



ELEKTROIETAĪŠU LĪDZ 1kV ZEMĒJUMIETAISES PROJEKTĒŠANAS UN IZBŪVES VADLĪNIJAS



LATVIJAS ELEKTROENERĢETIĶU UN ENERGOBŪVNIĒKU ASOCIĀCIJA
Specializētais sertifikācijas centrs

2. versija 01.09.2025.

SATURA RĀDĪTĀJS

LIETOTIE TERMINI	4
IEVADS	5
NORMATĪVIE AKTI UN STANDARTI	5
1. SISTĒMAS ZEMĒJUMA VEIDI	6
1.1. TN-C sistēma	6
1.2. TN-S sistēma	7
1.3. TN-C-S sistēma	7
1.4. TT sistēma	8
1.5. IT sistēma	8
2. ZEMĒJUMIETAISES	9
2.1. Vispārīgi	9
2.1.1. Plāksne	9
2.1.2. Stieņa elektrods	9
2.1.3. Izlīdzināto stieņu paralēlais savienojums	10
2.1.4. Lentas (sloksnes) vai apaļie vadītāju elektrodi	10
2.1.5. Tīkls (režģis)	11
2.1.6. Elektroda pretestība izolētā zemas pretestības materiālā, piemēram, dzelzsbetonā	11
2.1.7. Dažādi elektrodi	11
2.1.7.1. Trīs stieņi vienādmalu trijstūra virsotnēs	11
2.1.7.2. Divas lentas (sloksnes), kas novietotas taisnā leņķī viena pret otru un savienotas vienā punktā	12
2.1.7.3. Trīs vienāda garuma lentas (sloksnes), kas novietotas 120° leņķī un savienotas vienā punktā	12
2.1.7.4. Četras lentas (sloksnes), kas novietotas krusteniski un savienotas vienā punktā	13
2.1.7.5. Tērauda konstrukcijas	13
2.1.7.6. Lokšņu tērauda pāļi (rievsiena)	16
2.1.7.7. Maģistrālie ūdensvadi un ūdensvadi kopumā	16
2.1.7.8. Komunikāciju caurules	16
2.2. Grunts īpatnējā pretestība un tās mērīšana	16
2.3. Zemējumietais pretestības mērīšana	18
2.4. Zemējumietaisē izmantojamie materiāli un minimālie šķērsriezumi	19

2.5. Zemējumietaises veidi	21
2.5.1. Dabīgie zemētāji	22
2.5.2. Pamatu zemētāji	23
2.5.3. Tips A. Starzemētāji un vertikālie zemētāji	25
2.5.4. Tips B. Credzenzemētāji	26
2.5.5. Zemētāji akmeņainā gruntī	27
2.5.6. Lielu laukumu zemējumietaises	27
3. ZEMĒJUMIETAISES IERĪKOŠANA, ATBILSTĪBAS PĀRBAUDE UN NOFORMĒŠANA	29
3.1. Zemējumietaises ierīkošana	29
3.2. Zemējumietaises atbilstības pārbaude un noformēšana	29
4. TIPISKI ZEMĒJUMIETAISES LABĀS PRAKSES PROJEKTĒŠANAS PIEMĒRI	30
4.1. Privātās būves	30
4.2. Publiskās būves (Biroju ēkas/Tirdzniecības centri)	31
4.3. Daudzdzīvokļu mājas	32
4.4. Industriālās būves	33
4.5. Transformatoru apakšstacijas un sadales punkti	34
4.6. Zemsprieguma sadalnes telpas	36
4.7. 0,4 kV gaisvadu elektro pārvades līnijas	36
4.8. Fotoelektriskās sistēmas	37
4.9. Elektroauto uzlādes stacijas	40
PIELIKUMI:	
1. pielikums. Zemējumietaises pase, pretestības pārbaudes akts un shēma	41
BIBLIOGRĀFIJA	43

LIETOTIE TERMINI

Dabīgais zemētājs – komunikāciju, būvju un rūpniecisku vai citu mērķu konstrukciju strāvadošās daļas, kas saskaras ar zemi un tiek izmantotas zemēšanai.

Grunts īpatnējā pretestība - raksturīga grunts parauga īpatnējā elektriskā pretestība.

Zemējumietais – elektroiekārtu zemēšanai nepieciešamo zemētāju un vadītāju kopums.

Zemētājs – vadītājdaļu kopums, kas atrodas zemē un veido ar to elektrisko kontaktu.

Zemes īpatpretestība – raksturīga zemes parauga pretestība.

Zemējumvads – mazas pretestības vads, kas savieno elektroiekārtas sazemējamās daļas ar zemējuma ietaisi.



IEVADS

Vadlīnijas paredzētas plašam profesionāļu un ieinteresēto personu lokam – speciālistiem un būvspeciālistiem elektroenerģētikas jomā, nekustamo īpašumu pārvaldītājiem un īpašniekiem, valsts un pašvaldību institūcijām.

Vadlīnijās apskatītas zemējumietaisēs dažādās elektroapgādes tīklu sistēmās, zemējuma veidi un to izpildījumi, kā arī aprēķini dažādām zemējumietaisēm. Uzrādītas arī metodes zemējumietaisēs pretestības aprēķināšanai un doti daži zemējumietaisēs piemēri.

Zemējumietaisē ir neatņemama elektrosistēmas daļa, kas nodrošina gan cilvēku drošību, gan arī pareizu elektroiekārtu un ierīču darbu. Latvijā kopējā elektrosistēma ir veidota tā, ka katrai neatkarīgai būvei ir jāveido sava neatkarīga zemējumietaisē.

NORMATĪVIE AKTI UN STANDARTI

Ministru kabineta noteikumi

Ministru kabineta noteikumi Nr. 238	«Ugunsdrošības noteikumi» izdoti 19.04.2016.
Ministru kabineta noteikumi Nr. 294	«Noteikumi par Latvijas būvnormatīvu LBN 261-15 «Ēku iekšējā elektroinstalācija»», izdoti 09.06.2015.
Ministru kabineta noteikumi Nr.1041	«Noteikumi par obligāti piemērojamo energostandartu, kas nosaka elektroapgādes objektu ekspluatācijas organizatoriskās un tehniskās drošības prasības», izdoti 08.10.2013.

Latvijas standarti

LVS HD 60364-1+A11:2022	Zemsprieguma elektroietaisēs. 1. daļa: Pamatprincipi, vispārīgo raksturlielumu novērtēšana, definīcijas (IEC 60364-1:2005, modificēts)
LVS EN 62305-3	Zibensaizsardzība. 3. daļa: Aizsardzība pret būvju bojājumiem un dzīvības briesmām (IEC 62305-3, modificēts)
LVS HD 60364-4-41	Zemsprieguma elektroietaisēs. 4-41. daļa: Aizsargpasākumi. Aizsardzība pret strāvas triecienu (IEC 60364-4-41, modificēts)
LVS HD 60364-5-54	Zemsprieguma elektroietaisēs. 5-54. daļa: Elektroiekārtu izvēle un uzstādīšana. Zemētājierīces un aizsargvadi (IEC 60364-5-54)
LVS HD 60364-6	Zemsprieguma elektroietaisēs. 6. daļa. Verifikācija (IEC 60364-6)

1. SISTĒMAS ZEMĒJUMA VEIDI

Standartā LVS HD 60364-1+A11:2022 "Zemsprieguma elektroietais. 1. daļa: Pamatprincipi, vispārīgo raksturlielumu novērtēšana, definīcijas (IEC 60364-1:2005, modificēts)" sistēmas zemējuma veidu apzīmē ar diviem burtiem.

Pirmais burts – norāda barošanas avota neitrāles stāvokli attiecībā pret zemi:

T – neitrāle zemēta;

I – neitrāle izolēta (visas spriegumam pieslēgtās daļas izolētas no zemes vai vienā punktā zemēta caur augstu pretestību).

Otrais burts – norāda atklāto strāvadošo daļu stāvokli attiecībā pret zemi:

T – atklātās strāvadošās daļas zemētas neatkarīgi no barošanas avota vai jebkāda barojošā tīkla punkta stāvokļa attiecībā pret zemi;

N – atklātās strāvadošās daļas savienotas ar barošanas avota zemēto punktu.

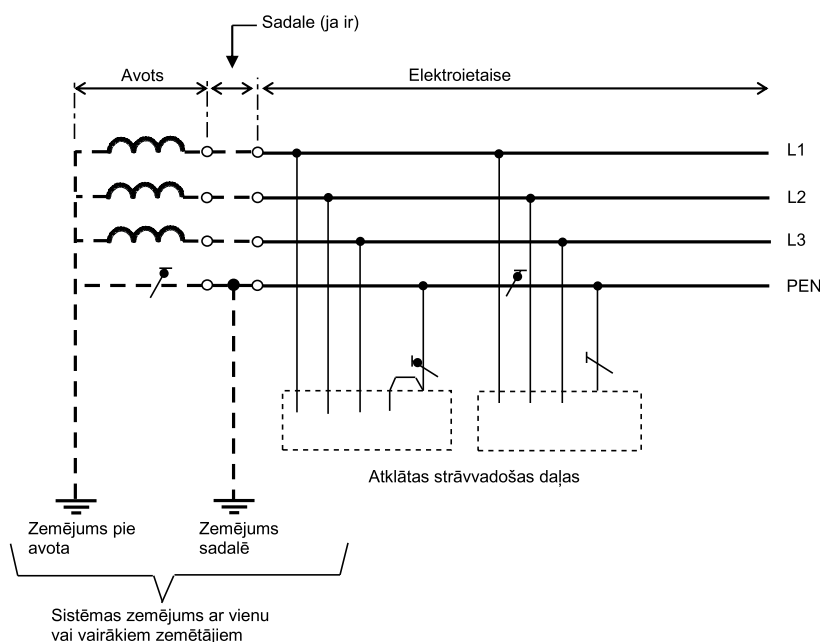
Tālāk sekojošie burti (pēc *N*) apzīmē apvienotas vienā vadā vai atdalītas aizsargvada un neitrālvada funkcijas:

S – aizsargvads (*PE* vads) un neitrālvads (*N* vads) atdalīti;

C – aizsargvada un neitrālvada funkcijas apvienotas vienā aizsargneitrālvadā (*PEN* vadā).

1.1. TN-C sistēma

TN-C sistēmā neitrālvada un aizsargvada funkcijas ir apvienotas vienā vadā visā sistēmā (*1.1. attēls*) un tas ir tieši savienots ar elektrosistēmas zemēto punktu vairākās vietās.



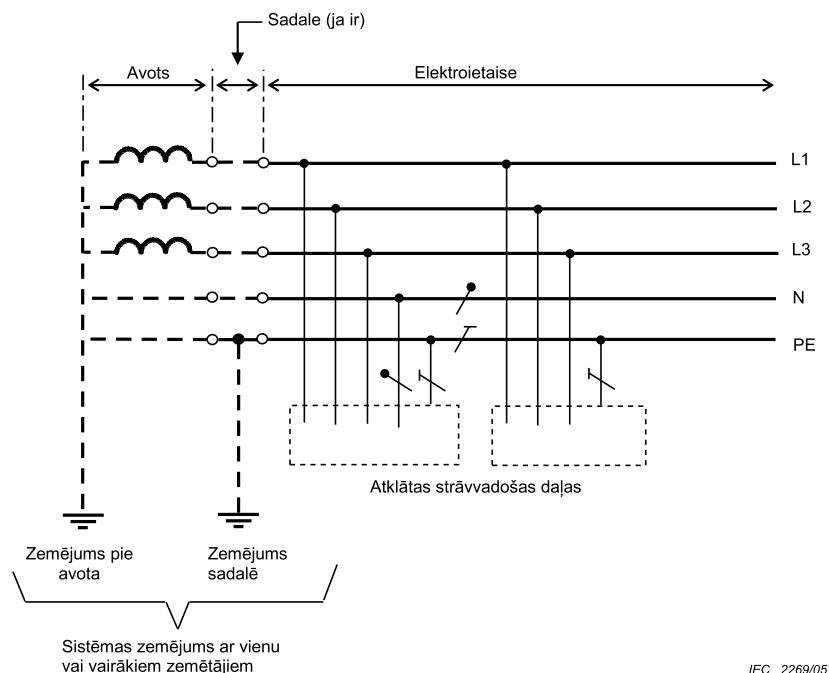
IEC 2275/05

Piezīme: Elektroietaisē var būt nodrošināts papildu PEN zemējums.

*1.1. attēls. TN-C sistēma, kurā neitrālvada un aizsargvada funkcijas ir apvienotas vienā vadā visā sistēmā.
(LVS HD 60364-1+A11:2022 (LV) 31.C. 1. attēls)*

1.2. TN-S sistēma

TN-S sistēmā neitrālveda un aizsargveda funkcijas ir atdalītas un visā sistēmā tiek lietots atsevišķs aizsargvads (1.2. attēls) un tas ir tieši savienots ar elektrosistēmas zemēto punktu vairākās vietās.

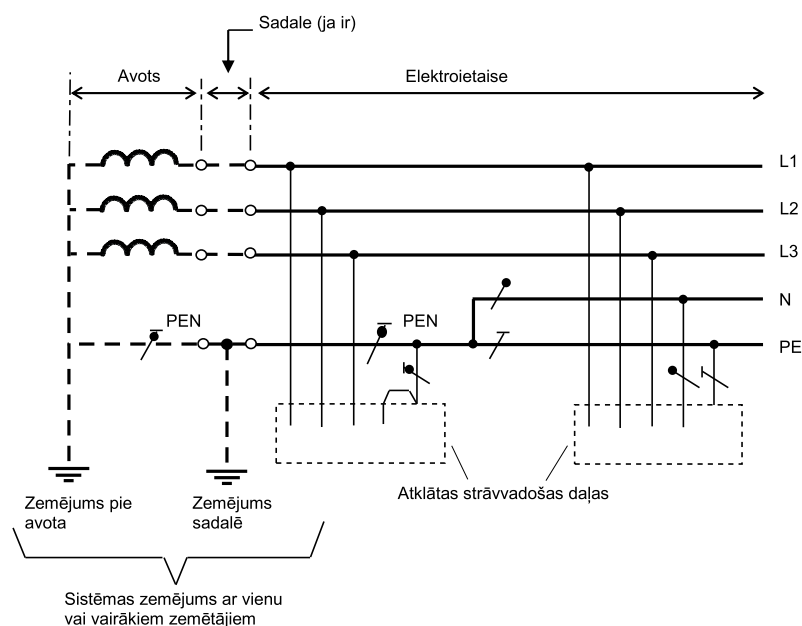


Piezīme: Elektroietaisē var būt nodrošināts papildu PE zemējums.

1.2. attēls. TN-S sistēma ar atsevišķu neitrālvedu un aizsargvedu visā sistēmā.
(LVS HD 60364-1+A11:2022 (LV) 31.A. 1. attēls)

1.3. TN-C-S sistēma

TN-C-S sistēmā neitrālveda un aizsargveda funkcijas ir apvienotas kādā sistēmas daļā un kādā elektroietaisē vietā PEN vads, kas ir tieši savienots ar elektrosistēmas zemēto punktu tiek sadalīts neitrālvedā un aizsargvadā (1.3. attēls).

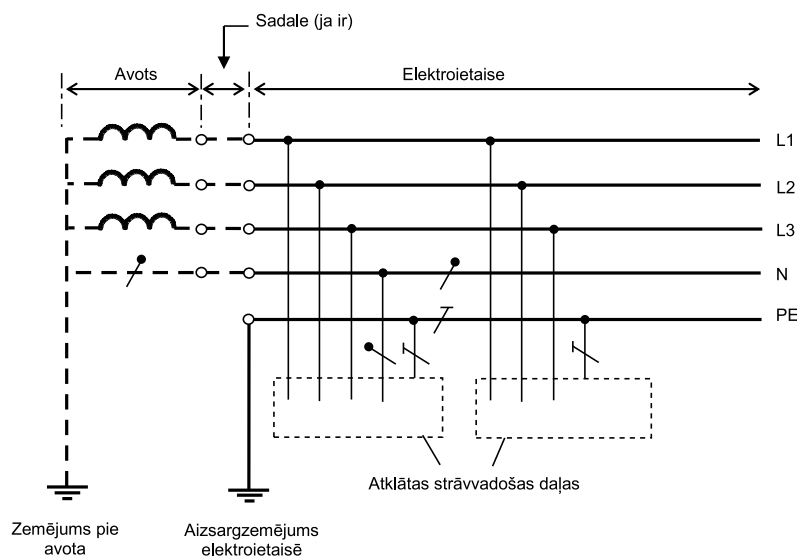


Piezīme: Elektroietaisē var būt nodrošināts papildu PEN zemējums.

1.3. attēls. TN-C-S sistēma. Trīsfāžu, 4 vadu, kur kādā elektroietaisē vietā PEN ir sadalīts PE un N.
(LVS HD 60364-1+A11:2022 (LV) 31.B. 1. attēls)

1.4. TT sistēma

TT sistēmā ir tikai viens tieši zemēts punkts un elektroietaisē atklātās strāvvadošās daļas ir tieši savienotas ar zemētājiem, kas ir elektriski neatkarīgi no elektroapgādes sistēmas zemētāja (1.4. attēls).



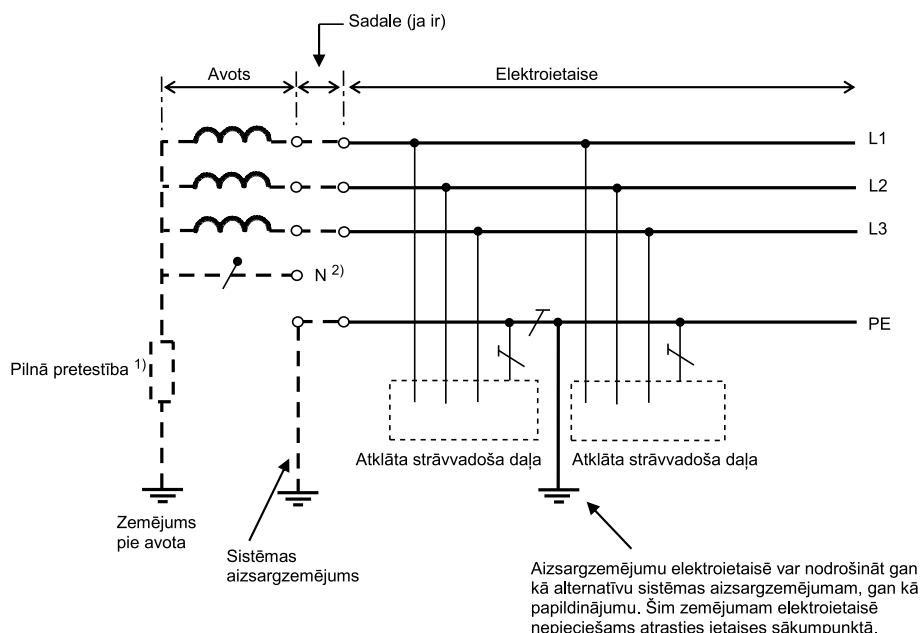
IEC 2278/05

Piezīme: Elektroietaisē var būt nodrošināts papildu PE zemējums.

1.4. attēls. TT sistēma ar atsevišķu neitrālvadu un aizsargvadu visā elektroietaisē.
(LVS HD 60364-1+A11:2022 (LV) 31.E. 1. attēls)

1.5. IT sistēma

IT sistēmā visas spriegumaktīvās daļas ir izolētas no zemes vai viens punkts ar augstu pilno pretestību ir savienots ar zemi (1.5. attēls). Elektroietaisē atklātās strāvvadošās daļas ir zemētas individuāli vai kopā, vai savienotas ar sistēmas zemējumu atbilstoši HD 60364-4-41 standarta 413.1.5. punktam.



IEC 2280/05

Piezīme: Elektroietaisē var būt nodrošināts papildu PE zemējums.

- 1) Sistēmu var savienot ar zemi, izmantojot pietiekami augstu pilno pretestību. Šo savienojumu var izveidot pie, piemēram, neitrālpunkta, mākslīgā neitrālpunkta vai fāzes vada.
- 2) Neitrālvadu var dalīt un var arī nedalīt.

1.5. attēls. IT sistēma ar atklātām strāvvadošām daļām, kas visas savstarpēji savienotas, izmantojot kopīgi zemētu aizsargvadu (LVS HD 60364-1+A11:2022 (LV) LVS HD 60364-1+A11:2022 (LV) 31.G. 1. attēls)

2. ZEMĒJUMIETAISES

2.1. Vispārīgi

Zemējumietaisēm jābūt ar visaugstāko integritāti un izturīgas konstrukcijas, lai nodrošinātu, ka tās joprojām ir drošas un neapdraud cilvēku veselību, dzīvību un drošību vai vidi. Lielākā daļa formulu, kas sniegtas šajā apakšpunktā, attiecas uz zemfrekvences strāvām, bet augstfrekvences piemēri nav iekļauti. Tāpēc ir svarīgi atpazīt gadījumus, kuros kā zemas pretestības radītājs tiek izmantota gara horizontāla lente vai vīts kabelis.

Zemējumietaisēm jā sastāv no vara vadītājiem, atbilstoša izmēra stieņiem no nerūsējošā tērauda vai nerūsējošā tērauda ar cinka pārklājumu, čuguna plāksnēm, tērauda stieņiem, kurus izmanto atsevišķi vai savstarpēji savienotus kopā, lai izveidotu vienotu vietējā zemējuma elektrodu sistēmu.

Visas tālāk norādītās formulas ir balstītas uz viendabīgiem grunts apstākļiem, tāpēc vairumam praktisko situāciju sniedz tikai vispārīgu priekšstatu par problēmām, kas varētu pastāvēt, ja grunts slāņi ir mainīgi un to pretestība mainās pie dažādiem slāņu līmeņiem. Nepieciešamības gadījumā var izmantot aprēķinu metodes, kas ir sarežģītākas nekā tālāk norādītās formulas, kā arī speciālu programmatūru, lai veiktu detalizētākus aprēķinus. Veicot aprēķinus pēc zemāk esošajām formulām rezultātu precizitāte ir no 10% līdz 15%, un to var uzskatīt par pietiekamu rādītāju, lai noskaidrotu, kāds varētu būt konkrēta zemējuma sistēmu projekta nepieciešamais gala rezultāts. Esošās grunts pretestības mērījumi vienmēr jāveic pirms projektējamā objekta pretestības aprēķinu veikšanas.

Izvēlēta elektroda formas ietekme uz elektroda pretestību ir saistīta ar strāvas blīvumu ap konkrēto elektrodu. Lai iegūtu zemu kopējo pretestību, strāvas blīvumam elektrodu apkārtējā vidē jābūt pēc iespējas mazākam. To var panākt palielinot izmērus vienā virzienā salīdzinājumā ar pārējiem diviem, tādējādi caurules stienim vai sloksnei ir daudz mazāka pretestība nekā plāksnei ar vienādu virsmas laukumu.

2.1.1. Plāksne

Plāksnes zemējuma pretestību R omos (Ω) var aprēķināt pēc formulas:

$$R = \frac{\rho}{4} \sqrt{\left(\frac{\pi}{A}\right)}$$

kur:

ρ - ir grunts īpatnējā pretestība (pieņem, ka viendabīga), ommetros (Ωm)

A - ir vienas plāksnes virsmas laukums, kvadrātmetros (m^2)

Piezīme: Tipisku izmēru plāksnes pretestība ir aptuveni apgriezti proporcionāla lineārajiem izmēriem, nevis virsmas laukumam, t.i., $0,9 \text{ m} \times 0,9 \text{ m}$ plāksnei ir par aptuveni 25% lielāka pretestība nekā $1,2 \text{ m} \times 1,2 \text{ m}$ plāksnei.

2.1.2. Stieņa elektrods

Stieņa pretestību R_r , omos (Ω) var aprēķināt pēc formulas:

$$R_r = \frac{\rho}{2\pi L} \left[\log_e \left(\frac{8L}{d} \right) - 1 \right]$$

kur:

ρ - ir grunts īpatnējā pretestība, ommetros (Ωm)

L - ir elektroda garums, metros (m)

d - ir stieņa diametrs, metros (m)

Piezīme: Diametra maiņa maz ietekmē kopējo pretestības vērtību, tāpēc diametru vairāk nosaka stieņa mehāniskā izturība, lai tā izturētu mehānisko iedzišanu gruntī vietās, kuros ir nepieciešami dziļi zemējuma stieņi, piemēram, 20 m vai lielākā dziļumā (saskaņā ar Latvijas Republikā spēkā esošo normatīvo aktu regulējumiem, ja tiek izbūvēti zemējuma stieņi dziļāk par 20 m, ir jāsaņem Zemes dziļņu izmantošanas licence).

2.1.3. Izlīdzināto stieņu paralēlais savienojums

Pretestību R_t omos (Ω) n vertikāli iedzītiem stieņiem, kas atrodas s metru attālumā viens no otra, aprēķina pēc formulas:

$$R_t = \frac{1}{n} \frac{\rho}{2\pi L} \left[\log_e \left(\frac{8L}{d} \right) - 1 + \frac{L}{s} \log_e \left(\frac{1.78n}{2.718} \right) \right]$$

kur:

ρ - grunts īpatnējā pretestība, ommetros (Ωm)

L - elektroda garums, metros (m)

n - stieņu skaits

s - attālums starp stieņiem, metros (m)

Piezīme: Attālums s (m) starp stieņiem praktiskos nolūkos ir noteikts kā vismaz divreiz lielāks par izmantotā stieņa garumu L .

2.1.4. Lentas (sloksnes) vai apaļie vadītāju elektrodi

Piezīme: Šis apakšpunkts attiecas tikai uz taisnā līnijā izvietotu zemējuma kontūru. Citām formām skatīt 2.1.5. līdz 2.1.7. punktos.

Lentas (sloksnes) vai apaļa vadītāja pretestību R_{ta} omos (Ω) var aprēķināt pēc formulas:

$$R_{ta} = \frac{\rho}{2\pi L} \log_e \left(\frac{L^2}{1.85hd} \right)$$

kur:

ρ - ir grunts īpatnējā pretestība, ommetros (Ωm)

L - ir lentas (sloksnes) vai vadītāja garums, metros (m)

h - ir elektroda dziļums, metros (m)

d - ir apaļā vadītāja diametrs vai lentas (sloksnes) līdzvērtīgā šķērsriezuma laukuma diametrs, metros (m)

Ja izmantotas divas vai vairākas lentas (sloksnes) taisnā posmā, kur katras lentas (sloksnes) garums ir L metros (m) un tās novietotas paralēli viena otrai attālumā s metros (m) un ir savstarpēji savienotas kopā tikai vienā galā, tad kombinēto pretestību var aprēķināt pēc vienādojuma:

$$R_n = FR_1$$

kur:

R_n - ir n paralēlu vadītāju pretestība, omos (Ω)

R_1 - ir vienas L garuma lentas (sloksnes) pretestība, kas aprēķināta no iepriekšējā R_{ta} vienādojuma, omos (Ω).

F ir sekojoša vērtība:

$$\text{Diviem garumiem } F = 0,5 + [0,078(s/L)]^{-0,307}$$

$$\text{Trīs garumiem } F = 0,33 + [0,071(s/L)]^{-0,408}$$

$$\text{Četriem garumiem } F = 0,25 + [0,067(s/L)]^{-0,451}$$

Ar nosacījumu, ka $0,02 < (s/L) < 0,3$

2.1.5. Tīkls (režģis)

Tīkla (režģa) pretestību R_m omos (Ω) var aprēķināt pēc formulas:

$$R_m = 0.443 \frac{\rho}{\sqrt{A}} + \frac{\rho}{L}$$

kur:

ρ - ir grunts īpatnējā pretestība, ommetros (Ωm);

A - ir tīkla (režģa) faktiskā platība, kvadrātmetros (m^2);

L - ir kopējais lentas (sloksnes) garums, kas izmantots tīklam (režģim), metros (m)

2.1.6. Elektroda pretestība izolētā zemas pretestības materiālā, piemēram, dzelzsbetonā

Elektroda pretestību aizpildītā gruntī R_b omos (Ω) var aprēķināt pēc formulas:

$$R_b = \frac{1}{2\pi L} \left\{ (\rho - \rho_c) \left[\log_e \left(\frac{8L}{d} \right) - 1 \right] + \rho_c \left[\log_e \left(\frac{8L}{d} \right) - 1 \right] \right\}$$

kur:

ρ - ir grunts īpatnējā pretestība, ommetros (Ωm)

ρ_c - ir aizpildīšanai izmantotā vadošā materiāla pretestība, ommetros (Ωm)

L - ir stieņa garums, metros (m)

d - ir stieņa diametrs, metros (m)

2.1.7. Dažādi elektrodi

Piezīme: Šajā punktā uzskaitītas biežākās, taču ne visas, iepriekš nenosauktās elektrodu pielietošanas konfigurācijas. Sekojošās konfigurācijas būtu jāpielieto tajos gadījumos, kad jāizmanto dziļi iedzīti zemējuma stieņi utt.

2.1.7.1. Trīs stieņu vienādmalu trijstūra virsotnēs

Trīs savstarpēji savienotu stieņu, kas izvietoti vienādmalu trijstūra virsotnēs (*skat. 2.1.1. attēlu*) un kura malas garums ir s metros, pretestību R_e omos (Ω) var aprēķināt pēc formulas:

$$R_e = \frac{1}{3} \left\{ 2 \left[\log_e \left(\frac{8L}{d} \right) - 1 \right] - 1 + 2Ls \right\}$$

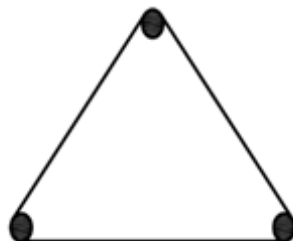
kur:

ρ - ir grunts īpatnējā pretestība, ommetros (Ωm);

L - ir stieņa garums, metros (m);

d - ir stieņa diametrs, metros (m);

s - ir vienādmalu trijstūra vienas malas garums, metros (m)



2.1.1. attēls. Trīs stieņu vienādmalu trijstūris

2.1.7.2. Divas lentas (sloksnes), kas novietotas taisnā leņķī viena pret otru un savienotas vienā punktā

Pretestību R_L omos (Ω) divām vienāda garuma lentām (sloksnēm), kas novietotas taisnā leņķī viena pret otru un savienotas vienā punktā (skat. 2.1.2. attēlu), var aprēķināt pēc formulas:

$$R_L = \frac{\rho}{2\pi L} \log_e \left(\frac{L^2}{1.27hd} \right)$$

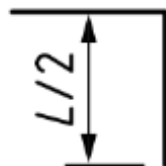
kur:

ρ - ir grunts īpatnējā pretestība, ommetros (Ωm);

L - ir lentu (slokšņu) kopējais garums, metros (m);

h - ir ierakšanas dziļums, metros (m);

d - ir apaļā vadītāja diametrs vai lentas (sloksnes) līdzvērtīgā šķērsriezuma laukuma diametrs, metros (m)



2.1.2. attēls. Divas lentas (sloksnes), kas novietotas taisnā leņķī viena pret otru un savienotas vienā punktā

2.1.7.3. Trīs vienāda garuma lentas (sloksnes), kas novietotas 120° leņķī un savienotas vienā punktā

Zvaigznes konfigurācijā novietotas (skat. 2.1.3. attēlu) lentas (sloksnes) pretestību R_S omos (Ω), var aprēķināt pēc formulas:

$$R_S = \frac{\rho}{2\pi L} \log_e \left(\frac{L^2}{0.767hd} \right)$$

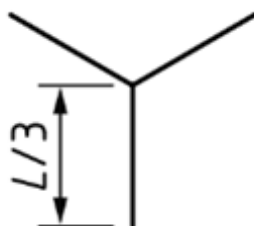
kur:

ρ - ir grunts īpatnējā pretestība, ommetros (Ωm);

L - ir lentu (slokšņu) kopējais garums, metros (m);

h - ir ierakšanas dziļums, metros (m);

d - ir apaļā vadītāja diametrs vai lentas (sloksnes) līdzvērtīgā šķērsriezuma laukuma diametrs, metros (m)



2.1.3. attēls. Trīs vienāda garuma lentas (sloksnes), kas novietotas 120° leņķī un savienotas vienā punktā

2.1.7.4. Četras lentas (sloksnes), kas novietotas krusteniski un savienotas vienā punktā

Četru lentu (slokšņu), kas novietotas krusteniski un savienotas vienā punktā (skat. 2.1.4. attēlu), pretestību R_{cr} omos (Ω) var aprēķināt pēc formulas:

$$R_{cr} = \frac{\rho}{2\pi L} \log_e \left(\frac{L^2}{0.21767hd} \right)$$

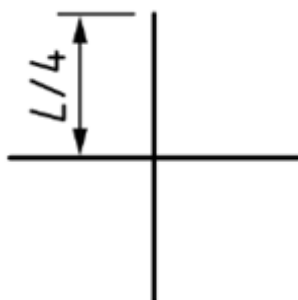
kur:

ρ - ir grunts īpatnējā pretestība, ommetros (Ωm);

L - ir lentām (sloksnēm) kopējais garums, metros (m);

h - ir ierakšanas dziļums, metros (m);

d - ir apaļā vadītāja diametrs vai lentas (sloksnes) līdzvērtīgā šķērsriezuma laukuma diametrs, metros (m)



2.1.4. attēls. Četras lentas (sloksnes), kas novietotas krusteniski un savienotas vienā punktā

2.1.7.5. Tērauda konstrukcijas

Dzelzsbetona pamatos esošo metāla stiegrojuma konstrukciju var izmantot kā gatavu un efektīvu zemējuma elektrodu. Kopējo elektrodu laukumu, ko veido lielas metāla izstrādājumu pazemes konstrukcijas, bieži vien var izmantot, lai nodrošinātu kopējo zemējuma pretestību, kas ir krietni zemāka par to, ko var iegūt ar citām metodēm, tādejādi sasniedzot vērtības zem 1Ω .

Ir svarīgi ņemt vērā metāla stiegrojuma konstrukcijas korozijas iespējamību. Korozijas produkti aizņem lielāku tilpumu nekā sākotnējais metāls, tādejādi radot plaisāšanas draudus. Īpaša uzmanība jāpievērš ilgstošām noplūdes strāvām. Iespējamais šādas strāvas avots varētu būt nesaderība ar citiem gruntī ieraktiem metāla izstrādājumiem, tostarp cita veida zemējuma elektrodēm, ar kuriem metāla stiegrojuma konstrukcijas var tikt savienotas.

1. Piezīme: Var būt nepieciešams apsvērt katodaizsardzības nepieciešamību.

Nav paredzams, ka maiņstrāva izraisīs koroziju, taču pielietojot taisngriežus, var parādīties neliela līdzstrāvas komponente, kas var sekmēt koroziju.

Ja ir sagaidāma ievērojama ilgstoša zemējuma noplūdes strāva, ieteicams nodrošināt iepriekšējos apakšpunktos aprakstīto tipu galveno elektrodu, ar kuru var savienot pamatu metāla stiegrojuma konstrukcijas elektrodus kā papildu elektrodus.

Var uzskatīt, ka iebetonēto metāla stiegrojuma konstrukciju korozija, kas pakļauta maiņstrāvas bojājuma strāvām tās nestspējas robežās, ir nenožīmīga.

2. Piezīme: Betona plaisas izlieces vai rukuma dēļ var rasties vietās, kur zemesslēguma strāvas ilgstoši pārsniedz elektroda pretestības spējas. Šāda situācija ir maz ticama, ja elektroda pretestība ir pietiekami zema, lai izvairītos no bīstama sprieguma uz zemi.

Betonētu metāla stieģrojuma konstrukciju vai betona pāļu zemējuma pretestība atšķiras atkarībā no grunts veida, tās mitruma satura un pamatu konstrukcijas. Betons ir higroskopisks un, ierokot gruntī (izņemot sausās vietās), tā pretestība normālā temperatūrā ir robežās no 30 Ωm līdz 90 Ωm . Atsevišķos grunts veidos betona pretestība ir zemāka.

Ir svarīgi veikt pretestības mērījumus jebkuram metāla izstrādājumam, kuru paredzēts izmantot kā zemējuma elektrodu, un pēc tam regulāri uzraudzīt tās vērtību, lai pārliecinātos, ka tas turpina nodrošināt atbilstošu kontaktu ar zemi.

Ideālā gadījumā būtu jāiegūst rezultāts visu izmantoto elektrodu kombinētajai pretestībai, taču lielu laukumu aptverošas konstrukcijas kopējā zemējuma pretestība var būt diezgan zema un precīzu mērījumu pabeigta konstrukcijai var būt grūti vai neiespējami nomērīt. Ja būvei ir vairākas līdzīgas pamatu konstrukcijas (piemēram, pāļi), lietderīgāk būtu veikt mērījumus vienas pamatu konstrukcijas pretestībai, pirms tā tiek elektriski savienota ar pārējām. Rekomendējams izmērīt vairāku šādu atsevišķu pamatu konstrukciju pretestību, lai iegūtu iespējamo pretestības izmaiņu diapazonu. Pieņemot, ka tiek iegūta reprezentatīva pamatu konstrukcijas pretestības vērtība R_1 un ka visu pamatu konstrukcijas ir izvietotas taisnstūrveida formā, visu pamatu kombinēto pretestību R_{TOT} omos (Ω) var aprēķināt pēc formulas:

$$R_{\text{TOT}} = R_1 \frac{1 + \lambda \rho / 2\pi R_1 s}{n}$$

kur:

R_1 - ir vienas pamatu konstrukcijas pretestība, omos (Ω);

λ - ir koeficients no tabulas Nr. 2.1.1.;

ρ - ir grunts īpatnējā pretestība, ommetros (Ωm);

s - ir atstatums starp pamatiem, metros (m);

n - ir pamatu konstrukciju skaits, ko izmanto kā elektrodus (*skat.piezīmi tabulā Nr.2.1.1*).

3. Piezīme: Šis vienādojums ir balstīts uz pieņēmumu, ka attālums starp blakus esošajiem elektrodiem ir tāds, ka attiecība $\rho/2\pi R_1 s$ ir mazāka par aptuveni 0,2.

Tabula Nr.2.1.1. Koeficienti vertikāliem elektrodiem, kas izvietoti dobā kvadrātā

Elektrodu skaits (n) gar kvadrāta malu	Koeficients λ	Elektrodu skaits (n) gar kvadrāta malu	Koeficients λ
2	2,71	9	7,65
3	4,51	10	7,90
4	5,46	12	8,22
5	6,14	14	8,67
6	6,63	16	8,95
7	7,03	18	9,22
8	7,30	20	9,40

Piezīme: Elektrodu skaits ap kvadrātu ir 4 (n - 1).

4. Piezīme: Lielākoties zemējuma pretestība ir saistīta ar to, ka betons atrodas cieši ap metāla izstrādājumu un pretestība ir atkarīga no betona mitruma saturu. Laika gaitā betonēto pamata konstrukciju mitruma saturs līdzsvarosies ar grunts mitruma saturu un (parasti) būs mazāks nekā betonēšanas laikā.

Aprēķiniem izmantojot mērījumus, kas veikti konstrukcijas betonēšanas laikā, ir jāņem vērā sekojošais elektrodu pretestības pieaugums mitruma saturu izmaiņu dēļ.

Ir svarīgi nodrošināt elektrisko nepārtrauktību starp visiem metāla izstrādājumiem, ko uzskata par elektroda daļu. Starp metāla izstrādājumiem betonā vai gruntī, piemēram, starp armatūras stieņiem, savienojumus vislabāk izpildīt ar metināšanas paņēmieni. Virs zemes un pie enkurskrūvēm savienojumus vislabāk izpildīt ar vadošu savienotāju, kas nodrošina elektrisko vadītspēju starp metāla daļām, kuras nepieciešams elektriski savienot. Tas jo īpaši attiecas uz virsmām, kuras pirms montāžas var būt nogruntētas.

Dzelzsbetona pamatu (pāļu) zemējuma pretestību R , omos (Ω) var aprēķināt, pieņemot, ka tikai vertikālie metāla stieģrojuma stieņi ir savienoti ar ēkas konstrukciju vai zemējuma sistēmu. Aprēķinos var neņemt vērā pārējā metāla stieģrojuma ietekmi un to var savstarpēji sastiprināt tikai ar stieģļu saitēm. Aprēķinos tiek pieņemts, ka metāla stieģrojuma stieņi pamatu konstrukcijā ir vienādi izvietoti simetriskā veidā (skat. tabulā Nr.2.1.2).

$$R_r = \frac{1}{2\pi L} \left[(\rho_c - \rho) \log_e \left(1 + \frac{\delta}{z} \right) + \rho \log_e \left(\frac{2L}{z} \right) \right]$$

kur:

ρ - ir grunts īpatnējā pretestība, ommetros (Ωm)

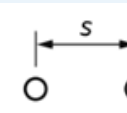
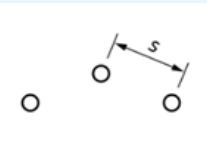
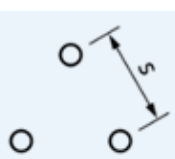

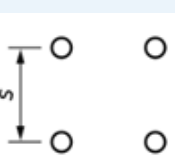

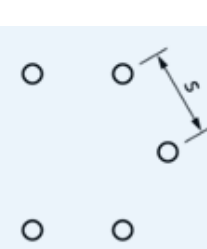
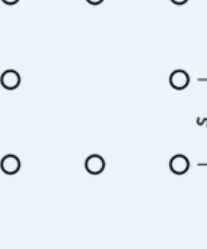
ρ_c - ir betona īpatnējā pretestība, ommetros (Ωm)

L - ir stieģrojuma stieģņa garums zem zemes līmeņa, metros (m)

δ - ir betona biezums starp stieģņiem un augsni, metros (m)

z - ir stieģņu kopas ģeometriskais vidējais attālums, metros (m)

Tabula Nr.2.1.2. Ģeometriskais vidējais attālums z cieši izvietotiem stieģrojuma stieģņiem simetriskā veidā

Stieģņu skaits	Stieģņu izkārtojums	z (m)	Stieģņu skaits	Stieģņu izkārtojums	z (m)
2		$\sqrt{2}as$	8		$\sqrt[8]{52as^7}$
3		$\sqrt[3]{as^2}$	8		$\sqrt[8]{52as^7}$
4		$\sqrt[4]{2as^3}$	8		$\sqrt[8]{23as^7}$
6		$\sqrt[6]{6as^5}$	8		$\sqrt[8]{23as^7}$

kur:

a - ir armatūras stieņa rādiuss, metros (m)

s - ir attālums starp blakus esošajiem stieņiem, metros (m)

z - ir ģeometriskais vidējais attālums, metros (m)

2.1.7.6. Lokšņu tērauda pāļi (rievsiena)

Konsultējoties ar būvinženieri, bieži vien ir iespējams un ieteicams izveidot efektīvu zemējuma elektrodu sistēmu, izmantojot lokšņu tērauda pāļus (rievsienas) un ar atbilstošiem savienojumiem savienot to ar metāla stieģrojumu konstrukcijām betona pāļos.

2.1.7.7. Maģistrālie ūdensvadi un ūdensvadi kopumā

Ūdensvada izmantošana zemēšanai nav ieteicama. Vecākajās sistēmās, kur zemējuma sistēmām tika izmantotas esošas metāla caurules, jāuzstāda alternatīvs zemējums.

2.1.7.8. Komunikāciju caurules

Kopumā visas metāla komunikāciju caurules, piem., gāzei, eļļai, saspiestam gaisam vai kanalizācijai, jāpievieno tikai aizsargvadītājam, tās nedrīkst izmantot kā zemējuma elektrodu. Ja esošajā instalācijā kā vienīgais zemējuma elektrods ir izmantotas šādas komunikāciju caurules, jānodrošina alternatīvs zemējums.

2.2. Grunts īpatnējās pretestības mērīšana

Zemējumietais projektēšanu var sākt, zinot grunts īpatnējo pretestību. Piemēram, vienkāršas instalācijas gadījumā var noteikt, zemējuma elektrodu skaitu un to veidu.

Grunts īpatnējo pretestību var izmērīt līdzīgi kā nosakot zemējuma elektrodu pretestību. Šie mērījumi ne vienmēr ir vienkārši, un bieži vien to rezultāts var būt ļoti atšķirīgs. Pretestības vērtības ir atkarīgas no vairākiem faktoriem, piemēram, no augsnes struktūras, slāņiem, iežu veidojuma.

Tāpat grunts īpatnējā pretestība var mainīties tādu faktoru ietekmē kā:

- a) dziļums;
- b) temperatūra;
- c) mitruma saturs;
- d) un atšķirties atkarībā no vietas.

1. Grunts īpatnējā pretestība - Vennera tests

Ar metodi, ko izstrādājis Dr. Frenks Venners (*Frank Wenner*) no ASV Standartizācijas biroja (tagad NIST), tika pierādīts, ka, ja elektrodu dziļums B ir mazs attiecībā pret attālumu starp elektrodiem, vidējo grunts īpatnējo pretestību ρ (Ωcm) dziļumā līdz a var noteikt no:

$$\rho = 2\pi aR$$

kur:

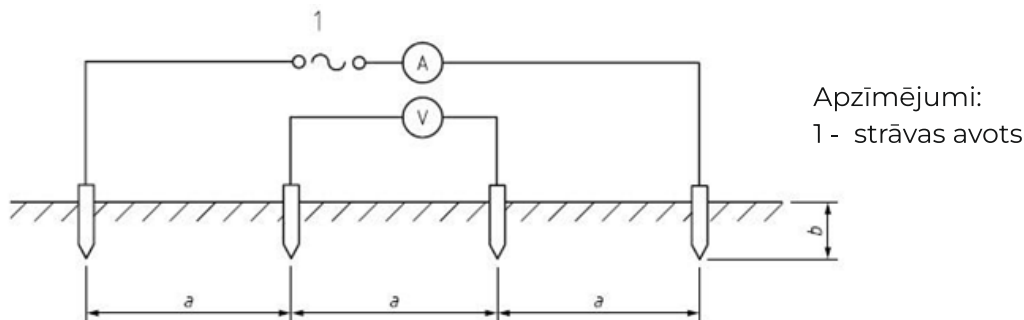
π - ir konstante 3,1416

a - ir attālums starp elektrodiem, cm

R (V/A, sk. 2.2.1. attēlu) - ir testera rādījums, omos (Ω)

Četri vienādi izvietoti testa elektrodi jāiedzen līdz 1 m dziļumā, un dziļums nedrīkst pārsniegt 5% no attāluma starp elektrodiem a (skat. 2.2.1. attēlu). Ir svarīgi nodrošināt, lai to pretestības zonas nepārklātos. Strāva jālaiž starp abiem ārējiem elektrodiem, un pretestību R var noteikt kā sprieguma starp iekšējiem elektrodiem attiecību pret strāvu, kas caurplūst caur ārējiem elektrodiem.

Atrastā pretestība attiecas uz grunts dziļumu a , tāpēc, atkārtojot mērījumu ar dažādām a vērtībām, var noteikt vidējo pretestību dažādos dziļumos. Rezultāti norāda, vai ir kāda priekšrocība, ko var iegūt, uzstādot dziļi iedzītus elektrodus, lai sasniegtu slāņus ar mazāku pretestību.



2.2.1. attēls. Grunts īpatnējās pretestības mērīšana

PIEMĒRS

Ja attālums a starp elektrodiem ir 1 m, tad testa uzstādīšanas konstanti aprēķina kā

$$(2 \times 3,14 \times 100) \text{ cm} = 628 \text{ cm}$$

Ja mērinstruments uzrāda 40 Ω , grunts īpatnējā pretestība ir $(40 \times 628) \Omega\text{cm} = 25\,120 \Omega\text{cm}$

2. Grunts īpatnējā pretestība - viena stieņa testa metode

Šis ir vienkāršāks tests, nekā augstāk aprakstītais pilnais Vennera tests, nomērot viena stieņa, kas tiek dzīts zemē zināmā dziļumā, pretestību. Pretestības mērījumu un stieņa izmērus pēc tam var izmantot, lai aprēķinātu vidējo grunts īpatnējo pretestību. Pretestību var nomērīt ar 61,8% metodi (skat. aprakstu 2.3. punktā) un aprēķinam izmantot sakarību vertikāla stieņa zemes pretestībai R :

$$R = \rho / 2\pi L [\log_e(8L/d)]^{-1}$$

kur:

R - ir vertikāla stieņa zemējuma pretestība;

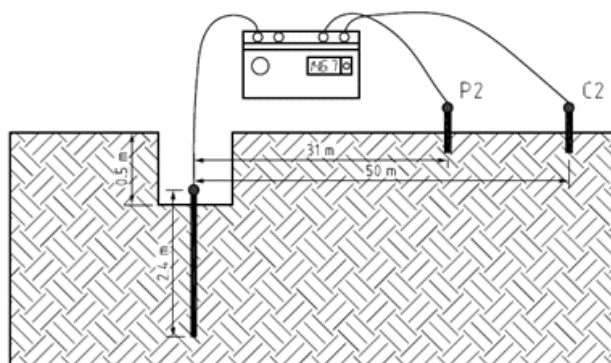
L - ir elektroda garums, metros (m);

d - ir diametrs, metros (m);

ρ - ir grunts pretestība (pieņemts, ka tā ir viendabīga), ommetros (Ωm)

Tādējādi:

$$\rho = \frac{2\pi RL}{\left[\log_e \left(\frac{8L}{d} \right) - 1 \right]}$$



2.2.2. attēls. Grunts īpatnējās pretestības mērījumi ar vienu stieni

2.3. Zemējumietais pretestības mērīšana

Zemējumietais pretestība pret zemi jāmēra:

- jaunām iekārtām – lai pārbaudītu, vai tā ir vienāda vai mazāka par projektēto vērtību;
- esošām iekārtām – lai pārbaudītu, vai tā ir vienāda vai mazāka par nepieciešamo vērtību un nav būtiski mainījies.

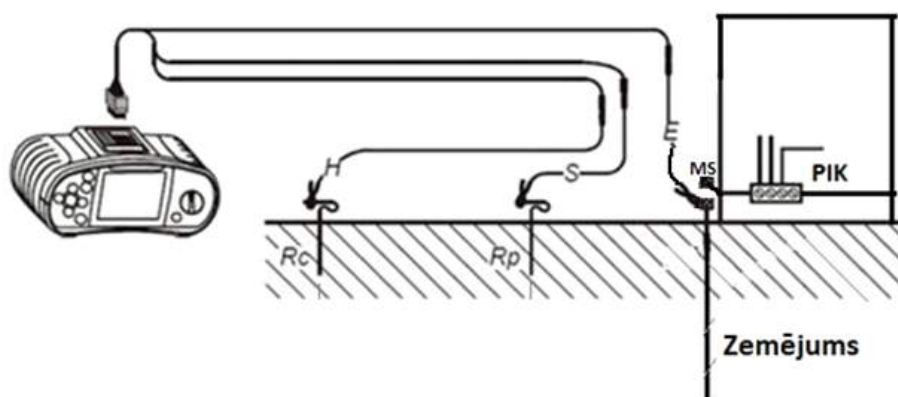
Lai iegūtu pēc iespējas precīzākus mērījumu rezultātus, ieteicams izvairīties no mērīšanas elektrodu izvietošanas virs pazemes metāla konstrukcijām un komunikācijām.

Zemējumietais kopējās pretestības noteikšanai var izmantot dažādas pārbaudes metodes.

1. Potenciāla krituma metode (61,8%)

Šī metode ir piemērota vienkāršām zemējuma elektrodu sistēmām. Visizplatītākā metode ar diviem elektrodiem un pievienojumu atvienotai zemējumietasei.

Mērot zemējumietasi, jāņem vērā tās aptuvenie izmēri. Strāvas mērelektrodu R_c izvieto attālumā - $5x$ zemējumietais izmērs d metros (mērot pa horizontāli vai vertikāli) un potenciāla (sprieguma) mērelektrodu R_p 61.8% no R_c elektroda attāluma (sk. 2.3.1. attēlu).

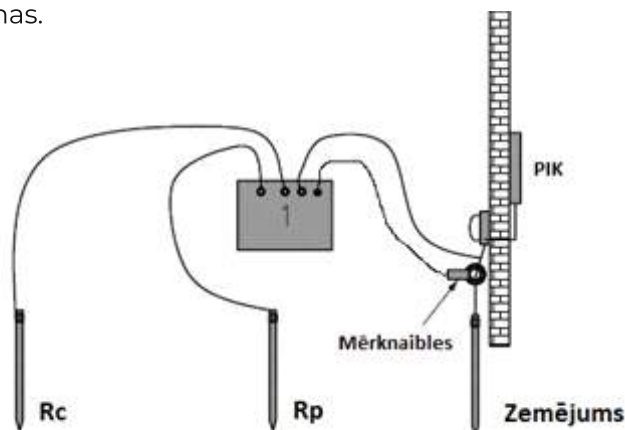


2.3.1. attēls. Shēma zemējumietas pretestības noteikšanai lauka apstākļos

R_p – potenciāla elektrods; R_c – strāvas elektrods; MS- mērījumu savienojums; PIK – potenciālu izlīdzinošā kopne; Vadu apzīmējumi (H;S;E) var būt citi – atkarībā no izmantojamā mērāparāta

2. Potenciāla krituma metode, izmantojot strāvas mērķnaibles

Metode ir līdzīga potenciāla krituma metodei, kur izmanto 3 pievienošanas punktus un papildus pievieno strāvas mērķnaibles, šai metodei ir priekšrocība, to var izmantot, lai izmēritu zemējumietas pretestību bez tās atvienošanas.



2.3.2. attēls. Shēma zemējumietas pretestības noteikšanai, neatvienojot zemējumietasi

1 – mēriekārta, R_p – potenciāla elektrods; R_c – strāvas elektrods; PIK – potenciālu izlīdzinošā kopne

Piezīme: Zemējumietas pasas, pretestības pārbaudes rezultātu un shēmas noformēšanas piemērus skat. 1. pielikumā.

2.4. Zemējumietaisē izmantojamie materiāli un minimālie šķērsriezumi

Izvēloties mākslīgo zemētāju materiālus un šķērsriezumus jāņem vērā to mehāniskos un elektriskos raksturlielumus, kā arī koroziju izturības raksturlielumus. Jāņem vērā grunts apstākļus, t.i., grunts (zemes) ekvivalento īpatnētību (ρ), grunts ķīmisko piesārņojumu, grunts skābumu (pH), grunts mitrumu, atšķirīgu materiālu klātbūtnes tuvumu, līdzstrāvas un maiņstrāvas klaidstrāvas un noplūdes strāvas.

Ja konstatēts, ka uz zemētājiem iedarbojas korozija, tad tiem jāparedz lielāks šķērsriezums vai jāpielieto vara, vai ar galvaniskiem pārklājumiem apstrādāti zemētāji.

Biežāk pielietojamo zemētāju minimālie izmēri un materiāli elektroapgādes un zibensaizsardzības sistēmās ir doti 2.4.1. tabulā (papildus informāciju sk. LVS HD 60364-5-54 un LVS EN 62305-3 standartos).

Tabula Nr.2.4.1. Minimālie izmēri izplatītākajiem zemē vai betonā izbūvējamiem zemētājiem, lai aizsargātu tos pret koroziju un nodrošinātu mehānisko izturību

Materiāls un virsmas apstrāde	Forma	Diametrs (mm)	Šķērs-griezums (mm ²)	Biezums (mm)	Pārklājuma svars (g/m ²)	Pārklājuma, apvalka biezums (μm)
Betonā iebūvēts tērauds (bez pārklājuma, karsti cinkots vai nerūsējošais tērauds)	Apaļš vads	10				
	Cieta lenta vai sloksne		75	3	500	63
Karsti cinkots tērauds ^(a)	Sloksne ^(c) vai sloksne/plātne – cieta plātne – režģveida plātne		90	3	350	45
	Vertikāli montēts apaļš stienis	16			350	45
	Horizontāli montēts apaļš stienis	10			350	45
	Caurule	25		2		
	Daudzstiepļu vads (iebūvēts betonā)		70			
	Vertikāli montēts krusta profils		(290)	3		
Tērauds pārklāts ar varu	Vertikāli montēts apaļš stienis	(15)				2000
Tērauds ar elektrolīzē uzklātu vara pārklājumu	Vertikāli montēts apaļš stienis	14				250 ^(e)
	Horizontāli montēts apaļš stienis	(8)				70
	Sloksne montēta horizontāli		90	3		70

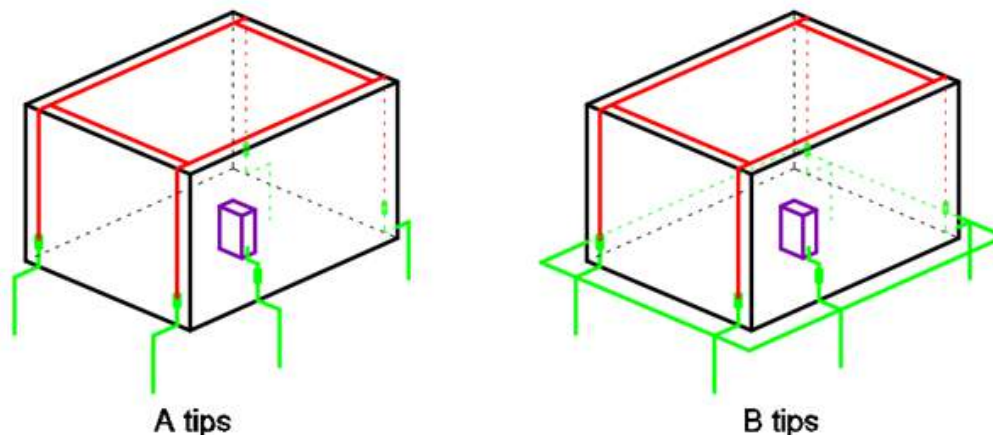
Materiāls un virsmas apstrāde	Forma	Diametrs (mm)	Šķērs-griezums (mm ²)	Biezums (mm)	Pārklājuma svars (g/m ²)	Pārklājuma, apvalka biezums (μm)
Nerūsējošais tērauds ^(b)	Sloksne ^(c) vai sloksne/plātne		90	3		
	Vertikāli montēts apaļš stienis	16				
	Horizontāli montēts apaļš stienis	10				
	Caurule	25		2		
Varš	Sloksne		50	2		
	Vertikāli montēts apaļš stienis		(25) ^(d) 50			
	Horizontāli montēts apaļš stienis	(12) 15				
	Daudzstiepļu vads	1,7 vada atsevišķām dzīslām	(25) ^(d) 50			
	Caurule	20		2		
	Cieta plātne			(1,5) 2		
	Režģveida plātne			2		

- a:** Pārklājumam jābūt gludam, nepārtrauktam un vienmērīgam.
- b:** Hroms ≥ 16 %, Niķelis ≥ 5 %, Molibdēns ≥ 2 %, Ogleklis $\leq 0,08$ %.
- c:** Velmēta vai šķeltas sloksne ar noapaļotām malām.
- d:** Vietās, kur pieredze rāda, ka korozijas un mehānisko bojājumu ietekme ir ļoti maz iespējama, var tikt pielietots 16 mm² šķērsriezums.
- e:** Norādītais pārklājuma, apvalka biezums dots, lai nodrošinātu pret mehāniskajiem bojājumiem vara pārklājumam, izbūves procesā. Pārklājuma biezums var tikt samazināts līdz 100 μm vietās, kur veikti speciāli pasākumi pret vara pārklājuma bojājumiem izbūves procesā (piemēram, iepriekš izurbti caurumi, vai speciāli aizsargājoši paņēmieni) atbilstoši ražotāja norādījumiem.
- f:** Iekavās dotie izmēri ir pielietojami tikai aizsardzībai pret elektriskās strāvas triecienu. Ārpus iekavām norādītās vērtības ir piemērojamas zibensaizsardzībai un aizsardzībai pret elektriskās strāvas triecienu.
- g:** Tabulā norādītais materiālu uzskaitījums neierobežo iespējas pielietot cita materiāla (t.sk. neapstrādāta tērauda) pielietojumu zemētāju ierīkošanai, ievērojot atbilstošus attiecīgo materiālu montāžas, tehniskās apkalpošanas risinājumus un koroziju ierobežojošos pasākumus.

Par papildus zemētājiem var izmantot dabīgos zemētājus, t.i. zemē iebūvētā betonā sametināto armatūru (izņemot dzelzsbetonu ar spriegotu armatūru) un zemē iebūvētās metāla konstrukcijas (apaļdzelži, caurules, plakandzelži, leņķdzelži u.c.).

2.5. Zemējumietais veidi

Ir A un B tipa zemējumietais (*skatīt 2.5.1. attēlu*), kurās pielieto mākslīgi veidotus zemētājus un dabīgos zemētājus.

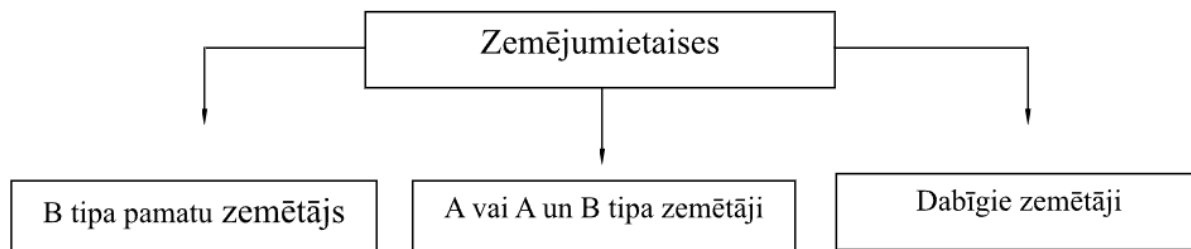


2.5.1. attēls. Zemējumietais A tips un B tips

A tips – vertikālie un/vai horizontālie zemētāji, kas uzstādīti ārpus būves apjoma.

B tips – gredzenveida zemējumietais, kas uzstādīts ārpus būves apjoma (iekšpusē būves apjomam) vai dabīgā zemējuma zemējumietais (piemēram, esoši dabīgie vadītāji vai būves pamatu zemējumietais).

Projektējot vai izbūvējot zemējumietais, tās var nākties veidot saskaņā ar zemējumietais blokshēmu (*skat. 2.5.2. attēlu*)



2.5.2. attēls. Zemējumietais blokshēma

A tipa izvietojums

A tipa izvietojumam atbilstošā zemējumietais piemērota zemām būvēm, piemēram, privātmājām, jau esošajām būvēm vai zibenssargsardzības sistēmai ar stieņveida zibensuztvērējiem, vai nostiepām trosēm vai atdalītai zibenssargsardzības sistēmai.

Šajā izvietojumā ietilpst horizontālie vai vertikālie zemētāji, kas savienoti ar visiem zibensnovēdējiem vai ēkas elektroietaišu potenciāla izlīdzināšanu un zemējumietaisi.

Ja zibensnovēdēja vadītāji savienoti ar gredzenveida vadītāju, kas saskaras ar zemi, zemētāju izvietojumu tik un tā klasificē kā A tipa izvietojumu, ja vien gredzenveida vadītāja saskare ar zemi nepārsniedz 80% no tā garuma.

A tipa izvietojumam atbilstošā zemējumietaisē vajadzētu būt vienam zemētājam, katram zibensnovēdēja vadītājam un vismaz diviem zemētājiem visai zibenssargsardzības sistēmai.

B tipa izvietojumus

B tipa izvietojumam atbilstoša zemējumietaisē piemērota tīklveida uztvērējsistēmas un zibensaizsardzības sistēmai ar vairākiem zibensnovēdēju vadītājiem zemēšanai.

Šī tipa izvietojumā ietilpst vai nu ārpus būves esošs gredzenveida vadītājs, kas vismaz 80% no tā garuma saskaras ar zemi, vai pamatu zemētājs.

Klinšainas grunts gadījumā ieteicams lietot tikai B tipa zemētāju izvietojumu.

2.5.1. Dabīgie zemētāji

Lai zemējumietaisēs izmantotu dabīgo zemētāju, elektroietaisēs līdz 1 kV, ar dabīgiem zemētājiem ir jāpanāk pieļaujamo zemējumietaisēs pretestību vai pieskarspriegumu un normēto zemējumietaisēs spriegumu, kā arī jāievēro strāvas blīvumu dabīgajā zemētājā. Dabīgo zemētāju izmantošana zemējumietaisēs nedrīkst novest pie minēto bojāšanās vai tiem paredzētās darbības traucējumiem.

Par dabīgajiem zemētājiem izmantojami:

1. Būvju metāliskās un dzelzsbetona konstrukcijas, kuras ir saskarnē ar zemi vai ūdeni, tai skaitā ēku un būvju dzelzsbetona pamati, betona pāļu stiegrojumi, u.c. vājās, vidēji agresīvās un neagresīvās vidēs;
2. Zemē ieguldītas metāliskās ūdensvada caurules;
3. Dziļurbumu aku caurules;
4. Hidrotehnisko būvju metāla konstrukcijas, kuras ir saskarē ar zemi vai ūdeni;
5. Dzelzceļa pievedceļi ar iepriekš sagatavotiem pārvienojumiem starp sliedēm;
6. Citas zemē atrodamas metālkonstrukcijas un būves;
7. Zemē ieguldīti kabeļi ar zemēšanas efektu, kuru metāliskie apvalki, ekrāni vai bruņa nodrošina noplūdi uz zemi līdzīgi kā lentveida zemētāji;
8. Gaisvadu līnijas balstu zemētāji, kuri ar zemējumaizsardzības troses palīdzību pievienoti sadales iekārtas zemējumietaisē, ja trose nav izolēta no gaisvadu balstiem, bet jāņem vērā, ka sadales sistēmas operatori vai pārvades sistēmas operatori var neļaut trešajām personām izmantot savus infrastruktūru šādam zemēšanas veidam;
9. Gaisvadu līnijai līdz 1 kV neitrāles vadi ar atkārtotiem zemētājiem, ja ir vismaz divas līnijas, bet jāņem vērā, ka sadales sistēmas operatori var neļaut trešajām personām izmantot savus infrastruktūru šādam zemēšanas veidam.

Dabīgie zemētāji jāsavieno ar zemējumietaisēs maģistrāli ne mazāk kā ar diviem vadītājiem divās dažādās vietās. Šī prasība nav piemērojama gaisvadu līnijas balstiem, neitrāles vada atkārotajiem zemējumiem un kabeļa metāla apvalkiem.

Par dabīgajiem zemētājiem izmantot nedrīkst:

1. Kabeļu alumīnija apvalkus;
2. Degošu šķidrums metāla caurules, degošu un sprādzienbīstamu gāzu un maisījumu metāla caurules;
3. Kanalizācijas čuguna jeb ķeta caurules un centrālas apkures metāla caurules (minētais neizslēdz to pievienošanas nepieciešamību zemējumietaisēs potenciāla izlīdzināšanai elektroietaisēs līdz 1 kV);
4. Būvju un dzelzsbetona konstrukcijas ar iepriekšēji saspriegtu armatūru.

2.5.2. Pamatu zemētāji

2.5. punkta prasībām atbilstošā pamatu zemētājā ietilpst būves pamatos zem zemes virsmas līmeņa izvietoti vadītāji. Papildus zemētāju garumu būtu jānosaka pēc 2.5.2.1. attēla.

Pamatu zemētājus ierīko dzelzsbetonā. Tiem ir tāda priekšrocība, ka pareizi ierīkotā dzelzsbetonā, kas pārsedz pamatu zemētāju vismaz 50 mm biežā slānī, tie ir labi pasargāti pret koroziju. Jāatceras arī tas, ka dzelzsbetonā esošām tērauda stiegrām ir tikpat liels galvaniskais potenciāls, kā zemē guldītam varam. Tas ir labs tehniskais risinājums zemējumietaisies ierīkošanai dzelzsbetona būvēs (*skat. 2.5.2.1. attēla c. punktu*).

Zemētāju materiāliem vajadzētu atbilst 2.4.1. tabulas norādījumiem un vienmēr būtu jāņem vērā materiāla korodēšanas iespējamība zemē. Ja noteiktam grunts veidam nav doti nekādi norādījumi, vajadzētu izmantot pieredzi, kas gūta no blakus esošo būvju zemētājiem, kur zemei ir līdzīgs ķīmiskais sastāvs un īpašības. Kad aizber zemētāju ierīkošanai izraktās tranšejas, vajadzētu pārliecināties, ka ar zemētāju nesaskaras pelni, akmeņogļi izdedži, būvgruži vai cita grunts ar agresīvām vielām.

Vēl viena problēma ir elektroķīmiskā korozija galvanisko strāvu dēļ. Betonā esošam tēraudam elektroķīmisko spriegumu rindā ir apmēram tāds pats galvanisks potenciāls, kā zemē esošam varam. Tādēļ, kad betonā esošu tēraudu savieno ar zemē esošu tēraudu, rodas aptuveni 1 V liels galvaniskais spriegums. Tas izraisa korozijas strāvas plūšanu pa zemi un caur mitro betonu, kā rezultātā notiek zemē esošā tērauda sadalīšanās.

Zemē esošu zemētāju savienošanai ar betonā esošu tēraudu vajadzētu izmantot vara, ar tērauda ar vara pārklājumu vai nerūsējošā tērauda vadītājus.

Pa būves perimetru vajadzētu ieguldīt atbilstošu metāla vadītāju vai cinkotu plakantēraudu būves pamatā un ierīkot no tiem uz augšu savienotājevadus, kas pēc tam jāsavieno ar zibensnovedējvados ierīkotām mērvietām un izvadu uz ēkas potenciāla izlīdzinošas vai zemēšanas kopni.

Zibensaizsardzības sistēmas pievienošanai pie pamatu zemēšanas sistēmas uz augšu izvadīt paredzētos savienotājevadus var ierīkot pa sienas virsmu, apmetumā vai pašā sienā. Sienā ierīkotos tērauda savienotājevadus var caurvadīt bitumena hidroizolācijai, kas parasti tiek ievietota starp pamatu un sienu. Hidroizolācijas caurdure šajās vietās parasti nerada problēmas.

Hidroizolācijas kārtā, ko bieži ieklāj zem būvju pamatiem mitruma samazināšanai pagrabstāvā, ir elektriski izolējoša. Tādā gadījumā zemētāju vajadzētu ierīkot betona apakšslānī zem būves pamata. Par zemējumietaisies izpildījumu vajadzētu vienoties ar būvuzņēmēju.

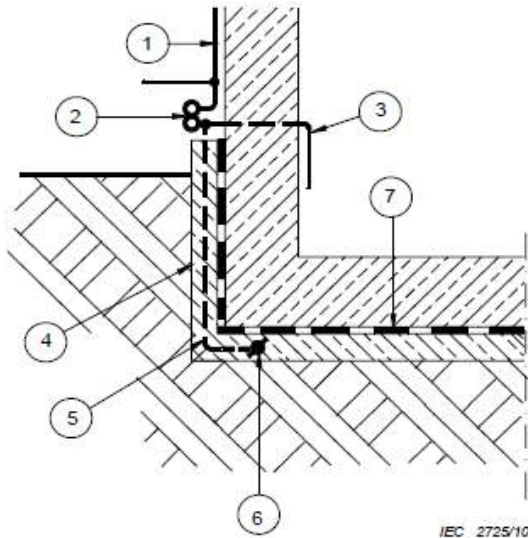
Vietās, kur gruntsūdens līmenis ir augsts, būves pamatus vajadzētu izolēt. Pamatu ārējās virsmas vajadzētu pārklāt ar ūdensnecaurīdīgu kārtu, kas ir elektriski izolējoša. Parasti, ierīkojot šādu no gruntsūdens izolētu pamatu, vispirms pamatu bedres apakšā iebetonē 10 cm līdz 15 cm biezu betona apakšslāni ar izlīdzinošo kārtu, uz kuras uzklāj izolējošo materiālu, un pēc tam uzbetonē būves pamatus.

Pamatu bedrē ielietā betona apakšslānī ierīko pamatu zemētāju, kas sastāv no tīkla veidā tā izvietotiem vadītājiem, lai tīkla rūts platums nebūtu lielāks par 10 m.

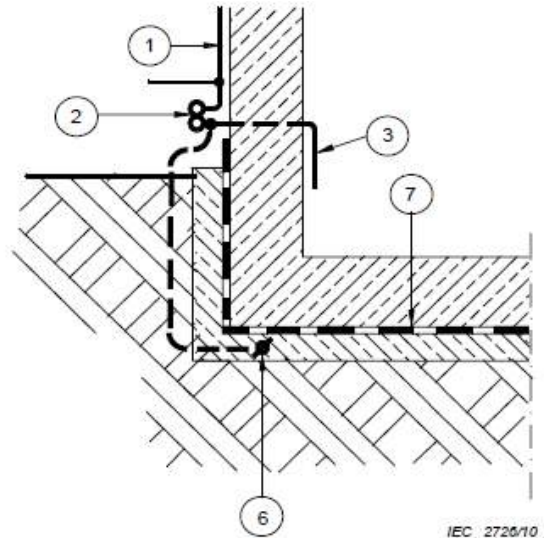
Tīkla veidā ierīkotā zemējumietaisies jāsavieno ar pamatos esošo stiegrojumu, gredzenzemētājiem un ārpus hidroizolācijas kārtas esošajiem zibensnovedēj vadiem. Kur tas ir atļauts, var izmantot ūdens spiedienu necaurīdīgu izpildījumu izolācijas caurduri.

Ja būvuzņēmējs neatļauj caurdurt hidroizolāciju zibensnovedēja vadu ierīkošanai, savienojumus ar zemējumietaisies vajadzētu ierīkot ārpus būves.

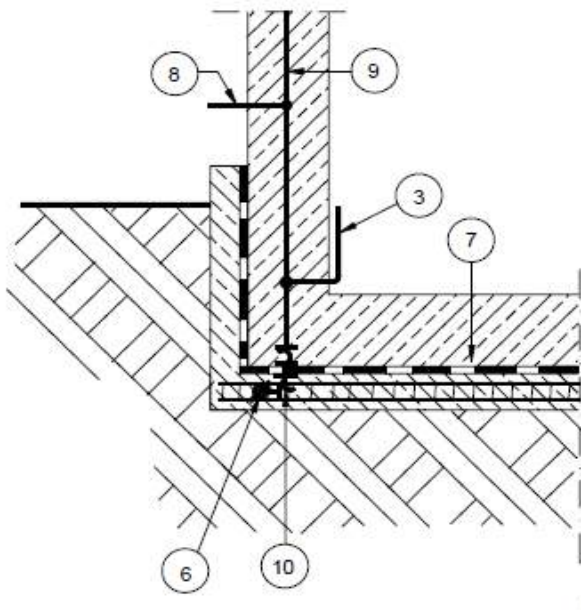
Attēlā Nr.2.5.2.1. parādīti trīs dažādi pamatu zemētāju ierīkošanas piemēri būvē ar ūdensnecaurlaidīgiem pamatiem.



2.5.2.1.a. attēls. Izolēts pamats ar pamatu zemētāju betona kārtā, kurā nav stiegrojuma, zem bitumena izolācijas (LVS EN 62305-3:2020 (LV) E.40a. attēls)



2.5.2.1.b. attēls. Izolēts pamats ar zemētāju, kas daļēji atrodas zemē (LVS EN 62305-3:2020 (LV) E.40b. attēls)



2.5.2.1.c. attēls. Savienotājvads, kas caur bitumena izolāciju savieno pamatu zemētāju ar potenciālu izlīdzinātājkopni (LVS EN 62305-3:2020 (LV) E.40c. attēls)

Apzīmējumi:

- 1 – zibensnovedējvads;
- 2 – mērvietā;
- 3 – potenciālu izlīdzinātājvads uz iekšējo zibensaizsardzības sistēmu;
- 4 – betona slānis bez stiegrojuma;
- 5 – zibensaizsardzības sistēma savienotājvads;
- 6 – pamatu zemētājs;
- 7 – bitumena izolācija (hidroizolācija);
- 8 – savienotājvads starp stiegrojumskāpni un mērvietu;
- 9 – stiegrojumskāpni betonā;
- 10 – ūdensnecaurlaidīgā bitumena slāņa caurduršanas vieta.

Piezīme: Nepieciešama būvinženiera atļauja.

Bez tam, ir attēloti dažādi zemētājsistēmu savienojumu risinājumi būvē ar izolētu pamatu.

Attēlā 2.5.2.1.a. un attēlā 2.5.2.1.b. parādīti tādi ārpus izolācijas ierīkotu savienojumu piemēri, ka izolācija netiek bojāta. Attēlā 2.5.2.1.c. parādīts ūdensnecaurlaidīgs risinājums dabīga zibensnovedējvada izvadīšanai cauri izolācijai, lai izvairītos no hidroizolācijas kārtas sabojāšanas.

Piezīme: Nav pieļaujams izveidot pamatu zemētāju iekšā pamatos, ja tiek izmantoti hidrobetoni ar speciālām piedevām, kas neļauj betonā kapilāri ienākt ūdenim vai mitrumam, vai tiek izmantoti ap pamatiem hidroizolējoši materiāli, vai membrānas un zemētāji netiek izvadīti ārpus to robežām, kas nenodrošina betona pamatam sakari ar grunti, veidojot izolācijas, slāni apkārt pamatam!

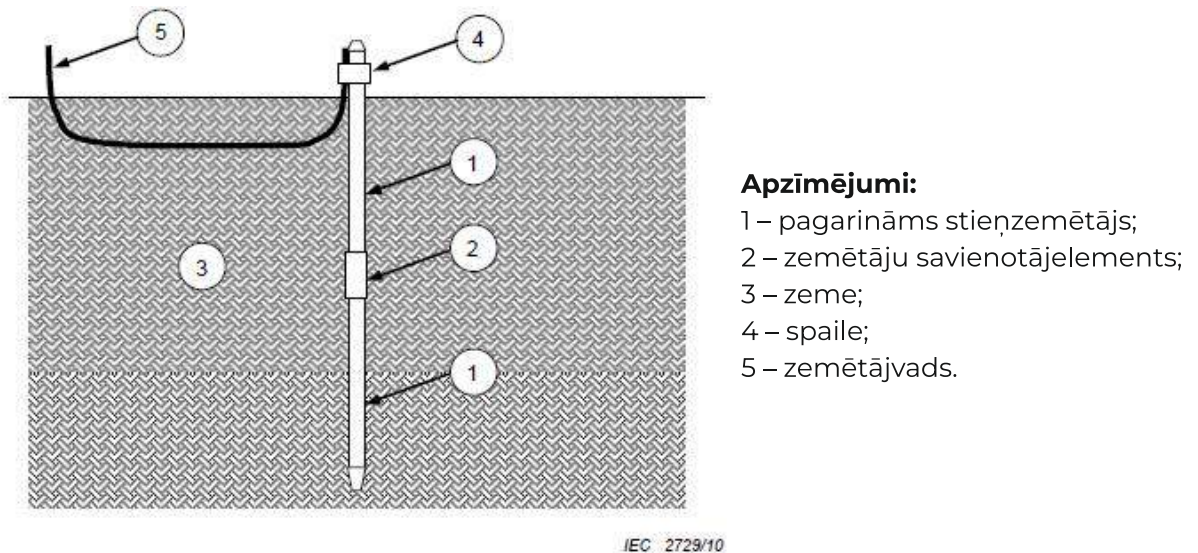
2.5.3. Tips A. Starzemētāji un vertikālie zemētāji

Starzemētāji (radiālzemētāji) ar zibensnovedējvadu vai būves elektroietaišu zemējuma galu būtu jāsavieno caur savienojumu / mērījumu klemmi.

Katru zibensnovedējvadu A tipa gadījumā vajadzētu aprīkot ar zemētāju. Tādā gadījumā katram zemētājam jānodrošina minimālā normatīvos noteiktā zemējuma pretestība.

Izvadu no būves potenciāla izlīdzinošas vai zemēšanas kopnes aprīko ar zemētāju, kuram jānodrošina minimālā normatīvos noteiktā zemējuma pretestība.

2.5.3.1. attēlā parādīts A tipa zemētājs – no vertikāliem, zemē iedzītiem stienģiem sastāvošs zemētājs.



2.5.3.1. attēls. A tipa izvietojumam atbilstoša stienģzemētāja piemērs.
(LVS EN 62305-3:2020 (LV) E.41b. attēls)

Ir arī citi vertikālu zemētāju veidi. Ļoti svarīgi nodrošināt ilglaicīgu elektrisku savienojumu visa zemētāja garumā zibensaizsardzības sistēmas vai būves potenciāla izlīdzinošas vai zemēšanas kopnes aprīkot ar zemētāju ekspluatācijas laikā.

Ierīkošanas laikā vajadzētu pastāvīgi mērīt zemējuma pretestību. Stienģu iedzīšanu var pārtraukt, kad zemējuma pretestība vairs nesamazinās. Tādā gadījumā ierīko papildu zemētājus tam piemērotākās vietās.

Zemētājam būtu jāatrodas pietiekamā attālumā no zemē esošajiem kabeļiem un metāla caurulēm un vajadzētu paredzēt pietiekami daudz papildus vietas gadījumam, ja, zemētāju iedzenot, tas novirzās no paredzētās atrašanās vietas. Atdalītājattālums atkarīgs no elektrisko impulsu stipruma un zemes īpatpretestības, kā arī no elektrodā plūstošās strāvas.

A tipa izvietojumā vertikālie zemētāji ir finansiāli izdevīgāki un vairumā grunts veidu dod stabilāku zemējuma pretestību par horizontālajiem zemētājiem.

Noteiktos gadījumos var būt nepieciešams zemētājus ierīkot būves iekšpusē, piemēram, apakšējā stāvā vai pagrabstāvā.

Piezīme: Pastiprināta uzmanība jāpievērš soļa spriegumu kontrolei, izmantojot potenciālu izlīdzināšanas pasākumus.

Ja pastāv risks, ka tuvu zemes virsmai var palielināties tās īpatpretestība, piemēram, zemei izkalstot, nepieciešams lietot garākus zemētājstienģus (dziļzemētājus).

Gredzenzemētājus vajadzētu ierīkot 0,5 m vai lielākā dziļumā. Jāņem vērā ziema un dziļzemētājiem nevajadzētu atrasties sasalušajā zemes virskārtā, kurai ir ļoti maza vadītspēja. Viena no dziļzemētāju priekšrocībām ir tā, ka, tos lietojot, uz zemes virsmas ir mazāka potenciālu starpība, kā rezultātā ir mazāks soļa spriegums un līdz ar to samazinās uz zemes virsmas esošo dzīvo būtnu apdraudējums. Vertikāliem zemētājiem dodama priekšroka gadījumos, kad ir svarīgi iegūt no gadalaika neatkarīgu zemējuma pretestību.

Kad lieto A tipa zemētāju izvietojumu, nepieciešamo potenciālu izlīdzināšanu visiem zemētājiem panāk ar potenciālu izlīdzinātājkopnēm.

2.5.4. Tips B. Gredzenzemētājs

No izolējoša materiāla, piemēram, ķieģeļiem vai koka, uzceltām būvēm bez dzelzsbetona pamata vajadzētu lietot atbilstošu B tipa gredzenzemētāju, kas ierīkots ārpus aizsargājamās būves un vismaz 80% no tā kopgaruma atrodas zemē, vai no pamatu zemētāja, veidojot noslēgtu cilpu. Šādi zemētāji var būt arī tīklveida.

Piezīme: Lai arī 20% gredzenzemētāja kopgaruma var neatrasties zemē, gredzenzemētājam vienmēr ir jābūt pilnībā savienotam visā tā kopgarumā.

Kā alternatīvu var lietot A tipa zemētāju izvietojumu ar potenciālu izlīdzinātājkopnēm. Nepieciešamības gadījumā, lai samazinātu zemējuma pretestību, B tipa zemētāju izvietojumu var uzlabot, papildus ierīkojot vertikālus zemētājus.

Ja ir normāla grunts, B tipa gredzenzemētājus cilvēku aizsardzībai būves tuvumā optimāli vajadzētu ierīkot vismaz 0,5 m dziļumā un vismaz 1 m attālumā no aizsargājamās būves ārsienām. Jāņem vērā ziema un pastiprinātu uzmanību vajadzētu pievērst pietiekamam zemētāju dziļumam un grunts sasaluma dziļumam.

B tipa izvietojumam atbilstoši zemētāji pilda arī potenciālu izlīdzināšanas funkcijas starp zibensnovedējkopnēm zemes līmenī, jo dažādiem zibensnovedējkopnēm ir dažādi potenciāli atšķirīgu zemējuma pretestību izraisītas nevienmērīgas zibensstrāvas sadales dēļ un atšķirīgu garumu strāvas plūšanas ceļu dēļ vadītājos virs zemes līmeņa. Atšķirīgie potenciāli izraisa izlīdzinātājstrāvu gredzenzemētājā, kas samazina maksimāli iespējamo potenciāla pieaugumu un ar to savienoto būvē esošo potenciālu izlīdzināšanas sistēmu potenciāls paaugstinās līdz aptuveni tam pašam līmenim, kas ir gredzenzemētājam.

Vietās, kur tuvu viena otrai atrodas dažādiem īpašniekiem piederošas būves, bieži nav iespējams ierīkot būvi pilnībā aptverošu gredzenzemētāju. Tādā gadījumā samazinās zemējumietaisais efektivitāte, jo šis zemētājs tad daļēji funkcionē kā B tipa izvietojumam atbilstošs zemētājs, daļēji kā pamatu zemētājs un daļēji kā potenciālu izlīdzinātājs kopnes.

Ja daudzi cilvēki bieži atrodas kādā vietā tuvu aizsargājamai būvei, šai vietai vajadzētu veikt papildus potenciālu regulēšanas pasākumus. Vajadzētu ierīkot papildu gredzenzemētājus aptuveni 3 m attālumā vienu no otra. No būves tālāk esošos papildu gredzenzemētājus vajadzētu ierīkot dziļāk zem zemes virsmas, t.i., tos, kas atrodas 4 m attālumā no būves, 1 m dziļumā, tos, kas atrodas 7 m attālumā no būves, 1,5 m dziļumā un tos, kas atrodas 10 m attālumā no būves, 2 m dziļumā. Šie gredzenzemētāji būtu jāsavieno ar pirmo gredzenzemētāju, izmantojot radiālus savienotājkopnes.

Ja attiecīgā blakus aizsargājamai būvei esošā vieta pārklāta ar 50 mm biezu asfalta kārtu, kam ir maza vadītspēja, tad šajā vietā esošie cilvēki ir pietiekami aizsargāti.

2.5.5. Zemētāji akmeņainā gruntī

Betona pamatu būvniecības laikā vajadzētu tajā ierīkot pamatu zemētāju. Pat vietās, kur akmeņainā gruntī pamatu zemētājam ir maza zemēšanas efektivitāte, tas kalpo par potenciālu izlīdzinātājvadu.

Papildu zemētājus vajadzētu savienot ar zibensnovedējvadiem un pamatu zemētājiem mērvietās.

Kur nav paredzēts pamatu zemētājs, vajadzētu tā vietā lietot B tipa izvietojumam atbilstošu gredzenzemētāju. Kad nav iespējams šo zemētāju ieguldīt zemē un tas jāierīko zemes virspusē, tad to vajadzētu aizsargāt pret mehāniskiem bojājumiem.

Starzemētājus, kas atrodas uz vai tuvu zemes virsmai, to mehāniskai aizsardzībai vajadzētu apbērt ar akmeņiem vai iebetonēt.

Ja būve atrodas tuvu ceļam, gredzenzemētāju vajadzētu ierīkot zem vai blakus šim ceļam. Kur tas nav iespējams visā piegulošās ceļa daļas garumā, šādu potenciālu regulēšanu (parasti A tipa izvietojumam atbilstošu) vajadzētu veikt vismaz zibensnovedējvadu tuvumā.

Atsevišķos gadījumos vajadzētu apsvērt, vai potenciālu regulēšanas nolūkā nav mērķtiecīgi ierīkot papildu zemētājus būves ieejas tuvumā, vai mākslīgi paaugstināt zemes virskārtas īpatnējo pretestību.

2.5.6. Lielu laukumu zemējumietais

Industriālā ražotnē parasti ir vairākas savstarpēji saistītas būves, kuras savienotas ar daudziem elektroapgādes, sakaru kabeļiem un citām inženierkomunikācijām, kurām ir vadītspējīgs korpusu materiāls.

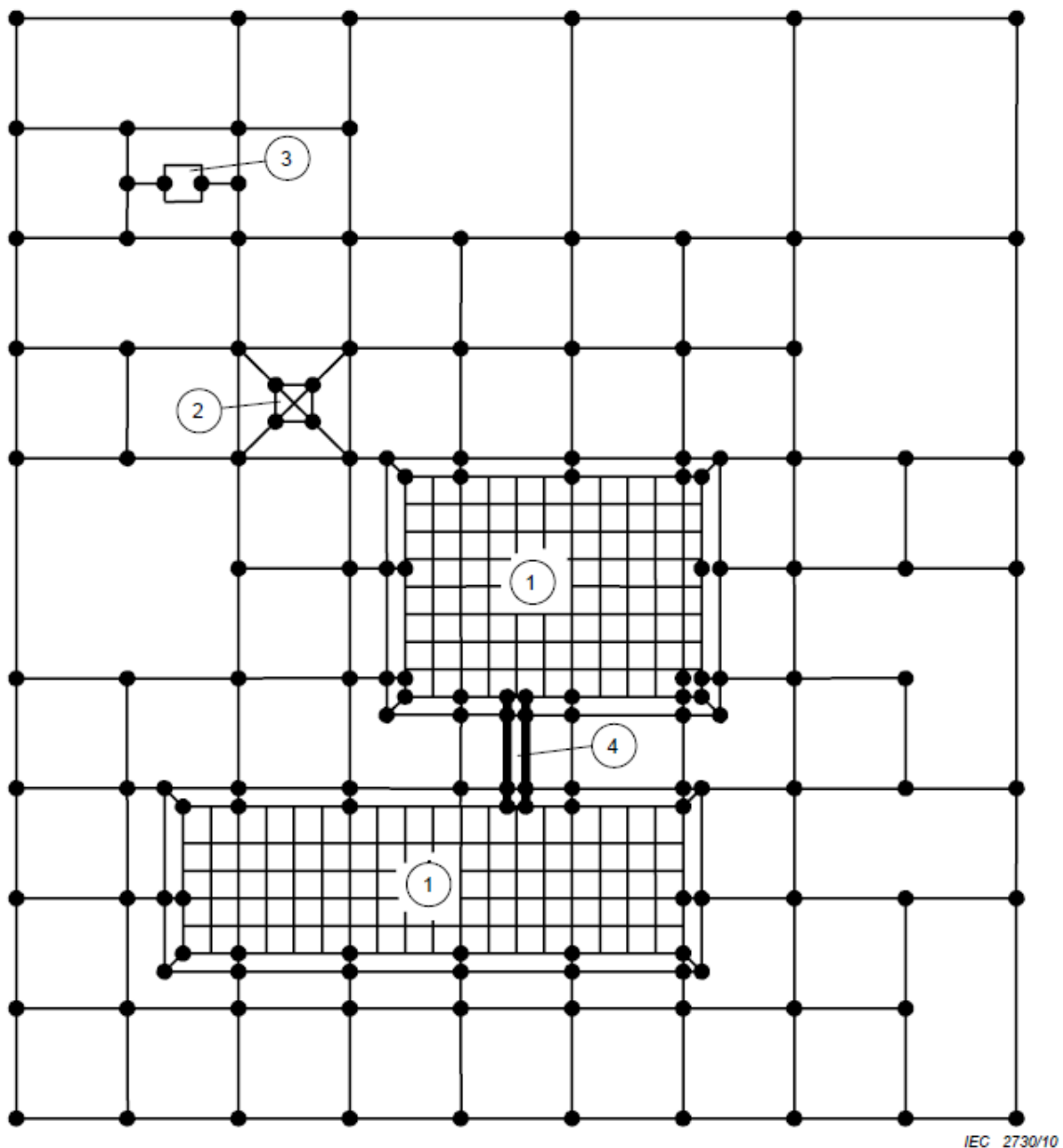
Šādu būvju zemējumietais ir ļoti svarīgas elektroiekārtu aizsardzībai. Zemējumietasei, kurai ir maza pilnā pretestība, samazina potenciālu starpību starp attiecīgajām būvēm un līdz ar to arī traucējumus elektriskajos savienotājos.

Mazu zemējuma pilno pretestību var iegūt, būvēm ierīkojot pamatu zemētājus un papildu A un B tipa zemētājus. Savienojumus starp zemētājiem, pamatu zemētājiem un zibensnovedējvadiem vajadzētu ierīkot mērvietās. Dažas mērvietas vajadzētu savienot arī ar iekšējās zibensaizsardzības sistēmas potenciālu izlīdzinātājkopnēm.

Iekšējos zibensnovedējvadus vai par dabīgiem zibensnovedējvadiem izmantotas būves vadītājdaļas vajadzētu savienot ar kādu zemētāju un grīdā esošu stiegrojumtēraudu, lai novērstu soļa spriegumu un pieskarspriegumu. Ja iekšējie zibensnovedējvadi atrodas tuvu betona deformācijas šuvēm, savienojumus pāri šīm šuvēm vajadzētu ierīkot iespējami tuvu attiecīgajam iekšējam zibensnovedēj vadam.

Atklāta zibensnovedējvada apakšējo daļu vajadzētu pārklāt ar izolējošu vismaz 3 mm biezu PVC vai ekvivalentu cita materiāla cauruli.

Ja vairāku būvju zemētāji ir savstarpēji savienoti, izveidojas tīklveida zemējumietase, kā tas parādīts 2.5.6.1. attēlā.



2.5.6.1. attēls. Tīklveida zemētājsistēma industriālā ražotnē
(LVS EN 62305-3:2020 (LV) E.42. attēls)

Apzīmējumi:

- 1 – ēka ar tīklveidā savienotu stiebrojuma tēraudu;
- 2 – ražotnē esošs tornis;
- 3 – savrupa iekārta;
- 4 – kabeļu trases.

Piezīme: Šādai zemētājsistēmai ir maza pilnā pretestība un labas elektromagnētiskās saderības (EMC) īpašības. Tīkla rūts platumam pie būvēm un citiem objektiem var būt aptuveni 20 m x 20 m. Sākot no 30 m attāluma, tīkla rūts platumu var palielināt uz 40 m x 40 m.

2.5.6.1. attēlā parādīts piemērs tīklveida zemējumietaisies projektēšanai ar kabeļu trasēm starp saistītām pret zibens spērieniem aizsargātām būvēm. Šādā veidā var nodrošināt mazu pilno pretestību starp būvēm, kā arī šādai zemētājsistēmai ir priekšrocības attiecībā uz aizsardzību pret zibens elektromagnētiskā impulsa (LEMP).

3. ZEMĒJUMIETAISES IERĪKOŠANA, ATBILSTĪBAS PĀRBAUDE UN NOFORMĒŠANA

3.1. Zemējumietais ierīkošana

Zemējumietais risinājuma izvēle, izbūve un rekonstrukcija veicama saskaņā ar apstiprinātu un saskaņotu projektu. Jebkuras atkāpes no projektā paredzētā risinājuma ir pieļaujamas tikai pēc saskaņošanas ar projekta autoru.

Zemējumietais ierīkošanā izmanto projektā paredzētos materiālus. Pieļaujams izmantot analogus materiālus, ja tas nepasliktina zemējumietais tehniskos un ekonomiskos parametrus. Materiālu izmaiņas jāaskaņo ar projekta autoru un pasūtītāju.

Izbūvējot zemējumietais, jāievēro zemētājiem pielietojamo materiālu elektroķīmiskā saderība.

Neizolētām zemējumietais virszemes daļām (zemētājevadiem, atsevišķām zemēšanas kontūra daļām, aizsargvadiem) jābūt pieejamām vizuālai pārbaudei un apkalpošanai. Kā arī tām jābūt pasargātām no mehānisku un citu faktoru ietekmes.

Zemējumietais izplūdes pretestības mērīšanai jāparedz mērvietas ar iespēju atvienot zemētājevadu. Zemētājevada atvienošanai jābūt iespējamai tikai izmantojot rokas instrumentus.

Pēc zemējumietais izbūves darbu pabeigšanas veic zemējuma izplūdes pretestības mērījumus.

Ja izmērītā izplūdes pretestība pārsniedz projektā noteikto vērtību, jāveic pasākumi tās samazināšanai līdz projektā noteiktajai vērtībai, veicamās darbības saskaņojot ar projektētāju un pasūtītāju.

Pamatojoties uz uzstādīšanas un testēšanas rezultātiem, tiek sastādīta zemējuma iekārtas pase (pases saturu skatīt 1. pielikuma 1. punktā) un pievienots zemējuma pretestības pārbaudes akts atbilstoši Ministru kabineta 19.04.2016. noteikumu Nr.238 6.pielikuma prasībām (*akta formu skatīt 1. pielikuma 2. punktā*).

3.2. Zemējumietais atbilstības pārbaude un noformēšana

Pirms zemējumietais nodošanas ekspluatācijā, kā arī ekspluatācijas laikā, ir jāveic tās atbilstības pārbaudes.

Pirms zemējumietais pieņemšanas ekspluatācijā jāpārbauda, vai tā ir izbūvēta atbilstoši būvprojektam, vai arī ir veiktas izmaiņas būvprojektā. Jāpārlicinās, vai uzrādītajai tehniskajai dokumentācijai ir pievienoti segto darbu pieņemšanas akti un uzmērījumi (shēmas). Jānovērtē, vai vertikālo un horizontālo zemētāju un zemējumvadu stiprinājumu vietās nav vaļīgu savienojumu. Izbūvētās zemējumietais vizuālā apskate jāveic pirms tās aizbēršanas. Jāveic zemējumietais kopējās pretestības (izplūdpresetības) mērījumi. Tā pretestība nedrīkst pārsniegt 10 Ω.

Piezīme. Mērījumu rezultātu aktu jānoformē atbilstoši MK Nr. 238 6. pielikuma prasībām, kuram jāpievieno darba veikšanas tiesību apliecināšanu dokumentu kopijas (**elektrodrošības apliecību** ar vismaz Bz grupas piešķiršanu un akreditētas izglītības iestādes, kurā tiek īstenota akreditētas profesionālās izglītības programmas enerģētikas un elektrotehnikas jomā, - **apliecību**, vai personāla sertificēšanas institūcijas, kuru elektroenerģētikas jomā ir akreditējusi nacionālā akreditācijas institūcija, - **sertifikātu**), kā arī zemējumietais shēmu un mēraparāta kalibrēšanas vai verificēšanas sertifikātu.

Ekspluatācijas laikā zemējumietais jāveic skatrakumi, jānovērtē, vai atraktais zemējumietais elements nav cietis no korozijas, it īpaši zemes līmenī. Ja tās elementi ir cietuši vairāk par 50% no sākotnējā šķērsgriezuma, tie jānomaina. Zemējumietaisu pārbaudi jāveic reize 10 gados. Ja teritorijā ir sprādzienbīstama vide, tad reizi 2 gados, bet ja ir ķīmiski aktīva vide, tad reizi gadā.

Piezīme: Papildus informāciju par zemējumu ietaišu atbilstības pārbaudēm sk. LVS HD 60364-6 standartā un Ministru kabineta 19.04.2016. noteikumos Nr. 238.

4. TIPISKI ZEMĒJUMIETAISES LABĀS PRAKSES PROJEKTĒŠANAS PIEMĒRI

4.1. Privātās būves

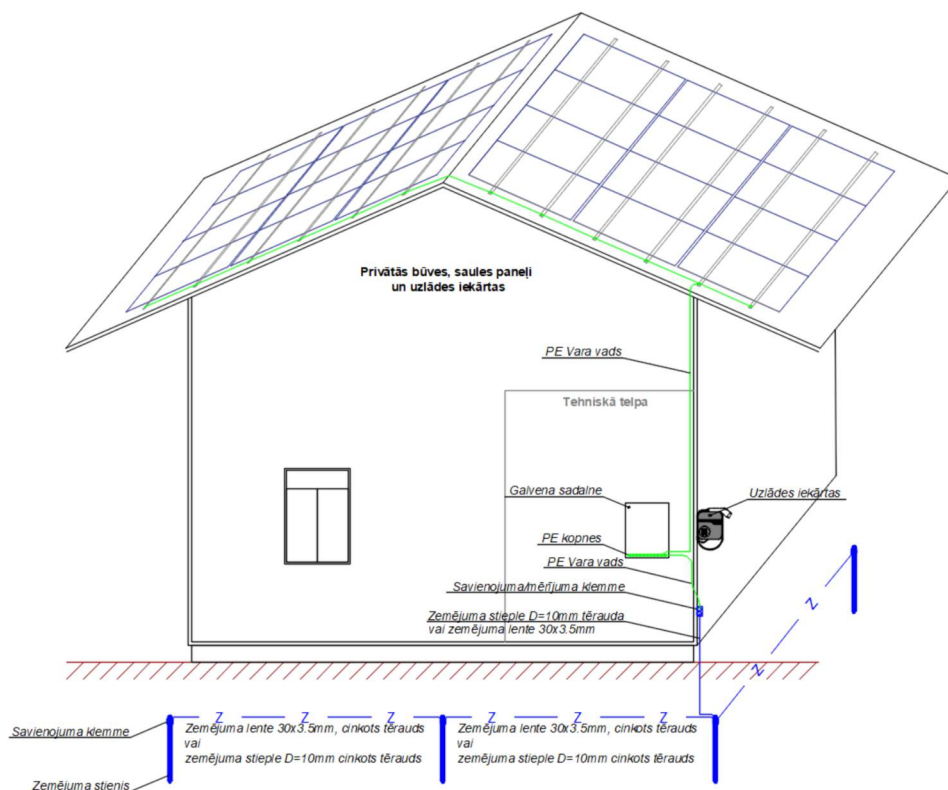
Jāparedz zemējuma kontūrs, lai nodrošinātu objekta (būves) iekšējo tīklu, kas pieslēgti pie sadales sistēmas operatora tīkliem, normālu darba režīmu. Zemējuma kontūrs nodrošina cilvēku un dzīvnieku elektrodrošību, elektroietaišu aizsardzību izolācijas vai iekārtas bojājumu gadījumos, iekšējās instalācijas pārspriegumaizsardzību, standarta prasībām atbilstošu sprieguma kvalitāti.

Sadales sistēmas operators nenodrošina nepieciešamo izplūdpretestību objekta iekšējā tīklā. Lai nodrošinātu iekšējās instalācijas aizsardzības normālu funkcionēšanu, iekārtu aizsardzībai un pārspriegumaizsardzībai nepieciešams nodrošināt zemējuma kontūra izplūdpretestību ne vairāk kā 10Ω .

Privātām būvēm pa perimetru jāveido gredzenveida noslēgts zemējuma kontūrs. Zemējuma kontūra jāveido atkarībā no situācijas - pa ēkas perimetru, pagrabstāvā, ēkas pamatos u.c.

Piemēram, vismaz 1,0 m no ēkas pamatu malas horizontālo zemētāju, pie kura tiek pievienoti vertikālie zemētāji. Horizontālo zemētāju pa perimetru vēlams ieguldīt 1,0 m dziļumā, bet šķērsojumos ievērojot normatīvos attālumus no citām inženierkomunikācijām, kas pievienotas pie būves.

Vertikālos zemētājus nav vēlams vienu no otra izbūvēt tuvāk nekā stieņa kopējais garums. Ja tiek vertikālie, elektrodi paredzēti viens otram tuvāk nekā to kopējais garums, tad, projektējot zemējuma kontūru, aprēķinos ir jāpielieto atbilstoši samazinājuma koeficienti. Ja ap būves perimetru veidotam kontūram ar atbilstošu skaitu un garumu zemētājiem nav iespējams panākt vēlamo zemējuma kontūra pretestību, tad papildus jāveido vēl gredzenzemētājs vai uz dažādajām pusēm starzemētāji, kurus jāpievieno pie būves perimetra gredzenzemētāja. Lai ekspluatācijas gaitā būtu vieglāk veikt zemējuma kontūra periodisko pārbaudi, uz ēkas fasādes vai tehniski savādāk jānodrošina zemējuma kontūra atvienošana no PE vadītāja, kurš nāk no būves elektrosadalnes zemējuma kopnes vai atsevišķi paredzētās zemējuma vai potenciāla izlīdzināšanas kopnes. Ja pa būves perimetru ir pievienota zibensaizsardzības sistēma ar vairākiem novedējiem un ir apvienotais zemējuma kontūrs, tad katrā novedēja vietā jābūt savienojuma / mērījuma klemmei, lai arī zibensaizsardzības sistēmu var atvienot no zemējuma kontūra un veikt atbilstošos zemējuma kontūra pārbaudes pasākumus.



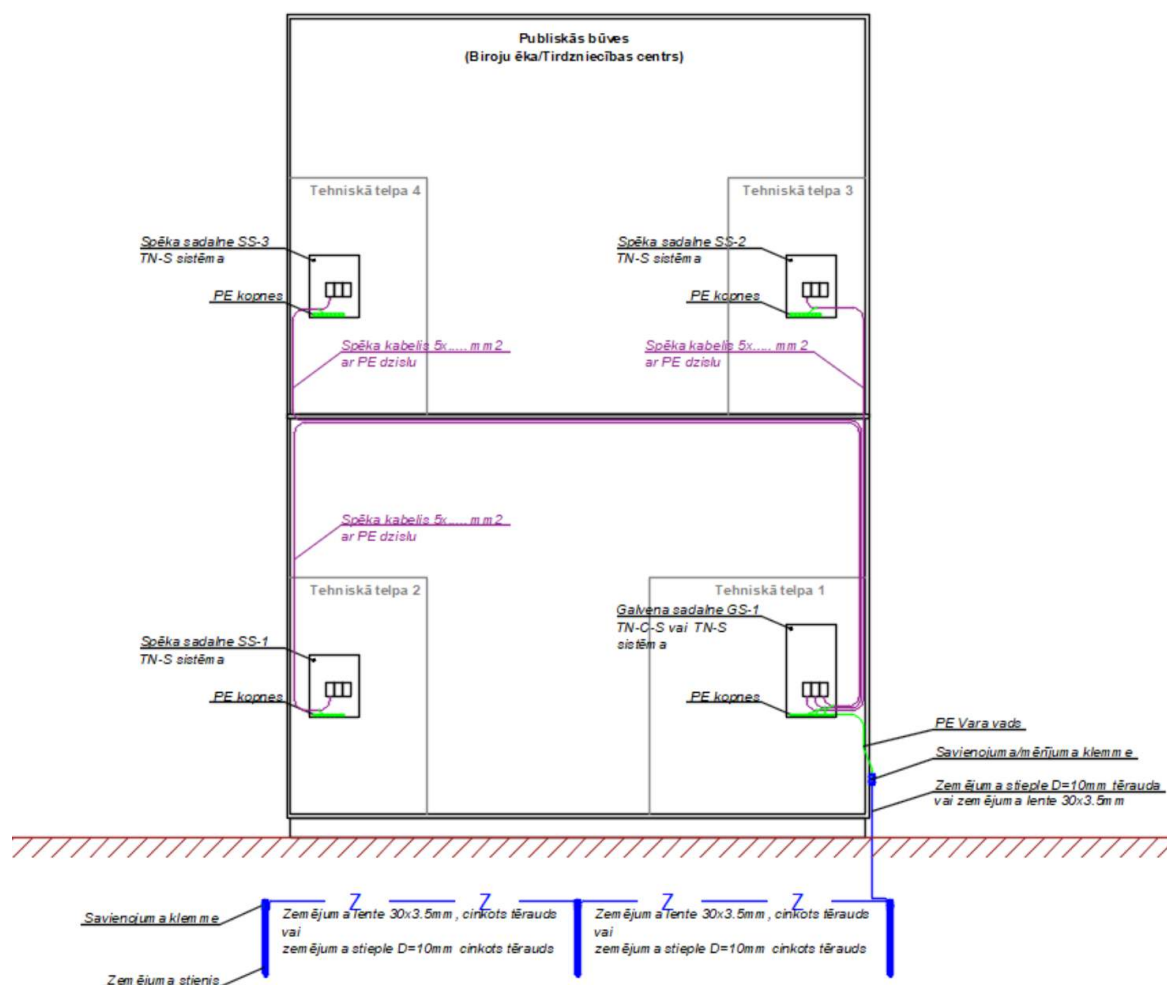
4.1.1. attēls. Privātās būves

Privātās būves zemējuma sistēmas iespējamajā risinājumā ietilpst:

1. Zemējuma kontūrs ar vertikāliem elektrodiem (stieņiem) un horizontāliem zemētājiem (zemējuma lente vai apaļdzelzs).
2. Zemējuma kontūra izvads (zemējuma lente vai apaļdzelzs).
3. Savienojuma / mērījuma klemme (spaile).
4. PE vads no savienojuma / mērījuma klemmes līdz galvenās sadalnes PE kopnei.

4.2. Publiskās būves (biroju ēkas/tirdzniecības centri)

Publiskās būvēs (biroju ēkas/tirdzniecības centri) trīsvadu un piecvadu sistēma grupu sadalnes zemē, izmantojot PE dzīslu, pie kuras pievieno grupu sadalņu PE kopnes. Visas sadalnes savieno ar galveno PE kopni, kura atrodas galvenajā būves sadalnē vai blakus pie tās. Pie galvenās kopne pievieno citas komunikācijas, kas ir jāzēmē, un iekārtas, ko nosaka normatīvie akti vai iekārtas ražotāja prasības. Galveno PE kopni pievieno pie būves ārējā vai pamatos paredzētā zemējuma kontūra. Lai varētu nodrošināt zemējuma kontūra pretestības mērījumus, ēkas ārpusē vai iekšpusē pieejamā vietā nodrošina savienojuma mērījuma klemmi.



4.2.1. attēls. Publiskās būves

Publiskās būves zemējuma sistēmas iespējamais risinājums:

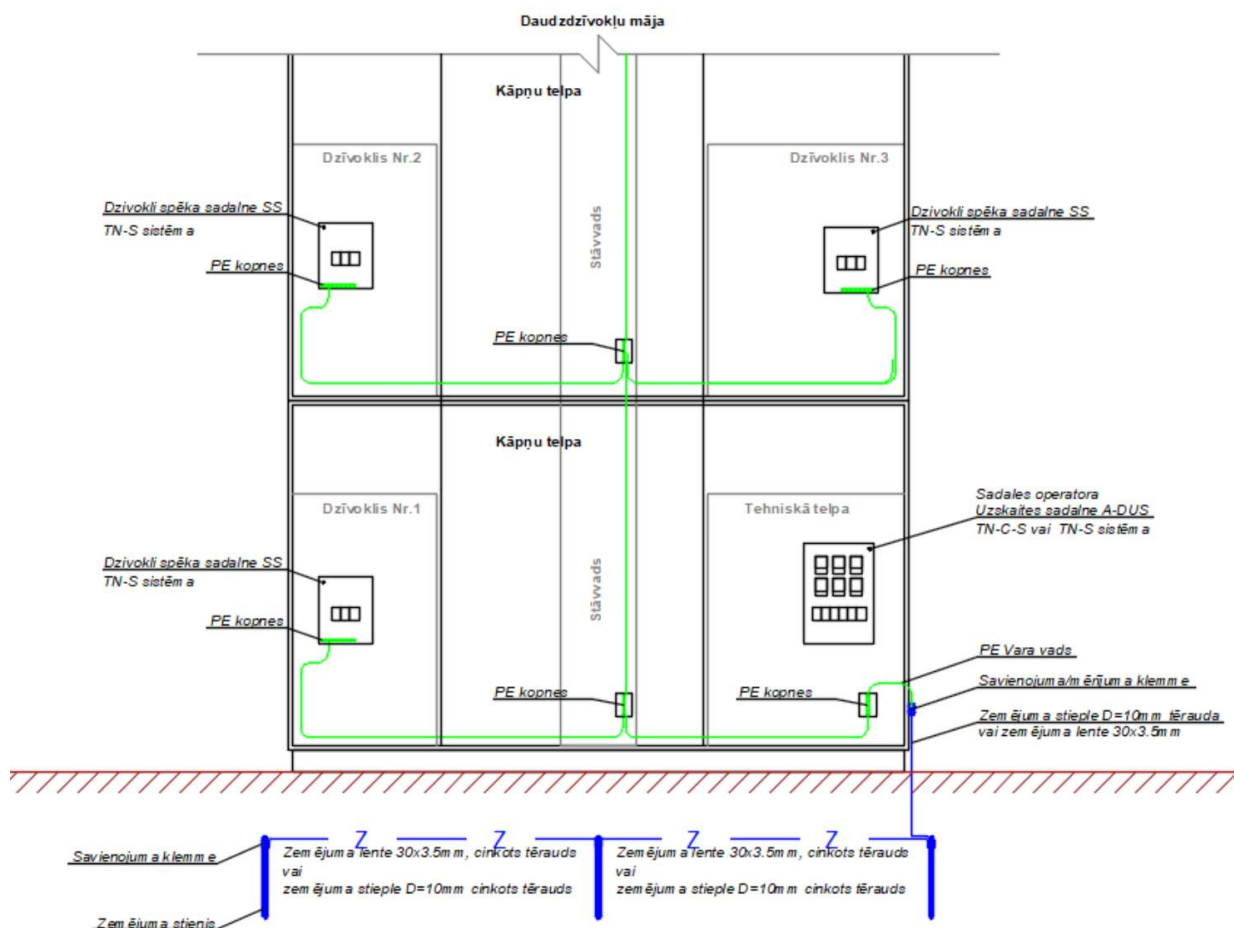
1. Zemējuma kontūrs ar vertikāliem elektrodiem (stieņiem) un horizontāliem zemētājiem (zemējuma lente vai apaļdzelzs).
2. Zemējuma kontūra izvads (zemējuma lente vai apaļdzelzs).
3. Savienojuma / mērījuma klemme (spaile), **var būt dažādas pieslēgumu vietas.**
4. PE vads no savienojuma / mērījuma klemmes līdz galvenās sadalnes PE kopnei.

4.3. Daudzdzīvokļu mājas

Daudzdzīvokļu mājas, kurās ir vēsturiski veidoti tīkli, kas neatbilst trīsvadu un piecvadu sistēmai, šobrīd no cilvēku drošības un elektroiekārtu drošības viedokļa ir jāveido neatkarīga jauna iekšējā zemējumietāise. Daudzdzīvokļu mājās, veicot kādas telpu grupas rekonstrukciju un izveidojot attiecīgajās telpās trīsvadu un piecvadu sistēmu, tad PE vadu nedrīkst pievienot pie stāvu sadalnēm, kur visi to korpusi ir sanullēti, bet jāveido jauna zemējumietāise.

Šobrīd Latvijas Republikā Sadales sistēmas operators rekonstruējot daudzdzīvokļu mājās ievada uzskaites sadalnes, vai jaunbūvēs daudzdzīvokļu mājās izbūvējot uzskaites sadalnes maziem šķērsgrizumiem, izmanto trīsdzīslu vai piecdzīslu kabeļus. Taču jāņem vērā, ka sadales sistēmas operatora sistēmā PE dzīsla nav zemējums, bet gan vēl viena N dzīsla, kas sadales sistēmas operatora uzskaites sadalnēs ir savienota. Sadales sistēmas operatora tīklos sadalnēm ir atkārtotais zemējums, kas nedrīkst pārsniegt 30Ω , bet daudzdzīvokļu mājas, publiskās būves un privātās būves zemējuma kontūra pretestība nedrīkst pārsniegt 10Ω !

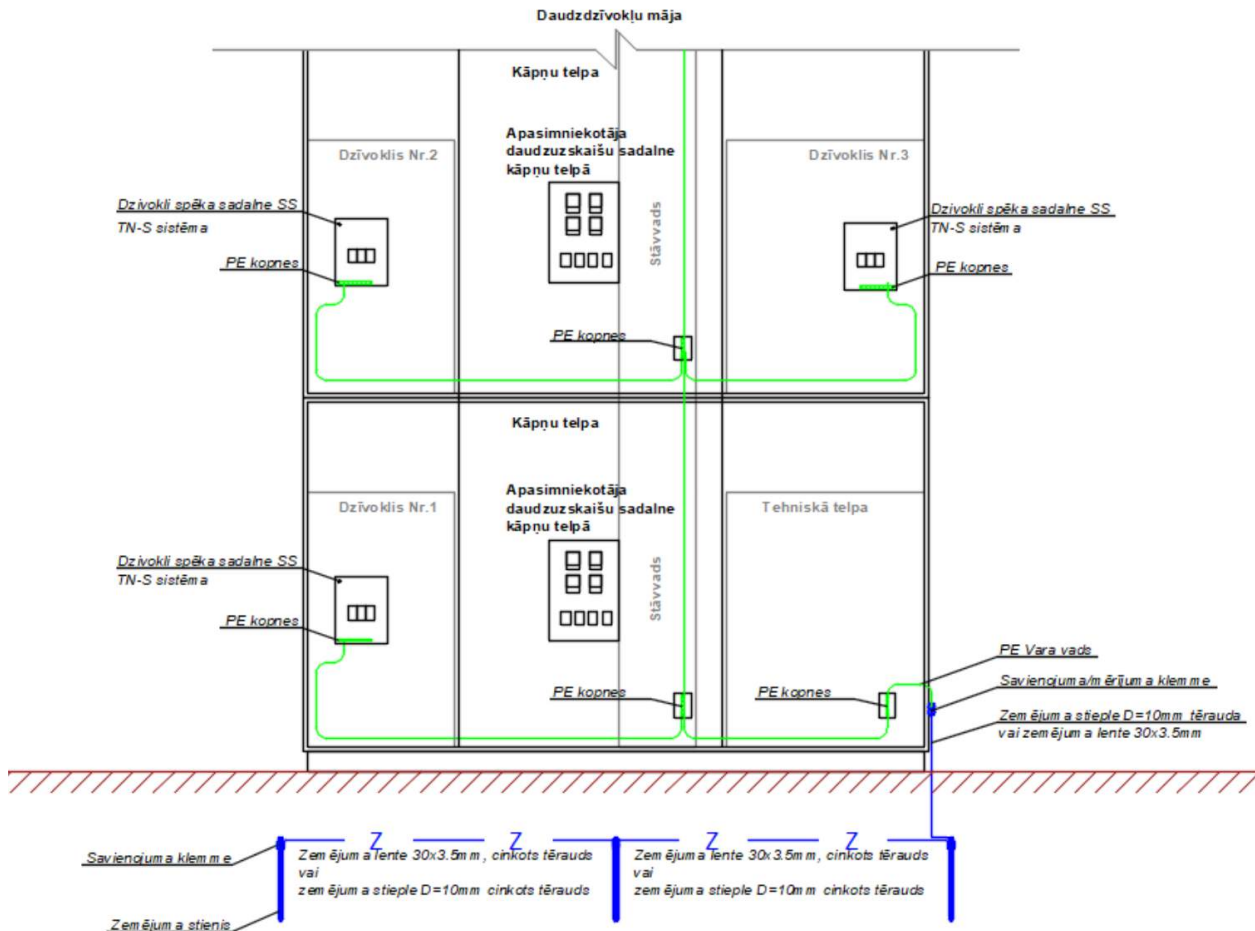
Atkārtotais sadales sistēmas operatora sadalņu zemējums nevar tik izmantots par būvju zemējumu un daudzdzīvokļu mājām, publiskām būvēm un privātām būvēm ir jāveido neatkarīga sava zemējuma sistēma. PEN vads nenodrošina zemējumu.



4.3.1. attēls. Daudzdzīvokļu mājas ar kopējo uzskaites sadalni

Daudzdzīvokļu mājas ar kopējo uzskaites sadalni sadales telpā vai kāpņutelpā zemējuma sistēmas iespējama risinājums:

1. Zemējuma kontūrs ar vertikāliem elektrodiem (stieniem) un horizontāliem zemētājiem (zemējuma lente vai apaļdzelzs).
2. Zemējuma kontūra izvads (zemējuma lente vai apaļdzelzs).
3. Savienojuma / mērījuma klemme (spaiļe).
4. PE vads no savienojuma / mērījuma klemmes līdz katra dzīvokļa ievadsadalnes PE kopnei.



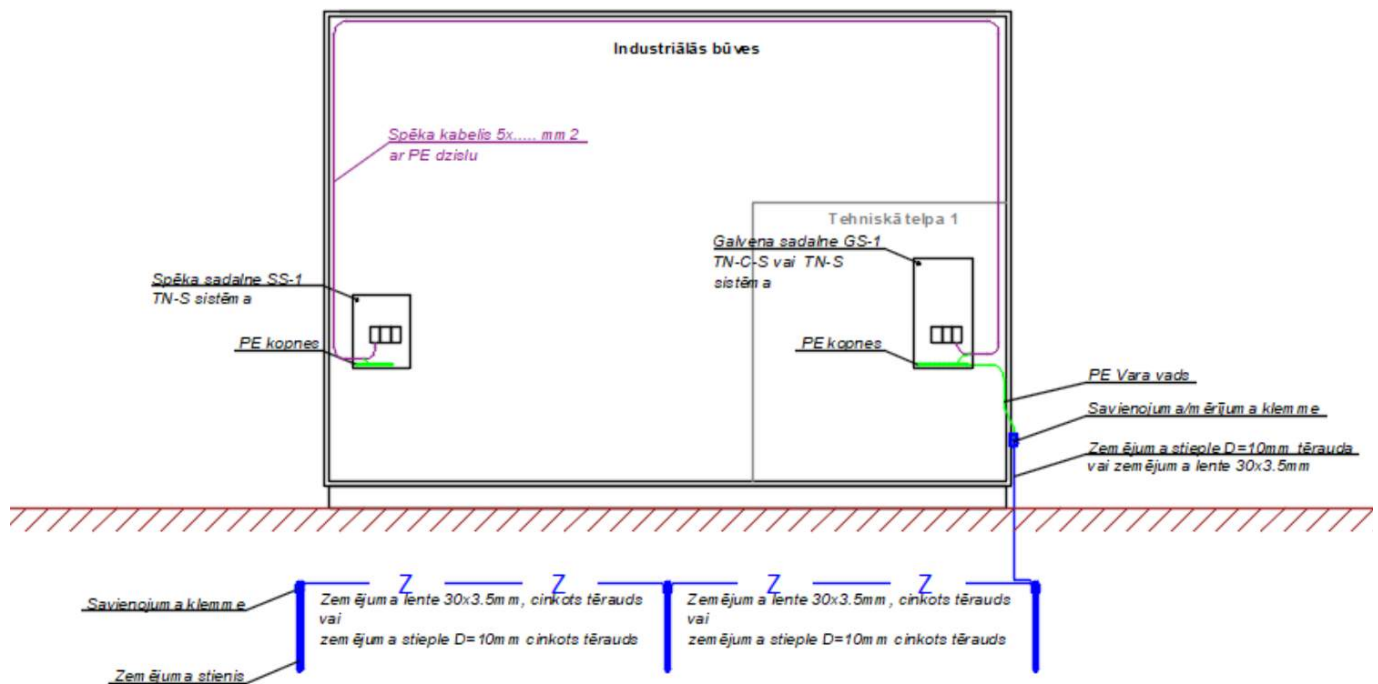
4.3.2. attēls. Daudzdzīvokļu mājas ar uzskaitēm kāpņutelpas katrā stāvā

Daudzdzīvokļu mājas ar uzskaitēm kāpņutelpas katrā stāvā zemējuma sistēmas iespējamais risinājums:

1. Zemējuma kontūrs ar vertikāliem elektrodiem (stieņiem) un horizontāliem zemētājiem (zemējuma lente vai apaļdzelzs).
2. Zemējuma kontūra izvads (zemējuma lente vai apaļdzelzs).
3. Savienojuma / mērījuma klemme (spaiļe).
4. PE vads no savienojuma / mērījuma klemmes līdz katra dzīvokļa ievadsadalnes PE kopnei.

4.4. Industriālās būves

Industriālās būvēs trīsvalu un piecvalu sistēmā grupu sadalnes zemē, izmantojot PE dzislu, pie kuras pievieno grupu sadalņu PE kopnes. Visas sadalnes savieno ar galveno PE kopni, kura atrodas galvenajā būves sadalnē vai blakus pie tās. Pie galvenās kopnes pievieno citas komunikācijas, kas ir jāzēmē, un iekārtas, ko nosaka normatīvie akti vai iekārtas ražotāja prasības. Galveno PE kopni pievieno pie būves ārējā vai pamatos paredzētā zemējuma kontūra. Lai varētu nodrošināt zemējuma kontūra pretestības mērījumus, ēkas ārpusē vai iekšpusē pieejamā vietā nodrošina savienojuma mērījuma klemmi.



4.4.1. attēls. Industriālas būves

Industriālas būves zemējuma sistēmas iespējamais risinājums:

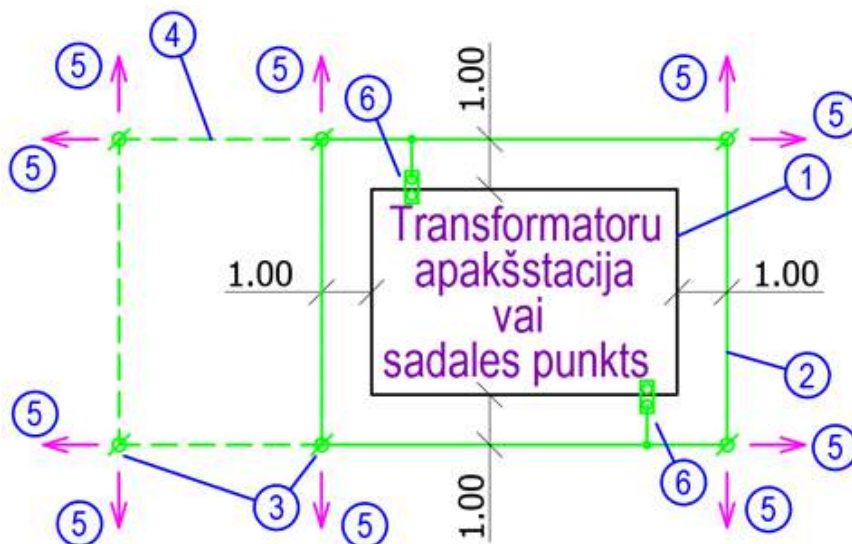
1. Zemējuma kontūrs ar vertikāliem elektrodiem (stieņiem) un horizontāliem zemētājiem (zemējuma lente vai apaļdzelzs).
2. Zemējuma kontūra izvads (zemējuma lente vai apaļdzelzs).
3. Savienojuma / mērījuma klemme (spaiļe), **var būt dažādas pieslēgumu vietas.**
4. PE vads no savienojuma / mērījuma klemmes līdz galvenās sadalnes PE kopnei.

4.5. Transformatoru apakšstacijas un sadales punkti

Transformatoru apakšstacijām un sadales punktiem, kas tiek projektētas vai ekspluatētas kā inženierbūves, jāparedz pa perimetru veidots zemējuma kontūrs (*skat. 4.5.1. attēlu*), lai nodrošinātu normālu darba režīmu sadales sistēmas operatoru (SSO) tīklos, cilvēku un dzīvnieku elektrodrošību un elektroietaišu aizsardzību izolācijas bojājumu gadījumos.

Tehniski ap slēgtām (kompaktām rūpnieciski ražotām vai būvētām kā būvēm) transformatoru apakšstacijām un sadales punktiem obligāti jāveido noslēgts gredzenzemētājs pa perimetru vismaz 1 m no pamatiem, bet nav ieteicams pa perimetru veidoto zemējuma gredzenu atvirzīt tālāk. Ja ar vienu gredzenu netiek panākta vēlāmā zemējuma kontūra pretestība, tad veido kontūra paplašinājumu ar jaunu gredzenu vai veido dažādos virzienos starzemētājus, bet vēlams veidot noslēgtus vienu vai vairākus gredzenus. Tehniski, ja ir iespējams, veido vairākus gredzenus vai tīkla veida zemējumu, izvairoties no starzemētājiem, jo viena gredzena bojājuma gadījumā kontūrs turpina funkcionēt kā starzemētājs, bet starzemētāja bojājuma rezultātā daļa no kontūra posma iziet no ierindas.

Brīvgaisa transformatoru apakšstacijām un sadales punktiem ar daudz komutācijas aparātiem plašākā teritorijā soļa sprieguma un pārsprieguma samazināšanai jāparedz režģa tipa zemējuma kontūra, lai izlīdzinātu potenciālu (*skat. 4.5.2. attēlu*). Transformatoru apakšstacijām un sadales punktiem dažāda sprieguma un nozīmes zemējumietaises apvieno vienā kopīgā sistēmā, lai dažādos tīkla režīmos nerastos potenciālu starpība starp atsevišķiem zemējumiem. Turklāt apvienotās zemējumietaises pretestībai jāapmierina tās iekārtas prasības, kurai pieļaujamā zemējumpretestība ir vismazākā.

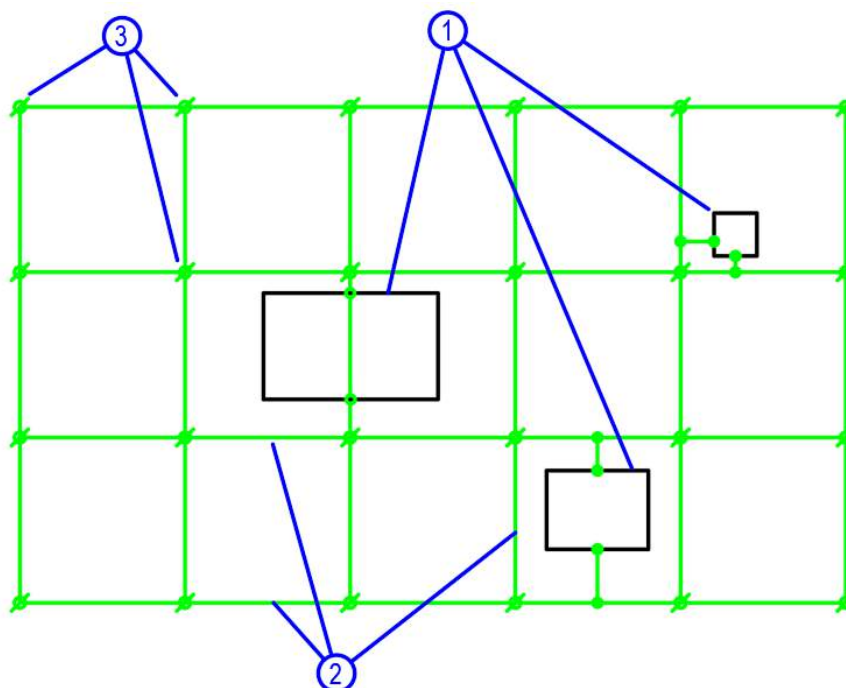


4.5.1. attēls. Transformatoru apakšstacijas vai sadales punkti

Apzīmējumi:

- 1 – transformatoru apakšstacijas vai sadales punkti;
- 2 – horizontālais zemētājs;
- 3 – stieņa zemētājs;
- 4 – papildus horizontālais zemētājs*;
- 5 – zemētāja virziena paplašinājuma virzieni*.
- 6 – mērklemme.

Piezīme: * - ja nepietiek ar pa perimetru izveidotā zemējuma kontūra sasniegto pretestību, tad, atbilstoši apkārtējai videi un grunts īpatnējas pretestības mērījumiem, nepieciešams veikt atbilstošā zemējuma kontūra paplašināšanu.



4.5.2. attēls. Brīvgaisa transformatoru apakšstacijas vai sadales punkti

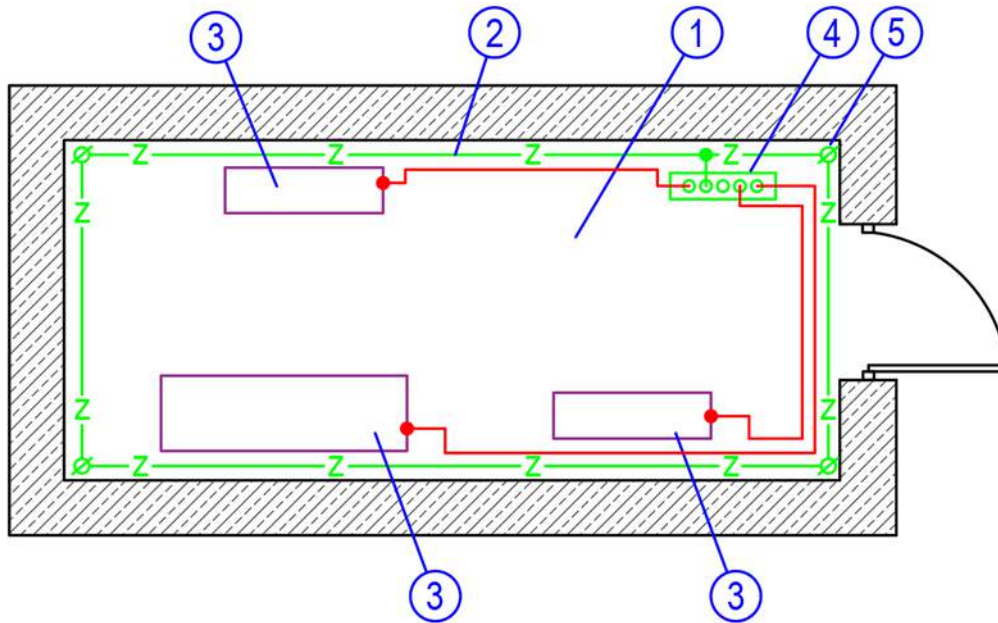
Apzīmējumi:

- 1 – transformatoru apakšstacijas vai sadales punkti;
- 2 – horizontālais zemētājs;
- 3 – stieņa zemētājs.

4.6 Zemsprieguma sadales telpas

Zemsprieguma sadales telpām vai transformatoru apakšstacijas un sadales punkta sadales telpām, kas ir iebūvētas būvēs un kur tehniski nav iespējams izveidot ārpusē būvei zemējuma kontūru, pa telpas perimetru paredz telpas iekšējo zemējumu horizontāli pa telpas perimetru vai būves pamatos ar vertikālajiem zemētājiem. Zemsprieguma sadales telpām vai transformatoru apakšstacijas un sadales punkta sadales telpām, kurām var izveidot ārējo zemējuma kontūru, no zemējuma kopnes, paredz izvadu līdz savienojumu / mērījumu klemmei, no kuras tālāk aiziet zemējuma kontūrs.

Transformatoru vai sadales punktu zemsprieguma sadales telpās paredz telpas iekšējo zemējuma un potenciāla izlīdzināšanas kopni pa telpas sienas perimetru (skat. 4.6.1. attēlu). Sadales telpām, kas atrodas ēkās vai būvēs, nevis izvietotas transformatoru vai sadales punktos, paredz zemējuma kopni, pie kuras var pievienot sadales telpas iekārtas.



4.6.1. attēls. Zemsprieguma sadales telpa vai transformatoru apakšstacijas un sadales punkta sadales telpa

Apzīmējumi:

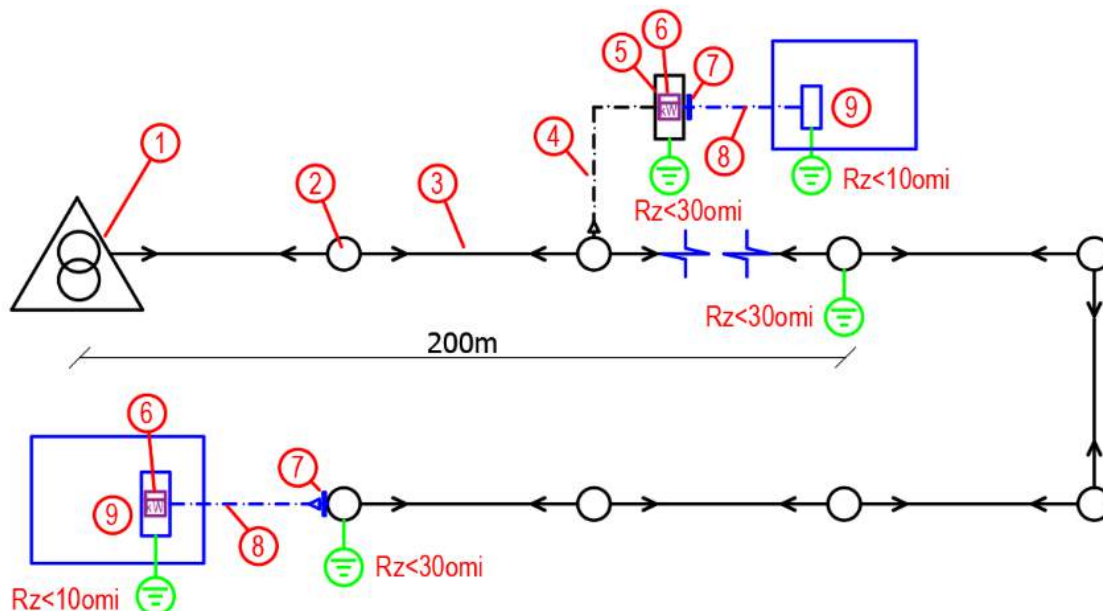
- 1 – transformatoru vai sadales punkta zemsprieguma sadales telpa;
- 2 – zemējums pa sadales telpas perimetru vai sadales telpas grīdā;
- 3 – sadalne;
- 4 – zemējuma un potenciāla izlīdzināšanas kopne;
- 5 – vertikālais zemētājs.

4.7. 0,4 kV gaisvadu elektropārvades līnijas

Lietojot TN sistēmu, ieteicams pirms ievada būvēs, elektroietaisē un citās pieejamās vietās atkārtoti zemēt PE vadus un PEN vadus. Atkārtotajam zemējumam gaisvadu elektropārvades līnijās vispirms jāizmanto dabīgie zemētāji. Atkārtotā zemētāja izplūdpretestība nedrīkst pārsniegt 30 omus. Lai nodrošinātu normālu elektroietaišu darbību un aizsardzību, 0,4 kV gaisvadu elektropārvades līnijās ierīkojami nullvada atkārtotie zemējumi.

Nullvada atkārtotie zemējumi ierīkojami:

- elektrolīniju un to nozarojumu, garāku par 200 m, galos, kā arī pie balstiem, no kuriem izveidoti pievadi ēkām, ja atkārtotais zemētājs nav izbūvēts attiecīgā pievada elektroenerģijas komercuzskaites vai kabeļu sadalnē;
- pie balstiem, kuros izvietotas pārspriegumaizsardzības (10 omi), vai citas zemētas elektroierīces.



4.7.1. attēls. 0,4 kV gaisvadu elektropārvades līnijas

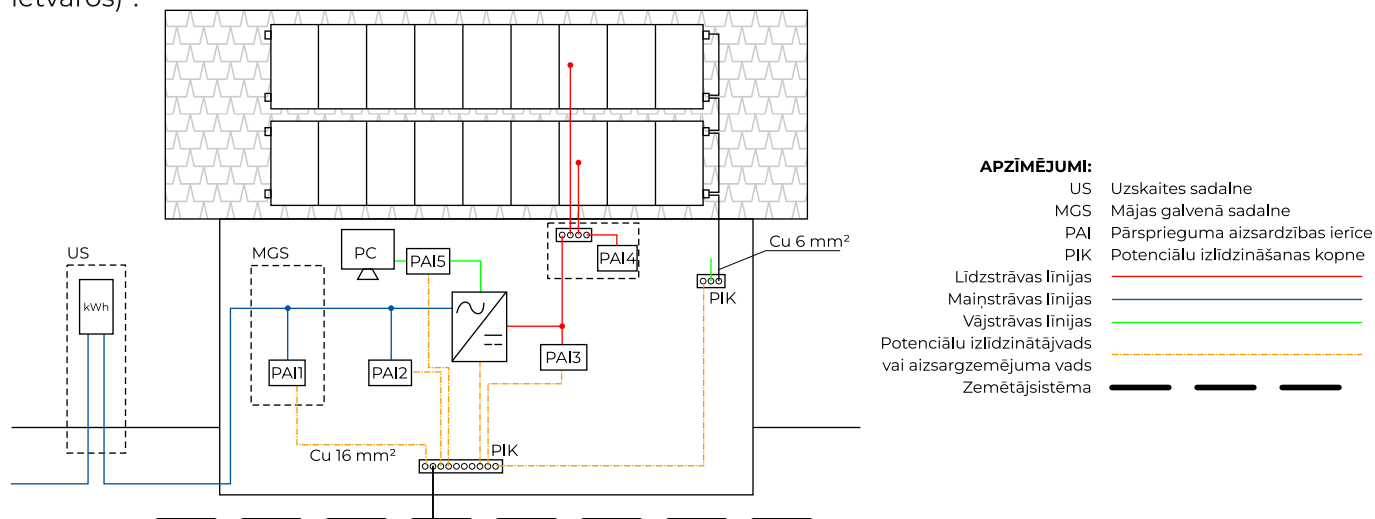
Apzīmējumi:

- 1 – transformatoru apakšstacija 20/0,4 kV;
- 2 – gaisvadu līnijas balsts;
- 3 – gaisvadu līnija vai piekarkabeļlīnija;
- 4 – 0,4 kV kabeļlīnija;
- 5 – Sadales sistēmas operatora (SSO) komercuzskaites sadalne;
- 6 – elektroenerģijas skaitītājs;
- 7 – piederības un apkalpes robeža starp SSO un elektroenerģijas lietotāju;
- 8 – lietotāja kabeļlīnija;
- 9 – lietotāja sadalne būvē vai pie būves.

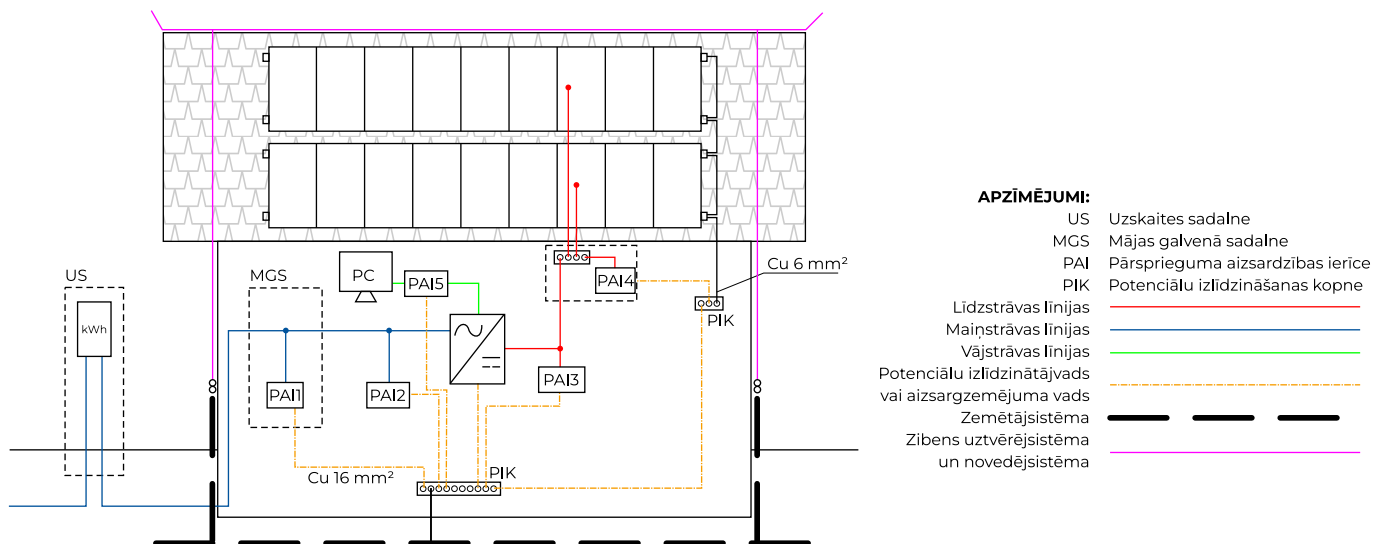
Piezīme: Sadales sistēmas operatora atkārtotais nullvada zemējums nav paredzēts būves zemējumsistēmas nodrošināšanai un būvēm jāveido neatkarīga zemētājsistēma!

4.8. Fotoelektriskās sistēmas

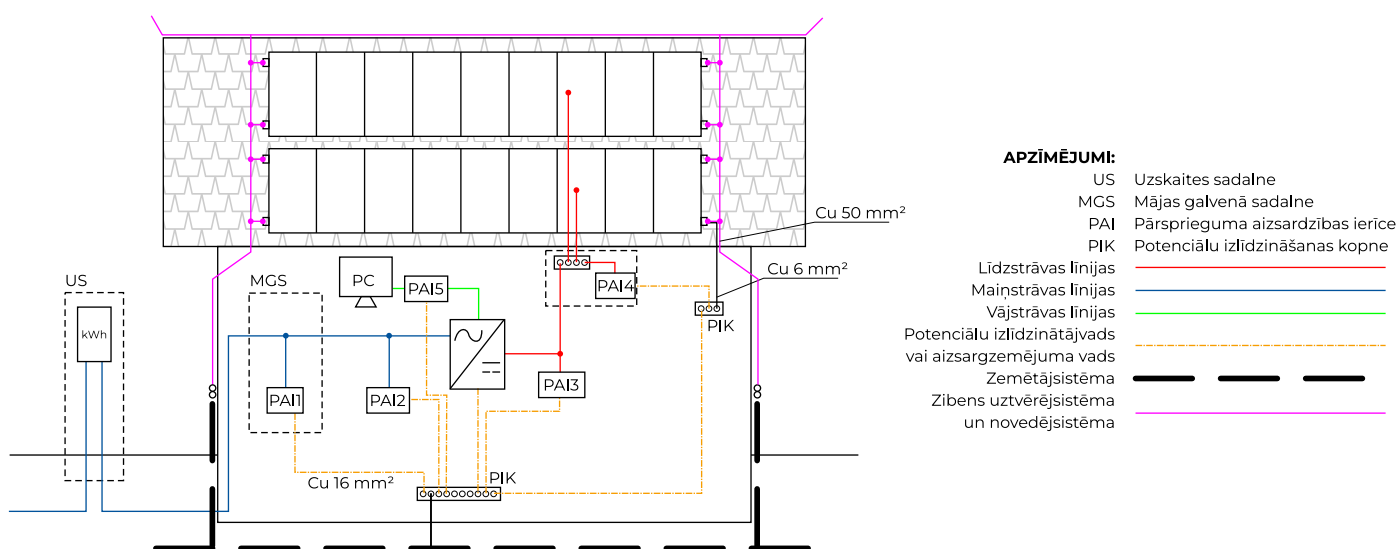
Fotoelektrisko sistēmu (FES) zemētājsistēmai dotas tikai ilustrācijas. Norādījumi FES izbūvei, t.sk. zemētājsistēmai, doti LEEA SpecSC "Fotoelektrisko sistēmu uzstādīšanas vadlīnijas (mikroģenerācijas ietvaros)".



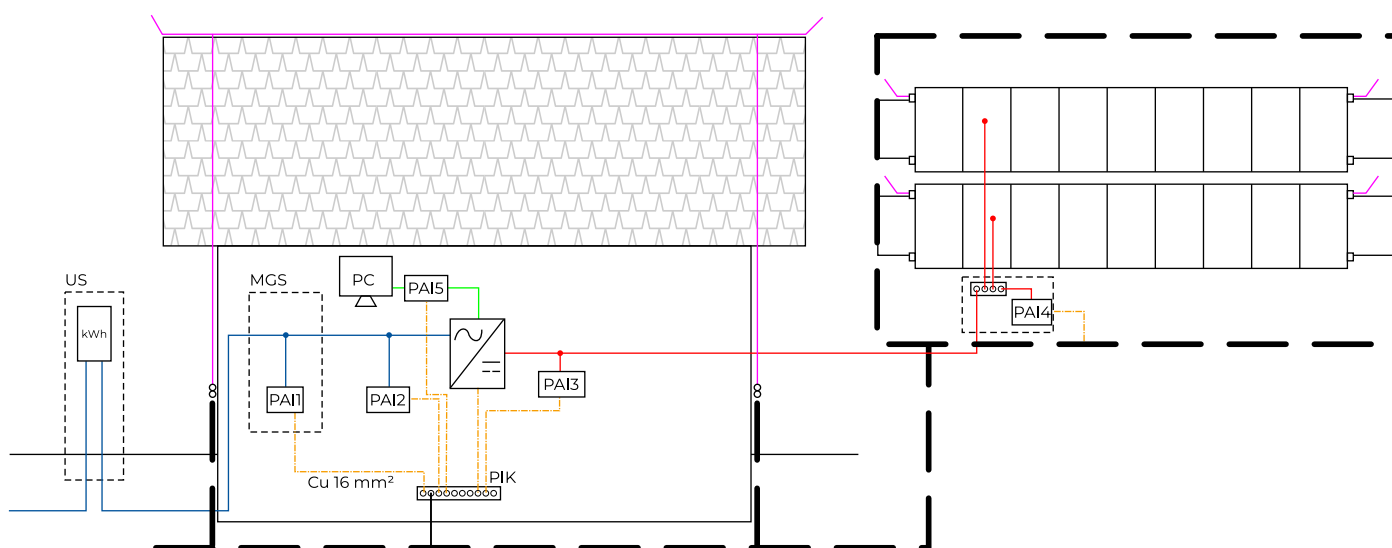
4.8.1. attēls. Piemērs ar FES uz ēkas jumta bez zibensaizsardzības sistēmas, ar zemētājsistēmu



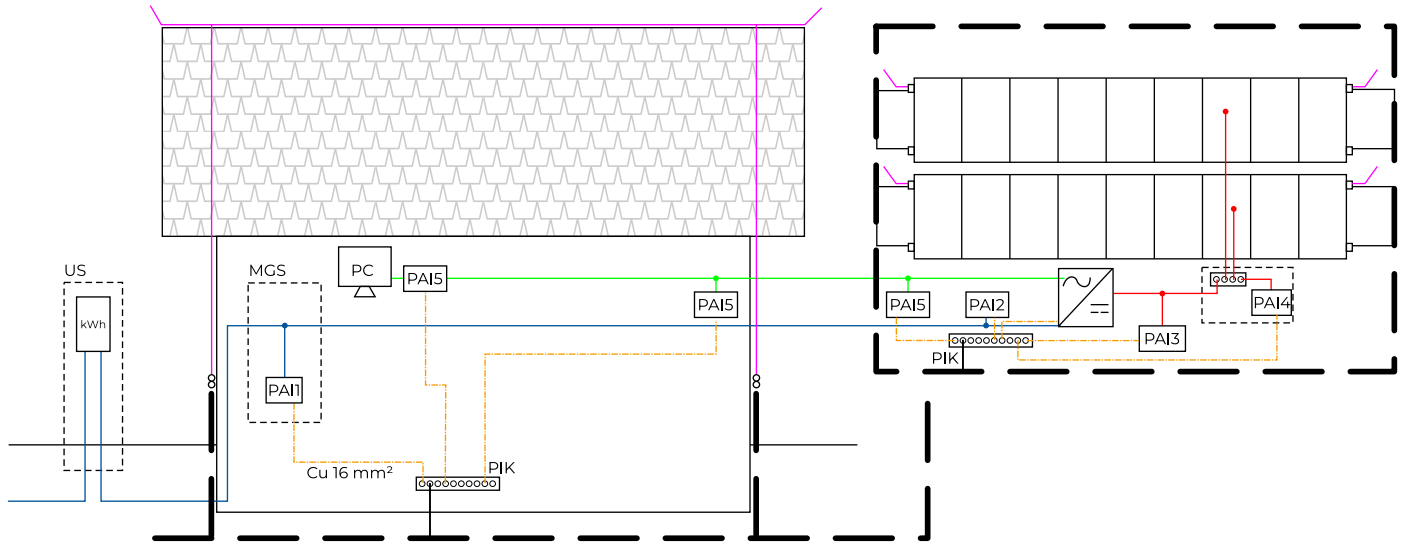
4.8.2. attēls. Piemērs ar FES uz ēkas jumta ar zibensaizsardzības sistēmu un ievērotu minimālo atdalītājattālumu, un zemētājsistēmu



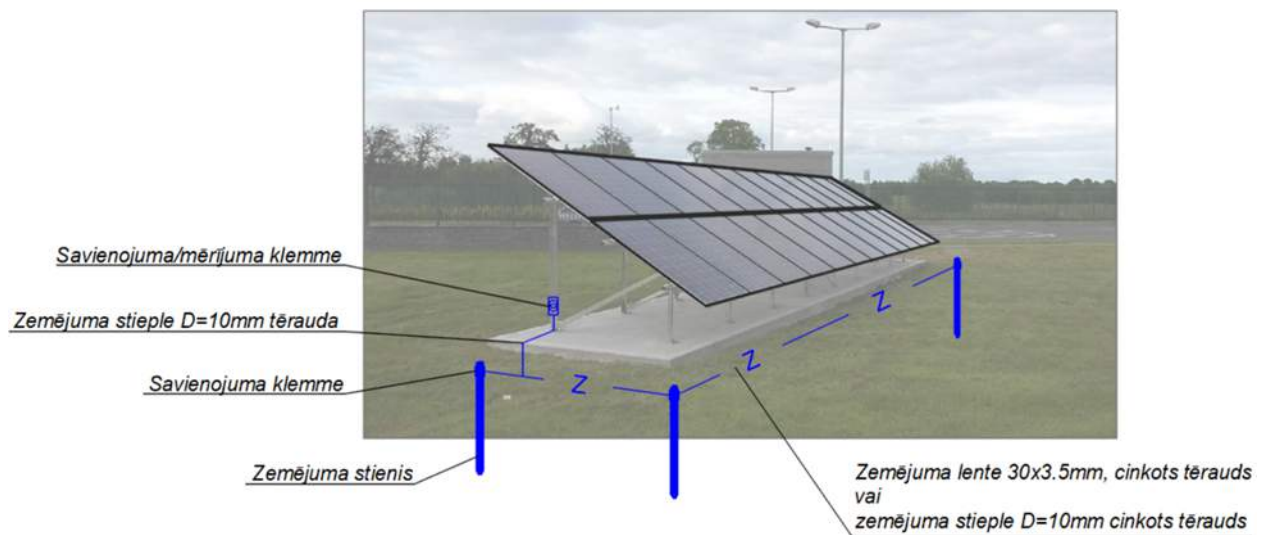
4.8.3. attēls. Piemērs ar FES uz ēkas jumta ar zibensaizsardzības sistēmu, kad nav iespējams ievērot minimālo atdalītājattālumu, un zemētājsistēmu



4.8.4. attēls. Piemērs ar brīvi stāvošu FES un invertoru ēkā, un zemētājsistēmu



4.8.5. attēls. Piemērs ar brīvi stāvošu FES un invertoru ārpus ēkas, un zemētājsistēmu



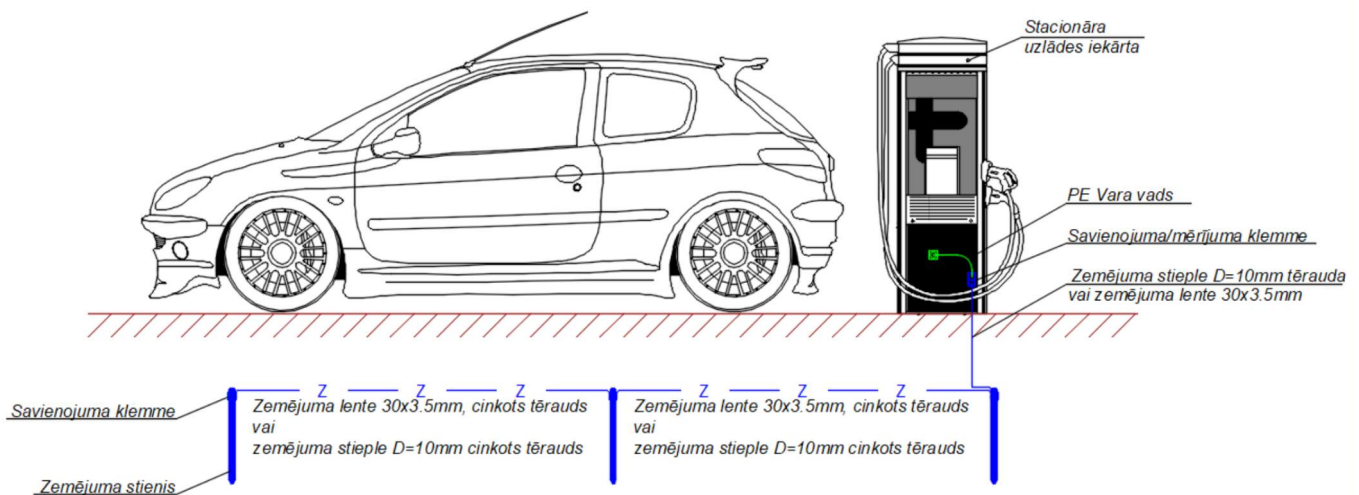
Fotoelektriskās sistēmas zemējuma sistēmas iespējamais risinājums:

1. Zemējuma kontūrs ar vertikāliem elektrodiem (stienīem) un horizontāliem zemētājiem (zemējuma lente vai apaļdzelzs).
2. Zemējuma kontūra izvads (zemējuma lente vai apaļdzelzs).
3. Savienojuma / mērījuma klemme (spaile).
4. PE vads no savienojuma /mērījuma klemmes līdz saules paneļu konstrukcijai.

4.9. Elektroauto uzlādes stacijas

Lielas jaudas vai ātrās uzlāde brīvtāvošām elektroauto uzlādes stacijai, kas atrodas tālu no būves un tā nav saistīta ar elektroapgādi no konkrētās būves, jāveido atsevišķu zemējumietaisi (< 10 omi). Ja lielas jaudas vai ātrās uzlādes brīvtāvošā elektroauto uzlādes stacija atrodas tiešā tuvumā būvei, no kuras tā tiek elektriski nobarota, tad elektroauto uzlādes staciju var pievienot pie būves zemējumietaises vai veidot atsevišķu elektroauto uzlādes stacijas zemējumietaisi, bet izvērtējot, vai neradīsies potenciālu starpība starp būves zemējumietaises un elektroauto uzlādes stacijas zemējumietaisi.

Individuālas būvēs, pie būves vai būvē iekšā uzstādītai mazjaudas elektroauto uzlādes stacijai vai ātrās darbības elektroauto uzlādes stacijai, kurā ražotāja tehniskā dokumentācija un ekspluatācijas instrukcijas nenosaka atsevišķu iekārtās zemēšanu, bet iekārta tiek ekspluatēts trīsvadu vads, vai pievadu sistēmā un caur PE vadītāju, ir sazēmētā pie būves zemējumietaises, var neveidot atsevišķu zemējumietaisi. Bet, ja ražotājs ekspluatācijas instrukcijās vai tehniskajā dokumentācijā ir noteicis, ka iekārta ir atsevišķi jāszemē, tad veic iekārtas sazēmēšanu, pievienojot to pie būves zemējuma vai potenciāla izlīdzināšanas sistēmas, kas tālāk pievienota pie būves zemējumietaises.



4.9.1. attēls. Piemērs ar elektroauto uzlādes staciju

Elektroauto uzlādes staciju zemējuma sistēmas iespējamais risinājums:

1. Zemējuma kontūrs ar vertikāliem elektrodiem (stieņiem) un horizontāliem zemētājiem (zemējuma lente vai apaļdzelzs).
2. Zemējuma kontūra izvads (zemējuma lente vai apaļdzelzs).
3. Savienojuma / mērījuma klemme (spaile).
4. PE vads no savienojuma / mērījuma klemmes līdz galvenās sadalnes PE kopnei.

1. pielikums

1. Zemējumietais pases saturs

1. Zemējumietais ģeodēzijas uzmērījuma plāns vai piesaiste pie objekta.
2. Izpildzīmējums.
3. Shematisks zemējumietais rasējums ar norādītām mērījumu vietām (skatīt zemējumietais shēmas piemēru šī pielikuma beigās).
4. Objekta projektētā (aprēķinātā) zemējumietais pretestība (omos).
5. Zemējumietais ieguldīšanas dziļums:
 - 5.1. Horizontālam zemētājam.
 - 5.2. Vertikāliem zemētājiem.
6. Zemējumietais ierīkošanas datums, organizācija, sertificētā persona, kura veica izbūvi.
7. Zemējumietais pretestības pārbaudes rezultāti (skatīt 1. pielikuma 2. punktu).
8. Pielietotie materiāli un materiālu deklarācijas.

2. Zemējumietais pretestības pārbaudes akta forma

(atbilstoši MK 19.04.2016. noteikumu Nr.238 6. pielikuma prasībām)

(akta sastādīšanas vieta)

(akta sastādīšanas datums)

OBJEKTA ATBILDĪGĀ
PERSONA

(norāda juridiskās personas nosaukumu, reģistrācijas numuru, juridisko adresi vai fiziskās personas vārdu, uzvārdu un informāciju, ar kuru var identificēt personu)

OBJEKTA
NOSAUKUMS, ADRESE

DARBA NORISES
VIETA

(norāda, vai pārbaudes veiktas visā objektā/teritorijā vai atsevišķās daļās)

DARBA PASŪTĪTĀJS

(norāda juridiskās personas nosaukumu, reģistrācijas numuru un juridisko adresi vai fiziskās personas vārdu, uzvārdu un informāciju, ar kuru var identificēt personu)

DARBA VEICĒJS

(norāda juridiskās personas nosaukumu, reģistrācijas numuru, juridisko adresi vai fiziskās personas vārdu, uzvārdu un informāciju, ar kuru var identificēt personu)

Mēraparāta tehniskie dati

NOSAUKUMS	TIPS	NUMURS	MĒRDIAPAZONS	KALIBRĒŠANAS VAI VERIFICĒŠANAS SERTIFIKĀTA NUMURS

Klimatiskie apstākļi mērījumu veikšanas gaitā

DARBA VEIKŠANAS DATUMS	GAISA TEMPERATŪRA, °C	GAISA MITRUMS, %

Zemējumietais pretestības mērījumu rezultāti

NR. P.K.	ZEMĒJUMIETAIS ELEMENTU ATRAŠANĀS VIETA UN PĀRBAUDES VIETA ¹	GRUNTS RAKSTUROJUMS	PRETESTĪBA, Ω	ATZINUMS ²
1	2	3	4	5

Piezīmes:

¹ Ierakstus veic saskaņā ar zemējumietais shēmu.

² Norāda atbilstību turpmākai ekspluatācijai ar "atbilst" vai "neatbilst".

Norādījumi par turpmāko ekspluatāciju

Paraksti

DARBA VEICĒJS:

_____ (paraksts)

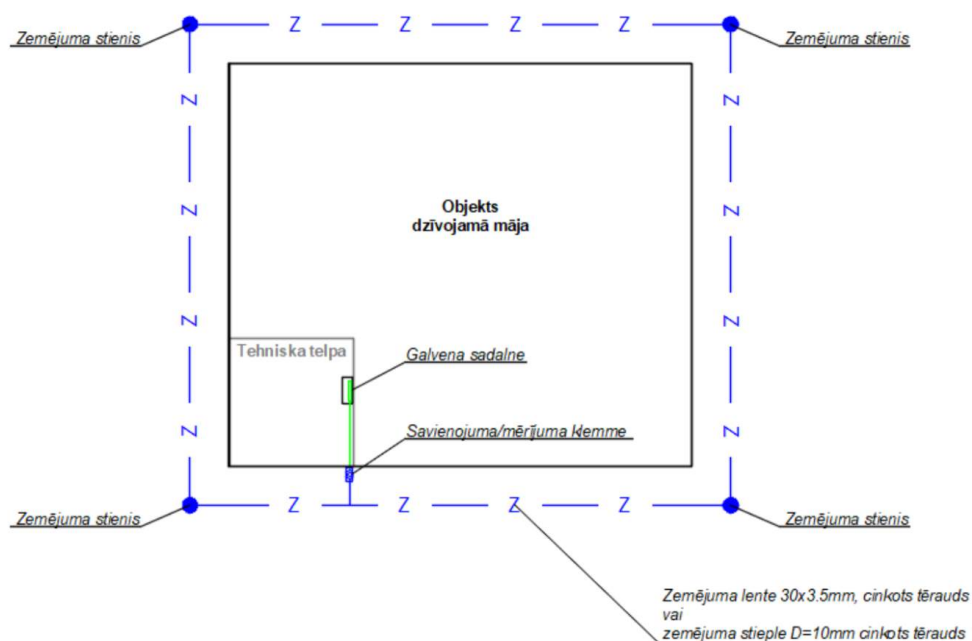
_____ (vārds, uzvārds)

DARBA PASŪTĪTĀJS
(akta saņēmējs):

_____ (paraksts)

_____ (vārds, uzvārds)

Zemējumietais shēmas piemērs



Bibliogrāfija

LVS EN 50160	Publisko elektroapgādes tīklu sprieguma raksturlielumi
LVS EN 50522	"Maiņstrāvas elektroietaišu ar nominālo spriegumu virs 1 kV zemēšana"
LVS EN IEC 60079-0	"Sprādzienbīstamas vides. 0.daļa: Iekārtas. Vispārīgās prasības (IEC 60079-0)"
LVS HD 60364-4-43	"Zemsprieguma elektroietais. 4-43. daļa: Drošuma aizsarglīdzekļi. Aizsardzība pret pārstrāvu (IEC 60364-4-43)"
LVS HD 60364-4-442	"Zemsprieguma elektroietais. 4-442.daļa: Drošuma aizsarglīdzekļi. Zemsprieguma elektroietaišu aizsardzība pret pārspriegumiem, kurus izraisa zemesslēgumi augstsprieguma sistēmā un bojājumi zemsprieguma sistēmā (IEC 60364-4-44 (442. punkts), modificēts)"
LVS HD 60364-4-444	"Zemsprieguma elektroietais. 4-444. daļa: Drošuma aizsarglīdzekļi. Aizsardzība pret spriegumtraucējumiem un elektromagnētiskajiem traucējumiem (IEC 60364-4-44 (444. punkts), modificēts)"
LVS HD 60364-5-51	"Zemsprieguma elektroietais. 5-51. daļa: Elektroiekārtu izvēle un uzstādīšana. Kopīgie noteikumi (IEC 60364-5-51, modificēts)"
LVS HD 60364-5-52	"Zemsprieguma elektroietais. 5-52. daļa: Elektroiekārtu izvēle un uzstādīšana. Elektroinstalācijas sistēmas (IEC 60364-5-52, modificēts)"
LVS HD 60364-7-701	"Zemsprieguma elektroietais. 7-701.daļa: Prasības īpašām ietaisēm un vietām. Vietas, kur ir vanna vai duša"
LVS HD 60364-7-702	"Zemsprieguma elektroietais. 7-702. daļa: Prasības īpašām ietaisēm vai vietām. Peldbaseini un strūklakas (IEC 60364-7-702, modificēts)"
LVS EN 60529	"Apvalku nodrošinātas aizsardzības pakāpes (IP kods)"
LVS EN 60702-1	"Minerālizolēti kabeļi un to galuzmavas ar nominālo spriegumu līdz 750 V - 1.daļa: Kabeļi"
LVS EN 61140	"Aizsardzība pret elektrošoku – Kopīgas prasības ietaisēm un iekārtām (IEC 61140)"
ETSI EN 300 253	" <i>Environmental Engineering (EE); Earthing and bonding of ICT equipment powered by -48 VDC in telecom and data centres</i> ", 2.2.1 (2015-06)
IEC 60417:2002 DB	" <i>Graphical symbols for use on equipment</i> " -
IEC 60724	" <i>Short-circuit temperature limits of electric cables with rated voltages of 1 kV (Um = 1,2 kV) and 3 kV (Um = 3,6 kV)</i> "