

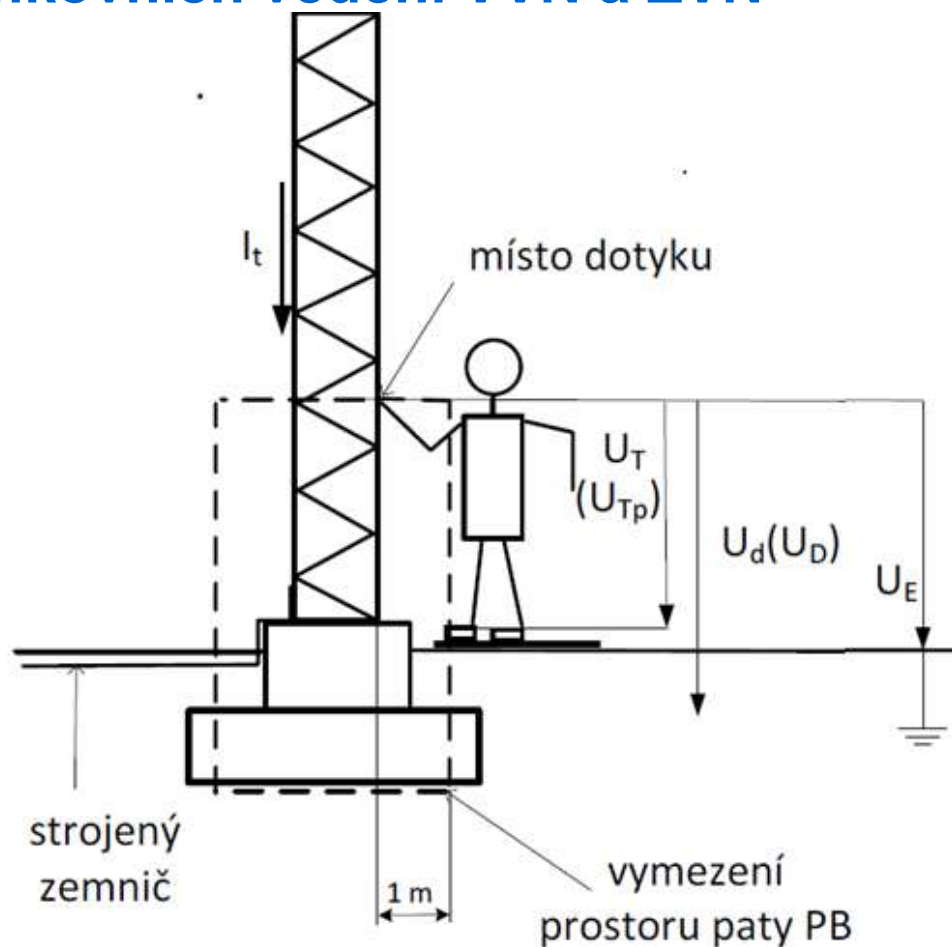
MĚŘENÍ UZEMNĚNÍ



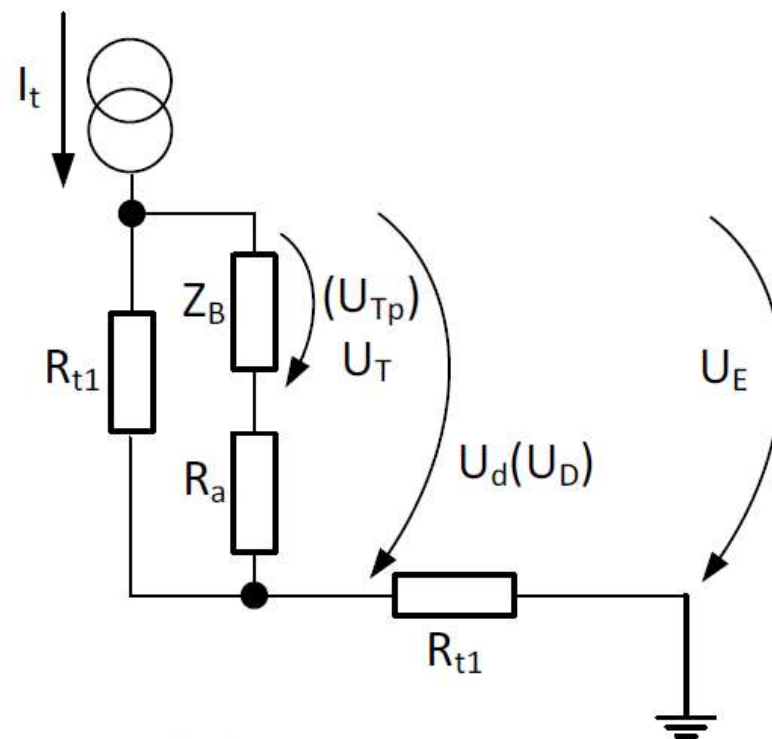
Měření uzemnění

- ❖ Metodika měření a vyhodnocování uzemnění venkovních vedení dle norem PNE 33 3300-1 a PNE 33 3301 -1.
- ❖ Rezistivita půdy se nesmí měřit v období zmrzlé půdy.
- ❖ Po montáži uzemnění se musí provést měření pro ověření návrhu. Měření mají zahrnovat v příslušných lokalitách:
 - ❖ 1/ měření impedance uzemňovací soustavy
 - ❖ 2/ měření dovoleného dotykového a případně krokové napětí
 - ❖ 3/ případně měření zavlčeného potenciálu.
- ❖ Revize smí být prováděny pouze revizními techniky s požadovaným oprávněním
- ❖ Může být prováděno i korozní měření oprávněnou osobou.

PNE 33 3300-1 Metodika měření a vyhodnocování uzemnění venkovních vedení VVN a ZVN



Obrázek 1.1, Vymezení pojmů a veličin



Obrázek 1.2, Vymezení pojmů a veličin – schéma

3.1 Parametry uzemnění

Pro posouzení kvality uzemnění jsou důležité parametry:

zemní odpor podpěrného bodu R_t

rezistivita půdy ρ_E

zemní impedance soustavy zemniců propojených zemnicími lany Z_E

3.1.1 Zemní odpor podpěrného bodu R_t , je reálná část impedance, kterou prochází proud stožárem do země. Skládá se z dílčích odporů jednotlivých zemniců přirozených či strojených a z odporu zeminy především v blízkosti povrchu zemnice. Zemní odpor může být též v literatuře nazýván odporem uzemnění. Jeho velikost určuje spolehlivost vedení při úderu blesku do stožárové konstrukce nebo zemnicích lan a významně ovlivňuje velikost dotykového napětí.

3.1.2 Rezistivita půdy v okolí stožárové konstrukce ρ_E

Je to elektrický odpor válce půdy s průřezem 1 m^2 a délkou 1 m v podélném směru. Jednotka je Ωm . Velikost rezistivity půdy vyjadřuje elektrické vlastnosti půdy pro uzemnění stožáru.

3.1.3 Zemní impedance soustavy zemniců propojených zemnicími lany Z_E

Je to impedance celého systému uzemnění stožárů a rozvodu propojených zemnicími lany včetně odporu měřeného stožáru R_t vůči referenční zemi. Tato impedance je měřena jako podíl napětí z měřicího zdroje mezi bod vybraného stožáru a referenční zem a proudu tohoto zdroje. Velikost impedance Z_E významně ovlivňuje velikost dotykového napětí.

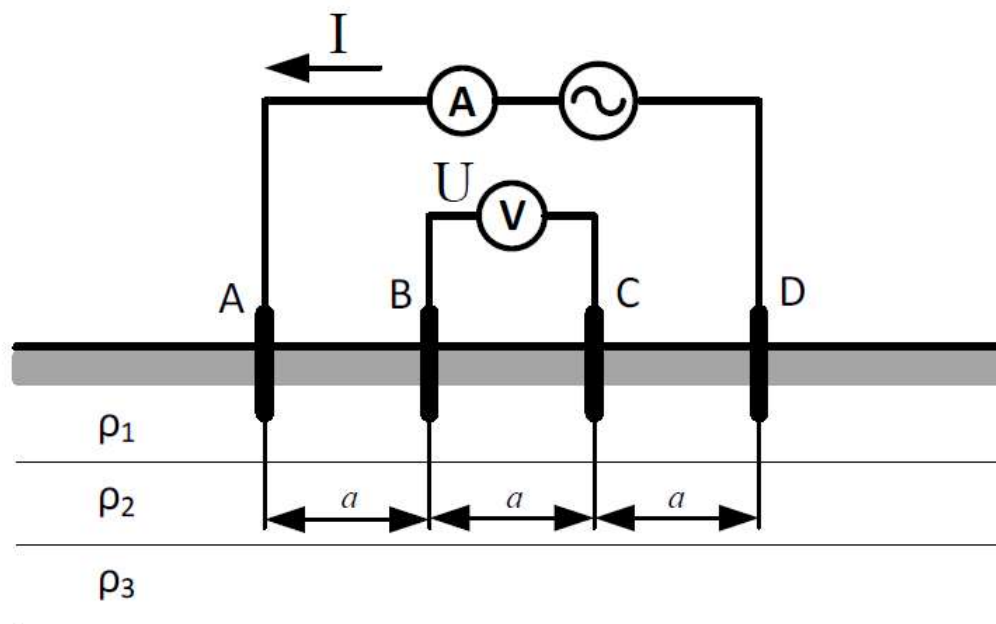
3.1.4 Zemní odpor strojených zemniců R_{zn}

Je to elektrický odpor strojených zemniců, které jsou připojeny nad zemí k podpěrnému bodu. Pro měření lze strojený zemnic od podpěrného bodu odpojit nebo změřit bez odpojení vhodnou metodou měření.

3.3 Měření rezistivity půdy

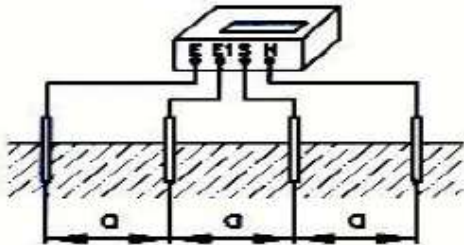
Základní metodou pro měření rezistivity půdy je Wennerova metoda. Tato metoda využívá čtyř elektrod na povrchu země rozmístěných v řadě rovnoměrně s rozstupem a (obrázek 3.1). K vnějším elektrodám se připojí zdroj střídavého proudu, a na vnitřních elektrodách se měří napětí U . Kmitočet zdroje by v případě měření provozovaných vedení neměl být 50 Hz a stejně tak i přístroj pro měření napětí by měl mít selektivní filtr pro měření napětí pouze příslušného kmitočtu. V případě ideálních bodových elektrod a homogennosti země, lze z teorie elektromagnetického pole odvodit, že rezistivita půdy je

$$\rho = 2 \pi a U / I \quad (1)$$



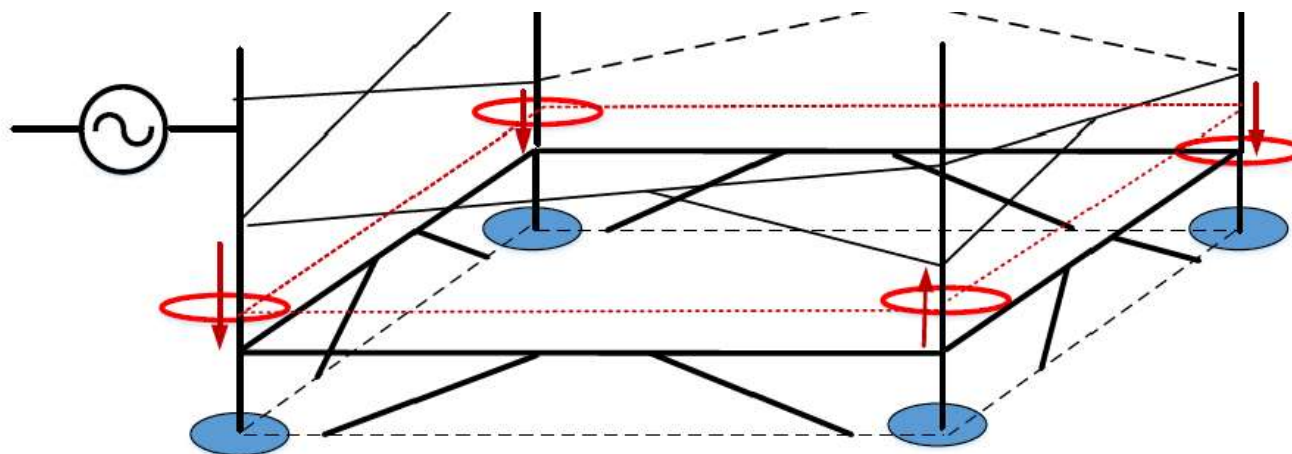
Obrázek 3.1, Schéma konfigurace obvodu pro měření rezistivity půdy Wennerovou metodou

Vliv vzdálenosti měřicích elektrod

Měření provedl: RNDr. Petr Bouše						Měřicí přístroj: PU 431		
Čtyřbodová metoda						konfigurační konstanta	činitel ročního období	
Wennerovo symetrické uspořádání						$h = 2\pi.a$ $\zeta_m = h.R$	1,035 a 1,06 $\zeta = k.\zeta_m$	
Číslo stožáru :	Typ stožáru :	a (m)	R (Ω)	ζ_m (Ωm)	k	ζ (Ωm)	Stav půdy:	Poznámka:
78	R	1,0	6,5	40,81	1,035	42,27	suchá	zaseté pole
	R	3,0	2,41	45,42	1,035	47,02		
	R	5,0	1,78	55,92	1,00	55,92		
		Výpočet – průměr				47.76		



Obrázek B1 - Instalace senzoru proudu SPRÁVNĚ (vlevo) - ŠPATNĚ (vpravo)



Obrázek B2 – Proudové sondy obepínají všechny proudy procházející ze zdroje do země. Měření proudů musí respektovat jejich polaritu.

3.3.2.1 Měření rezistivity ve dvou kolmých směrech

Velikost dílčích rezistivit ρ_1 , ρ_2 a ρ_3 se může výrazně lišit buď z důvodu chyby měření nebo z důvodu vícevrstvého složení půdy v hloubkách odpovídající rezistivitám ρ_1 , ρ_2 a ρ_3 . V případě horizontálního uspořádání vrstev by pak opakované s novým uspořádáním elektrod, které je kolmé na to původní přineslo potvrzení změřených hodnot. Takto lze ověřit, zda rozdíly mezi dílčími hodnotami rezistivity jsou nahodilou chybou měření nebo výsledek měření odráží půdní složení.

3.3.3 Nezávislost měření na objektech uložených v zemi

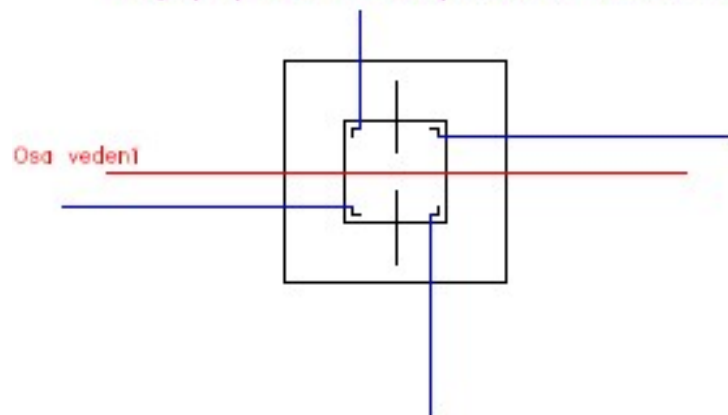
Elektrody by měly být zaraženy v horizontální vzdálenosti od jakéhokoliv objektu v zemi (od stožáru, uzemňovacího pásku, apod.) a od náhlé změny terénu minimálně na vzdálenost rozteče elektrod. Tedy je-li rozteč elektrod 3 m, je třeba dodržet minimální vzdálenost 3 m od paty stožáru.

3.3.5 Měření rezistivity v zimě

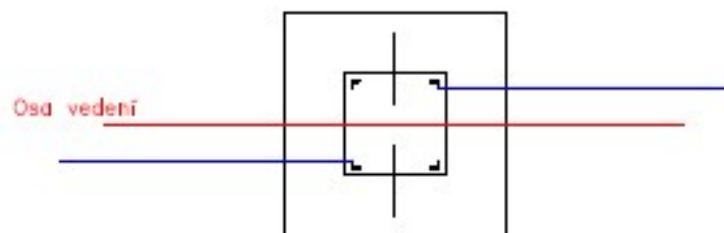
Rezistivita půdy se nesmí měřit v období zmrzlé půdy.

Vedení vvn a zvn

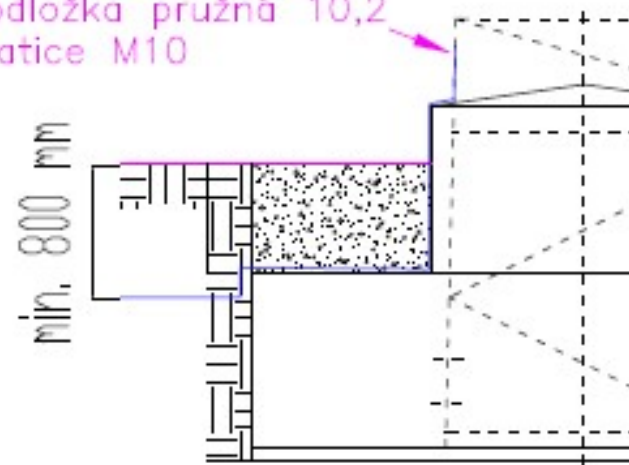
Čtyřpaprskové doplňkové uzemnění



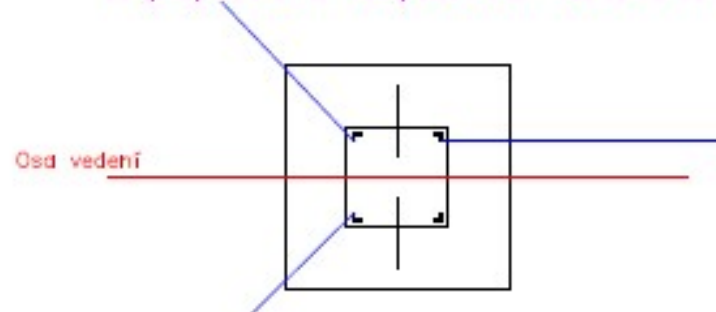
Dvoupaprskové doplňkové uzemnění



- 2x šroub M10x40
- 2x podložka hrubá 11
- 2x podložka pružná 10,2
- 2x matice M10



Třípaprskové doplňkové uzemnění



PNE 33 3300-2 Metodika měření a vyhodnocování uzemnění venkovních vedení vn a nn

A) Oblast s předpokládaným dovoleným dotykovým napětím $U_{vTp} = 75 \text{ V}$

Platí pro distribuční transformovny se společným uzemněním vn a nn a místa, kde se mohou vyskytovat lidé s bosýma nohama.

B) Oblast s předpokládaným dovoleným dotykovým napětím $U_{vTp} = 150 \text{ V}$

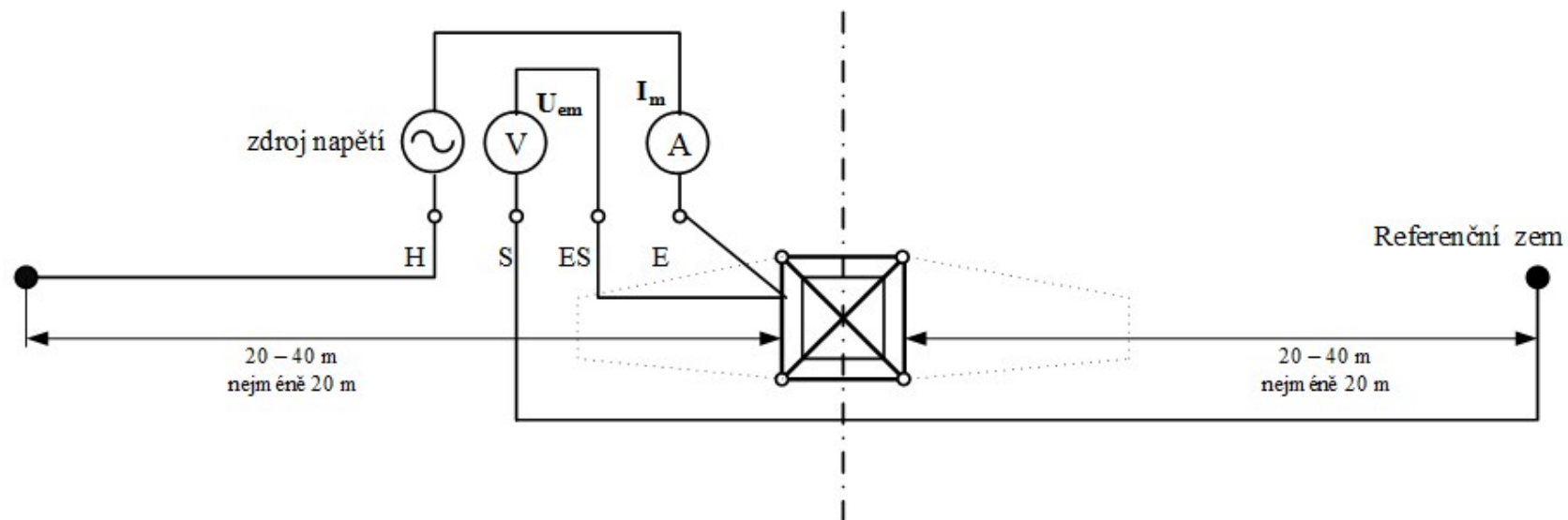
Venkovní vedení ve městech a obcích, kde lze rozumně předpokládat, že jsou lidé obutí.

C) Oblast, kterou je třeba předpokládané dovolené dotykové napětí U_{vTp} vypočítat podle rezistivity půdy v povrchové vrstvě

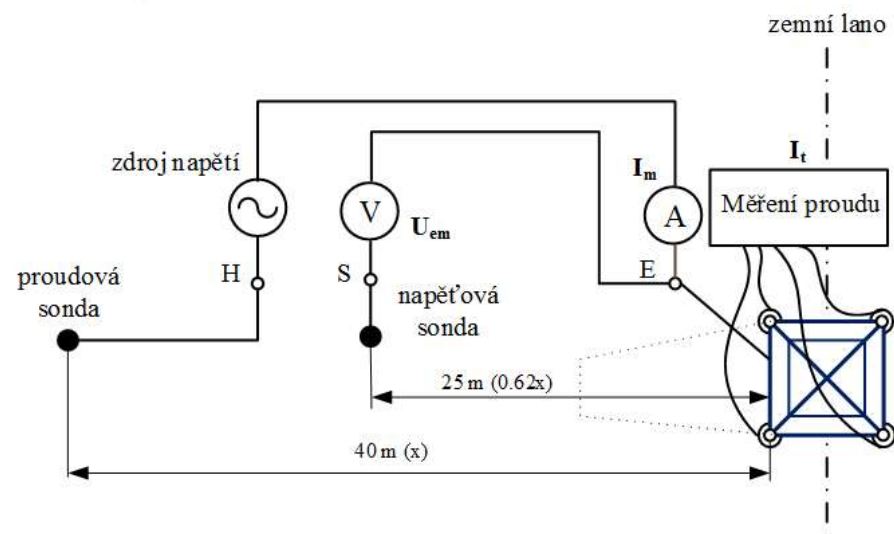
Elektrická zařízení distribuční soustavy v místech odlehlých, kde lze rozumně předpokládat, že jsou lidé obuti.

Výpočet U_{vTp} se provede podle PNE 33 0000-1 (Příloha 10)

Dosažení požadovaných hodnot U_{vTp} je možné, jestliže uzemnění podpěrného bodu vedení nebo konstrukce DTS bude realizováno přípustnou hodnotou zemního odpor uzemnění R_t .



Obrázek 4.2 - Schéma zapojení obvodu pro měření

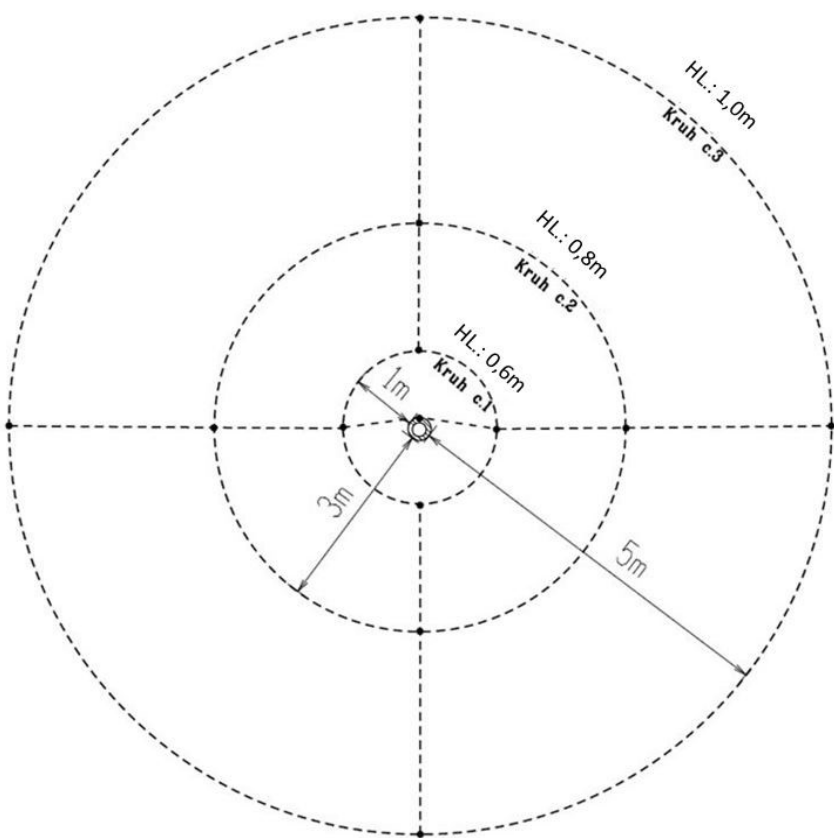


Obrázek 4.5 - Schéma zapojení obvodu pro měření zemního odporu metodou 62 procent

Časté chyby při výpočtu rezistivity

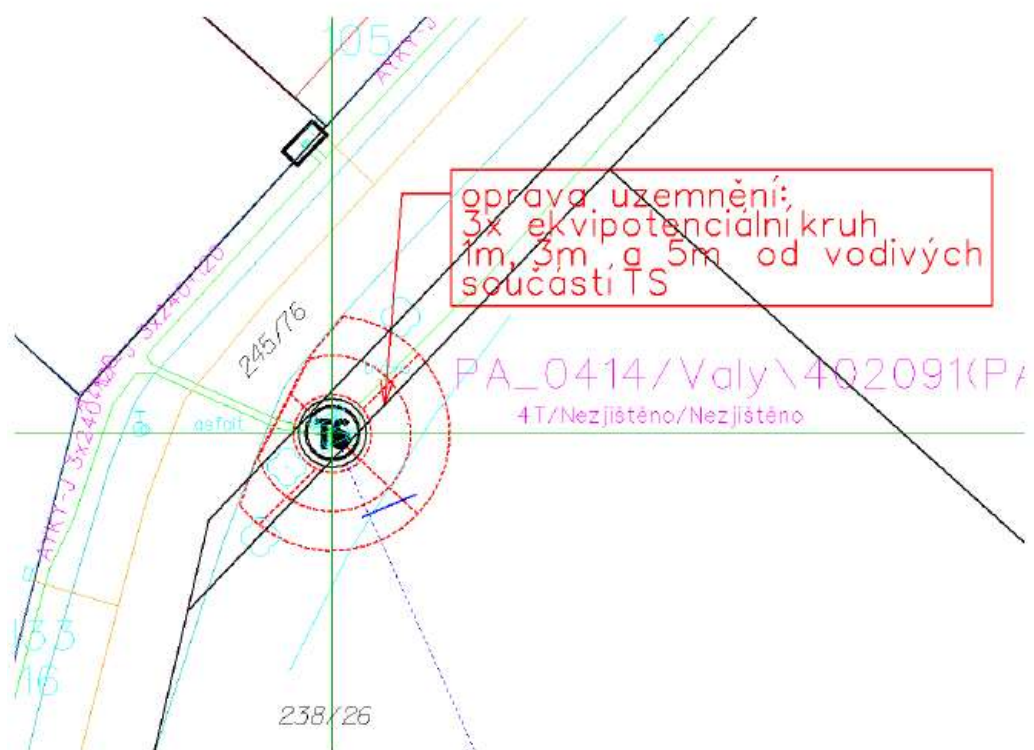
- ❖ Výňatek z PNE 33 000-1 5. vydání – příloha 10 strana 86
- ❖ **3. Oblast, pro kterou je třeba předpokládané dovolené dotykové napětí vypočítat dle rezistivity půdy v povrchové vrstvě**
- ❖ Sem patří elektrická zařízení distribuční soustavy v místech odlehlých, kde lze rozumně předpokládat, že zde jsou lidé obuti.
- ❖ **Rezistivita půdy v povrchové vrstvě $\rho_s = 500 \Omega\text{m}$**
Předpokládané dotykové napětí U_{vTp} na obvodu lidské tělo + přídatné rezistance: $U_{vTp} = 150 \text{ V}$
- ❖ **Rezistivita půdy v povrchové vrstvě $\rho_s = 1\,000 \Omega\text{m}$**
Předpokládané dotykové napětí U_{vTp} na obvodu lidské tělo + přídatné rezistance: $U_{vTp} = 180 \text{ V}$
- ❖ **Rezistivita půdy v povrchové vrstvě $\rho_s = 2\,000 \Omega\text{m}$**
Předpokládané dotykové napětí U_{vTp} na obvodu lidské tělo + přídatné rezistance: $U_{vTp} = 250 \text{ V}$

Uzemnění elektrického zařízení

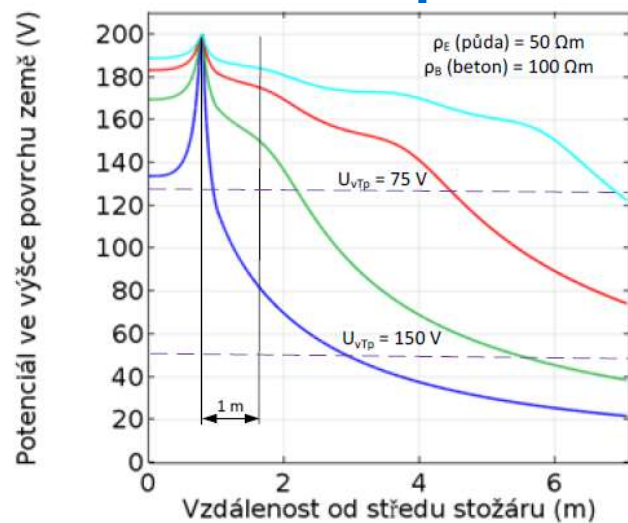


- ❖ Podpěrné body vvn, vn i nn a podpěrné body se spínacími prvky se doporučuje umísťovat **mimo intravilány obcí**.
- ❖ Doplnění ekvipotenciálních kruhů paprskovým páskovým zemničem z důvodu zlepšení zemního odporu zemniče **se zakazuje!!**
- ❖ Pokud je nutno u ekvip. kruhů snížit zemní odpor, je vhodné je doplnit zemničími tyčemi nebo zvolit některá opatření uvedená v této metodice či aplikovat některá z uznávaných zvláštních opatření M v příloze E normy ČSN EN 50522 v platném znění.
- ❖ Vzdálenosti ekvipotenciálních kruhů se vždy měří od neživé vodivé části.
- ❖ Součinitel tvaru zemniče:
 - ❖ Dva ekvip. kruhy $k = 5,0$
 - ❖ Tři ekvip. kruhy $k = 7,5$
- ❖ Všechny neživé vodivé konstrukce na podpěrném bodě, kde je umístěn spínací či ochranný prvek, jsou vodivě pospojeny a uzemněny.
- ❖ Dostatečným vodivým spojením stupaček je jejich přitažení třmenem na FeZn pásek hlavního ochranného vodiče

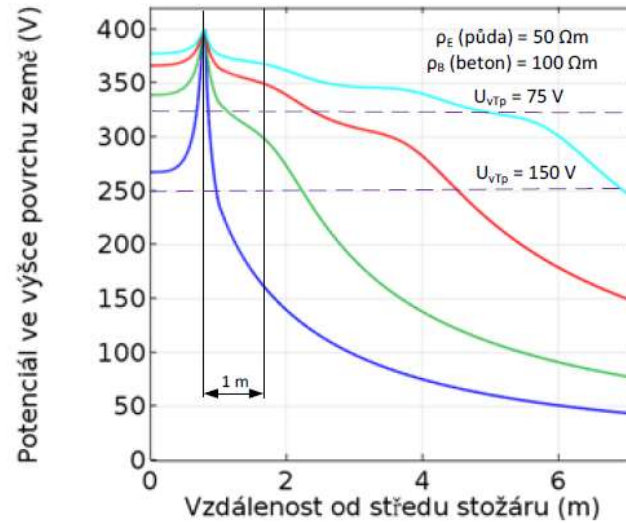
Úprava tvaru ekvip. kruhů rekonstruovaných PB v místě s prostorovým omezením



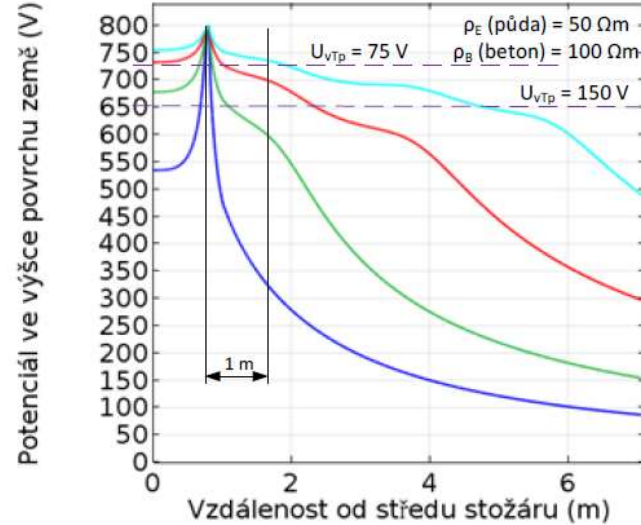
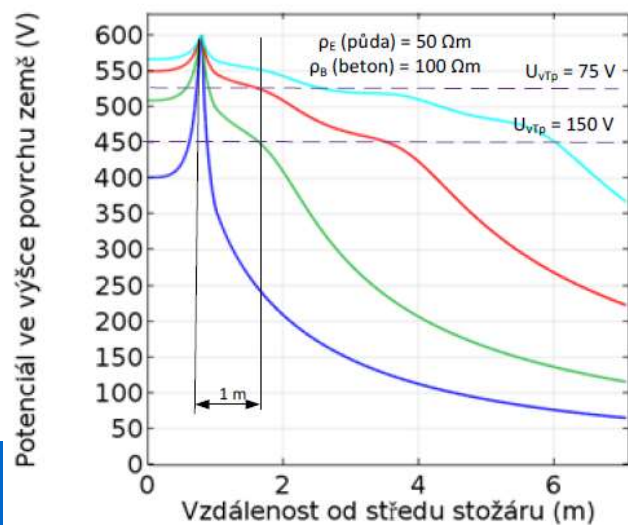
Vliv řízení potenciálu



5.1.a

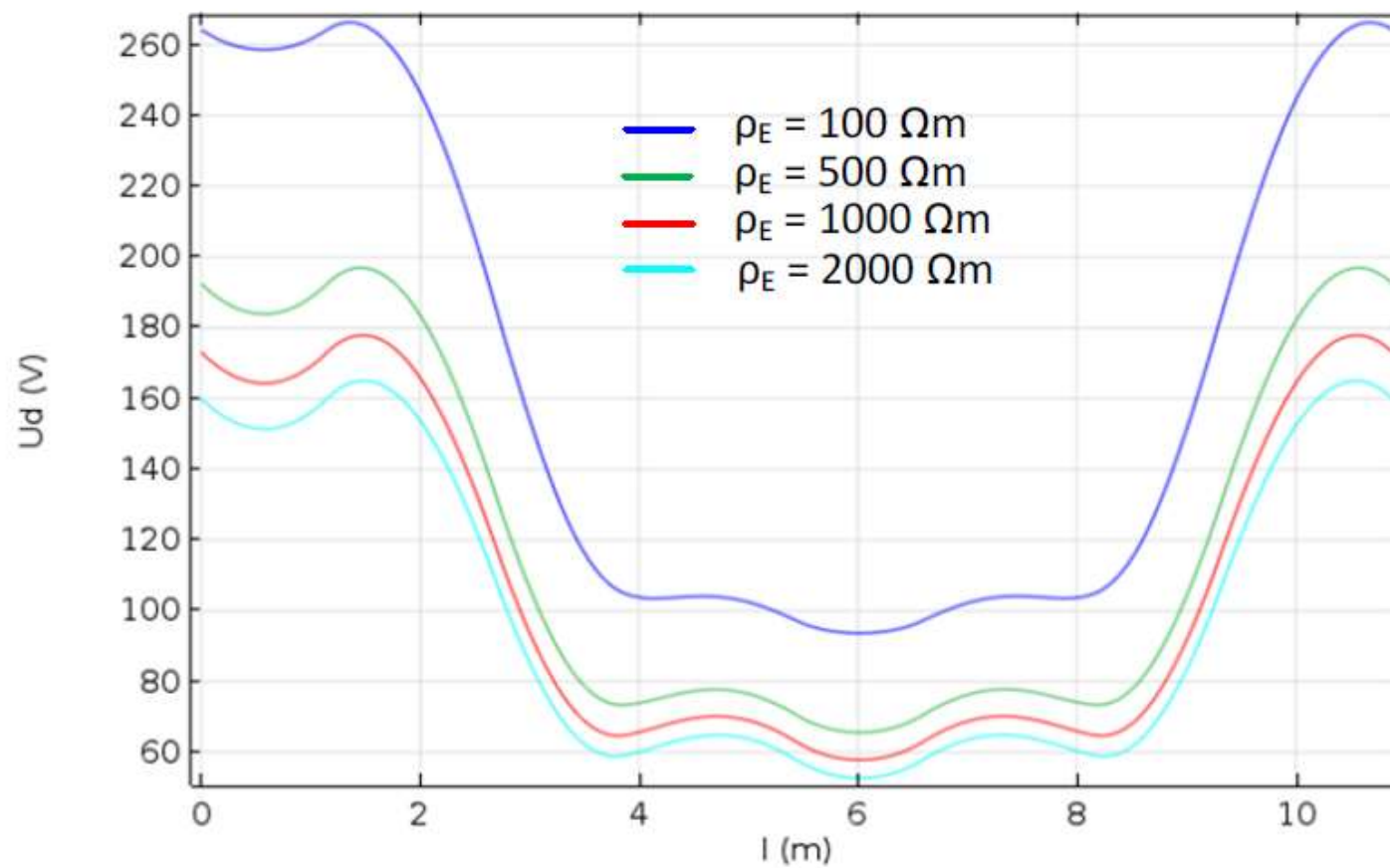
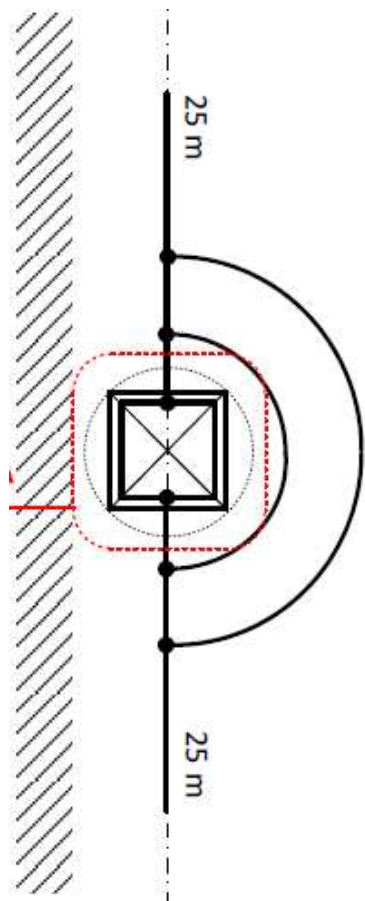


5.1.b

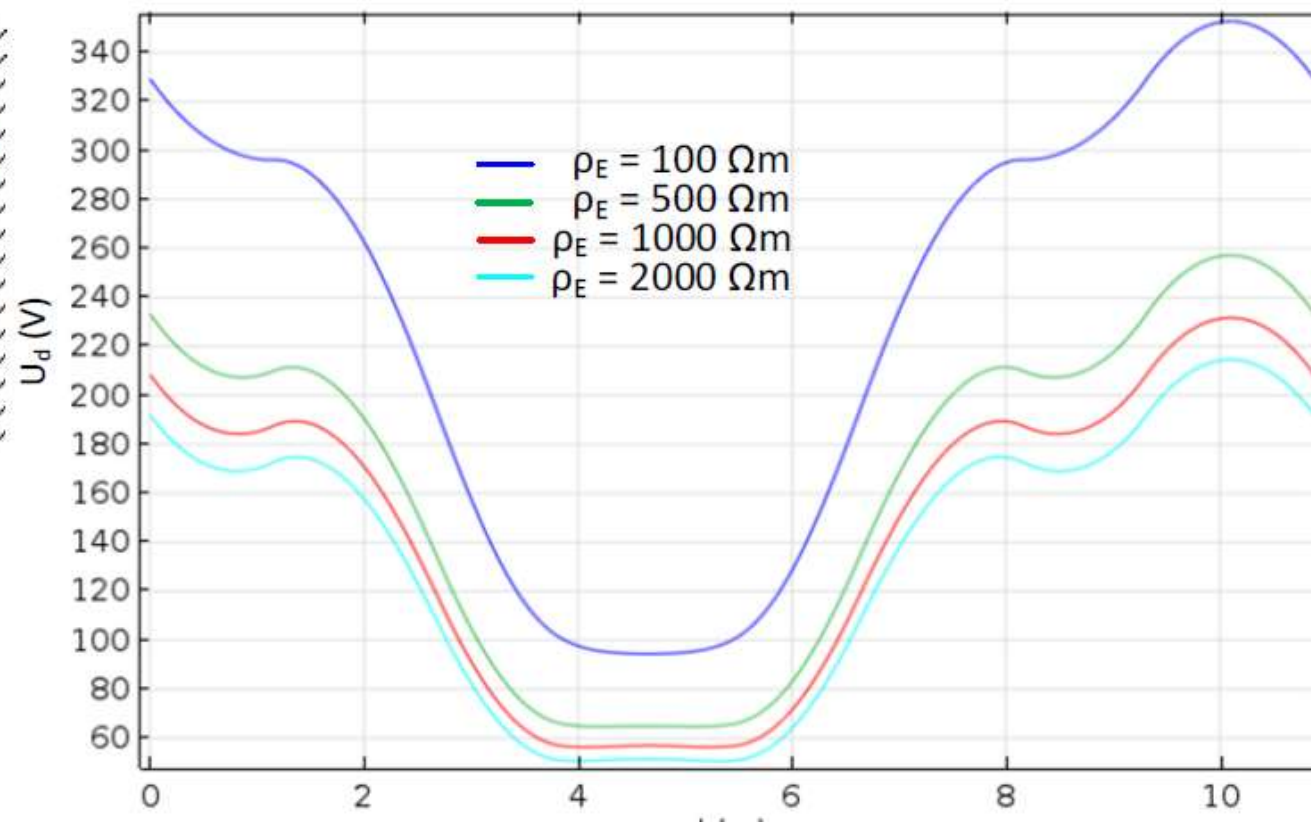
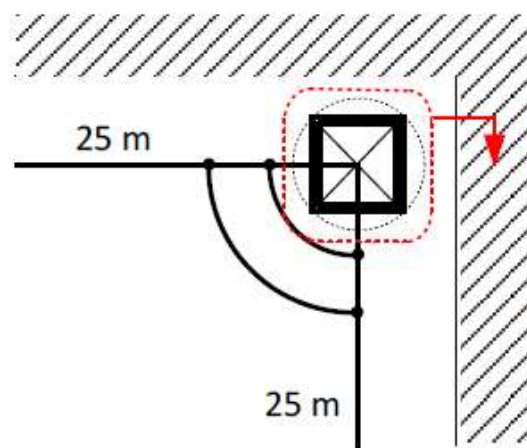


- bez strojeného zemniče
- ekvipotencionální práh
- 2 ekvipotencionální kruhy
- 3 ekvipotencionální kruhy

Strojené zemniče



Omezení prostorem



Praktická upozornění

- ❖ Připojení uzemňovacího přívodu na PB s ocelovým dříkem opatřeného nátěrem se provede stejně jako u nenatřených podpěrných bodů. Přípojně body se však před nátěrem budou chránit obalením páskou, aby nebyly znečištěny barvou a nedošlo ke snížení jejich vodivosti.
- ❖ Výška zkušebního místa (místo připojení uzemňovacího přívodu) je dána konstrukcí daného podpěrného bodu– pokud je to možné, minimálně 0,5 m nad definitivně upraveným terénem s minimální výškou 0,15 m nad případným betonovým základem PB
- ❖ Ochranný vodič vede pouze po povrchu PB.
- ❖ Na dřevěné sloupy se ÚO osazují pouze v odůvodněných případech (odsouhlasovaná výjimka TPAS)
- ❖ Souvislé vodivé oplocení v cizím vlastnictví nesmí křížovat uzemnění. Pokud cizí oplocení zasahuje do prostoru nad uzemněním PB anebo ve vzdálenosti kratší než 2,5 m od uzemněného PB, musí být do oplocení vložen izolační dílec či dílce

Majetkoprávní projednání

- ❖ Pokud se opravuje uzemnění je nutné dohledat jeho stávající dokumentaci.
- ❖ Pokud je nalezena, je uzemnění legitimní. V dokumentaci obvykle nebývá napsáno jaké uzemnění pro konkrétní PB bylo projektováno. Zde je v pořádku použít OE -12-XXX
- ❖ I v historii se často uzemňovalo ekvipotenciálními kruhy, zejména za první republiky.
- ❖ Pokud opravujeme uzemnění a někomu rozkopeme pozemek neznamená to, že nemůže dostat náhradu: **zák. 458/2000, § 25 (9)** Pokud byl vlastník nebo uživatel nemovitosti v důsledku výkonu práv provozovatele distribuční soustavy omezen v obvyklém užívání nemovitosti nebo mu vznikla újma na majetku, má právo na přiměřenou jednorázovou náhradu.
- ❖ Pokud ale legitimitu nedohledáme je situace obtížnější. Zde se musí provést věcné břemeno a tudíž je nutné zde užít IE-12-XXXXXXX

Křížení venkovního vedení s dráhou

- ❖ Tímto křížením je kromě železničních tratí myšleno i křížení např. jednosměrných trakcí městské hromadné dopravy, konstrukcí lanových a bobových drah.
- ❖ křižovatkové body jsou uzemněny strojeným zemničem.
- ❖ Korozní průzkum se provádí vždy při nové výstavbě vedení, jeho rekonstrukci nebo rekonstrukci jeho uzemnění.
- ❖ Korozní průzkum provádí společnost s pověřením měření potenciálu kolejnice dráhy, která kříží či je v souběhu s elektrickým vedením linek.
- ❖ - PB do **50** m při křížení dráhy – nejvýše však dva na každou stranu
- ❖ - v případě souběhů u PB do **25** m od dráhy na začátku a na konci tohoto souběhu **v případě delších souběhů maximálně 4 PB.**

Korozní ochrana



- ❖ Při přechodu uzemňovacího přívodu mezi prostředími, se musí provádět antikorozní ochrana v souladu s příslušnými normami ČSN 33 2000-5-54 (NA7), ČSN EN 50 341–3 (příloha H) a příslušnými PNE v platném znění (při přechodu do půdy se chrání 30cm pod povrch a 20cm nad povrch).
- ❖ Za dostatečnou ochranu se též považuje černá smršťovací trubice s lepidlem odolná proti UV záření s označením zelenými a žlutými pruhy o délce označení 4cm.
- ❖ Uzemňovací přívody se vždy vedou mimo betonový základ (patku).

Účinky Bludných proudů



FeZn pásek po 8 letech Ovčáry

řízený protlak

