

VAJA 6

MERJENJE IMPEDANCE OKVARNE ZANKE

Pri uporabi zaščitnih naprav za nadtokovno zaščito moramo izmeriti impedanco okvarne zanke in ugotoviti, če bo okvarni tok dovolj velik, da bo povzročil odklop naprave v času, krajšem od navedenega. Impedanca okvarne zanke zajema energetski vir – nizkonapetostno navitje transformatorja, fazni vodnik do mesta okvare in zaščitni vodnik med mestom okvare do energetskega vira. Dejansko pri tej meritvi merimo upornost in ne impedance okvarne zanke, kar je pri nižjih prerezih vodnikov dopustno, ker je merilni pogrešek zaradi majhnih induktivnosti vodnikov zanemarljiv.

Meritev upornosti okvarnih zank izvajamo tedaj, ko smo na vseh tokokrogih že izvedli meritve neprekinjenosti zaščitnih vodnikov. Meritev upornosti okvarnih zank izvajamo na vseh vtičnicah in fiksni priključkih (bojler, štedilnik...), ko je inštalacija pod napetostjo. Napravo za diferenčno tokovno zaščito (RCD oz. FID stikalo) moramo pri tej meritvi izločiti.

Dopustne upornosti okvarnih zank pri uporabi inštalacijskih odklopnikov so navedene v spodnji tabeli.

Opozorilo!

Pred pričetkom meritev morajo biti izpolnjeni naslednji pogoji na demonstracijski tabli:

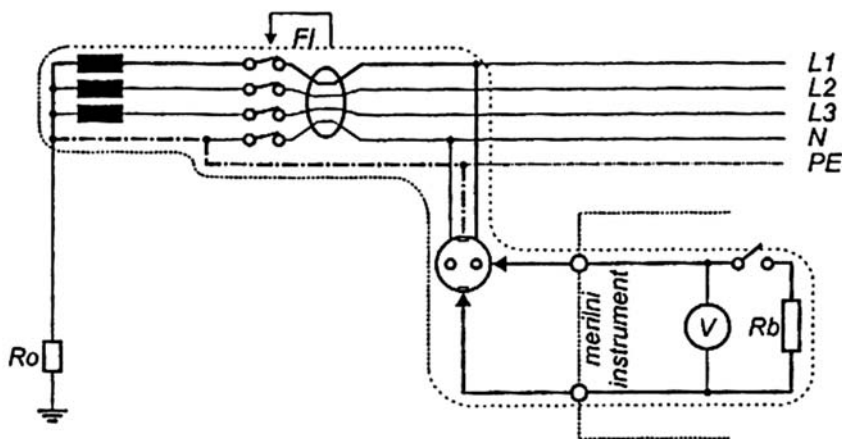
- Inštalacijska odklopnika VAR2 in VAR3 morata biti vklopljena,
- Povezava M3 mora biti sklenjena,
- Povezavi J1 in M2 morata biti sklenjeni,
- Ozemljitveni vezi VEZ 1 in VEZ 2 morata biti sklenjeni,
- Demonstracijska tabla mora biti pod napetostjo.

Pomembno!

- Nazivna vhodna napetost je ≈ 220 V. Če na porabniku ni napetosti (je izključen) oziroma demonstracijska tabla ni pod napetostjo, se pojavi sporočilo **napetost Ulpe < 100 V**.

POTEK VAJE

1. Prestavi preklopnik v položaj Z_{Loop} in na prikazalniku se pojavi prikaz merjenja impedance okvarne zanke.
2. Poveži merilne vezi (univerzalni merilni kabel, modro in zeleno vez kratko skleni) na merilni instrument in na demonstracijsko tablo glede na meritev:
 - a) Meritev med faznim (L1) in zaščitnim (PE) vodnikom na 3-faznem motorju.
 - b) Meritev med faznim (L1) in zaščitnim (PE) vodnikom na 3-fazni vtičnici.
 - c) Meritev med faznim (L1) in zaščitnim (PE) vodnikom na 1-fazni vtičnici



3. Pritisni na tipko **START** in jo spusti. Instrument izvede meritev in prikaže rezultat.
4. Izpolni tabelo ter vpiši izmerjene in korigirane rezultate. Za korekcijo rezultatov glej spodnjo tabelo.

Rezultati meritev:

meritev	mesto meritve	Izmerjeni rezultat R (Ω)	Korigirani rezultat R (Ω)	Zaščitni element	Maksimalna dopustna vrednost	Rezultat ustreza DA / NE
1	3-f motor					
2	3-f vtičnica					
3	1-f vtičnica					

KOREKCIJA REZULTATOV, DOBLJENIH PRI MERITVAH NA ELEKTRIČNIH INŠTALACIJAH

Parameter	Dopustno odstopanje	Potrebno korigiranje izmerjenega rezultata
Impedanca okvarne zanke	$\pm 30 \%$	$R \times 1,3$

kjer je:

R z merjenim instrumentom izmerjeni rezultati

TABELA: Dopustne impedance okvarnih zank pri uporabi inštalacijskih odklopnikov tipov B in C.

Nazivni tok zaščite I (A)	Tip inštalacijskega odklopnika	
	B	C
	Zs [Ω] (0,2s)	Zs [Ω] (0,2s)
2	22	11
4	11	5,5
6	7,3	3,65
10	4,4	2,2
16	2,8	1,4
20	2,2	1,1
25	1,8	0,9
32	1,4	0,7
35	1,3	0,65
40	1,1	0,55
50	0,9	0,45
63	0,7	0,35

KOMENTAR:

VAJA 7

MERJENJE OZEMLJITVENE UPORNOSTI OZEMLJIL

Ozemljitev je eden najpomembnejših elementov zaščite človeka, živali in na omrežje priključene električne opreme, pred vplivi električnega toka. Namen ozemljevanja izpostavljenih prevodnih delov električnih porabnikov in tujih prevodnih delov (npr. vodovodna inštalacija) je odvesti morebitni električni potencial, ki se je pojavil v primeru okvare električnega porabnika, na nivo zemlje.

V strelovodnih napeljavah predstavljajo ozemljila ključni element napeljave, ker vodijo in porazdelijo tok strele v zemljo.

Stik z zemljo dosežemo z ozemljilom. Povezave z njim pa izvajamo z ozemljitvenimi vodi. Zemlja je prevodna masa, pri kateri je električni potencial v katerikoli točki nič. Zato je zemlja lahko obsežen in pomemben vodnik za izenačenje potencialov.

Ozemljitvena upornost je električna upornost ozemljila, ki jo čuti električni tok, kateri teče preko ozemljila v zemljo. Sestavljena je iz površinske upornosti ozemljitvene elektrode (oksidi na kovinski površini) in upornosti zemlje (materiala) predvsem v bližini površine ozemljitvene elektrode.

Glede na zelo različne ozemljitvene sisteme, s katerimi se srečujejo merilci, je dobrodošla možnost uporabe različnih merilnih principov, od katerih ima vsaka svoje prednosti in omejitve. Večina modernih merilnih instrumentov zato uporablja več principov.

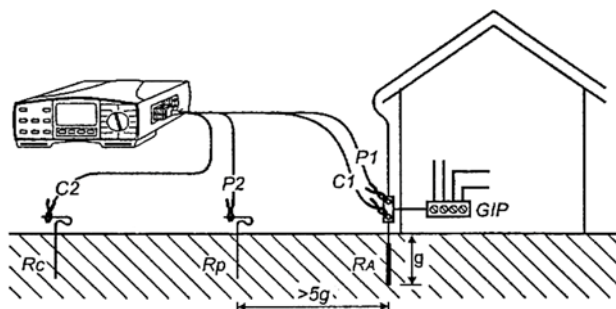
Meritve izvedi pri TT sistemu ozemljevanja (J1 odstranjena).

Največja dovoljena upornost ozemljila je 50Ω .

POTEK VAJE

Metoda 1: Meritev ozemljitvene upornosti po standardni štiri-vodni metodi

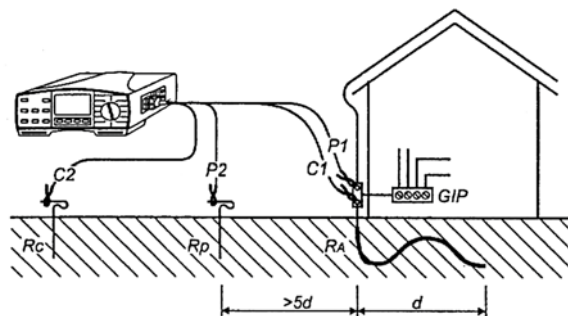
1. Prestavi preklopnik v položaj ρR_{EARTH} in na prikazovalniku se pojavi prikaz merjenja ozemljitvene upornosti in specifične upornosti tal.
2. Izberi funkcijo z uporabo tipke F1. Meritev ozemljitvene upornosti po standardni štiri-vodni metodi je izbrana, ko je na prikazovalniku napis **R EARTH**.
3. Poveži merilne vezi (merilni kabel za meritev ozemljitve) na merilni instrument in na demonstracijsko tablo glede na meritev:
 - a) Poveži merilne vezi za meritev ozemljila z paličastim ozemljilom (spodnja slika)



C2-modra-PS1
P2-rdeča-PS2
C1-zelena-OS1/2
P1-črna-OS1/2

- izvedi meritev celotnega ozemljila (VEZ1, VEZ2 in M2 sklenjene)
- izvedi meritev paličastih ozemljil (VEZ1 in VEZ2 sklenjeni, M2 odprti; C1 in P1 na OS1 ali OS2)
- izvedi meritev paličastega ozemljila 1 (VEZ1 sklenjena, VEZ2 in M2 odprti, C1 in P1 na OS1)
- izvedi meritev paličastega ozemljila 2 (VEZ1 in M2 odprti, VEZ2 sklenjena, C1 in P1 na OS2)

b) Poveži merilne vezi za meritev ozemljila z valjancem (spodnja slika)



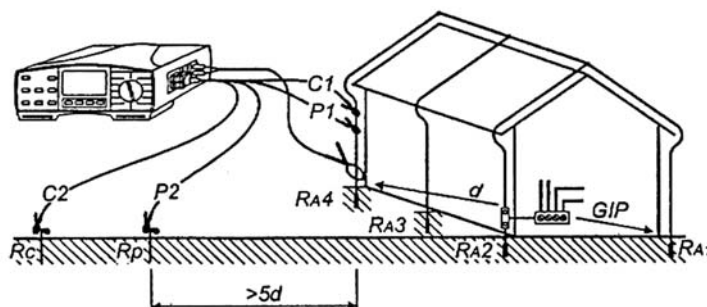
C2-modra-PS1
 P2-rdeča-PS2
 C1-zelena-OT
 P1-črna-OT

- izvedi meritev temeljnega ozemljila (M2 odprta; C1 in P1 na OT)

4. Pritisni na tipko **START**. Merilni rezultat se prikaže.

Metoda 2: Meritev ozemljitvene upornosti po standardni štiri-vodni metodi s kombinacijo merilnih klešč

1. Prestavi preklopnik v položaj ρ_{REARTH} in na prikazovalniku se pojavi prikaz merjenja ozemljitvene upornosti in specifične upornosti tal.
2. Izberi funkcijo z uporabo tipke F1. Meritev ozemljitvene upornosti po standardni štiri-vodni metodi s kombinacijo merilnih klešč je izbrana, ko je na prikazovalniku napis **R EARTH**.
3. Poveži merilne vezi (merilni kabel za meritev ozemljitve) in merilne klešče (A1018) na merilni instrument in na demonstracijsko tablo za meritev ozemljila z paličastim ozemljilom (spodnja slika)



C2-modra-PS1
 P2-rdeča-PS2
 C1-zelena-OS/OT
 P1-črna-OS/OT

- izvedi meritev paličastega ozemljila 1 (VEZ1, VEZ2 in M2 sklenjene; C1 in P1 na OS1, klešče na VEZ1)
- izvedi meritev paličastega ozemljila 2 (VEZ1, VEZ2 in M2 sklenjene; C1 in P1 na OS2, klešče na VEZ2)
- izvedi meritev temeljnega ozemljila (VEZ1, VEZ2 in M2 sklenjene; C1 in P1 na OT, klešče na Z2)

4. Pritisni na tipko **START**. Merilni rezultat se prikaže.

Primer prikaza na zaslonu

Metoda 1		Skupna upornost ozemljila Rc Upornost tokovne sonde Rp Upornost napetostne sonde
Metoda 2		Upornost obravnavanega ozemljila Re Skupna upornost ozemljila Rc Upornost tokovne sonde Rp Upornost napetostne sonde

Rezultati meritev:

Meritev	Metoda	Meritev	Upornost posameznega ozemljila $R (\Omega)$	Skupna ozemljitvena upornost $R_e (\Omega)$	Korigirani rezultat $R_e' (\Omega)$	Rezultat ustreza DA / NE
1	1	meritev celotnega ozemljila	-----			
2	1	meritev paličastih ozemljil (1 in 2)	-----			
3	1	meritev paličastega ozemljila 1		-----	-----	-----
4	1	meritev paličastega ozemljila 2		-----	-----	-----
5	1	meritev temeljnega ozemljila		-----	-----	-----
6	2	meritev paličastega ozemljila 1				
7	2	meritev paličastega ozemljila 2				
8	2	meritev temeljnega ozemljila				

KOREKCIJA REZULTATOV, DOBLJENIH PRI MERITVAH NA ELEKTRIČNIH INŠTALACIJAH

Parameter	Dopustno odstopanje	Potrebno korigiranje izmerjenega rezultata
Impedanca okvarne zanke	$\pm 30 \%$	$R \times 1,3$

kjer je:

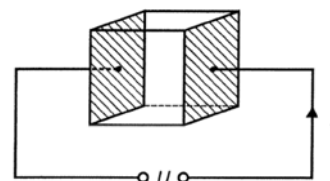
R z merjenim instrumentom izmerjeni rezultati

KOMENTAR:

VAJA 8

MERJENJE SPECIFIČNE UPORNOSTI TAL

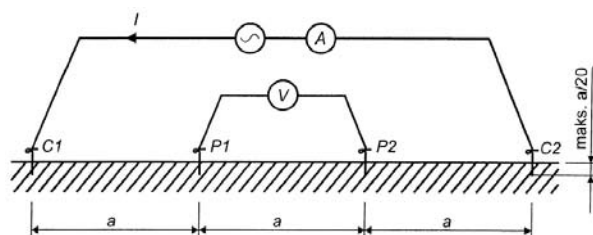
Z instrumenti za merjenje ozemljitvenih upornosti ozemljil lahko merimo tudi specifično upornost zemlje (tal). To je upornost zemlje med dvema nasprotnima ploskvama kocke s stranicami dolžine 1 m. Enota specifične upornosti je Ωm .



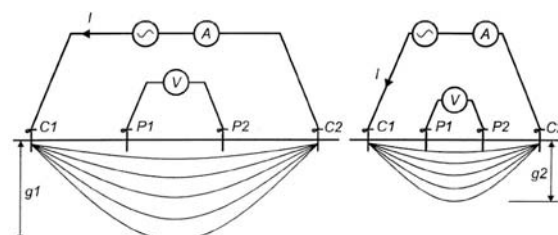
Velikost upornosti je odvisna od sestave in vlažnosti tal ter temperature zemlje v okolici ozemljila. Vlažnost zemlje je močno odvisna od vremenskih pogojev in letnega časa. Zato merimo specifično upornost zemlje takrat, ko pričakujemo najneugodnejše vrednosti, ker so le-te pomembne za izračun ozemljil, saj mora le-to opraviti svojo nalogo tudi v neugodnih razmerah.

Meritev specifične upornosti zemlje opravimo tako, da zapičimo na popolnoma enakih medsebojnih razdaljah štiri enako dolge sonde v premi črti do enake globine, ki naj ne bo večja od $1/20$ medsebojnih razdalj sond (leva spodnja slika).

Z izvajanjem meritev pri različnih razdaljah med merilnimi sondami, je mogoče izmeriti specifično upornost tal na različnih globinah. Pri večjih razdaljah med sondami se merilni tok zaključuje preko globljih plasti zemlje, pri manjših razdaljah pa bolj preko površinskih (desna spodnja slika).



Princip meritve specifične upornosti tal po U-I metodi



Vpliv razmika a na zajeto globino

Rezultat izračunamo po enačbi:

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

Kjer je:

- ρ specifična upornost tal,
- a razdalja med merilnimi sondami,
- U napetost med merilnima sondama P1 in P2 (ki jo meri V-meter),
- I merilni tok, ki ga vriva izmenični generator (meri pa A-meter).

Pomembno!

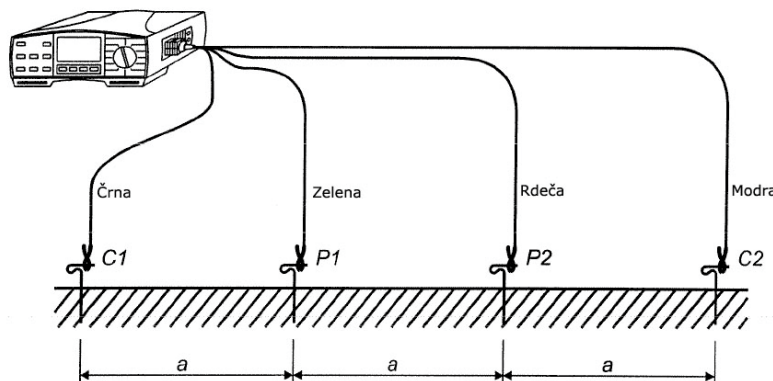
- V primeru prisotne napetosti, višje od 20 V a.c./d.c. med priključnimi sponkami C2 in C1 ali P1 in P2 na prikazovalniku po pritisku na tipko START ne bo prikazanega rezultata. Prikaže se znak »!« in sporočilo **Input voltage >20 V!** Vklopi se tudi zvočni signal.
- V primeru, da je izmerjena vrednost višja od merilnega dosega (odprte sponke), se na prikazovalniku izpiše vrednost **>xxx k Ωm !** Vrednost xxx je odvisna od nastavljene razdalje »a« in je izračunana po enačbi: $xxx \approx 130 \text{ k} * a$ (k Ωm).
- V primeru prevelikih upornosti merilnih sponk ($>(4 \text{ k}\Omega + 100R_E)$) ali $>50 \text{ k}\Omega$, kateri je nižji) bo poleg rezultata prikazan znak »!« in sporočilo **Pote.spike Rp > xxx Ω/Curr spike Rc > xxx Ω**

POTEK VAJE na modelu:

1. Prestavi preklopnik v položaj ρR_{EARTH} in na prikazovalniku se pojavi prikaz merjenja ozemljitvene upornosti in specifične upornosti tal.
2. Izberi funkcijo z uporabo tipke F1 (FUNC). Meritev specifične upornosti tal je izbrana, ko je na prikazovalniku napis **ρ EARTH**.
3. S pomočjo tipke F2 (DIST) in nato tipk F2 ($\uparrow$) in F3 ($\downarrow$) nastavi razdaljo med merilnimi sondami:
 - a. meritev 1: razdalja je 1 m (stikala na demonstracijski tabli: 00)
 - b. meritev 2: razdalja je 3 m (stikala na demonstracijski tabli: 10)
 - c. meritev 3: razdalja je 10 m (stikala na demonstracijski tabli: 01)
 - d. meritev 4: razdalja je 12 m (stikala na demonstracijski tabli: 11)

Po končani nastavitvi razdalje med sondami se s pritiskom na tipko F1 (Back) vrnete na prikaz meritve specifične upornosti tal.

4. Poveži merilne vezi (merilni kabel za meritev ozemljitve) na merilni instrument in na demonstracijsko tablo glede na spodnjo sliko:



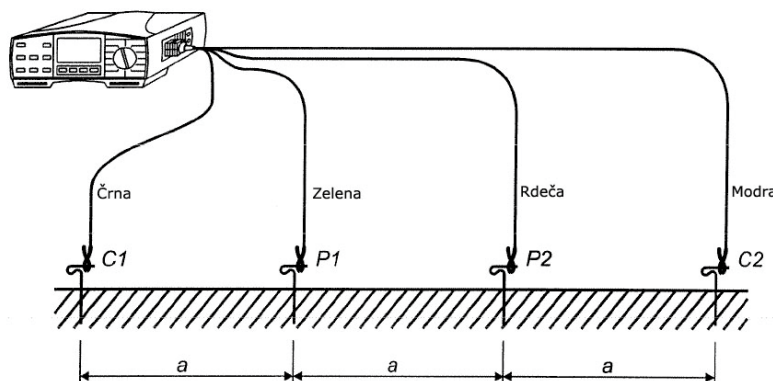
5. Pritisni na tipko **START**. Merilni rezultat se prikaže.

POTEK VAJE na terenu:

1. Prestavi preklopnik v položaj ρR_{EARTH} in na prikazovalniku se pojavi prikaz merjenja ozemljitvene upornosti in specifične upornosti tal.
2. Izberi funkcijo z uporabo tipke F1 (FUNC). Meritev specifične upornosti tal je izbrana, ko je na prikazovalniku napis **ρ EARTH**.
3. S pomočjo tipke F2 (DIST) in nato tipk F2 ($\uparrow$) in F3 ($\downarrow$) nastavi razdaljo med merilnimi sondami:
 - a. meritev 1: razdalja je 1 m
 - b. meritev 2: razdalja je 2 m
 - c. meritev 3: razdalja je 3 m
 - d. meritev 4: razdalja je 4 m
 - e. meritev 5: razdalja je 5 m

Po končani nastavitvi razdalje med sondami se s pritiskom na tipko F1 (Back) vrnete na prikaz meritve specifične upornosti tal.

4. Poveži merilne vezi (merilni kabel za meritev ozemljitve in dodatni set za ozemljitve) na merilni instrument in na sonde:



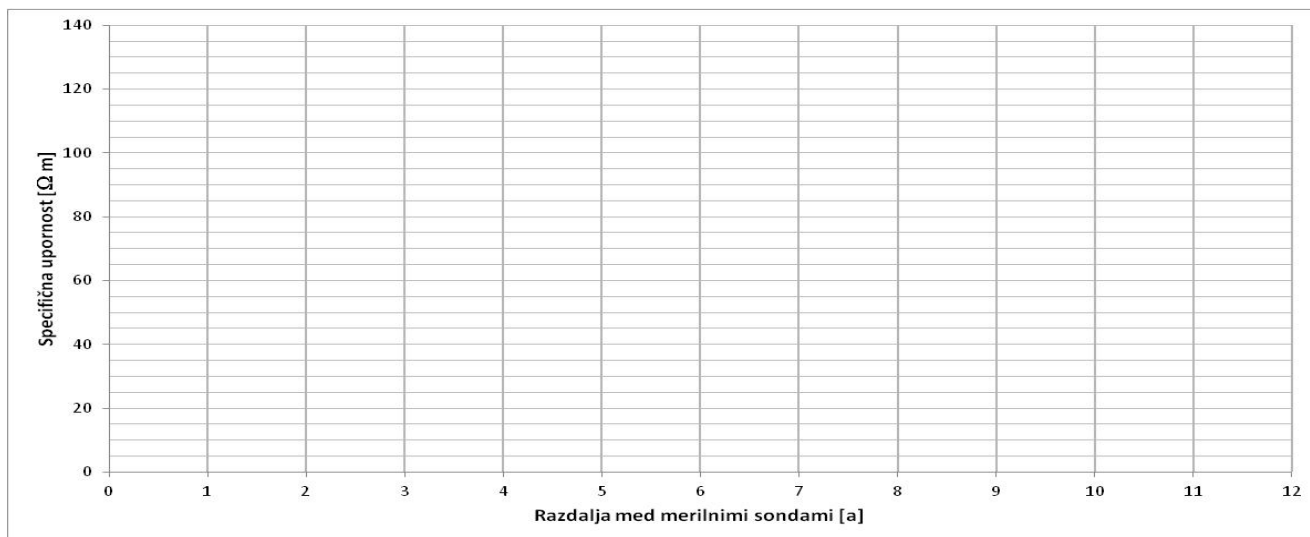
6. Pritisni na tipko **START**. Merilni rezultat se prikaže.

Rezultati meritev na modelu:

Meritev	Razdalja med sondami [m]	Meritev	Specifična upornost tal ρ (Ωm)
1	1	Meritev 1 (stikala 00)	
2	3	Meritev 2 (stikala 10)	
3	10	Meritev 3 (stikala 01)	
4	12	Meritev 4 (stikala 11)	
Povprečna vrednost			

Rezultati meritev na terenu:

Meritev	Razdalja med sondami [m]	Meritev	Specifična upornost tal ρ (Ωm)	
			1. smer	2. smer
1	1	Meritev 1		
2	2	Meritev 2		
3	3	Meritev 3		
3	4	Meritev 4		
4	5	Meritev 5		
5	6	Meritev 6		
6	7	Meritev 7		



Graf odvisnosti specifične upornosti od razdalje med sondami

KOMENTAR:
