

5 laboratorinis darbas

APSAUGINIO ĮŽEMINIMO TYRIMAS

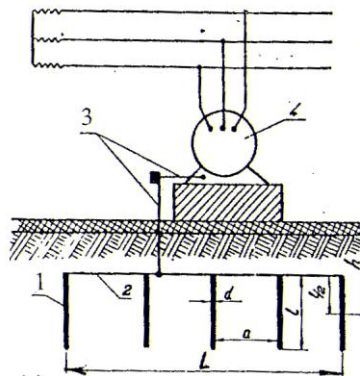
Darbo tikslas.

Išmokti nustatyti įžeminimo ir savitąją grunto varžas.

Teorinė dalis

Pagal saugos taisyklių eksploatuojant elektros įrenginius reikalavimus žmonių apsaugai, elektros įrenginiai turi turėti apsauginį įžeminimą.

Įžeminimas – tai įrenginys, kuris susideda iš įžemiklių (elektrodų) ir įžeminimo laidininkų (5.1 pav.).



5.1 pav. Apsauginio įžeminimo įrenginys: 1 – vertikalūs įžemikliai (elektrodai);
2 – horizontalus įžemiklis (jungiamoji juosta); 3 – įžeminimo laidininkai;
4 – įžeminamasis įrenginys (variklis)

Apsauginis įžeminimas bus efektyvus tik tuo atveju, jei nutekanti į žemę srovė, mažėjant įžeminimo varžai, nedidės. Tai įmanoma tik tinkluose su izoliuota neutrale. *Izoliuota neutrale* vadinama transformatoriaus arba generatoriaus neutralė, kuri neprijungta prie įžeminimo (nesujungta su žeme) arba prijungta per didelės varžos aparatus. Tinkluose su izoliuota neutrale nutekančios srovės dydis į žemę ir pratekančios srovės dydis per žmogų priklauso nuo tinklo izoliacijos varžos ir talpuminės srovės dydžio.

Apsauginio įžeminimo tikslas – sumažinti įtampą, sukurtą įrenginio dalyse iki nepavojingo dydžio.

Apsauginio įžeminimo veikimas sumažina pratekančią per žmogų srovę, prisilietus prie turinčio įtampą įrenginių korpuso, kai žmogus atsiduria elektros grandinėje lygiagrečiai su įžeminimu.

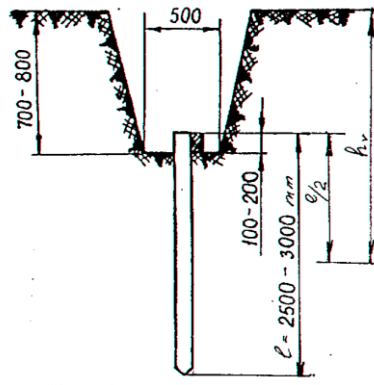
Kuo žmogaus kūno varža didesnė už įžeminimo varžą, tuo mažesnė srovė praeis per žmogaus kūną.

Apsauginis įžeminimas įrengiamas naudojant *natūralius* arba *dirbtinius* įžemiklius. Dirbtiniams įžemikliams daugiausia naudojami plieniniai vamzdžiai, kurių sienelių storis ne mažesnis kaip 3,5 mm, skersmuo 35÷50 mm ir ilgis 2÷3 m. Įžemikliams taip pat naudojami apvalūs strypai ir plieno juostos, turinčios ne mažesnę kaip 4 mm storį su ne mažesniu kaip 100 mm² skerspjūviu, bei kampinis plienas 60×60 mm.

Norint išvengti varžos svyravimų, kurie priklauso nuo grunto paviršinės temperatūros ir drėgnumo, įžemiklių viršus turi būti 0,7÷0,8 m gylyje (5.2 pav.). Vertikalūs įžemikliai sujungiami horizontalia juosta suvirinant.

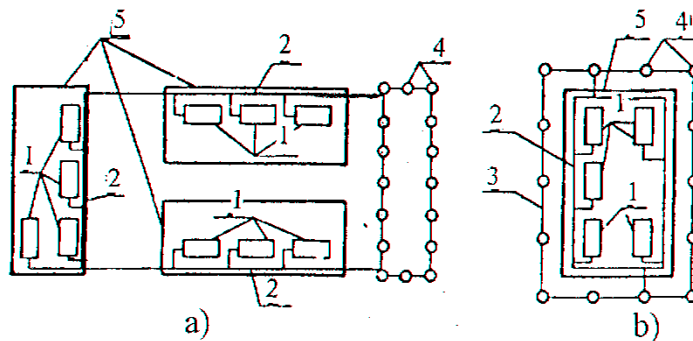
Kaip natūralius įžemiklius galima naudoti įkastus į žemę vandentiekio vamzdžius, gerai sujungtas su žeme pastato metalines konstrukcijas ir t.t.

Priklausomai nuo to, kaip išdėstomi žemikliai įžeminamų įrenginių atžvilgiu, skiriami du įžeminimo įrengimo tipai: *židininis* ir *kontūrinis*.



5.2 pav. Vertikalaus žemiklio įkalamo schema

Židiniame įžeminimo įrenginyje (5.3 a pav.) žemikliai išdėstyti tam tikru atstumu ir vienoje pusėje nuo įžeminamų įrenginių aikštelės (cecho).



5.3 pav. Įžeminimo įrenginys: a) židininis; b) kontūrinis;

1 – įžeminamieji įrenginiai, 2 – įžeminimo vidinė magistralė, 3 – įžeminimo požeminė magistralė (kontūras), 4 – požeminiai vertikalūs žemikliai, 5 – pastatų sienos

Kontūriniame įžeminimo įrenginyje (5.3 b pav.) žemikliai išdėstomi aplink aikštelę (cechą), kur yra įžeminami įrengimai. Taip žemikliai išdėstomi dažniausiai įžeminant įrenginius esant didesnei kaip 1000 V įtampai.

Atvirose aikštelėse įrengimų korpusai prijungiami prie žemiklių laidais, o pastatuose – prie specialios tam tikslui nutiestos įžeminimo magistralės. Prie šios magistralės lygiagrečiai prijungiami įrengimų korpusai. Apsauginio įžeminimo įrenginio varža neturi būti didesnė kaip 4 Ω.

Tinkluose iki 1000 V su žeminta neutrale vien apsauginis įžeminimas neveiksmingas, nes įžemėjimo srovė priklauso nuo įžeminimo varžos (mažėjant varžai, srovė didėja).

Tokiuose ir trilaidžiuose nuolatinės srovės tinkluose su žemintu neutraliu tašku būtina įrenginių korpusus sujungti su žeminta transformatoriaus arba generatoriaus neutrale (apsauginis įnulinimas).

Įrenginio įnulinimu vadinamas nuolatinis korpuso dalių sujungimas su daug kartų žemintu nuliniu laidu (neutrale). Nulinį laidą žeminti galima apsauginio įžeminimo įrenginiu.

Apsauginis įnulinimas fazės pramušimą į korpusą pakeičia trumpu faziniu sujungimu, dėl to įsijungia didžiausia srovės apsauga (perdega saugiklis), ir pažeistas įrenginys su tinklo dalimi išjungiamas iš srovės.

Nulinis laidas lauko linijose pakartotinai įžeminamas kas 200 ir 500 metrų. Šių įžeminimų varža ne didesnė kaip 10Ω , o pakartotinių įžeminimų – 30Ω , ir jų turi būti ne mažiau kaip trys.

Srovės nutekėjimo į žemę varža priklauso nuo šių veiksnių:

- grunto rūšies (smėlio, molio), jo sudėties, būklės ir kitų savybių, kurios turi įtakos įžemikliui;
- įžemiklių tipo (strypas, kampinis plienas, vamzdis), jų matmenų, skaičiaus ir išdėstymo vienas kito atžvilgiu.

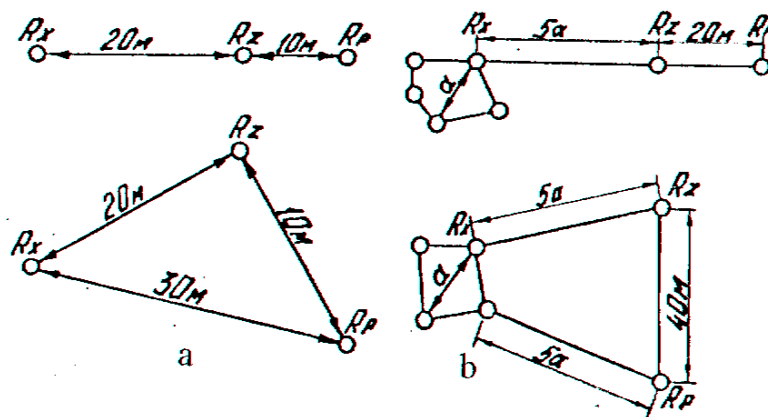
Grunto savybes nusako savitoji jo varža. Tai yra varža, kuri susidaro tarp tiriamos žemės kubo sienelių, kurių ilgis 1 m arba 1 cm. Savitoji grunto (žemės) varža priklauso nuo jo sudėties, dalelių tankio, priemaišų (ypač druskų priemaišų), drėgmės ir t.t. Ji nustatoma bandymu arba pateikiama lentelėse (5.3 lentelė).

Įžeminimo įrenginys iš išorės patikrinamas, ir varža matuojama priimant naudojimui ir periodiškai per nustatytą taisyklėmis laiką perstatant įrenginius bei po įžemiklių remonto. Nulinio laido įžeminimas tikrinamas kaip ir įžeminimo įrenginys.

Cecho įrenginių įžeminimo varža tikrinama ne rečiau kaip vieną kartą per metus.

Įžemiklių ir grunto savitoji varža turi būti matuojama, kai žemė pralaidžiausia – vienais metais vasarą, kai gruntas drėgniausias, kitais metais – žiemą, kai gruntas giliausiai išalęs.

Norint papildomai išmatuoti įžeminimo varžą R_x , reikia įkalti į žemę du atskirus elektrodus. Vienas iš jų pagalbinis R_p , skirtas uždaros srovės grandinei tarp R_x ir R_p sudaryti. Elektrodai R_p ir R_z įkalami į žemę vienas po kito nuo matuojamo įžeminimo R_x tokiu atstumu, kuriame grunto potencialas lygus nuliui (5.4 pav.).



5.4 pav. Įžeminimo įrenginio varžos matavimui pagalbinių elektrodų įkalimo schema:
a – židininio arba vieno įžemiklio; b – kontūrinio arba sudėtingo

ĮŽEMINIMO SKAIČIAVIMAS

Vertikalių įžemiklių kiekis ir jungiamosios juostos ilgis nustatomas skaičiuojant. Yra daug įžeminimo įrangos varžos skaičiavimo metodikų ir būdų.

Apsauginio įžeminimo praktiniam skaičiavimui gali būti taikomas koeficiento panaudojimo skaičiavimo metodas.

Strypinio arba vamzdinio įžemiklio varža skaičiuojama pagal formulę:

$$r_v = \frac{0,366\rho}{l} \left(\lg \frac{2l}{d} + 0,51 \lg \frac{4h_v + l}{4h_v - l} \right), \Omega; \quad (5.1)$$

čia l – įžemiklio ilgis, cm;
 d – įžemiklio skersmuo, cm;
 h_v – įgilinimas, skaičiuojant nuo žemės paviršiaus iki įžemiklio vidurio, cm;
 ρ – savitoji grunto varža, Ω -cm.

Jei įžemiklis iš kampainio plieno, tai jo varža skaičiuojama pagal tą pačią formulę, tik vietoje kampainio profilio įvedamas ekvivalentinis skersmuo.

$$d_{ekv} = 0,95 b ; \quad (5.2)$$

čia b – kampainio juostos plotis, cm.

Jungiamosios horizontalios juostos įžeminimo varža nustatoma pagal formulę:

$$r_j = 0,366 \frac{\rho}{L} \lg \frac{2L^2}{bh\eta_n}, \Omega ; \quad (5.3)$$

čia ρ – savitoji grunto varža, Ω -cm;
 L – juostos ilgis, cm;
 b – juostos plotis, cm;
 h – juostos įkasimo gylis, cm;
 η_n – juostos panaudojimo koeficientas priklauso nuo įžemiklių skaičiaus, būna 0,22-0,7 ribose ir parenkamas iš 5.2 lentelės.

Įžemikliams sujungti naudojamas b pločio 4 mm storio juostinis plienas, ne siauresnis kaip 30 mm. Juostos ilgis nustatomas pagal formulę:

$$L = 1,05 an, \text{ cm} ; \quad (5.4)$$

čia a – atstumas tarp įžemiklių, cm;
 n – įžemiklių skaičius.

Jei sujungimui naudojamas apskritas strypas, tai vietoje b įrašoma reikšmė $2d$ (čia d - strypo skersmuo, cm).

Įžemiklių skaičius n nustatomas pagal formulę:

$$n = \frac{r_v}{R_l \eta_x} ; \quad (5.5)$$

čia η_x – įžemiklio naudojimo arba ekranavimo koeficientas; būna 0,36-0,8 ribose ir pateikiamas 5.1 lentelėje;

R_l – leistina įžeminimo varža ($R_l \leq 4 \Omega$).

Įžemiklių grupės įžeminimo varža tikslinama pagal formulę:

$$R_v = \frac{r_v}{\eta_x n}, \Omega; \quad (5.6)$$

čia R_v – skaičiuotina įžemiklio varža, Ω .

Jungiamosios horizontalios juostos įžeminimo varža R_j :

$$R_j = \frac{r_j}{\eta_n}, \Omega; \quad (5.6^*)$$

čia η_n – jungiamosios horizontalios juostos panaudojimo arba ekranavimo koeficientas.

5.1 ir 5.2 lentelėse duotos įžemiklių panaudojimo koeficientų reikšmės. Kaip matyti iš lentelių, kuo daugiau įžemiklių ir kuo tarp jų mažesnis atstumas, tuo jų tarpusavio įtaka turi daugiau reikšmės įžemiklių bendros varžos padidėjimui.

Naudojimo koeficientai

5.1 lentelė. Vertikalių įžemiklių (elektrodų), naudojimo koeficientas η_x , neįskaitant jungiamosios juostos įtakos

Įžemiklių (elektrodų) skaičius n	η_x , kai atstumo tarp įžemiklių ir jų ilgio santykis yra		
	$a/l=1$	$a/l=2$	$a/l=3$
Įžemikliai išdėstyti eile			
2	0,84–0,87	0,90–0,92	0,93–0,95
3	0,78–0,80	0,85–0,88	0,90–0,92
4	0,74–0,76	0,83–0,85	0,88–0,90
5	0,67–0,72	0,79–0,83	0,85–0,88
10	0,56–0,62	0,72–0,77	0,79–0,83
15	0,51–0,56	0,66–0,73	0,75–0,80
20	0,47–0,50	0,65–0,70	0,74–0,79
Įžemikliai išdėstyti pagal pastato kontūrą			
4	0,66–0,72	0,76–0,80	0,84–0,86
6	0,58–0,65	0,71–0,75	0,78–0,82
10	0,52–0,58	0,66–0,71	0,74–0,78
20	0,44–0,50	0,60–0,66	0,68–0,79
40	0,38–0,44	0,55–0,61	0,64–0,69
60	0,36–0,43	0,52–0,58	0,62–0,67
100	0,33–0,39	0,49–0,55	0,59–0,65

5.2 lentelė. Horizontaliosios jungiamosios juostos naudojimo koeficientas η_n

Atstumo tarp įžemiklių ir jų ilgio santykis a/l	Įžemiklių skaičius							
	4	6	8	10	20	30	50	70
Eile išdėstyti įžemikliai								
1	0,77	0,72	0,67	0,62	0,42	0,31	0,21	0,19
2	0,89	0,84	0,79	0,72	0,56	0,46	0,36	0,32
3	0,92	0,88	0,85	0,82	0,68	0,58	0,49	0,42
Įžemikliai, išdėstyti pagal pastato kontūrą								
1	0,45	0,4	0,36	0,34	0,27	0,24	0,21	0,20
2	0,55	0,48	0,43	0,40	0,32	0,30	0,28	0,26
3	0,70	0,64	0,66	0,50	0,45	0,41	0,37	0,35

5.3 lentelė. Apytikslė savitoji grunto varža

Grunto pavadinimas	Savitosios varžos ρ ribos, Ωm
Smėlis	400-700
Priesmėlis	150-400
Priemolis	40-150
Molis	10-70
Juodžemis	10-53
Durpės	0,2

5.4 lentelė. Klimatinis padidėjimo koeficientas kintant grunto savitajai varžai dėl drėgmės įtakos

Įžemiklio tipas	Įžemiklio įkasimo gylis, m	Klimatinis koeficientas		
		K_1	K_2	K_3
Išilginiai įžemikliai	0,5	6,5	5,0	4,5
Juosta, apskritas strypas ir kt.	0,8	3,0	2,0	1,5
Vertikalūs įžemikliai – kampinis plienas, metalinis vamzdis, nuo 1 iki 3 m ilgio strypas	Viršutinis įžemiklio galas nuo žemės paviršiaus per 0,8 m	2,0	1,5	1,4

Reikalinga vertikalųjų įžemiklių su horizontalia juosta varža nustatoma pagal formulę:

$$R = \frac{R_j \cdot R_v}{R_j + R_v} \leq 4\Omega. \quad (5.7)$$

Jei yra natūralių įžemiklių, tai skaičiuojant reikia į juos atsižvelgti. Tam reikia išmatuoti jų varžą. Esant trijų rūšių įžemikliams, jų atstojamoji varža nustatoma pagal formulę:

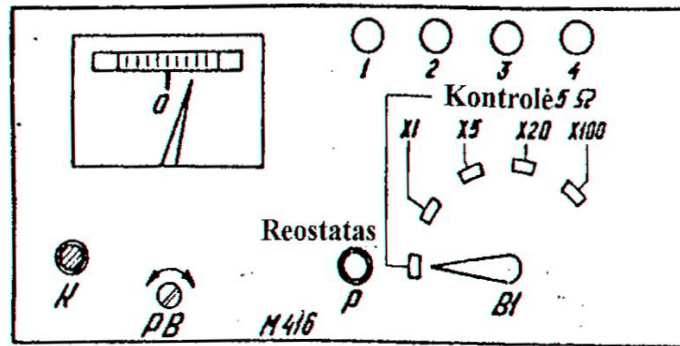
$$R_a = \frac{R_1 \cdot R_2 \cdot R_3}{R_1 + R_2 + R_3}, \Omega. \quad (5.8)$$

Naudojami prietaisai ir matavimo metodai

Plačiausiai paplitęs varžų matavimo metodas – matavimas specialiais prietaisais – ommetrais.

Laboratoriniame darbe žemėjimo įrenginio varža ir savitoji grunto varžos matuojamos prietaisu ommetru M 416. Prietaisą maitina nuosekliai sujungti trys sausi elementai, kurių kiekvieno įtampa yra 1,5 V. Varžų matavimo ribos nuo 0,1 iki 1000 Ω.

Ommetras yra pernešamo tipo, sveria 3 kg ir sumontuotas plastmasiniame korpuse su atidaromu dangčiu. Priekinėje jo dalyje (5.5 pav.) išdėstyta:



5.5 pav. Ommetras M 416

- čia B1 - skalės perjungimo rankenėlė;
P - reostato rankenėlė ir jo skalė, graduota Ω;
K - prietaiso įjungimo mygtukas;
1, 2, 3, 4 - keturi gnybtai matuojamam objektui prijungti.

Varžų matavimo ribos tokios:

1. nuo 0,1 iki 10 Ω, kai skalės perjungimo rankenėlė (B1) yra “×1” padėtyje;
2. nuo 0,5 iki 50 Ω, kai skalės perjungimo rankenėlė (B1) yra “×5” padėtyje;
3. nuo 2 iki 200 Ω, kai skalės perjungimo rankenėlė (B1) yra “×20” padėtyje;
4. nuo 10 iki 1000 Ω, skalės perjungimo rankenėlė (B1) yra “×100” padėtyje.

Pagrindinė skalės rodmenų paklaida ne didesnė $\pm 5 \left(\frac{N}{R_x} - 1 \right) \%$ išmatuoto dydžio.

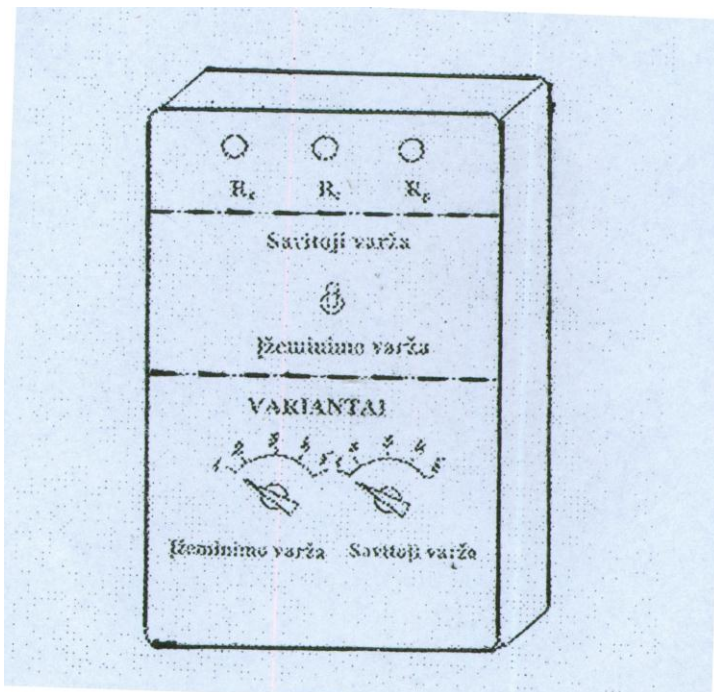
Čia N - galutinė ribos reikšmė Ω.

Ommetro veikimo principas paremtas kompensaciniu matavimo principu, naudojant papildomus elektrodus (žemiklius): pagalbinį žemiklį (R_p) ir zondą (R_z).

Laboratoriniame darbe žemėjimo įrenginio ir grunto (žemės) savitajai varžoms nustatyti yra naudojamas prietaisas-stendas, kuriame žemiklių žemėjimo varžas atstoja jame sumontuotų rezistorių varžos. Prietaisas-stendas yra pernešamo tipo, kurio gabaritai 200×120×55 mm, viršutinėje dalyje sumontuota (5.6 pav.):

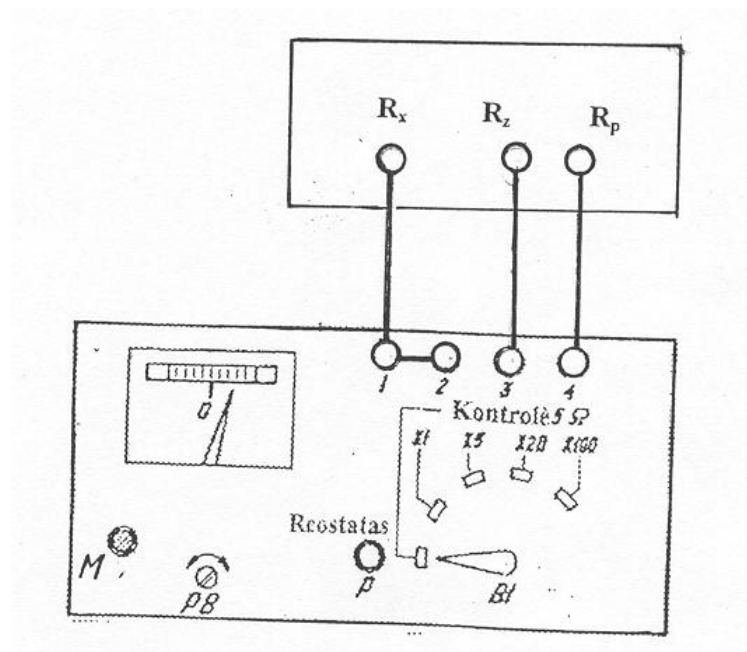
1. R_x , R_z , R_p - trys kontaktiniai lizdai, kuriais prietaisas laidais yra sujungiamas su ommetru M 416.
2. Dviejų padėčių *permetamasis jungiklis* “ĮŽ. VARŽA” ir “SAV. VARŽA”, kuriuo nustatoma žemėjimo įrenginio arba grunto savitoji varžos;
3. Du jungikliai “ĮŽ. VARŽA” VARIANTAI (1) ir “SAV. VARŽA” VARIANTAI (2), kuriuos perjungiant galima gauti po penkias skirtingas varžų reikšmes.

Jungiklis (1) “IŽ. VARŽA” naudojamas matuojant įžeminimo įrenginių varžas, o jungiklis (2) “SAV. VARŽA” nustatant grunto savitąją varžą.



5.6 pav. Prietaiso-stendo valdymo įtaisai

Įžeminimo įrenginio varžai išmatuoti ir grunto savitajai varžai nustatyti ommetro gnybtai 1 ir 2 sujungiami jungtimi, o jis prie prietaiso-stendo prijungiamas pagal trijų laidų jungimo schemą (5.7 pav.).



5.7 pav. Ommetro ir prietaiso-stendo jungimo schema

Darbo atlikimo tvarka

1 užduotis. Įžeminimo įrenginio varžos skaičiavimas

Pagal 5.5 lentelėje pateiktus duomenis vienam iš variantų (varianto numerį nurodo dėstytojas), pasinaudojant formulėmis 5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.6, 5.6*, 5.7 ir lentelėse 5.1, 5.2, 5.3 nurodytais koeficientais apskaičiuoti įžeminimo įrenginio varžą. Grunto (žemės) savitąją varžą priimti $\rho=100 \Omega\text{m}$.

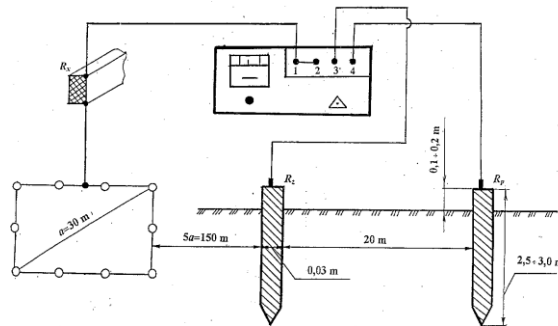
5.5 lentelė. Variantai įžeminimo įrenginio varžai apskaičiuoti

Variantai	l , cm	h_v , cm	h , cm	a , cm	d , cm	b , cm	n	Įžemiklių išdėstymas
1	195	172	80	585	3,8	6,0	4	Eile
2	225	198	70	450	5,0	5,5	10	Eile
3	289	240	90	578	6,3	4,2	6	Eile
4	365	358	100	365	3,5	2,8	10	Pagal pastato kontūrą
5	142	180	100	426	6,1	5,3	20	

2 užduotis. Įžeminimo įrenginio varžos matavimas

Ommetrą M 416 sujungti su prietaisu-stendu kaip parodyta 5.7 pav. Prietaiso-stendo permetamąjį jungiklį “ĮŽ. VARŽA”, “SAV. VARŽA” perjungti į padėtį “ĮŽ. VARŽA”. Jungiklį (1) “ĮŽ. VARŽA” perjungti prie tokio numerio įžeminimo įrenginio varianto, kuriam buvo apskaičiuota įžeminimo varža. Jungiklis (2) “SAV. VARŽA” turi stovėti žemiau tiriamo varianto “1”. Tada šis jungiklis yra išjungtas.

Atlikti prietaiso M 416 matavimo kontrolę. Skalės perjungimo rankenėlę “B1” pasukti į padėtį “Kontrolė 5 Ω ”, po to nuspausti mygtuką “K” ir reostato rankenėlę “P” nustatyti indikatoriaus rodyklę ties nuliu. Šioje padėtyje prietaisas turi rodyti $5 \pm 0,2 \Omega$.



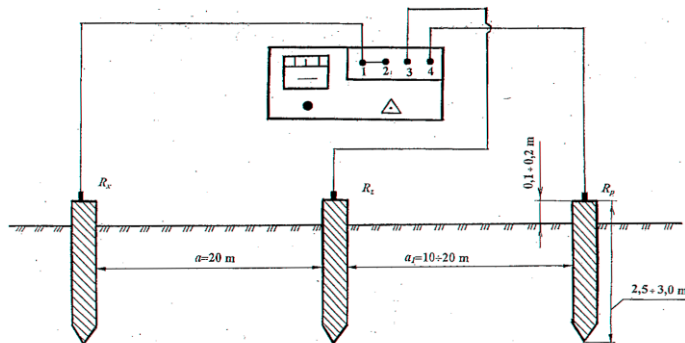
5.8 pav. Įžeminimo įrenginio varžos matavimo schema

Toliau matuojama įžeminimo įrenginio varža. Prietaiso skalės perjungimo rankenėlę “B1” pasukama į padėtį “ $\times 1$ ”, esant matavimo ribai nuo 0,1 iki 10 Ω . Nuspaudus mygtuką “M” ir sukant reostato rankenėlę “P” pasiekti maksimalų rodyklės priartėjimą prie nulio. Jeigu šiose ribose matuoti negalima reikia pereiti prie kitų matavimo ribų. Skalės perjungimo rankenėlę “B1” pasukama į padėtį “ $\times 5$ ” arba “ $\times 20$ ”. Matavimo rezultatas gaunamas omiais (Ω) - skalės parodymus padauginus iš skalės perjungimo “B1” rankenėlės padėties daugiklio “ $\times 1$ ”, “ $\times 5$ ”, “ $\times 20$ ”.

3 užduotis. Grunto savitosios varžos nustatymas

Norint nustatyti grunto savitąją varžą, pirmiausia išmatuojama įžemiklio varža R' . Grunto savitosios varžos nustatymui naudosime trijų elektrodų metodą (5.4 pav.).

Įžemiklių išdėstymo schema grunto savitajai varžai nustatyti pateikta 5.9 pav.



5.9 pav. Įžemiklių išdėstymo schema grunto savitajai varžai nustatyti

Ommetras su prietaisu-stendu sujungiamas pagal 5.7 pav. Permetamasis jungiklis perjungiamas į padėtį “SAV.VARŽA”. Variantą nurodo dėstytojas.

Išmatuojama įžemiklio varža R' . Ommetro skalės perjungimo rankenėlė “B1” pasukama į padėtį “×5”. Nuspaudus mygtuką “K” ir sukant reostato rankenėlę “P” pasiekti maksimalų rodyklės priartėjimą prie nulio. Matavimo rezultatas gaunamas omiais (Ω) – skalės rodmenis padauginus iš skalės perjungimo “B1” rankenėlės padėties daugiklio “×5”).

Vidutinė savitoji grunto varža, išmatavus įžemiklio varžą apskaičiuojama iš formulės:

$$\rho_{vid} = 2,73R' \frac{l'}{\lg \frac{4l'}{d}}, \Omega \cdot \text{cm} \rightarrow \Omega \cdot \text{m}; \quad (5.9)$$

čia R' – prietaisu išmatuota įžemiklio varža, Ω ;
 l' – įžemiklio įkalimo gylis, cm;
 d – įžemiklio skersmuo, cm.

Grunto savitoji varža priklauso ir nuo grunto drėgmės.

Kad išvengtume paklaidos, kuri būna kintant grunto savitajai varžai dėl drėgmės įtakos, matuojant ją atsižvelgiama į klimatinį padidėjimo koeficientą K , kurio reikšmės pateiktos 5.4 lentelėje.

Koeficiento K reikšmės imamos atsižvelgiant į šias sąlygas:

- K_1 – jei matavimas buvo atliktas esant didelei grunto drėgmei;
- K_2 – jei matavimas buvo atliktas esant vidutiniam grunto drėgnumui;
- K_3 – jei matavimas buvo atliktas esant sausam gruntui.

Vadinasi, atsižvelgiant į klimatinį koeficientą grunto savitoji varža bus lygi:

$$\rho_{sk} = 2,73R' \frac{l'}{\lg \frac{4l'}{d}} K, \Omega \cdot \text{cm} \rightarrow \Omega \cdot \text{m}. \quad (5.10)$$

Pagal formulę (5.10), įstačius į ją išmatuotą R' reikšmę ir 5.6 lentelėje pateiktus nurodytam variantui duomenis, nustatyti grunto savitąją varžą. 5.6 lentelėje pateikti skaičiavimo variantų duomenys.

5.6 lentelė. Variantai grunto savitajai varžai nustatyti

Variantai	d , cm	l , cm	K
1	3,5	80	2
2	3,0	100	2
3	2,0	50	2
4	1,5	60	2
5	2,5	40	2

Darbo ataskaita

1 užduotis. Įžeminimo įrenginio varžos skaičiavimas.

Grunto savitąją varžą priimti $\rho = 100 \Omega \cdot \text{m}$.

$R = \underline{\hspace{2cm}} \Omega$.

2 užduotis. Įžeminimo įrenginio varžos matavimas.

2.1. Nubraižyti įžeminimo įrenginio varžų matavimo schemą (5.8 pav.).

2.2. Įžeminimo įrenginio išmatuota įžeminimo varža $R = \underline{\hspace{2cm}} \Omega$.

2.3. Palyginti įžeminimo įrenginio apskaičiuotą ir išmatuotą varžas.

2.4. Išmatuotą įžeminimo įrenginio varžos reikšmę palyginti su normine didžiausia leistina įžeminimo įrenginio varža (4Ω). Nustatyti ar šis įžeminimo įrenginys tenkina elektroaugos sąlygas.

3 užduotis. Grunto savitosios varžos nustatymas.

3.1. Nubraižyti įžemiklių išdėstymo schemą (5.9 pav.).

3.2. Išmatuota įžemiklio varža $R' = \underline{\hspace{2cm}} \Omega$.

3.3. Apskaičiuota grunto savitoji varža $\rho_{sk} = \underline{\hspace{2cm}} \Omega \cdot \text{m}$.

3.4. Nustatyta grunto rūšis. Apskaičiuotą grunto savitąją varžą palyginti su 5.3 lentelėje pateiktomis įvairių grunto rūšių savitosios varžos reikšmėmis ir nustatyti grunto rūšį).

Išvados.

Kontroliniai klausimai

1. Kokia yra apsauginio įžeminimo (įnulinimo) paskirtis ir įrengimas?
2. Koks yra apsauginio įžeminimo ir apsauginio įnulinimo skirtumas?
3. Nuo ko priklauso įžemiklių varža?
4. Nuo ko priklauso savitoji grunto varža?
5. Kaip dažnai yra apžiūrima apsauginio įžeminimo įranga ir matuojama varža?
6. Koks leistinas įžeminimo įrangos varžos dydis?