

5.4.8.1 Strojený základový zemnič

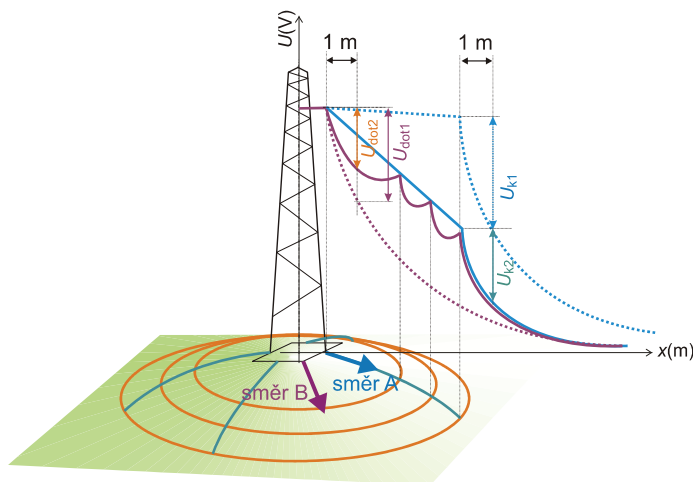
Ocelový pásek nebo drát se uloží pod izolační vrstvy jako obvodový zemnič, cca 5cm nad dnem výkopu, aby byl obklopen betonovou vrstvou. Nedodržení tohoto pravidla by vedlo na přechodu z betonu do země ke vzniku makročlánku a k urychlené korozi. Minimálně na dvou místech se uzemňovací přívod vyvede na povrch tak, aby ze základu již neprocházel zemí. Nelze-li tuto podmínku splnit, musí se provést opatření proti korozi. Podrobně je provedení základového zemniče popsáno v [15] nebo v [20].

5.4.8.2 Strojený zemnič pro vyrovnání potenciálu

Zemnič pro vyrovnání potenciálu (ekviponciální práh) je zemnič uložený ve vhodné hloubce a vzdálenosti od vodorovných předmětů za účelem ovlivnění průběhu potenciálu na povrchu země.

Používá se pro snížení dotykového a krokových napětí zemniče. Na Obr. 5.22 je uveden průběh potenciálu na povrchu půdy kolem stožáru elektrického vedení. V případě, že stožár bude vybaven jednoduchým paprskovým zemničem uloženým po celé své délce ve stejné hloubce, bude průběh potenciálu měřený podél paprsku (ve směru A) odpovídat modré čárkované křivce. Je patrné, že na okraji zemniče vzniká nebezpečné krokové napětí (U_{k1}). Potenciálový spád ve směru B od stožáru je naznačen fialovou čárkovanou čarou a v tomto směru vzniká v blízkosti stožáru nebezpečné dotykové napětí (U_{dot1}).

Jestliže budou paprskové zemniče uloženy v zemi s klesající hloubkou a budou vzájemně spojeny ekvipotenciálními prahy ve tvaru soustředných kružnic, bude se potenciál stožáru v případě průchodu proudu měnit podle plných křivek. Dotykové napětí zemniče ve směru B se sníží (U_{dot2}), stejně jako krokové napětí v blízkosti zemniče ve směru A (U_{k2}).



Obr. 5.22: Strojený zemnič pro vyrovnání potenciálu

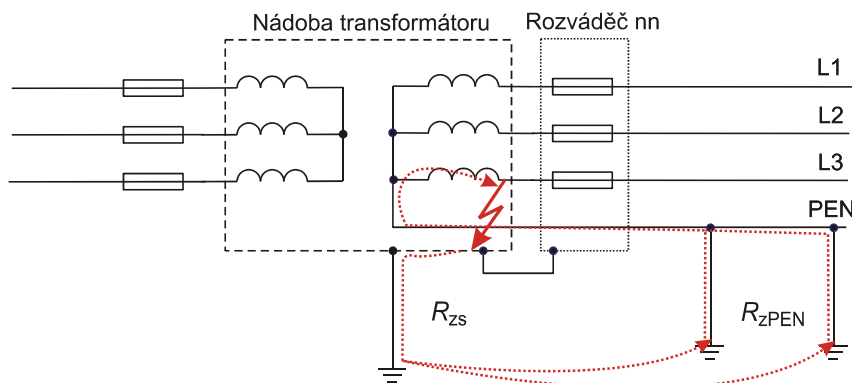
5.4.10 Uzemnění v distribučních transformovných

V této kapitole je uveden rozbor možných poruch v distribuční transformovně z hlediska jejich vlivu na bezpečnost ve stanici a v síti nn při rozděleném nebo společném uzemnění stanice.

5.4.10.1 Oddělená uzemnění

Porucha na zařízení nn

V případě vodivého spojení jedné fáze se zemí na nn straně transformátoru poruchový proud protéká ochranným uzemněním stanice, na které je připojena kostra rozváděče nn a nádoby transformátoru a uzavírá se přes uzemnění nulového vodiče (viz Obr. 5.23). Velikost tohoto proudu je dána sekundárním napětím transformátoru a odporem uzemnění ochranného vodiče PEN a uzemnění stanice $R = R_{zs} + R_{zPEN}$. Předpokládáme-li např. odpor uzemnění ve stanici $R_{zs} = 10 \Omega$ a odpor uzemnění ochranném vodiči PEN $R_{zPEN} = 2 \Omega$, tj. v sérii 12Ω , bude při fázovém napětí 240V protékat obvodem proud 20A. Proud může protékat neomezeně dlouhou dobu, protože není signalizován a zpravidla se objeví až náhodně při revizi. Tento trvalý proud může být příčinou vysoušení zemniče. To je důvod, proč se v tomto případě požaduje pečlivá izolace vodiče PEN. Na uzemnění DTS i na ochranném vodiči PEN a také na všech nulovaných částech sítě nn vznikne napětí, které se rozdělí v poměru odporů, tj. v případě našeho příkladu 1:5. Na uzemnění vn tedy bude 200V a na ochranném vodiči PEN 40 V.



Obr. 5.23: Oddělená uzemnění - porucha na straně nn

Oddělením obou uzemnění se dopouštíme prohřešku proti zásadám nulování, podle kterých nesmí být v soustavě s ochrannou nulováním některé části jen zemněny, jako je v tomto případě nádoba transformátoru a rozváděč nn.

Porucha na zařízení vn

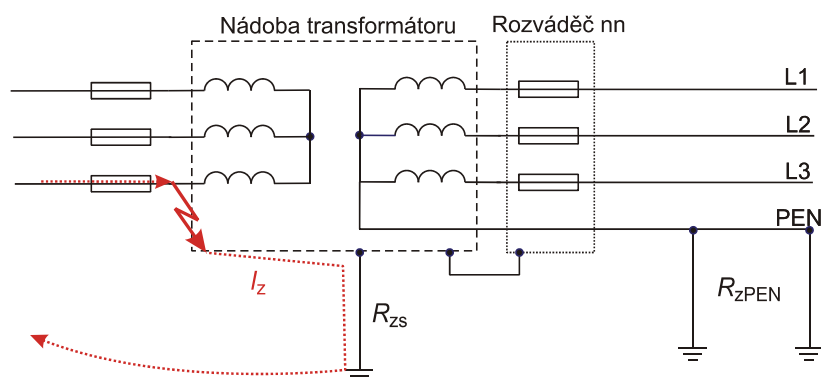
Na Obr. 5.24 je naznačen průraz vinutí vn na nádobu transformátoru. Je-li síť vn kompenzovaná, protéká místem poruchy stálý zbytkový proud a na ochranném uzemnění je napětí dané hodnotou tohoto proudu a zemním odporem uzemnění stanice. Protože ochranný vodič PEN není s tímto uzemněním spojen, nepřenáší se na něj žádné napětí a sekundární síť nn je v bezpečí.

Určité nebezpečí je však v transformovně, protože napětí na ochranném uzemnění může být značně vysoké. Zvláště závažné je, že plné napětí se objeví proti střednímu vodiči v rozváděči nn, jehož kostra je z důvodu bezpečnosti ve stanici připojena na uzemnění vn. Vysoké napětí v okolí stanice se musí eliminovat vhodným způsobem, jakým je např. ekvipotenciální práh nebo izolace povrchu terénu. Protože napětí na uzemnění by mohlo dosáhnout značně vyšších hodnot, než připouští izolační pevnost zařízení nn, je v ČSN 33 3225 stanovena podmínka pro zemní odpor uzemnění R_{zs} ve stanici

$$R_{zs} \leq \frac{2000}{I_z} \quad [\Omega] \quad \text{u sítí s rychlým vypnutím,}$$

$$R_{zs} \leq \frac{500}{I_z} \quad [\Omega] \quad \text{u sítí, kde není zajištěno rychlé vypnutí,}$$

kde - I_z je proud odtékající zemničtem do země při poruše na straně vn ve stanici.



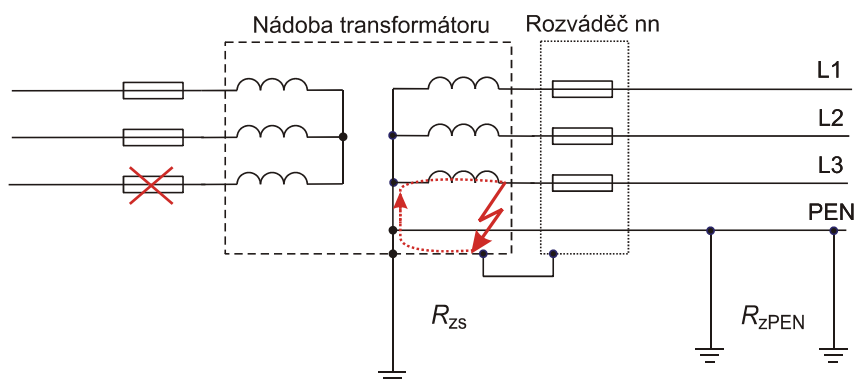
Obr. 5.24: Oddělená uzemnění - porucha na straně vn

Zvýšená pozornost se musí v tomto případě věnovat izolaci středního vodiče nn proti zemi a všem neživým částem ve stanici a uložit jej stejně jako vodiče fázové. Uzemnění vodiče PEN se zřídí až na nejbližším podpěrném bodu každého vývodu ze stanice, v nejbližší rozpojovací skříni všech kabelových vývodů, nebo na odděleném uzemnění připojeném izolovaným vodičem. Obvykle je dostatečná vzdálenost 20 m od uzemnění vn. Před uzemněním středního vodiče soustavy nn se tento nepovažuje za ochranný vodič.

5.4.10.2 Spojená uzemnění

Porucha na zařízení nn

Při stejné poruše jako v předcházejícím případě (5.4.10.1), ale při spojených uzemněních, se stane spojení na kostru kovovým zkratem, který způsobí vypnutí pojistky na straně vn (viz Obr. 5.25). Žádným uzemněním proud neprochází a nikde nevznikají dotyková napětí. Z hlediska této poruchy je spojení obou uzemnění výhodné.



Obr. 5.25: Spojená uzemnění porucha na straně nn

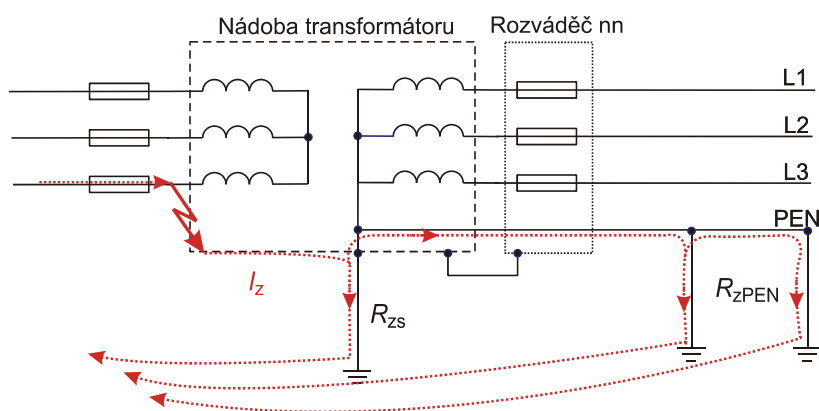
Porucha na zařízení vn

Na Obr. 5.26 je naznačeno zemní spojení v transformovně na zařízení vn. Při spojeném uzemnění protéká poruchový proud do země uzemněním v transformovně a všemi uzemněními ochranného vodiče PEN. Ve stanici je bezpečno, protože na neživých částech nevzniká žádný rozdíl napětí. V síti nn však může za určitých podmínek na ochranném vodiči PEN vzniknout nebezpečné napětí, které je součinem zemního poruchového proudu a odporu uzemnění ochranného vodiče. Toto nebezpečí je reálné zejména ve venkovních sítích nn, které jsou napájeny z venkovní sítě vn s velkým kapacitním proudem, nebo ze sítě vn s odporovým uzemněním uzlu. Přitom pravděpodobnost dotyku neživých částí v síti nn v okamžiku poruchy je velká. Aby nedošlo k přenesení napětí na ochranný vodič PEN, požaduje [13] kontrolu zemního odporu společného uzemnění podle vztahu:

$$R = \frac{R_{zs} R_{zPEN}}{R_{zs} + R_{zPEN}} \leq \frac{U_{dot}}{I_z} \quad [\Omega], \quad (5.53)$$

kde U_d je dovolené dotykové napětí

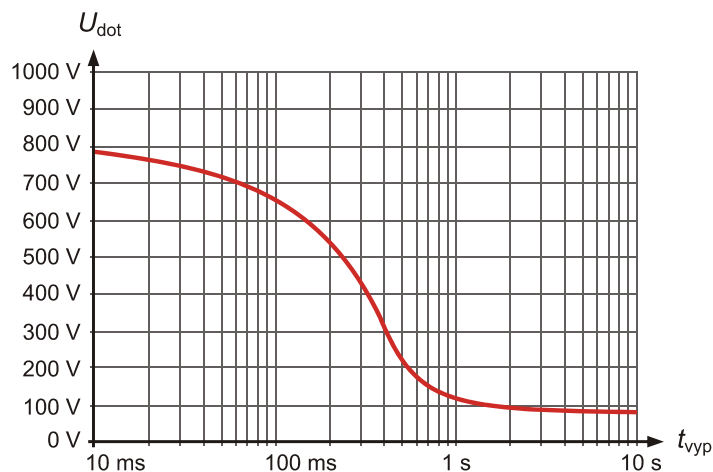
I_z je zbytkový proud na straně vn u sítí kompenzovaných nebo omezený proud jednopólového zkratu u sítí s odporovým uzemněním uzlu.



Obr. 5.26: Spojená uzemnění porucha na straně vn

Ještě nebezpečnější případ by nastal při dvojitým zemnám spojení. Protože se přepokládá jen malá četnost takových poruch, nepožaduje [13] při rychlém vypnutí, aby se uzemnění dimenzovalo na dvojitě zemnám spojení a ani by to nebylo prakticky možné.

Hodnota dovoleného dotykového napětí U_{dot} je dána s ohledem na dobu trvání průchodu proudu grafem v Obr. 5.27.



Obr. 5.27: Dovolené dotykové napětí v závislosti na době trvání proudu I_2

Z výsledku předcházejícího rozboru vyplývá, že ani spojené, ani rozdělené uzemnění při všech možných poruchách ve stanici není ideálním řešením. Je nutno volit kompromis a provést taková opatření, aby byla v co největší míře zajištěna bezpečnost v síti nn i v transformovně.

Podmínka hodnoty zemního odporu z hlediska poruchy na zařízení vn ve stanici, podle níž se stanoví, zda uzemnění mohou být spojena, platí obecně. Přitom se předpokládá, že dotyková napětí se mohou rovnat celkovému napětí na uzemnění. Tento případ může nastat zejména u menších venkovních sítí nn, na něž jsou připojena převozná zařízení kabelem (např. ve stavebnictví, v zemědělství apod.).

5.5. Literatura

- [1] Secký, F. ČEZ DISTRIBUCE, a. s. Technická politika - rozvoj distribučních sítí a technologických prvků v DSO: Příloha č. 5 - Koncepte venkovních sítí vn. Oddělení Technická politika, 2006
- [2] Secký, F. ČEZ DISTRIBUCE, a. s. Technická politika - rozvoj distribučních sítí a technologických prvků v DSO: Příloha č. 2 - Koncepte venkovních sítí nn. Oddělení Technická politika, 2006
- [3] Parametry vedení a transformátorů [online]. Vysoká škola báňská - technická univerzita Ostrava: Katedra elektroenergetiky, [cit. 2012-01-17]. Dostupné z http://fei1.vsb.cz/kat410/studium/f_studium.htm
- [4] Verner, J. Elektrické stanice a vedení. Brno: VUT v Brně, 1985, s. 157
- [5] Štroblová, M., Hejtmánková, P. Elektrické sítě městské a průmyslové. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 1994, s. 149, ISBN 80-7082-154-X