

# Заземјувачи и заземјувачки системи во електроенергетските мрежи

## Карактеристики на тлото и негово влијание врз карактеристиките на заземјувачите

М. Тодоровски

Институт за преносни електроенергетски системи  
Факултет за електротехника и информациски технологии  
Универзитет Св. Кирил и Методиј

mirko@feit.ukim.edu.mk  
pees.feit.ukim.edu.mk

Скопје, 2017

# Специфична отпорност на тлото

- отпорноста на распростирање  $R_Z$  е директно пропорционална на специфичната отпорност  $\rho$
- вредноста на специфичната отпорност  $\rho$  во голема мерка зависи од количеството на вода во земјата и количеството на солите растворени водата
- почвите кои имаат голем волумен на пори какви што се лапорец и глина имаат мали вредности на  $\rho$
- цврстите компактни карпи со мал волумен на порите какви што се варовник и доломитите имаат големи вредности на  $\rho$

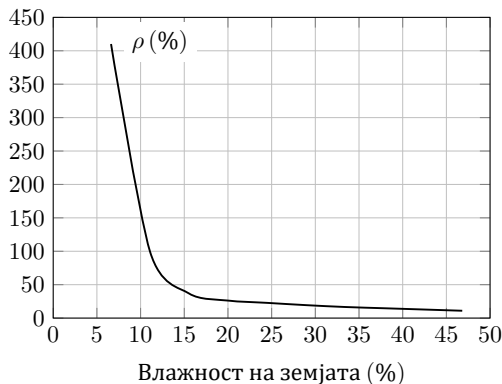
# Специфични отпорности на некои почви

Средина	$\rho$ ( $\Omega\text{m}$ )
Дестилирана вода	10000
Морска вода	1
Речна вода	20 ÷ 40
Варовник компактен	400 ÷ 3000
Распукан варовник	200 ÷ 2000
Песок	100 ÷ 800
Лапорец	20 ÷ 300
Глинен шкрилец	20 ÷ 200
Глина	10 ÷ 60
Хумус	$\approx$ 10
Гнајс, метаморфни стени	500 ÷ 2000
Доломит	200 ÷ 10000
Сув бетон	1000000
Гранит/базалт	600 ÷ 10000
Чакал	200 ÷ 6000
Чакал со глина	80 ÷ 400
Глиновид песок	60 ÷ 150
Песочна глина	50 ÷ 60
Црвеница	20 ÷ 100
Бентонит	2 ÷ 8

# Влажност на земјата

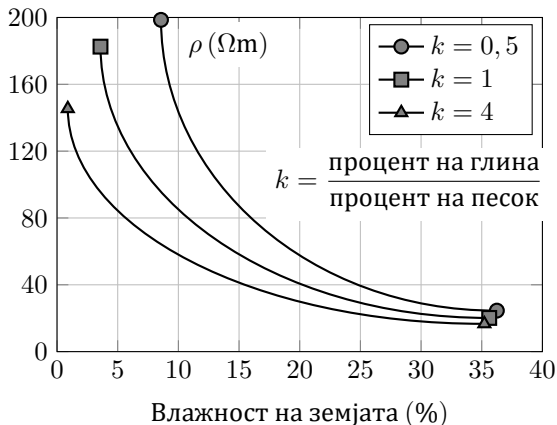
- а) сува ( $\rho$  е многу големо)
- б) влажна
- в) смрзната ( $\rho$  е многу големо)

Во мај и јуни специфичната отпорност  $\rho$  е најмала, а во септември и октомври таа е најголема.



# Зависност на $\rho$ од односот глина/песок

- песокот има полупроводни зрна од кварц со дијаметар  $0,2 \div 2 \text{ mm}$  и слаба способност за задржување на влагата
- глината има колоидна структура со густо збиени честички од редот  $10^{-6} \text{ mm}$  и многу поголема способност за задржување на влагата

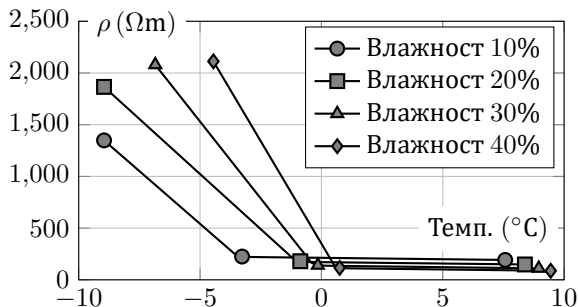


# Соленост на земјата

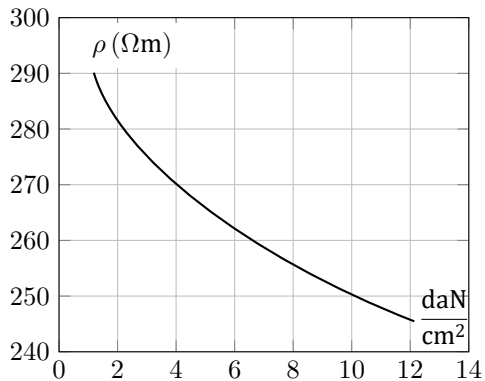
- соленоста на земјата влијае врз вредноста на  $\rho$
- се предлага ставање на сол околу заземјувачот
  - ▶ ако процентот на солта е под 0,5% практично не влијае врз намалувањето  $\rho$
  - ▶ процентот на сол од 0,5 % до 1 % е област на нагло намалување на  $\rho$
  - ▶ концентрација на сол над 1% почнува да го нагризува металот во почвата

# Температурата на земјата

- при иста влажност на со зголемување на температурата  $\rho$  се намалува
- со смрзнувањето на земјата  $\rho$  значително се зголемува
- за да се избегне смрзнување заземјувачите треба да се постават на длабочина на која земјата не мрзне



# Набиеност на земјата



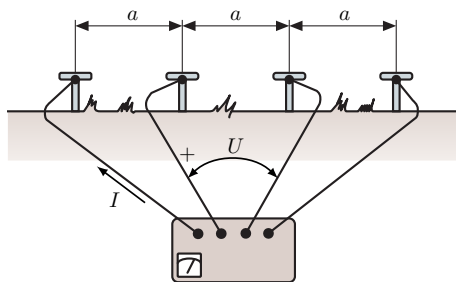


# Мерење на специфичната отпорност на тлото

$$R = \mathfrak{R} \cdot \frac{\rho}{100}$$

$\rho$  специфичната отпорност на тлото изразена во  $\Omega\text{m}$ ,

$\mathfrak{R}$  константа на заземјувачот, која е еднаква на отпорноста на распространување на заземјувачот во хомогено тло со специфична отпорност  $\rho = 100 \Omega\text{m}$ .



$$\rho = 2\pi \cdot a \cdot \frac{U}{I} = 2\pi \cdot a \cdot R$$

Вредност на  $\rho$  на горниот слој со дебелина  $h \approx a$ . Постапката се повторува поголем број пати за  $a = \{1, 2, 3, 5, 8, 10, \dots\}$  m.

# Организација на мерењето

- за голем мрежест заземјувач теренот се шрафира со растер мрежа и потоа мерењата се вршат во јазелните точки од таа мрежа
- за заземјување на столбовите од надземен вод: дали мерењата да се вршат на сите столбни места или само на „репрезентативни“ места
  - ▶ ако сме оцениле дека  $\rho$  на делот од трасата помеѓу двете соседни мерни места битно не се менува можеме да мериме на секои 3 или 5 столбни места
  - ▶ на терените со чести промени на геолошки структури на тлото единствено исправно решение би било мерење на  $\rho$  на секое столбно место

# Најмали дозволени пресеци на елементите од заземјувачите

---

Материјал: Поцинкуван челик

---

Лента со пресек  $100 \text{ mm}^2$  со дебелина најмалку  $3,5 \text{ mm}$

Тркалезен челик со пречник  $10 \text{ mm}$

Цевка со пречник  $38 \text{ mm}$  и дебелина не помала од  $3,5 \text{ mm}$

Аголник  $65 \text{ mm} \times 65 \text{ mm} \times 7 \text{ mm}$

Профил U  $6,5$  односно T  $6$  или други соодветни профили

---

Материјал: Бакар

---

Лента со пресек  $50 \text{ mm}^2$  но не потенка од  $2 \text{ mm}$

Јаже со пресек  $35 \text{ mm}^2$

Цевка со пречник  $30 \text{ mm}$ , со дебелина не помала од  $2,5 \text{ mm}$

---