

Metodika stanovení vzájemné vzdálenosti je uvedena v člancích 5.1 až 5.3.

**7.2.22** Zdánlivý měrný odpor půdy  $\rho$  je převrácená hodnota střední vodivosti půdy, která se určí měřením podle ČSN 33 4060.

**7.2.22.1** Stanovení zdánlivého měrného odporu půdy v oblasti nebezpečného vlivu:

- Pro orientační výpočty indukčního vlivu lze použít hodnoty podle tabulky 7.
- V souvisle zastavěných městských územích nemusí být měrný odpor zjišťován měřením. Při stanovení indukčního vlivu se počítá s těmito hodnotami:

malá města	50 $\Omega\text{m}$
střední města	25 $\Omega\text{m}$
okrajové oblasti velkých měst	10 $\Omega\text{m}$
velká města s hustou inženýrskou sítí, s kolejovou dopravou a velké průmyslové závody	1 $\Omega\text{m}$

c) Mimo území měst a obcí, kde to místní poměry dovolují, se určí  $\rho$  měřením podle článku 2.12 ČSN 33 4060. Při tomto měření lze místo napájecího okruhu využít existující vedení.

d) Tam, kde místní poměry nedovolují realizovat měření podle článku 2.12 ČSN 33 4060, lze provést měření podle článku 2.13 ČSN 33 4060 metodou Wennerovou nebo Schlumbergerovou.

e) Při výpočtech nebezpečných vlivů lze použít hodnoty, které byly v dané lokalitě zjištěny dřívějším měřením v souvislosti s budováním nebo provozem jiného silového vedení.

Tabulka 7 – Zdánlivý měrný odpor půdy

Druh půdy	Pravdě- podobná hodnota Ωm	Roční množství srážek		Minerální spodní vody*) m
		500 mm a více	250 mm nebo méně	
		Rozmezí naměřených hodnot Ωm		
Naplaveniny a lehké hlíny	5	2 až 10	5 až 1000	1 až 5
Hlíny	10	5 až 20	10 až 100	3,5 až 10
Slíny	20	10 až 35	50 až 350	3,5 až 10
Porézní vápenec	50	35 až 100	50 až 350	3,5 až 10
Pískovec	100	35 až 350	1000 až prakt. nevodivé	10 až 35
Křemeny, pevné a krystalické vápence	350	100 až 1000	1000 až prakt. nevodivé	10 až 35
Jílovitá břidlice, jíly	1000	350 až 3500	1000 až prakt. nevodivé	35 až 100
Žula	1000	1000 až prakt. nevodivé	1000 až prakt. nevodivé	35 až 100
Rula, břidlice, skály	2000	1000 až prakt. nevodivé	1000 až prakt. nevodivé	35 až 100

\*) Je-li hladina spodní vody v malé hloubce pod povrchem (do 10 m), uvažují se nižší hodnoty; je-li hladina spodní vody ve velké hloubce (asi 150 m), uvažují se vyšší hodnoty zdánlivého odporu půdy.

### 7.3 Nebezpečný indukční krátkodobý vliv při jednofázovém zkratu kabelového vedení vvn a zvn

**7.3.1** Nebezpečný indukční vliv vyvolaný jednofázovým zkratovým proudem kabelového trojfázového vedení v soustavě s účinně uzemněným nulovým bodem (indukované napětí  $U_i$  ve V) se vypočte ze vztahu

$$U_i = 3,14 \cdot I_k \sum_{j=1}^n r_i \cdot m \cdot l_j \cdot 10^{-4};$$

význam  $I_k$ ,  $r_i$ ,  $M$  a  $l_j$  viz v 7.2.1.

ČSN 33 2000-5-54 ed. 3

## Příloha D (informativní)

### Ukládání zemničů do půdy

#### D.1 Obecně

Odpor zemniče závisí na jeho rozměrech, tvaru a na rezistivitě půdy, ve které je uložen. Tato rezistivita se často mění od místa k místu a mění se i v závislosti na hloubce.

Rezistivita půdy se vyjadřuje v  $\Omega\text{m}$ : to je číselně rezistance (elektrický odpor) v  $\Omega$  válce naplněného zeminou, jehož průřez je  $1\text{ m}^2$  a který je 1 m dlouhý.

Některé údaje o tom, zda charakteristické vlastnosti půdy jsou z hlediska umístění zemničů více nebo méně vhodné, může poskytnout vzhled povrchu a vegetace. Pokud jsou dostupné výsledky měření na zemničích umístěných v podobných půdních podmínkách, poskytují lepší údaje.

Rezistivita půdy závisí na její vlhkosti a teplotě, což jsou veličiny, které se obě během roku mění. Samotná vlhkost půdy závisí na její zrnitosti a pórovitosti. V praxi se rezistivita půdy zvyšuje s tím, jak se snižuje její vlhkost.

Vrstvy půdy, kterými mohou protékat ramínky vody, jako tomu může být v blízkosti vodních toků, jsou zřídka pro umístění zemničů vhodné. Tyto vrstvy jsou ve skutečnosti složeny z kamenitého podkladu, jsou velmi propustné a jsou snadno nasatitelné vodou vyčištěnou přírodní filtrací, což způsobuje vysokou rezistivitu půdy. V takovém případě by se měly použít hloubkové tyčové zemniče, aby se dosáhlo, pokud možno, půdy o lepší vodivosti.

Rezistivita půdy se znatelně zvyšuje mrazem. Při jeho působení může dosáhnout ve vrstvě zmrzlé půdy hodnoty až několika tisíc  $\Omega\text{m}$ . Tato zmrzlá vrstva může v některých oblastech dosahovat tloušťky až 1 m a více.

Rezistivitu půdy rovněž zvyšuje sucho. Účinek vysychání je možno v některých oblastech zaznamenat až do hloubky 2 m. Hodnoty rezistivity půdy v takovém případě mohou dosahovat řádově stejných hodnot, jaké vykazuje půda v období mrazu.

#### D.2 Rezistivita půdy

Tabulka D.54.1 udává hodnoty rezistivity určitých typů půd.

Tabulka D.54.2 dokumentuje, že rezistivita půd stejného charakteru se může měnit ve velkém rozsahu.

Tabulka D.54.1 – Hodnoty rezistivity půdy

Charakter půdy	Rezistivita $\Omega\text{m}$
Bažinatá půda	Od několika do 30
Naplaveniny	20 až 100
Humus, prst'	10 až 150
Vlhká rašelina	5 až 100
Tvárný jíl	50
Vápenatý a kompaktní jíl	100 až 200
Jurský jíl	30 až 40
Jílovité písky	50 až 500
Křemenné písky	200 až 3 000
Holé kamenité půdy	1 500 až 3 000
Zatrávněné kamenité půdy	300 až 500
Měkký vápenec	100 až 300
Kompaktní vápenec	1 000 až 5 000
Rozpukaný vápenec	500 až 1 000
Břidlice	50 až 300
Mikanitová břidlice	800
Žula a pískovec podle míry zvětrání	1 500 až 10 000
Žula nebo velmi zvětralý vápenec (podle míry zvětrání)	100 až 600

První hrubý odhad rezistance (elektrického odporu) zemniče je možno provést, použijí-li se při výpočtu průměrné hodnoty uvedené v tabulce D.54.2.

Je samozřejmé, že výsledné odpory zemničů získané výpočtem s použitím těchto hodnot budou pouze velmi přibližné. Jestliže se použije vzorec uvedený v článku D.3, měření rezistance může dovolovat odhad průměrné hodnoty rezistivity půdy. Tato znalost může být užitečná pro další práce prováděné v podobných půdních podmínkách.

**Tabulka D.54.2 – Proměnné hodnoty rezistivity v závislosti na různých druzích půdy**

Charakter půdy	Průměrná hodnota rezistivity $\Omega\text{m}$
Sytá orná půda, vlhký kompaktní břeh	50
Chudá orná půda, štěrk, tvrdý břeh	500
Holá kamenitá půda, suchý písek, neproniknutelná skála	3 000

### D.3 Zemniče uložené do půdy

#### D.3.1 Základní části<sup>\*)</sup>

Zemniče mohou sestávat z částí uložených v zemi provedených z

- oceli pozinkované v ohni,
- oceli pokryté mědí,
- oceli s elektrolyticky naneseným povlakem mědi,
- nerezové oceli,
- holé mědi.

Spojení mezi kovy rozdílné povahy se nesmí dostat do kontaktu s půdou. Všeobecně platí, že rozdílné kovy a slitiny by se neměly používat.

Minimální tloušťky a průměry částí zemničů uvažují obvyklé riziko chemického a mechanického poškození. Přesto však tyto rozměry nemusí být ještě dostatečné, zvláště jestliže existuje vážné nebezpečí koroze. Taková nebezpečí je možno předpokládat v půdách, kterými protékají bludné proudy, například stejnosměrné zpětné trakční proudy, nebo proudy v blízkosti umístění katodické ochrany. V takových případech je třeba provést zvláštní opatření.

Zemniče by se měly ukládat v co nejvlhčích místech přístupné půdy. Musí být ukládány mimo skládky odpadů, např. hnoje, močůvky, chemických látek, koksu atd., jejichž prosakování do půdy může způsobovat korozi zemničů, a mají být zřízeny co nejdále od frekventovaných míst.

#### D.3.2 Vyhodnocení rezistance zemničů

##### a) Horizontálně uložené zemniče

Rezistanci (elektrický odpor) ( $R$ ) horizontálně uloženého zemniče (viz 542.2.3 a tabulka 54.1) je možno počítat přibližně podle tohoto vzorce

$$R = 2 \frac{\rho}{L}$$

ve kterém  $\rho$  je rezistivita půdy (v  $\Omega\text{m}$ ) a  $L$  je délka výkopu, ve kterém jsou vodiče uloženy (v m).

Je třeba podotknout, že uložení vodičů ve výkopu tak, že tvoří sinusovku, nevede ke znatelnému zlepšení odporu zemniče.

<sup>\*)</sup> POZNÁMKA K TÉTO NORMĚ V tomto výkladu se předpokládá, že zemniče jsou umístěny mimo dosah ocelových stavebních a konstrukčních částí uložených v zemi, takže není nutno uvažovat s rozkladným působením měděných zemničů na tyto ocelové konstrukce (základy budov s ocelovou výztuží, ocelová potrubí apod.). Měděné zemniče, pokud není v souvislosti s nimi uplatněna aktivní protikorozi ochrana je možno uplatnit pouze na místech daleko od jiné zástavby (horské chaty apod.).

ČSN 33 2000-5-54 ed. 3

**NA.7.6** Při přemostování dilatačních spár je nutno provést protikorozi ochranu přemostovacích přeponek ve spáře a nejméně 20 cm v betonu po obou stranách spáry.

**NA.7.7** V místech připojení uzemňovacích přívodů na potrubí musí být obnovena pasivní protikorozi ochrana potrubí.

#### **NA.8 (542.2.2, tabulky D.54.1 a D.54.2) Závislost odporu uzemnění na půdních podmínkách**

**NA.8.1** Účinnost jakéhokoliv zemniče závisí na místních půdních podmínkách. Odpor jednotlivých zemničů i odpor celkového uzemnění je úměrný rezistivitě půdy. Střední hodnoty rezistivity běžných druhů půd jsou uvedeny v tabulce NA.4.

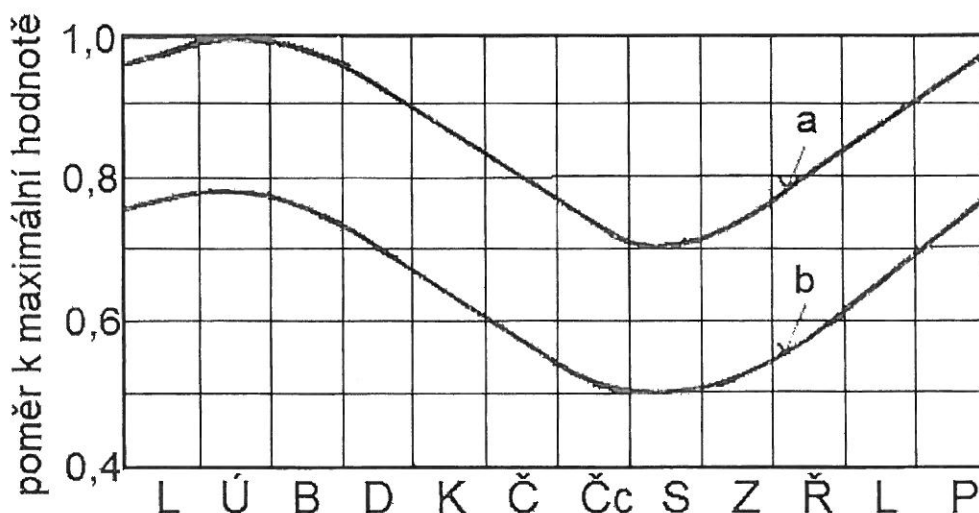
**Tabulka NA.4 Střední hodnoty rezistivity běžných druhů půd**

Druh zeminy	Rezistivita $\Omega \cdot m$
Rašelina	30
Ornice	100
Vlhký písek	200 až 300
Vlhký štěrč	300 až 500
Suchý písek nebo štěrč	1 000 až 3 000
Suchá kamenitá půda	3 000 až 10 000

**POZNÁMKY**

- Vodivost půdy závisí na druhu půdy, na jejím rozvrstvení, teplotě a vlhkosti. Zmrzlá země má podstatně nižší vodivost než před zmrznutím. Vodivost půdy kolem zemniče může také snižovat elektrický proud, jestliže zemničem trvale prochází. Půdu totiž zahřívá a v okolí zemniče ji vysušuje.
- Dešťová nebo říční voda je špatným vodičem, obdobně jako mastné nebo olejové skvrny.

**NA.8.2** Vlhkost půdy se mění se stavem spodní vody a podle ročních období dlouhodobého vývoje počasí. Ve vrstvách půdy blíže povrchu se mění více než ve spodních vrstvách. Proto číselné hodnoty uvedené v tabulce NA.4 platí jen přibližně. Jakým způsobem obvykle kolísá rezistivita půdy v průběhu ročních období, znázorňuje obrázek NA.1a.



**Obrázek NA.1a** Změny rezistivity půdy v průběhu roku (vztaženo k maximální rezistivitě); křivka a znázorňuje průběh po delším suchu, křivka b – průběh po deštivém období