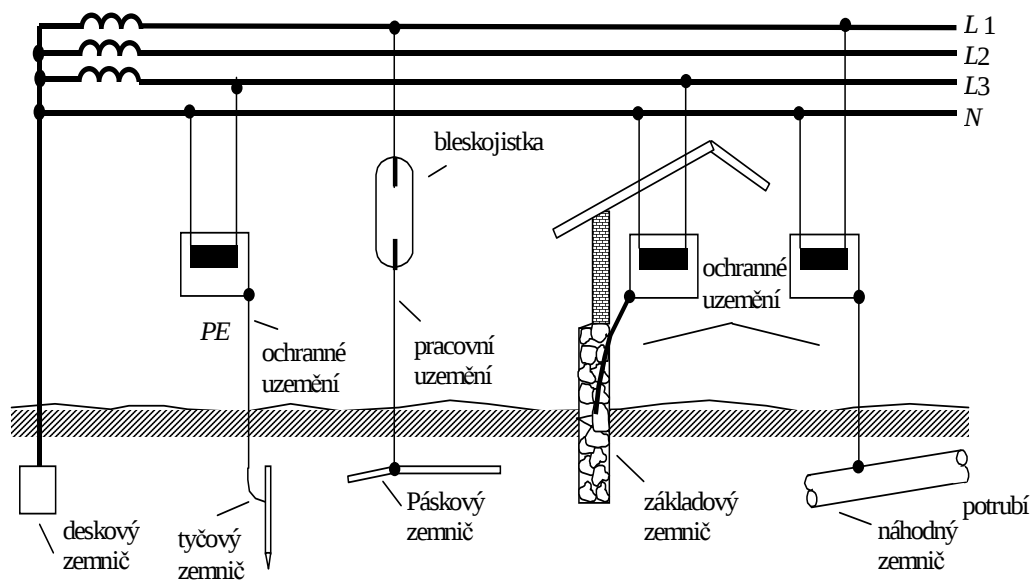
Proto předpisy rozlišují následující pojmy:

- **země** - ve smyslu našeho výkladu je to část zemského tělesa, která je využita pro uzemňování. Je to označení jak pro místo, tak pro látku, která zemi tvoří
- **uzemnění** - vodivé spojení živých nebo neživých částí se zemí
- **ochranné uzemnění** - přímé spojení vodivých částí elektrického zařízení nebo částí souvisejících s elektrickým zařízením, které nejsou součástí elektrického obvodu (chráněné části), se zemí, za účelem ochrany před nebezpečným dotykem
- **pracovní uzemnění** - přímé uzemnění některé části proudového obvodu (na př. uzlu zdroje, středního vodiče v síti) nebo nepřímé uzemnění přes svodiče přepětí v libovolném místě sítě, které se zřizuje z důvodů bezpečnosti provozu rozvodné soustavy.

Je to na př. spojení uzlu proudové soustavy se zemí na ustálení napětí nebo pro jištění před vyšším napětím, uzemnění u zařízení na zhášení zemního spojení, uzemnění ochran před přepětím, uzemnění měřících transformátorů pro měření napětí vodičů proti zemi nebo nulového bodu (uzlu) proti zemi a pod.

- **zemnič** - vodivé těleso (jednoduché nebo složené z několika elektrod vzájemně spojených), uložené do země tak, aby vytvořilo vodivé spojení se zemí

- **zemnič strojený** - záměrně zřízený zemnič
- **zemnič náhodný** - vodivé předměty, vybudované sice k jinému účelu, avšak v zemi trvale uložené a mající dobré spojení se zemí



Obr.11 Druhy uzemnění a zemničů

3 Názvosloví elektrických zařízení a napětí

3.1 Názvosloví elektrických zařízení

Elektřina je využívána k nejrůznějším účelům, z čehož povstala potřeba elektrická zařízení nějakým způsobem označit a pojmenovat. Předpisy (ČSN 33 0010) tak činí podle účelu, nebezpečí úrazu elektrickým proudem a podle druhu.

Názvy jednotlivých druhů i skupin se v praxi často zaměňují, což bývá příčinou nedorozumění mnohdy i s nebezpečnými důsledky. Proto některé z nich jsou uvedeny dále.

Podle **účelu** se elektrická zařízení dělí na :

- **Silová zařízení**, jež slouží k výrobě, přeměně, přenosu a rozvodu elektrické energie a k její přeměně na práci nebo jiný druh energie.
- **Sdělovací zařízení**, v nichž se elektřina využívá k přenosu, zpracování, záznamu a reprodukci informací v jakékoliv podobě.
- **Řídicí zařízení** sloužící k měření, řízení, ochraně, sledování a kontrole ostatních elektrických a neelektrických zařízení.
- **Zvláštní zařízení**, jež nejsou žádnými z předchozích a slouží zvláštním účelům (na př. ve zdravotnictví nebo výzkumu).

Podle **nebezpečí úrazu** elektrickým proudem jsou :

- **Silnoprúdová zařízení**, v nichž při obvyklém používání mohou vzniknout proudy nebezpečné osobám, užitkovým zvířatům, majetku a věcem.
- **Slaboprúdová zařízení**, v nichž takové proudy vzniknout nemohou.

Podle **druhu** se elektrická zařízení dělí na **stejnoseměrná a střídavá**. Ta se dále dělí podle počtu fází a kmitočtu.

Je nutno upozornit zejména na skutečnost, že sdělovací zařízení, často nesprávně označována jako slaboprúdová zařízení, mohou mít - a často také mají - obvody, které pracují s nebezpečnými proudy.

Hlavní problém v rozlišování slaboprúdových zařízení od silnoprúdových spočívá v tom, že mez bezpečného proudu je v konkrétních případech závislá na dalších činitelích (době průchodu tělového proudu, situaci postiženého atd.), takže ji nelze jednotnou konkrétní hodnotou stanovit. Nepřekročení této meze lze však ovlivnit nepřímo, a to předepsáním mezí *dovolených trvalých dotykových napětí*, které nesmějí být u částí vystavených dotyku překročeny. Při tom se rozlišuje, zda jde o napětí střídavé nebo stejnosměrné a části živé nebo neživé. Ani tyto meze však neplatí zcela univerzálně. Za zvláštních situací, například v místnostech pro lékařské účely je nutné dodržet hodnoty podstatně nižší. (ČSN 33 2140: 1987).

3.2 Rozdělení napětí podle jejich velikosti

Rozdělení elektrických zařízení podle napětí je uvedeno v tab. 2. Kategorie napětí se přiřazují podle nejvyšší z hodnot jmenovitých napětí mezi kterýmkoliv vodičem a zemí (sloupec 4 tabulky), nebo podle nejvyšší z hodnot jmenovitých napětí mezi kterýmikoliv vodiči zařízení (sloupec 5 a 6 tabulky). Pro určení všech kategorií napětí platí jmenovité napětí sítě. Pro zařízení zařazována do kategorií napětí A, B, C, D musí do příslušné kategorie napětí spadat jak jmenovité tak i nejvyšší napětí sítě.

Jmenovitá a nejvyšší napětí sítí jsou stanovena v ČSN 33 0120, kde jsou uvedena v efektivních hodnotách. Akumulátorová zařízení se zařazují podle napětí při vybíjení.

V tab. 2 jsou uvedeny hodnoty pro střídavé napětí, hodnoty pro stejnosměrná napětí jsou uvedena v poznámce pod tabulkou.

Tab. 2 - Rozdělení el. zařízení podle napětí a rozdělení napětí do kategorií

Kategorie napětí	Označení napětí	Název zařízení	Jmenovité napětí		
			v uzemněné soustavě		v izolované soustavě
			Mezi vodičem a zemí	Mezi vodiči	Mezi vodiči
I	mn	Zařízení malého napětí	do 50 V ²⁾ včetně	do 50 V ²⁾ včetně	do 50 V ²⁾ včetně
II	nn	Zařízení nízkého napětí	nad 50 V do 600 V včetně	nad 50 V ¹⁾ do 1000 V ²⁾ včetně	nad 50 V ¹⁾ do 1000 V ²⁾ včetně
A	vn	Zařízení vysokého napětí	nad 0,6 kV do 30 kV	nad 1 kV do 52 kV	nad 1 kV do 52 kV
B	vvn	Zařízení velmi vysokého napětí	od 30 kV do 171 kV	od 52 kV do 300 kV	od 52 kV do 300 kV
C	zvn	Zařízení zvlášť vysokého napětí	-	od 300 kV do 800 kV včetně	-
D	uvn	Zařízení ultravysokého napětí	-	nad 800 kV	-
1) Sdělovací zařízení s napětím mezi vodiči v izolované soustavě do 85 V včetně se pokládají za zařízení mn. Sdělovací zařízení se jmenovitým napětím do 60 V proti zemi a vyzváněcí obvody s napětím do 150 V se budují podle předpisů pro zařízení malého napětí a ověřují se při zkoušce elektrické odolnosti napětím 500 V. 2) Pro stejnosměrná zařízení je hranicí mezi malým a nízkým napětím 120 V, hranicí mezi nízkým a vysokým napětím je pro stejnosměrná zařízení napětí 1500V					

3.3 Dovolené dotykové napětí u elektrických zařízení do 1000V

Dovolené dotykové napětí U_{dl} na neživých částech závisí na velikosti nebezpečí úrazu v uvažovaném druhu prostoru a jeho trvání.

Nevyšší dovolená mez trvalého dotykového napětí (U_{dl}) je :

50V pro střídavé napětí

120V pro stejnosměrné napětí

Přiřazení dovolených mezí trvalých dotykových napětí s ohledem na druhy prostorů jsou uvedeny v tab. 3.

Tab. 3 Dovolené meze trvalého dotykového napětí podle druhu prostoru pro el. zařízení do 1000V

Prostory	Dovolené meze trvalého dotykového napětí U_{d1} V	
	střídavé	stejnoseměné ¹⁾
Normální i nebezpečné	50	120
Zvlášť nebezpečné ¹⁾	25	60
Ve zvlášť nepříznivých případech (práce ve vodě bez použití pomůcek, stísněné prostory)	12	25
¹⁾ Platí též pro hračky, některá zdravotnická a jiná zařízení přicházející ve styk s pokožkou nebo s vlasy a v prostorách, ve kterých toho stupeň nebezpečí vyžaduje.		
²⁾ Dovolené zvlnění je 10 %.		

Ochranný prvek musí v případě poruchy mezi živou částí a neživou částí nebo ochranným vodičem zařízení samočinně odpojit zdroj napájení zařízení, pro které zajišťuje ochranu před nebezpečným dotykem neživých částí.

V takovém případě vzniklé předpokládané dotykové napětí vyšší než 50V střídavého, nebo 120V stejnosměrného napětí nesmí trvat tak dlouho, aby byl vyvolán nebezpečný fyziologický účinek u osoby, která se dotýká částí současně přístupných dotyku.

Bez ohledu na velikost dotykového napětí se připouští doba odpojení nepřesahující dobu 5 s.

V sítích TN pro koncové obvody, ke kterým se zásuvkovým spojením nebo přímo připojují zařízení třídy ochrany I držená v ruce nebo přenosná, jsou maximální doby odpojení stanoveny v závislosti na výši jmenovitého napětí proti zemi dle následující tab. 6.2 :

Tab.4 - Maximální doby odpojení v sítích TN pro el. zařízení do 1000V (pro koncové obvody, kde se připojují přenosná zařízení třídy I)

U [V]	Doba odpojení [s]
120	0,8
230	0,4
277	0,4
400	0,2
>400	0,1