



LATVIJAS

LEK

ENERGOSTANDARTS

116

Pirmais izdevums

2007

ZEMĒJUMIETAISŪ IERĪKOŠANA 330 kV UN 110 kV ĀSI

Energostandarts piemērojams no jauna ierīkojamām un rekonstruējamām zemējumietaisēm nožogotās ārtipa un slēgtās spēka elektroietaisēs apakšstacijās un sadales punktos ar augstāko spriegumu 330 un / vai 110 k V, kā arī to ekspluatācijā.

Energostandarts nosaka galvenās tehniskās un organizatoriskās prasības zemējumietaisēm apakšstacijās un augstāk minētos sadales punktos. Šo prasību ievērošana nodrošina drošu darbu veikšanu elektroietaisēs un to saskaņotu darbību. Standarts detalizēti nenosaka citus dzīvības un īpašuma aizsardzības pasākumus.

Energostandarts izstrādāts balstoties uz AS “Augstsprieguma tīkls” ekspluatācijas pieredzi, izmantojot pieejamos Starptautiskās Elektrotehniskās Komisijas rekomendējošos normatīvos dokumentus, kā arī balstoties uz Krievijas (2002.g. 7.izd.) un bijušās PSRS (1985.g. 6.izd.) Elektroietaišu ierīkošanas noteikumiem un Elektroiekārtu pārbaužu normām (1978.g. 5. izd.).

© Copyright LEK 2007

Šīs publikācijas jebkuru daļu nedrīkst reproducēt vai izmantot jebkurā formā vai jebkādiem līdzekļiem, elektroniskiem vai mehāniskiem, fotokopēšana vai mikrofilmas ieskaitot, bez izdevēja rakstiskas atļaujas.

Latvijas Elektrotehniskā komisija
Pulkveža Brieža ielā 12, Rīgā, LV-1230

Reģistrācijas nr.

Datums:

LEK 116

LATVIJAS ENERGOSTANDARTS



LATVIJAS

LEK

ENERGOSTANDARTS

116

Pirmais izdevums
2007

**ZEMĒJUMIETAĪŠU IERĪKOŠANA 330 kV UN 110 kV
ĀSI**

www.latvianergo.lv

Satura rādītājs

1. Vispārējā daļa.....	4
2. Zemējumietais definīcija un ar to saistītie svarīgākie termini	4
3. Vispārējās prasības un nosacījumi zemējumietaišu ierīkošanai un ekspluatācijai 330 kV un 110 kV elektroietaisēs.....	9
4. Pielietojamās zemēšanas metodes un risinājumi	12
5. Elektroiekārtas, to daļas un ražošanas līdzekļi, kuru sazemēšana ir obligāta (skat. arī 1. attēlu)	18
6. Elektroiekārtas, to daļas un ražošanas līdzekļi, kuru sazemēšana nav obligāta.....	24
7. Prasības sazemēšanai izliekot kabelus vai neizolētas zemējumietais daļas uz izolētas virsmas (balstiem, sienām, kanālos u.tml.)	26
8. Prasības zemējumietaišu pretestības maksimālajam lielumam tīklos ar dažādiem neitrāles režīmiem un zemējumietaišu pretestības maksimālā lieluma noteikšanas metodes	28
9. Nosacījumi zemesslēguma strāvu noteikšanai	29
10. Prasības zemējuma kontūra izveidošanai apakšstacijās tīkliem ar dažādiem neitrāles režīmiem	30
11. Dabīgie zemētāji, to pielietošanas iespējas un prasības pret tiem	32
12. Mākslīgie zemētāji un zemētājvadi, pielietošana un prasības pret tiem	34
13. Mākslīgo zemētāju konstruktīvais izpildījums, noteicošie izmēri	38
14. Prasības mākslīgo zemētāju aizsardzībai pret koroziju	41
15. Prasības pret sazemējošiem savienojumiem un pievienojumiem. To konstruktīvais izpildījums un sasaiste ar ēku zibensaizsardzību	41
16. Prasības zemējumietais pārbaudei pie nodošanas ekspluatācijā, pārbaudes apjomi un normas.....	56
17. Dokumentācija, kura pēc izbūves darbu nobeigšanas iesniedzama objekta īpašniekam (valdītājam)	59
18. Atsauce uz pielietotajiem normatīvajiem aktiem:.....	60

1. Vispārējā daļa

No jauna izbūvētas un rekonstruētas zemējumietaisies pieņemamas ekspluatācijā tikai pēc to atbilstības spēkā esošo normatīvo aktu prasībām pārbaudes.

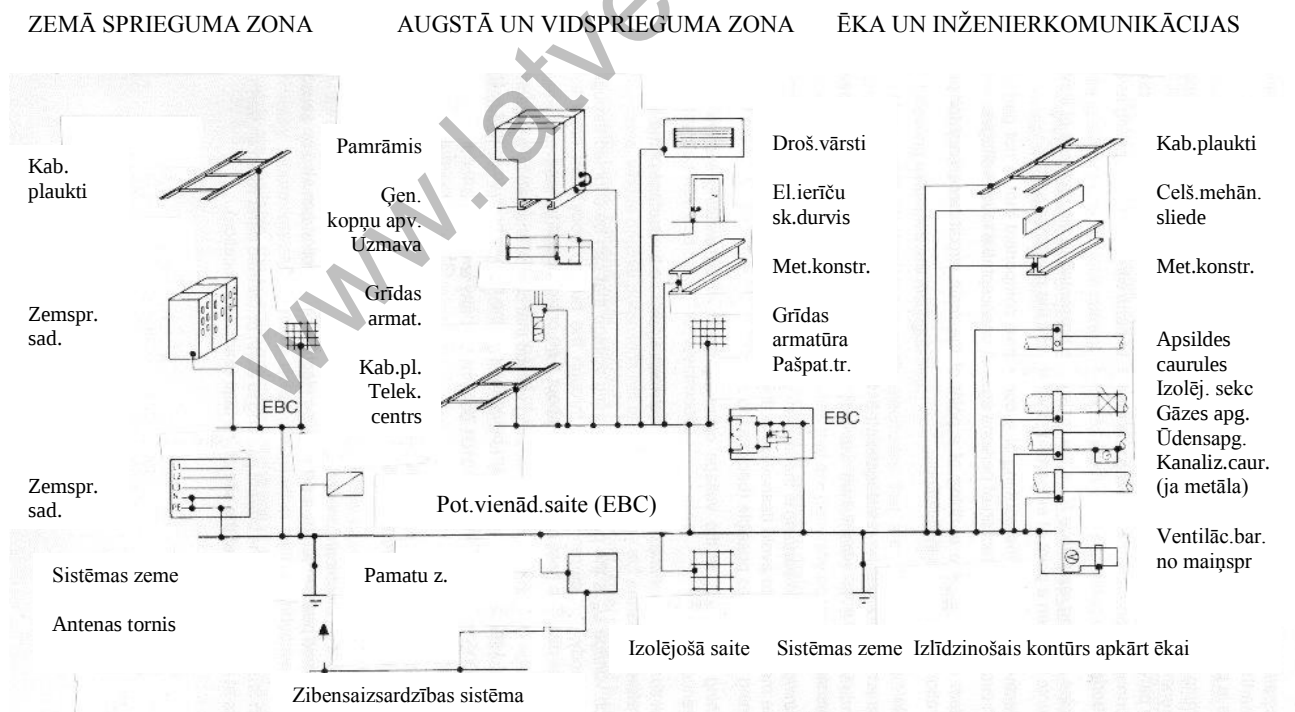
2. Zemējumietaisies definīcija un ar to saistītie svarīgākie termini

Zemējumietaisies veidojamas ar vispārēju mērķi, lai aizsargātu dzīvību un īpašumu šādos gadījumos:

- kad radies bojājums 50 Hz tīklā (īsslēgums vai zemesslēgums);
- pārejas procesa gadījumā (zibens izlāde, komutācijas darbības).

Sākot no 2.1. punktā dotā, termini piemērojami šī energostandarta izpratnē.

Zemēšanas sistēmas apjoma vispārīgs plāns ar zemsprieguma, augsta un vidsprieguma, kā arī ēku un palīgbūvju daļām, parādīts 1. att.:



EBC - Potenciālu vienādojošā saite

1. attēls. Zemējumietaisie ar potenciālu vienādojošo saiti starp augstāko un zemsprieguma sadaļu iekārtām un starp ēku un komunikācijām

2.1. Zemējumietais (zemēšanas sistēma) ir noteiktā vietā ierobežota ietaise no elektrovadoši savstarpēji savienotiem zemētājiem, vai tādā pat veidā savienotām metāliskām daļām, t.i. balstu pēdām, stiegrojumiem, kabeļu metāla apvalkiem, bruņām un zemētājevadiem.

2.2. Zemējumietais pilnā pretestība Z_E ir maiņstrāvas pilnā pretestība starp zemējumietaisi un zemi ar nulles potenciālu pie darba frekvences. Zemējumietais pilnās pretestības vērtību nosaka tieši pieslēgtie zemētāji, paralēlās zemētāju izkliedes pretestības un pievienoto vadošo saišu pilnās, t.i. gaisvada līniju ekrāntrošu un kabeļu apvalku ar zemētāja efektu pretestības. Tā ietver arī citas zemējumietais, kuras ar vadīspējīgiem kabeļu apvalkiem vai ekrāniem, **PEN** vadītājiem, vai kā citādi savienotas ar konkrēto zemējumietaisi.

2.3. Zemējumietais impulsa pretestība R_{st} ir pretestība starp zemējumietaisi un zemi ar nulles potenciālu, caur zemējumietaisi plūstot zibensizlādes izraisītai strāvai.

2.4. Zemējumietais spriegums V_e (U_e) ir spriegums, kurš rodas starp strāvas ievada punktu zemētājā un zemi ar nulles potenciālu, strāvai no zemētāja plūstot zemē.

2.5. Zemējumietais strāva I_E ir kopējā strāva, kura plūst uz zemi caur zemējumietais pilno pretestību. Zemējumietais strāva ir zemesslēguma strāvas I_F sastāvdaļa, kura izsauc zemējumietais potenciāla paaugstināšanos.

2.6. Zeme (grunts) ir termins zemei, kā vietai un zemei, kā materiālam, t.i. augšnes tipiem, mālam, smiltij, grantij, akmeneim.

2.7. Zeme ar nulles potenciālu (neitrālā zeme) ir zemes tās daļas virsma, kura neatrodas zemētāja vai zemēšanas sistēmas iespaidā un, kurā neparādās zemēšanas strāvas radīta potenciāla starpība starp jebkuriem diviem nejaušiem zemes punktiem.

2.8. Zemes īpatnējā pretestība ρ_E ir grunts īpatnējā elektriskā pretestība. To parasti izsaka $\Omega \cdot m^2 / m = \Omega \cdot m$. Tā ir grunts kuba ar malas garumu 1 m, kurš atrodas starp elektrodēm uz tā pretējām virsmām, pretestība.

2.9. Zemes virsmas potenciāls ϕ ir spriegums starp zemes virsmas punktu un zemi ar nulles potenciālu.

2.10. Zemētājs ir zemē ieguldīts vai arī betonā iebūvēts un elektrovadoši ar zemi savienots vadītājs, kuram ir saskare (kontakts) ar lielu zemes laukumu (t.i. *pamatu zemi*).

2.11. Zemētāja izkliedes pretestība R_A ir zemes pretestība starp zemētāju un zemi ar nulles potenciālu. R_A praksē ir reāla aktīvā pretestība.

2.12. Potenciālu vienādošanas zemētājs ir zemētājs, kurš pēc formas un pielietošanas paredzēts potenciālu vienādošanai nevis, lai nodrošinātu noteiktu zemētāja izkliedes pretestību.

2.13. Zemesslэгums ir bojājuma radīts/nejaušs elektrisks spriegumaktīva vadītāja savienojums ar zemi vai sazemētu daļu. Elektrisku savienojumu var uzturēt arī loks. Ja tas pastāv viena tīkla dažādās vietās, tas ir divkāršs vai daudzkāršs zemesslэгums. Tīklā ar mazomīgu neitrāles zemējumu tas ir īsslэгums uz zemi.

2.14. Zemesslэгuma strāva I_F ir strāva, kura plūst uz zemi vai sazemētām daļām, pastāvot zemesslэгumam bojātās elektroietaisies tikai vienā punktā (zemesslэгuma vietā). Tā ir:

- kapacitatīva zemesslэгuma strāva I_C - tīklā ar izolētu neitrāli (6, 10 un 20 kV tīkli);
- zemesslэгuma paliekošā strāva (nekompensētā vai pārkompensētā daļa) I_{Res} - tīklā ar zemesslэгuma kompensāciju (6, 10 un 20 kV tīkli);
- zemesslэгuma strāva I''_{k1} - cieši vai mazomīgi zemētas neitrāles tīklā, kurā vismaz viena transformatora vai neitrāles veidotāja - ģeneratora neitrāle ir tieši vai caur omisku pretestību, vai droseli zemēta. Tīkls un tā aizsardzības izveidotas tā, lai pie zemesslэгuma jebkurā vietā, tas tiktu atslэгts (330 kV un 110 kV tīkli). Šiem pieskaita arī tīklu ar izolētu vai kompensētu neitrāli, kurā neitrāli zemesslэгuma mirklī īslaicīgi sazemē.

2.15. Sazemēt nozīmē kādu elektrovadošu daļu ar iepriekšēju nolūku pievienot zemei izmantojot zemējumietaisi.

2.16. Zemēšana ir viss sazemēšanai izmantojamo pasākumu kopums.

2.17. Aizsargzemējums ir vadošas daļas, kura nav primārās iekārtas daļa, zemējums, lai aizsargātu cilvēkus pret nepieļaujamiem pieskarspriegumiem.

2.18. Darba (funkcionālais) zemējums ir elektroietaisies strāvu vadošo daļu punkta (- u) zemējums, kurš nepieciešams pareizai ierīču vai iekārtu darbībai.

Tas var būt :

- tiešs, ja tas neietver citu , izņemot zemēšanas pilno pretestību;
- netiešs, ja tas izveidots ar papildus rezistīvām, induktīvām vai kapacitatīvām pretestībām.

2.19. Zibensnovedēja zemējums ir vadošas daļas, kura nav primārās iekārtas daļa, zemējums, lai novadot zemē zibensizlādes strāvu, cik vien iespējams, izvairītos no darbā esošu vadītāju caursišanas.

2.20. Zemētājvads ir aizsargvadītājs, kurš ar zemētāju savieno virs zemes atrodošos, vai arī tādu sazemējamo elementu, kurš izolēts atrodas zemē.

Ja virknē starp neitrāles vai fāzes vadu un zemētāju atrodas izolējošs posms, slēdzis vai kompensācijas spole, tad vienīgi posmu starp zemētāju un tuvāko minēto ierīču izvadu no zemes puses uzskata par zemētājvadu.

2.21. Zemēšanas kopne ir zemētājvads, kuram pievienots daudz citu zemētājvadu.
Tā neietver :

- zemētājvadus, kuri savieno trīsfāzu komplekta atsevišķo elementu zemētās daļas (3 mērmaiņu, 3 kabeļuzmavu, 3 balsta izolatoru u.tml.);
- nodalījumu tipa iekārtu gadījumā - zemētājvadus, kuri savieno vienas ligzdas atsevišķu ierīču zemētās daļas, un ir pievienoti nepārtrauktai zemēšanas kopnei šī nodalījuma iekšpusē.

2.22. Aizsargvads (PE) ir vads, kurš paredzēts elektrodrošībai.

Elektroietaišu līdz 1 kV nulles (neitrāles) vads ir aizsargvads, kurš paredzēts atklātu vadošu daļu pievienošanai barošanas avota cieši zemētai neitrālei.

Potenciāla izlīdzināšanas aizsargvads ir aizsargvads, kurš paredzēts potenciāla izlīdzināšanai aizsargāšanas nolūkā.

Zemētājvads ir aizsargvads, kurš paredzēts aizsargzemēšanai.

2.23. Elektroietaišu līdz 1 kV darba nulles (neitrāles) vads (N) ir vads, kurš paredzēts patērētāju barošanai un savienots ar trīsfāzu tīkla ģeneratora vai transformatora neitrāli (vienfāzu barošanas avota cieši zemēto izvadu, līdzsprieguma tīklā – ar barošanas avota cieši zemēto punktu).

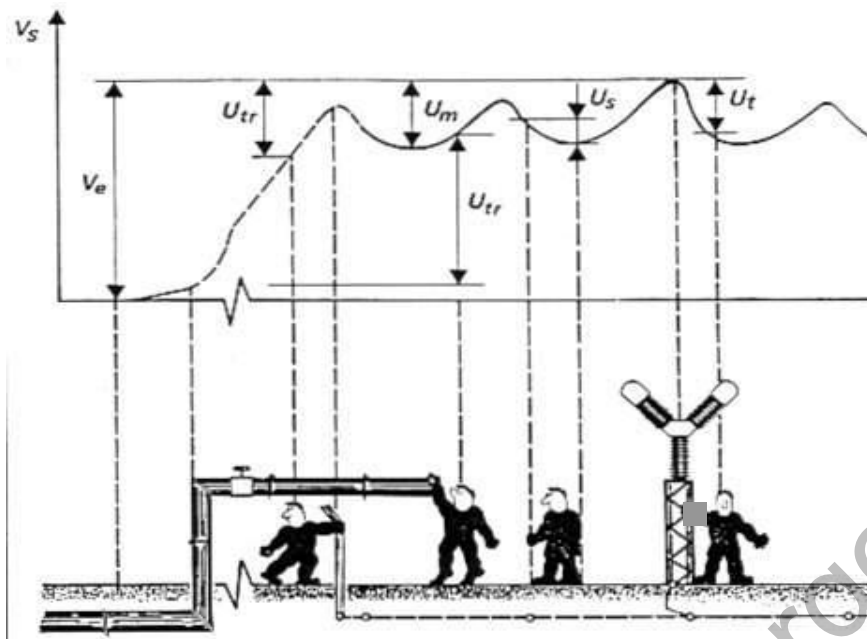
2.24. Elektroietaišu līdz 1 kV nulles (neitrāles) vadu (PE) un darba nullvadu (neitrāles vadu) N apvienojošie vadi (PEN) ir vadi, kuri apvieno nullvada aizsargvada un darba funkcijas.

2.25. Pieskarspriegums U_t ir tā zemējumietais sprieguma daļa, kurai pakļautas divas dažādas cilvēka ķermeņa daļas, strāvai plūstot no rokas uz kāju (horizontālais attālums starp atklātām pieskaršanās vietām ap 1 m), vai arī no rokas uz roku.

2.26. Soļa spriegums U_s ir tā zemējumietais sprieguma daļa, kurai pakļauts cilvēks sperot 0,8 m garu soli, kad strāva caur ķermeni plūst no kājas uz kāju.

Pretēji IEEE, DIN VDE 0101 nenosaka soļa sprieguma lieluma vērtības.

Soļa sprieguma bīstamība elektroiekārtās līdz 1 kV iespējama 5m, bet 6 kV - 330 kV 8m - 20 m rādiusā ap zemētāju.



V_s = sistēmas potenciāls

$V_e = V_{\text{earth}} = U_e$ zemējumietais potenciāls *

$U_{tr} = U_{\text{transferred}}$ pārnestais pieskarspriegums *

$U_m = U_{\text{mesh}}$ kontūra tīkla acs spriegums *

$U_s = U_{\text{step}}$ soļa spriegums *

$U_t = U_{\text{touch}}$ pieskarspriegums *

Piezīme*: IEEE 80 – 1986 zemējumietaišu aprēķina prasība

2. attēls. Projektēšanas gaitā pārbaudāmie*, zemējumietais raksturojošie spriegumi

2.27. Potenciāla kontrole (uzturēšana) ietver zemes, īpaši tās virsmas, potenciāla iespaidošanu ar zemētājiem, lai samazinātu soļa un pieskarspriegumus zemējumietais ārējā zonā.

2.28. Potenciālu vienādošana ir elektriska vadošu daļu savienošana, lai aizsargāšanas nolūkā izvairītos no potenciālu dažādības.

2.29. Potenciālu izlīdzināšana ir potenciāla starpības (soļa sprieguma) samazināšana uz zemes virsmas vai grīdas ar zemē vai grīdā iebūvētu aizsargvadītāju, kuri pievienoti zemējumietasei, vai ar īpaša zemes pārklājuma, palīdzību.

2.30. Vadoša daļa ir iekārtu daļa, kura var vadīt elektrisko strāvu.

2.31. Strāvu vadoša daļa ir vadoša elektroiekārtas daļa, kura normāla darba procesā ir spriegumaktīva, t.sk. darba nulles (neitrāles) vads, taču ne PEN vads.

2.32. Ātra atslēgšana šī energostandarta izpratnē ir zemesslēguma strāvas atslēgšana 0,5 s robežās (aizsardzības un komutācijas iekārtas darbības kopējais laiks).

2.33. Darba vieta zemējumietais ierīkošanas izpratnē ir vieta, no kuras veic elektroaparātu operatīvo apkalpošanu.

3. Vispārējās prasības un nosacījumi zemējumietaišu ierīkošanai un ekspluatācijai 330 kV un 110 kV elektroietaisēs

3.1. Stacionāri izbūvētām zemējumietaisēm jāatbilst patlaban un 30 gadu perspektīvā noteiktā vietā iespējamiem zemesslējuma (īsslējuma) raksturlielumiem.

Zemējumietais risinājuma izvēle, izbūve un rekonstrukcija veicama, kompleksi izvērtējot tās atbilstību objekta visu spriegumu sadales iekārtām, kā arī dažādas nozīmes ēkām un būvēm, saskaņā ar apstiprinātu un saskaņotu projektu, tajā ietverot norādījumus par zemētājiem, potenciālu vienādojošiem zemētājiem, zemētājvadiem un visu minēto savstarpējas savienošanas un pievienošanas veidiem, neatkarīgi no tā vai izmanto atsevišķus zemētājvadus vai arī metālkonstrukcijas kā zemētājvadus.

Zemējumietais projektēšanā izmantojot datorprogrammas, projekta izstrādātājam jāpārlicinās vai tiek pietiekoši ievēroti visi konkrētā objekta īpašie apstākļi.

3.2. Latvijā dažāda sprieguma līmeņu elektroiekārtu saņemšanai 330 / 110 / 20 / 6 – 10 kV apakšstacijās, kā arī 0,4 kV elektroiekārtām (t.i. teritoriāli blakus izvietotām iekārtām) paredzama kopēja zemējumietaise. Vienlaicīgi bojājumi dažādu spriegumu tīklos nav jāizskata.

Zemējumietais atsevišķās daļas zem dažāda sprieguma līmeņa iekārtām savienojamas izmantojot potenciālu vienādojošos mākslīgos zemētājus, tiem jābūt vismaz diviem, kuri daļas savieno divās teritorijā attālinātās vietās.

Zemējumietasei jāatbilst katram tīklam izvirzītām prasībām un tā, līdz zemāko spriegumu iekārtu zemējumietases daļas pievienošanas vietai zemētājam brīvgausa uzstādīšanas gadījumā, vai līdz cita valdītāja ēkas kontūra pievienošanas vietai, uzskatāma par 330 / 110 kV primāro elektroiekārtu neatņemamu sastāvdaļu. Par minēto divu savienojumu kvalitāti atbild pievienojamo elektroietaišu / ēku valdītāji.

Zemējumietases izbūves plāns pilnā apmērā, ietaises tehniskās pases statusā un nepieciešamā eksemplāru skaitā, uzturams pie attiecīgo sprieguma līmeņu elektroiekārtu valdītājiem.

3.3. Zemējumietaisi projektējot, jāizpilda prasības attiecībā uz :

- tās termisko izturību (rēķinoties ar bojājuma atslēgšanu laikā līdz 3 s);
- ietaises pretestību un/vai pieskarspriegumu, rēķinoties ar bojājuma atslēgšanu (aizsardzības darbību un jaudas slēdža pilnu atslēgšanos) laikā līdz 0,5 s)

Piezīme: Pieskarsprieguma noteikšanai operatīvo pārslēgumu veikšanas vietās (turpmāk – darba vietās) piemērojams rezerves aizsardzības darbības laiks, bet pārējā teritorijā – pamata aizsardzības laiks.

- soļa spriegumu (rēķinoties ar bojājuma atslēgšanu laikā līdz 0,5 s);
- konstruktīvo izpildījumu un zemējumietases sprieguma ierobežošanu.

3.4. Zemējumietais ierīkošanā jāvadās no pasūtītāja informācijas par :

- objekta īsslēguma un zemesslēguma strāvām – lielākām īsslēguma un zemesslēguma strāvām, kurām sadales iekārta jāparedz;
- bojājuma atslēgšanas laiku – bojājuma barošanas laiku pirms nostrādā aizsardzība;
- grunts pretošanās spēju;
- transformatoru datiem (nominālo jaudu, tiešās un apgrieztās secības pilnās pretestības, slēguma grupu, neitrāles punkta zemēšanu / sistēmas zemējumu);
- attālumu līdz tuvākam barošanas avotam;
- atļauto zemējumietais potenciāla paaugstināšanos bojājuma laikā;
- apkārtējās vides temperatūru un maksimāli pieļaujamo zemētāja elementa temperatūru bojājuma apstākļos;
- pārvades līniju balstu pretestību attiecībā pret zemi ar nulles potenciālu;
- pievienojamo pārvades līniju izveidojumu (vienķēžu vai dubultķēžu);
- īsslēgumu līmeņiem sistēmā – līmeņi virzienā uz barošanas avotiem.

Izdarot esošas zemējumietais pārbaudes aprēķinu, papildus jāvadās no:

- zemētājietais sastāvdaļu izmēriem;
- zināmām paralēlām pilnām pretestībām – cita zemējumietais blakus stacijā, rūpnīcā vai apakšstacijā, gaisvadu līnijas aizsargtrose;
- zemētāju iestrādāšanas dziļuma.

Projektēšanas gaitā jānosaka:

- zemes virskārtas pretestība un biezums;
- zemē iestrādātās zemējumietais daļas aizņemtais laukums;

- horizontālo zemētāju (t.i. virsējo elektrožu) garums, citi raksturojumi;
- vertikālo zemētāju (t.i. dziļo elektrožu) skaits, garums un citi raksturojumi;
- paralēlo horizontālo zemētāju skaits un attālums starp tiem.

Zemēšanas iekārtas aprēķina secība ir:

- noskaidro iezemējamo iekārtu tipu, nominālo spriegumu, barojošā tīkla neitrāles režīmu;
- noskaidro zemesslēguma aprēķina strāvu I_F ;
- atbilstoši šī energostandarta 8. nodaļai nosaka pieļaujamo zemējumietais pretestību Z_F ;
- izmēra grunts īpatnējo pretestību. Atbilstoši klimatiskai zonai pēc tabulām nosaka klimatisko koeficientu un nosaka grunts aprēķina pretestību;
- izvēlas elektrožu tipu un aprēķina vienas vertikālās elektrodēs pretestību;
- aprēķina aptuveni nepieciešamo vertikālo elektrožu skaitu;
- izvēlas attālumu starp vertikālajām elektrodēm un to izvietojuma veidu rindā vai pa kontūru;
- pēc tabulām, atkarībā no attāluma un izvietojuma veida nosaka elektrožu izmantošanas koeficienta vērtību;
- aprēķina precīzo vertikālo elektrožu skaitu;
- aprēķina savienojošās maģistrāles garumu;
- aprēķina savienojošās maģistrāles pretestību;
- pēc tabulām nosaka savienojošās maģistrāles izmantošanas koeficienta vērtību;
- aprēķina zemējumietais kopējo pretestību Z_{kop} ;
- salīdzina iegūto kopējo pretestību ar pieļaujamo, jābūt $Z_{kop} \leq Z_F$.

3.5. Ja 330 un / vai 110 kV sadales zemējumietaise caur kabeļiem ar metāliskiem apvalkiem, ekrāniem vai bruņām savienota ar citas elektroiekārtas vai ēkas zemējumietaisi, tad potenciāla izlīdzināšana apkārt šai elektroiekārtai vai ēkai, kurā tā atrodas, jārealizē ar vienu no šiem pasākumiem:

- 1 m dziļumā un 1 m attālumā no ēkas pamatiem, vai elektroiekārtas aizņemtās teritorijas perimetra, jāizbūvē zemētājs, kurš jāsavieno ar šīs ēkas / teritorijas potenciālu izlīdzinošo sistēmu, bet pie ieejas / iebrauktuves tajā horizontālie vadītāji jāiegulda 1 un 2 m attālumā no zemētāja 1 un 1,5 m dziļumā, kuri jāsavieno ar to;
- par dabīgo zemētāju izmantojot ēkas dzelzsbetona pamatus, vienlaicīgi nodrošinot pieļaujamu pieskarsprieguma līmeni, jāizpilda šī energostandarta 11. punkta prasības.

Iepriekšminēto nosacījumu izpilde nav nepieciešama, ja apkārt ēkai, ieskaitot durvis un vārtus, ir asfaltēta apmale.

Lai izvairītos no potenciāla, t.i. no zemesslēguma strāvas radītā sprieguma apakšstacijas zemētājietaisē, iznešanas pa kabeļu apvalkiem, ekrāniem, cauruļvadiem un PEN vadītājiem uz vietu, kur potenciāla pret zemi nav, vai tas ir niecīgs, nav pieļaujama patērētāju, kuri atrodas ārpus zemējumietaises robežām, barošana no zemējumietaises robežās uzstādīto transformatoru ar cieši zemētu neitrāli 0,4 kV tinumiem.

Pamatotas nepieciešamības gadījumā tādi patērētāji jābaro no transformatora ar izolētu neitrāli 0,4 kV pusē pa kabeli bez apvalka un bruņas vai gaisvada līniju, vai no atdalošā transformatora.

4. Pielietojamās zemēšanas metodes un risinājumi

4.1. Aizsargzemēšana uzskatāma par galveno dzīvības un īpašuma aizsardzības pasākumu bojājumu gadījumos. Citus pasākumus : automātisku barošanas atslēgšanu, dubultas vai pastiprinātas izolācijas, īpaši mazu spriegumu lietošanu, elektrisko ķēžu sadalīšanu, izolējošu (nevadošu) telpu, zonu vai laukumu veidošanu šis energostandarts detalizēti neapskata.

4.2. Elektroiekārtu sazemēšanai var izmantot dabīgos un mākslīgos zemētājus. Ja elektroiekārtās līdz 1 kV ar dabīgiem zemētājiem var panākt pieļaujamu zemējumietaises pretestību vai pieskarspriegumu un normēto zemējumietaises spriegumu, kā arī ievērot pieļaujamo strāvas blīvumu dabīgajā zemētājā, tad mākslīgie zemētāji nav jāierīko.

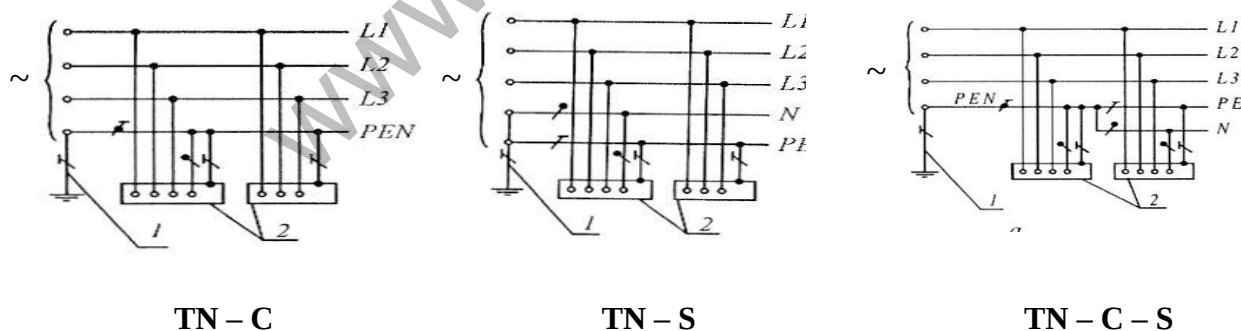
Dabīgo zemētāju izmantošana zemētājiekārtās nedrīkst novest pie minēto bojāšanās vai tiem paredzētās darbības traucējumiem.

4.3. Ja informācijas tehnoloģijas, vai citu pret traucējumiem jūtīgu iekārtu darba zemēšanai tiek izbūvēta atsevišķa (neatkarīga) zemējumietaise, tad jāizpilda īpaši pasākumi elektroaizsardzībai, lai izslēgtu vienlaicīgu pieskaršanos daļām, kuru potenciāla starpība izolācijas bojājuma dēļ var būt bīstama.

Ierīkojot zemējumietaises un sazemējot IT iekārtas jāvadās no LEK 048 “Elektroietaišu zemēšana un elektrodrošības pasākumi. Galvenās tehniskās prasības” prasībām, kuras šajā energostandartā netiek apskatītas.

4.4. Elektroiekārtu barošana ražošanas un sadzīves ēkās un teritorijā paredzama pēc TN sistēmas (3. att.), no transformatora ar cieši zemētu neitrāli izveidojot arī tā automātisku atslēgšanu pie nejaušas pieskaršanās. Sistēmas piemērojot, jāvadās no apzīmējumiem:

- pirmais burts (elektrosistēmas un zemes saistība): **T** (terrain/zeme) – barošanas avota neitrāle ir cieši zemēta;
- otrais burts, **N** (neutral/neitrāle) – elektropatērētāja korpuss ir tieši zemēts, korpuss tiek savienots ar barošanas avota neitrāles zemētāju;
- nākamie burti aiz **N**: **C** (combine/kombinēt) – darba nullvads (N) un aizsargvads (PE) ir apvienoti vienā vadā (PEN) visā apskatāmajā sistēmas daļā; **S** (separate/atdalīt) – darba nullvads (N) un aizsargvads (PE), sākot jau no barošanas avota, visā apskatāmajā sistēmā katrs ir izlikti atsevišķi.



Piezīme: 1 - barošanas avota neitrāles zemētājs; 2 - atklātas vadošas daļas.

3. attēls. Elektroiekārtu barošanas un zemēšanas sistēmas no tehnoloģiskā patēriņa (pašpatēriņa) transformatoriem ar cieši zemētu neitrāli

4.5. T N sistēmā PE un PEN vadītājus ieteicams atkārtoti sazemēt ēku elektroiekārtu ievados un citās pieejamās vietās, tam nolūkam pirmkārt izmantojot dabīgos zemētājus.

Atkārtotā zemējuma pretestība nav normēta. GL ar spriegumu līdz 1 kV pretestībai jāatbilst Tabulas 10. punkta 4. prasībām.

4.6. TN sistēmā barošanas automātiskas zemesslēguma atslēgšanas laiks pie fāzes $U_n \sim 230 \text{ V}$ nedrīkst pārsniegt 0,4 s.

T N – C, T N – S un TN – C – S sistēmas vienā tīklā nav savienojamas ar shēmām TT vai IT.

4.7. Elektroiekārtās virs 1 kV ar cieši vai mazomīgi zemētu neitrāli un vidsprieguma elektroiekārtās, izmantojot kopēju zemējumietaisi, jāveic visu atklāto vadošo daļu aizsargzemēšana.

4.8. Ierīkojot zemējumietaisi, jāievēro zemētājiem pielietojamo materiālu (skat. arī punktā 14.) elektroķīmiskā daba - rūsas veidošanā kritiska ir savienojamo anoda F_A (tērauda) un katoda F_K (vara) virsmu laukuma attiecība. Jāievēro, ka samazinoties attiecībai F_A / F_K anoda virsmas rūšēšana pastiprinās. Nosacījumi zemētāju materiālu, kuru savienošanai virsmu attiecība vienāda vai lielāka par 100 : 1, izvēlei doti Tabulā 1.:

Tabula 1.

Zemētāju materiālu savstarpējā savienošana

Materiāls ar mazu virsmas laukumu	Materiāls ar lielu virsmas laukumu							
	Tērauds, karsti galvanizēts	Tērauds	Tērauds betonā	Tērauds, karsti galvanizēts, betonā	Varš	Alvots varš	Varš, karsti galvanizēts	Varš ar svina apvalku
Tērauds, karsti galvanizēts	+	+ Zn zudums	–	+ Zn zudums	–	–	+	+ Zn zudums
Tērauds	+	+	–	+	–	–	+	+
Tērauds betonā	+	+	+	+	+	+	+	+
Tērauds ar svina apvalku	+	+	0 Pb zudums	+	–	+	+	+
Tērauds ar vara	+	+	+	+	+	+	+	+

apvalku								
---------	--	--	--	--	--	--	--	--

www.latvenergo.lv

Tabulas 1. turpinājums

Materiāls ar mazu virsmas laukumu	Materiāls ar lielu virsmas laukumu							
	Tērauds, karsti galvanizēts	Tērauds	Tērauds betonā	Tērauds, karsti galvanizēts, betonā	Varš	Alvots varš	Varš, karsti galvanizēts	Varš ar svina apvalku
Varš	+	+	+	+	+	+	+	+
Alvots varš	+	+	+	+	+	+	+	+
Galvanizēts varš	+	Zn zudums	Zn zudums	Zn zudums	Zn zudums	Zn zudums	+	Zn zudums
Varš ar svina apvalku	+	+	Pb zudums	+	Pb zudums	+	+	+

Piezīme: + piemēroti savienošanai ; o var tikt savienoti ; – nedrīkst savienot.

4.9. Zemētāji un zemētājvadi jāizvēlas tā, lai bojājuma strāvas iedarbībā to beigu temperatūra nepārsniegtu Tabulā 2. dotās, IEC 60621 – 2 noteiktās, vērtības:

Tabula 2.

Dažādu materiālu pieļaujamās beigu temperatūras

Materiāls	IEC 60621 – 2, ° C	Piezīmes
Kaila vara	500	Redzamiem, grūti aizsniedzamiem vadītājiem.
	200	Neredzamiem, aizsniedzamiem vadītājiem
	150	Ja bīstamība lielāka: - neredzamiem vadītājiem ar palielinātu aizdegšanās risku; - zemētājvadiem, kuri izlikti kopā ar PVC kabeļiem.

Tabulas 2. turpinājums

Materiāls	IEC 60621 – 2, ° C	Piezīmes
Kaila alumīnija	300	Redzamiem, grūti aizsniedzamiem vadītājiem.
	200	Neredzamiem, aizsniedzamiem vadītājiem
	150	Ja bīstamība lielāka: • neredzamiem vadītājiem ar palielinātu aizdegšanās risku; • zemētājevadiem, kuri izlikti kopā ar PVC kabeļiem
Kaila vai galvanizēta tērauda	500	Redzamiem, grūti aizsniedzamiem vadītājiem.
	200	Neredzamiem, aizsniedzamiem vadītājiem
	150	Ja bīstamība lielāka: • neredzamiem vadītājiem ar palielinātu aizdegšanās risku • zemētājevadiem, kuri izlikti kopā ar PVC kabeļiem
Vara , alvota vai svina apvalkā	150	-

4.10. Gaisvadu līniju zemētājvadu (ekrāntrošu) vai kabeļu apvalku pievienošanu apakšstacijas zemējumietasei, tiem uzņemot daļu no bojājuma strāvas, ievēro ar zemējumietases sprieguma U_E samazinājuma koeficientu šādi :

1 × St 70	0,97
1 × Al / St 120 / 20	0,80
1 × Al / St 240 / 40	0,70
2 × Al / St 240 / 40	0,60

4.11. Zemējumietases risinājumā ietveramas zemētāju paralēlās pretestības Z_P vienīgi pie tabulā dotā to garuma nosacījumiem :

Tabula 3.

Zemētāju paralēlās pretestības un minimālie aprēķinā ietveramie garumi

Zemētāja tips	Z_p [Ω]	Minimālais garums [km]	Piezīmes
GVL 1 zemētājvads St * 70	3,2	1,8	Tikai metāla balstos
GVL 1 zemētājvads Al / St 120/20	1,3	4,2	Tikai metāla balstos
GVL 1 zemētājvads Al / St 240/40	1,2	5,4	Tikai metāla balstos
GVL 2 zemētājvadi Al / St 240/40	1,1	6,8	Tikai metāla balstos
10 kV kabelis NKBA 3 × 120	1,2	0,9	-
Ūdensvads Ø 150	2,3	1,5	
Ūdensvads Ø 700	0,4	3,0	
Elektrovilciena 1 sliežu ceļš	0,6	8,0	
Elektrovilciena 2 sliežu ceļi	0,4	6,9	

Piezīmē: St * tērauda vads

5. Elektroiekārtas, to daļas un ražošanas līdzekļi, kuru sazēmēšana ir obligāta (skat. arī 1. attēlu)

5.1. Elektrisko mašīnu, transformatoru, aparātu, gaismekļu, u. tml. strāvas ķēdē neesošas vadošas daļas (korpusi).

Piezīme 1: Zemētājvads jāpievieno redzami, atbilstoši apzīmētā vietā.

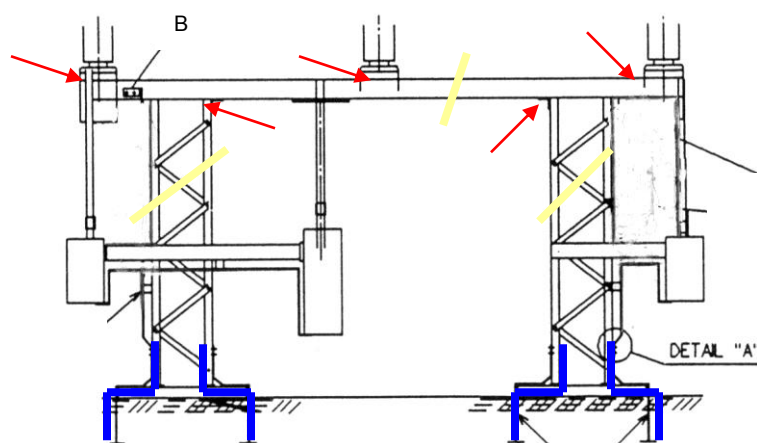
Ja vadošas daļas cieši un elektrovadoši (metālisko saišu kopējā pārejas pretestība atbilst 16.5. punktam un Tabulas 10 1. punkta prasībām) savienotas savā starpā un ar zemētu metālisku pamatni vai karkasu, īpašs zemētājvads nav nepieciešams.

Pamatnei vai karkasam jāatbilst termiskās noturības prasībām. Konkrētai sadales iekārtai pieņemtais risinājums norādāms tehniskajā projektā.

Piezīme 2: Iekārtu kustīgās daļas jāzēmē, šuntējot kustīgos savienojumus.

Iepriekš minētais nav obligāts, ja iekārtas izgatavotājs rakstiski apliecinājis kustīgā savienojuma (slīdkontakta, šarnīra, bukses, gultņa) darbību atbilstību objekta termiskās noturības prasībām, tai skaitā, perspektīvajām

Punkta 5.1. principu izpildes piemēri tērauda metālkonstrukciju gadījumā trīspolīgam atdalītājam ar zemētājslēdzi shematiski parādīti ar 4.1. att. un 4.2. att. :



— Zemētājvadu funkcijas izpilda šīs metālkonstrukcijas (arī vairākas virknē), kuras atbilst termiskās noturības prasībām. Tās ir cinkotas vai krāsotas

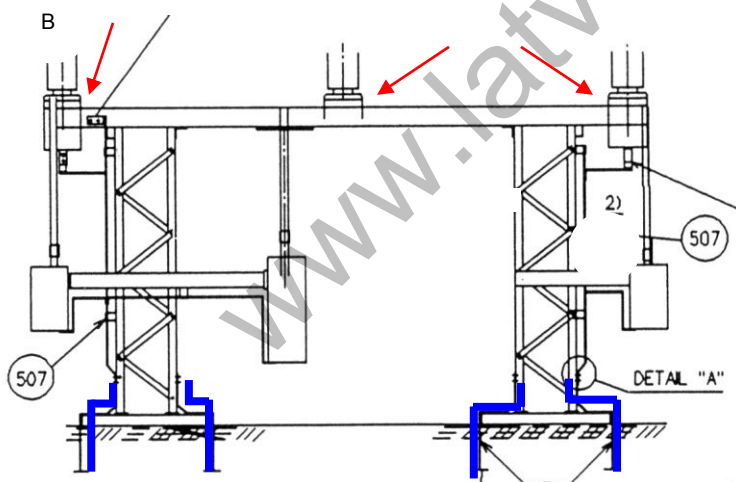
→ Cieši elektrovadoši savienojumi. Krāsotu metālkonstrukciju gadījumā tie ietverami slēpto darbu aktā un kā tādi nododami pasūtītājam

— Dziļo un virsējo zemētāju kontūra izvadi pie jebkurām pa diagonāli pretējām balsta kājām

B Zemētājvada un lokanā pārvienojuma (zemētājslēdža gadījumā vismaz 50 mm^2) pievienošanas vieta (pēdējo neizmanto, ja izgatavotājs apliecinājis zemētājslēdža termiski noturīgu citas konstrukcijas savienojumu ar pamata rāmi)

— Darbinātāji zemējami ar aizsargvadu no zemētās metālkonstrukcijas

4.1. attēls . Sazemēšana, kad starp balsta metālkonstrukcijām (divām vai vairākām) nodrošināti elektrovadoši savienojumi (princips parādīts 330 vai 110 kV atdalītāja, ar tam uzmontētu zemētājslēdzi, gadījumam)



→ Atdalītāja komplektā pasūtīta nekrāsota pamatne (rāmis) bez apjomīgas sagatavošanas nodrošina šo savienojumu elektrovadošu

— Atsevišķi zemētājvadi atdalītāja rāmja (atbilstīgi termiskai noturībai) sazemēšanai.

Darbinātājiem un metāliskiem apvalkiem, kuri nav samontēti kopā ar atdalītāja vai zemētājslēdža metālisko rāmi, jāpievieno aizsargvads

— Dziļo un virsējo zemētāju kontūra izvadi pie jebkurām pa diagonāli pretējām balsta kājām

B - Zemētājvada un lokanā pārvienojuma (zemētājslēdža gadījumā vismaz 50 mm^2) pievienošanas vieta (lokano pārvienojumu neizmanto, ja izgatavotājs apliecinājis zemētājslēdža termiski noturīgu citas

4.2. attēls Sazemēšana, kad starp metālkonstrukcijām nav nodrošināti cieši elektrovadoši savienojumi - kā komutācijas iekārtu, tā to darbinātāju sazemēšanai izmantojami īpaši zemētājvadi (princips parādīts 330 vai 110 kV atdalītāja, ar tam uzmontētu zemētājslēdzi, gadījumam)

Piezīme3: Caurvadu metāliskie atloki ir jāzēmē.

Pieļaujams zemēt tikai kopējo balsta konstrukciju, ja caurvadi bez metāliska atloka balstīti uz zemēta metāliska rāmja. No īpaša rāmja var atteikties, ja balsta konstrukcija kā rāmis spēj novadīt zemesslēguma strāvu un tai nav iespējamspieskarties.

Piezīme 4: Iekārtu balstu izolatoru atloki un piekarizolatoru āķi mūra sienā ir jāzēmē, ja tiem ar zemētām balsta konstrukcijām nav elektriska kontakta. Pieļaujama kontaktvietas rūpīga sagatavošana (ietverama slēpto darbu aktā), notīrot izolējošo krāsas kārtu. Stiprinājuma skrūves ir pietiekami vadošs savienojums.

Piezīme5: Pārsprieguma izlādņa zemēšana jāizdara pa iespējami īsāko ceļu. Zemētājvadā atļauts iebūvēt dzirksteļspraugu izlādņa darbības kontrolei.

5.2. Komutācijas iekārtu darbinātāju korpusi

Piezīme: Zemētājvada pievienošanas vietai jābūt redzamai un atbilstoši apzīmētai.

Ja korpusi redzami, cieši un elektrovadoši savienoti ar komutācijas aparāta konstrukciju (par to ir izgatavotāja rakstisks apliecinājums), zemētu pamatni vai karkasu, īpašs zemētājvads nav nepieciešams, izņemot atdalītāju un zemētājslēdžu darbinātāju korpusus, kuri ar atsevišķu zemētājvadu jāsavieno ar zemētāja izvadu vai zemētu metālkonstrukciju visos gadījumos.

5.3. Sadales skapju, vadības, releju paneļu, sadaļņu u.c. karkasi, kā arī to noņemamās vai atveramās durvis, ja uz tām uzstādīta maiņsprieguma virs 50V, vai līdzsprieguma elektroiekārta virs 120 V, bet telpās ar paaugstinātu bīstamību un ĀSI - attiecīgi 25 un 60V iekārtas.

Piezīme: Sprādzienbīstamās iekārtās sazemēšana izdarāma neatkarīgi no sprieguma līmeņa.

5.4. Sadales iekārtu metāla un dzelzsbetona konstrukcijas; zibensnovedēju uzstādīšanai izmantotās konstrukcijas; kabeļu konstrukcijas; kabeļu uznavas; spēka un kontrolkabeļu apvalki un bruņas; vadu apvalki; elektroinstalācijas cietās un lokanās caurules; kopņu (strāvas) vadu apvalki un balsta konstrukcijas; kabeļu siles; kārbas; stīgas, troses un plakanprofili, uz kuriem nostiprināti kabeļi; citas metālkonstrukcijas, kuras saistītas ar elektroiekārtu uzstādīšanu .

Piezīme 1: Spēka kabeļu metālisko apvalku, ekrānu un bruņas zemēšana atbilstoši projekta risinājumam tikai vienā galā ir pieļaujama, ja pretējā galā normālā darbā vai bojājuma gadījumā uz atklātām metāliskām daļām nevar parādīties nepieļaujams pieskarspriegums. No inducēto strāvu un uzskaites sistēmu pareizas darbības viedokļiem vēlams zemēt trīsfāžu un vienfāžu kabeļu metāliskos apvalkus tikai vienā galā, gala apdares atstājot izolētas (gariem kabeļiem tie jāzēmē abos galos vai pretējā galā jāparedz aizsargāšana pret nejaušu pieskaršanos).

Piezīme 2: Lai izvairītos no rūsēšanas, savienojums ar zemētājietaisi atļauts arī caur katodaizsardzības savienojumu.

Piezīme 3: Savienojumu uzdevās savstarpēji jāsavieno kabeļu apvalki, ekrāni un bruņas. Ja ir metālisks aizsargapvalks, tas jāsaņem. Atļauts iebūvēt izolējošās savienojuma uzdevas, lai izvairītos no potenciāla izņemšanas.

Piezīme 4: Zibensaizsardzībai, ārtipa sadales iekārtās paredzami stieņveida zibensnovēdēji, kuri montējami uz spriegojošiem kopņu un līniju portāliem vai GVL zemētājevadi, bet ar projektu tehniski un ekonomiski pamatotos īpašos gadījumos – tie paredzami kā atsevišķi stāvoši.

GVL zemētājevadiem un zibensnovēdējiem jābūt izturīgiem pret rūšēšanu (t. i. Al / St vads, karsti galvanizēta tērauda caurules, vai stieņi zibensnovēdējiem).

Zibensnovēdēja uzstādīšanai izmantotās konstrukcijas, jāpievieno sadales ietaises zemēšanas kontūra izvadiem pa īsāko ceļu tādā veidā, lai zibensizlādes strāva kontūrā nonāktu pa četriem stariem.

Bez minētā, zibensnovēdēja uzstādīšanas vietā zibensizlādes strāvas novadīšanai jāiedzen papildus 2 – 3 vertikālie zemētāji.

Piezīme 5: Ēku ārsienām pielietojams nevadošs materiāls (mūris, nestiegrots betons vai koks), kā arī jāizvairās no saņemtu metāla daļu, kurām var pieskarties, iestrādāšanas tajās.

Piezīme 6: Metālkonstrukciju, kura saistīta ar elektroiekārtu uzstādīšanu un sastāv no vairākām elektrovadošām savienotām daļām drīkst uzskatīt par vienu konstrukciju (elementu), ja izpildītas šī energostandarta p. 12.8 prasības.

Piezīme 7: Zemētājevadi nedrīkst veidot noslēgtus kontūrus apkārt reaktoriem, to tuvumā. Atkāpes no šo uzstādāmo iekārtu ekspluatācijas prasībām nav pieļaujamas.

5.5. Gaisvadu EPL metāla un dzelzsbetona balsti

5.6. Spēka, kontrolkabeļu un vadu, kuru spriegums nepārsniedz 25 V maiņsprieguma (60 V līdzsprieguma), metāliskie apvalki un bruņas, ja kabeļi guldīti uz kopējām metālkonstrukcijām ar augstāka sprieguma kabeļiem un vadiem, t. sk., kopējās caurulēs, kārbās, silēs, u. tml.

5.7. Mērtransformatoru sekundārie tinumi jāzēmē uz to sekundārajām spailēm.

Ja minētā vietā zemēšana nav iespējama vai vēlama, tā jāizdara uz tuvākās rindspaiļes.

Sazemēšanai lietojams vara vads ar šķērssgriezuma laukumu $S \geq 4 \text{ mm}^2$.

Jāzēmē vai jāaizsargā ar ventiļa tipa pārsprieguma novadītājiem spēka transformatoru neizmantojie vidējā vai zemākā sprieguma tinumi.

5.8. Pārvietojamo un pārneseamo elektroierīču metāliskie korpusi.

5.9. Elektroiekārta, kura uzstādīta uz kustīgām mašīnu, mehānismu un darbgaldu daļām.

5.10. Elektroietaisēs ievestie metāliskie cauruļvadi.

No rūšēšanas un katodaizsardzības viedokļa vai, lai neiznestu potenciālu, tajos atļauts iebūvēt izolējošus atlokus. Ja zemējumietaisies spriegums pārsniedz 50 V, pie izolējošiem atlokiem jāveic aizsargāšanas pasākumi pret nepieļaujamu pieskarspriegumu, piem., noseģšana, nožogošana, izolēšana, brīdinājuma zīmju izlikšana.

5.11. Ēkas karkasa metāliskās daļas.

5.12. Centralizēto ventilācijas un kondicionēšanas sistēmu metāliskās daļas.

Decentralizētas ventilācijas un kondicionēšanas sistēmas gadījumā metāliskie gaisa vadi jāpievieno iekārtas barojošās sadalnes PE kopnei.

5.13. Celšanas mehānismu pamati.

5.14 Elektroietaišu un elektroiekārtu ar 110 kV un augstāka sprieguma līniju pieejām ārējais žogs.

Saistībā ar ārējo žogu *izmantoto terminu skaidrojums*, attiecinot tos uz sistēmas (tīkla) nenormālo (zemesslēguma) režīmu :

Elektrovadošs žoga posms ir tāds, kuram kaut viens no posma trim mezgliem (rāmis, pinums, pinumu uzturošās stieples) ir metālisks un bez nevadoša apvalka.

Elektronevadošs žoga posms, bez vispārzināmiem, ir arī posms, kura rāmis, pinums un pinumu uzturošās stieples ir metāliski, visi ar nevadošu pārklājumu.

Elektrovadošs žoga stabs ir metāla bez pārklājuma un krāsojuma apakšzemes līmenī stabs, vai tāds dzelzsbetona stabs, kura vertikāli cauri ejošā armatūra elektriski savienota ar žoga posmu metāliskiem, elektrovadošiem mezgliem.

Metāla stabam ne mazāk kā 1 m no tā garuma jābūt uzstādītam rūpīgi bļietētā gruntī, mehāniskai noturībai staba apakšzemes augšējā daļa var tikt iebetonēta.

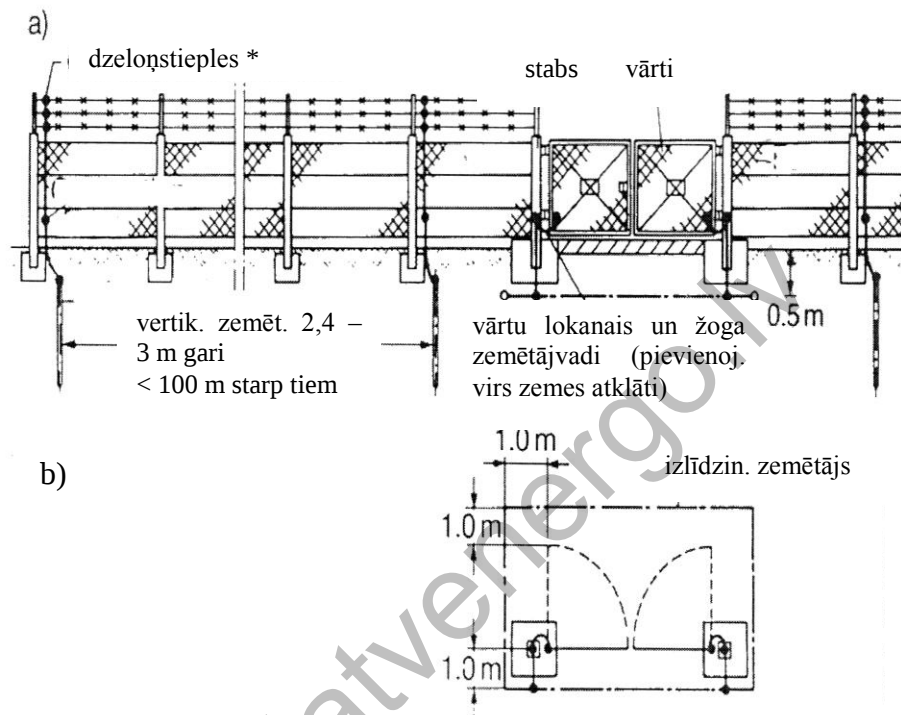
Elektronevadošs žoga stabs, bez vispārzināmiem, ir arī betona un metāla stabs ar plastmasas pārklājumu.

Elektronevadošs – šis nodaļas izpratnē ir mezgls, ar kura izmantošanu ievēro augstākā pieļaujamā pieskarsprieguma nepārsniegšanu, t.i. tā izmantošana aizstāj zemējumietaisies pretestības tālākas samazināšanas nepieciešamību.

Šādu ārējā žoga / vārtu sastāvdaļu pielietošana saistīta ar pieskaršanās iespēju no āra elektroietaisies nenormālā režīmā.

- Ar atsevišķu zemētāju jāzemē žogs no elektrovadošiem posmiem, ja tam nav elektrovadošu stabu .
Žoga un vārtu zemēšana jāizdara atbilstoši 5 .att. ar 2,4 – 3 m dziļo, vai ar 1 m garu dzelzs virsējo zemētāju palīdzību pa visu perimetru. Attālums starp tiem nedrīkst pārsniegt 100 m.
- Nav jāierīko zemētājs žogam no elektrovadošiem posmiem un elektrovadošiem stabiem;

- Nav jāierīko zemētājs žogam, ja posmi ir elektronevadoši neatkarīgi no stabu izveidojuma.



Piezīme*: dzelonstieples pielietošanu, projektējot žogu, nosaka pasūtītāja tehniskais vadītājs izvērtējot objekta nozīmību un kriminālo situāciju tā atrašanās vietā.

5. attēls. Žoga un vārtu zemēšana: a) sānskats griezumā b) skats plānā uz vārtiem

Piezīme 1: Lai izslēgtu elektrisku saiti starp žogu un sadales iekārtas zemējumietaisi pieskarsprieguma bīstamības dēļ, vienlaicīgi jānodrošina šādu pamatprasību izpildi:

- attālumam starp žogu un sadales iekārtas zemējumietaisi elementiem, kuri novietoti gar to no iekšpuses, ārpus vai abām pusēm, jābūt lielākam vai vienādam ar 2 m;
- lai horizontālie zemētāji (caurules un kabeļi ar metāla apvalku vai bruņu, u. c. metāliskas komunikācijas) uz āru cauri žogam izietu 0,5 m dziļumā pa vidu stabiem;
- vismaz 1 m garš žoga posms no ķieģeļa vai koka vietās, kur ārējais žogs pieiet ēkai, būvei, vai arī tam pieiet iekšējs metālisks nožogojums (prasība nav piemērojama elektronevadošu posmu gadījumā);

- uz žoga uzstādītās ierīces jābāro no atdaloša transformatora pa sekundārajam tinumam pievienotu, no zemes izolētu līniju zemējumietaisē aprēķina sprieguma līmenī. Atdalošo transformatoru uz žoga uzstādīt nedrīkst.

Piezīme 2: Atsevišķu elektroietaišu žoga metāliskās daļas, neatkarīgi no tā vai žogam izbūvēts atsevišķs zemētājs, zemāk minētos gadījumos jāpievieno sadales iekārtas zemējumietaisei vismaz divās vietās un jāveic potenciāla izlīdzināšana, lai pieskārsprriegums ne no vienas puses nepārsniegtu pieļaujamo:

- ja nav iespējams nodrošināt kaut vienas no augstāk, **piezīmē 1** minētām prasībām izpildi ;
- ja sadales iekārtas zemējumietaise iziet ārpus nožogotās teritorijas.

Žoga visām daļām jābūt savstarpēji savienotām. Stabi jāzemē atsevišķi, ja tiem ar žoga posmiem nav droša savienojuma.

Ierīkojot sadales iekārtas zemējumietaisi pēc pieļaujamās pretestības lieluma, potenciāla izlīdzināšanai, jāiegulda virsējais zemētājs ārpusē 1 m attālumā no žoga / 1m no zemējumietaisē aizņemtā laukuma robežas 0,5 m dziļumā, kurš pievienojams sadales iekārtas zemējumietaisei vismaz četrās vietās.

5.15. Ar ārējiem žogiem saistītie vārti elektroietaisēs un elektroiekārtās ar 110 kV un augstāka sprieguma līniju pieejām.

Prasības attiecībā uz vārtu zemējuma izveidošanu, ievērojot vērtņu un stabu elektrovadīšanu, ir analogas p. 5.14 noteiktajām attiecībā uz žogu.

Bez tam, pieļaujamā pieskārsprrieguma nepārsniegšanas nolūkā, obligātas ir šādas prasības:

- ja vārti savienoti ar sadales iekārtas zemētājietaisi, kaut arī tikai ar PE vadītāju, kabeļa metālisko apvalku u.t.t., tad vārtu vēršanās laukumam jāveic potenciāla izlīdzināšana atbilstoši 5.att. (potenciālu izlīdzinošais zemētājs ar žogu un vārtiem savienojams atklāti), vai vieta vārtu atvēršanās laukuma zonā jāizolē vismaz ar 100 mm šķembu slāni vai labas kvalitātes (bez plaisām, metāliskiem ieslēgumiem) asfalta slāni ar šķembām zem tā;
- vārti ar dubultvārtu vēršanas attālumu ārējiem žogiem no elektrovidošiem posmiem, kuri nav savienoti ar sadales iekārtas zemējumietaisi elektriski jāatdala no žoga (šajā gadījumā nav pieļaujama vienlaicīgas pieskārsšanās iespēja atdalītām žoga daļām!) vai jāveic potenciāla vienādošana 0,5 m dziļumā, ar virsējo zemētāju izveidojot elektrisku savienojumu starp vērtņu abām pusēm.

6. Elektroiekārtas, to daļas un ražošanas līdzekļi, kuru sazemēšana nav obligāta

6.1. Uz metāliskiem pamatiem, konstrukcijām, sadales iekārtām, paneļiem, skapjiem, sadalnēm, darbagaldu un mašīnu vai mehānismu korpusiem, kuri ir sazemēti, uzstādīti

elektroiekārtu un aparātu korpusi pie nosacījuma, ka panākts metālisko virsmu drošs elektrisks savienojums starp šiem korpusiem un pamatu.

Piezīme: Balsta un pamatu metālkonstrukciju izmantošanas nosacījumi primāro elektroiekārtu saņemšanai doti 4.att. 1. un 2. variantu aprakstos.

6.2. Metālkonstrukcijas, kurām ir panākts drošs, elektrisks kontakts starp šīm konstrukcijām un uz tām uzstādītām elektroiekārtām, kuras pievienotas aizsargvadām (PE).

Norādītās konstrukcijas nedrīkst izmantot uz tām uzstādītās citas elektroiekārtas saņemšanai.

6.3. Stīgas, troses un plakanprofili, pa kuriem izlikti kabeļi ar zemes potenciālam pievienotu vai saņemtu metālisko apvalku, bruņu vai ekrānu.

6.4. Iekārtu kustīgās daļas nav jāzēmē, ja konstrukcijā ir nodrošināts pamatnes drošs, elektrisks savienojums ar iekārtas kustīgo daļu.

6.5. Iekārtu balstu izolatoru atloki un piekarizolatoru āķi, ja tiem ar zemētām balsta konstrukcijām ir panākts drošs elektrisks kontakts.

6.6. Sadales iekārtu kameru metālisko karkasu, skapju, nožogojumu u.tml. noņemamās (atveramās) daļas, ja uz tām nav uzmontēta elektroiekārta vai, ja tās spriegums nepārsniedz ~ 50 V maiņsprieguma gadījumā, vai = 120 V līdzsprieguma gadījumā, bet telpās ar paaugstinātu bīstamību un ĀSI – attiecīgi, 25 un 60 V.

6.7. Metāliskās daļas ligzdu iekšpusē, ja tās izmantotas kā attāluma norobežojums no strāvu vadošām daļām, piem., metāliskas aizsargcaurules, aizsargnožogojumi, kabeļu kārbas vai plaukti mērīšanas un signalizācijas kabeļiem.

6.8. Gaisvadu EPL izolatoru armatūra un tai pievienojamās detaļas.

6.9. Elektroiekārtu ar dubulto izolāciju atklātās vadošās daļas.

6.10. Metāliskas skavas, stiprinājumi, kabeļu mehāniskās aizsardzības cauruļu (iemavu) gabali vietās, kur tie iziet caur sienu vai pārsegumu, un citas līdzīgas instalācijas detaļas ar laukumu līdz 100 cm², t.sk. zemapmetuma nozares un cauri ejamās kārbas.

6.11. Sliežu ceļus, kuri iziet ārpus apakšstacijas teritorijas saņemēt nedrīkst.

7. Prasības saņemšanai izliktot kabelus vai neizolētas zemējumietaises daļas uz izolētas virsmas (balstiem, sienām, kanālos u.tml.)

7.1. Kabelu un vadu izlikšanā jāvadās no saistošo standartu prasībām. Šis energostandarts detalizēti izlikšanas prasības neapskata. Rekomendētās metodes ir :

- **A - izlikšana izolētās sienās, (ieskaitot arī grīdu):**
 - viendzīslu kabeli bez apvalka – izolējošās kabelcaurulēs vai kabelrenēs, (ieskaitot slēgtas caurules / penālus grīdā);
 - daudzdzīslu kabeli un viendzīslu vadi ar apvalku – izolējošās kabelcaurulēs vai kabelrenēs;
 - daudzdzīslu kabeli un viendzīslu vadi ar apvalku – sienās.
- **B1 - izlikšana uz sienas vai zem apmetuma:**
 - viendzīslu kabeli bez apvalka – izolējošās kabelcaurulēs vai kabelrenēs virs sienas, (ieskaitot ventilējamās caurules / penālus grīdā);
 - viendzīslu kabeli bez un ar apvalku, daudzdzīslu kabeli – izolējošās kabelrenēs sienā, (ieskaitot griestos).
- **B2 - izlikšana uz sienas:**

Daudzdzīslu kabeli bez apvalka – izolējošās kabelcaurulēs vai kabelrenēs uz sienas vai uz grīdas.
- **C - tieša izlikšana:**
 - daudzdzīslu kabeli un viendzīslu kabeli ar apvalku – uz sienas vai uz grīdas, (ieskaitot atvērtas vai ventilējamās caurules / penālus);
 - daudzdzīslu kabeli sienās (ieskaitot griestus).

- **E - atmosfērai pakļauta izlikšana**, t.i. nav šķēršļu siltuma aizplūšanai:
 - kabeļi izliekami attālumā, kurš lielāks par $0,3d$ no sienas (d - kabeļa ārējais diametrs);
 - starp horizontāli blakus izliktiem kabeļiem attālumam jābūt lielākam vai vienādam ar $2d$;
 - starp vertikāli cits virs cita izliktiem kabeļiem attālumam jābūt lielākam vai vienādam ar $2d$.

7.2. Apakšstacijas vispārējās nozīmes tīkla kabeļi, kuri aptver arī aizsargvadus, kā viendzīslu vadus vai kabeļa dzīslas, izliekami savrup (atstatumā $> 0,3 \text{ m}$) no vadības sistēmas signālkabeļiem vai, pēdējie izliekami atsevišķās kabeļu caurulēs vai uz atsevišķiem plauktiem.

Kabeļu izlikšanai (stiprināšanai) uz izolētas virsmas, cauri sienai, u.c. izmantotās metāliskās konstrukcijas (detāļas) ar laukumu virs 100 cm^2 , jāsamē (skat. arī punktu 5.4.).

Izliekot viendzīslu kabeļus "āboliņa lapas" veidā, tie stiprināmi tāpat kā daudzdzīslu, un, ja nepieciešams, izvadāmi caur vienu tērauda cauruli. Viendzīslu kabeļi un vadi maiņsprieguma sistēmā stiprināmi ar plastmasas vai nemagnētiska materiāla aptverēm, lai tās neradītu noslēgtu magnētisku cilpu.

Izolētiem aizsargvadiem (PE, PEN), kuri nav kabeļa sastāvdaļa izmantojami viendzīslu vadi ar dzeltenī-zaļu izolāciju.

7.3. Neizolētām zemējumietaisēs daļām (zemētājvadiem, atsevišķām zemēšanas kontūra daļām, aizsargvadiem) ārpus zemes jābūt redzamām, vai zem apšuvuma pieejamām, un pasargātām no mehāniskas vai ķīmiskas bojāšanas. Atklāti izliktie necinkotas dzelzs zemētājvadi jānokrāso melnā krāsā.

Vietās, kur zemējumietaisēs daļas ievestas telpā (ēkā), uz tām izliekama šī energostandarta punktā 13.8. noteiktā zīme vai izdarāms dzeltenī-zaļas izolācijas lentas uztinums 50 mm garumā.

Pa telpu (ēku) sienām zemētājvadi izliekami paralēli arhitektūras līnijām 10 mm vai vairāk attālumā no sienas pamatnes. Sausās telpās bez ķīmiski aktīvas vides pieļaujams tos likt tieši pie sienas. Kanālos aizsargvadi izliekami ne mazāk kā 50 mm zem noņemamā pārseguma vāka. Atstarpēm starp to stiprinājumu vietām jābūt ne lielākām par $1,5 \text{ m}$, bet pagriezienos un nozarojumos ne lielākām par $0,2 \text{ m}$. Iziešanai caur sienu vai pārsegumu izmantojamas lielāka izmēra nedegoša materiāla iemavas

Neizolētas zemējumietaisēs daļas nedrīkst izlikt kabeļcaurulēs vai kabeļrenēs kopā ar kontrolkabeļiem.

8. Prasības zemējumietaišu pretestības maksimālajam lielumam tīklos ar dažādiem neitrāles režīmiem un zemējumietaišu pretestības maksimālā lieluma noteikšanas metodes

8.1. Tīklos ar cieši zemētu neitrāli (110 un 330 kV tīkli) zemējumietais, kura projektēta ievērojot prasības attiecībā pret tās pretestību, pretestībai jebkurā gadalaikā jābūt $\leq 0,5 \Omega$, ievērojot arī dabīgo un mākslīgo zemētāju pretestības.

Zemējumietais spriegums U_E , caur to plūstot zemesslēguma strāvai I_F , nedrīkst pārsniegt 10 kV. Augstāks spriegums pieļaujams tām zemējumietaisēm, no kurām potenciāls nevar tikt iznests ārpus elektroiekārtu ēku un iežogojumu robežām. Ja zemējumietais spriegums U_E pārsniedz 5 kV, jāparedz atejošo sakaru un telemehānikas kabeļu izolācijas aizsardzība un bīstama potenciāla iznešanas novēršana ārpus elektroiekārtas robežām.

Zemējumietasei, kura projektēta ievērojot prasības attiecībā uz pieskarspriegumu U_t , caur to plūstot zemesslēguma strāvai I_F , pretestības pieļaujamais lielums jānodrošina jebkurā gadalaikā. Zemējumietais pretestību tad jānosaka pēc pieļaujamā zemējumietais sprieguma U_E un zemesslēguma strāvas I_F . (skat. arī punktu 3.3.).

Šā punkta prasībām atbilstošās zemējumietais izmantošana 330 / 110 / 6 – 20 kV apakšstacijās noteikta punktā 3.2..

Šajos tīklos nav izskatāma ilgstoši pieļaujama pieskarsprieguma vērtība, bojājumi vienmēr jāatslēdz. Laikā ierobežota bojājuma radīta pieskarsprieguma norma pie 380 V pieļaujama 0, 2 s, no 3 s līdz dažām stundām - 65 V.

8.2. Tīklā ar izolētu neitrāli (6, 10 un 20 kV tīkli), izmantojot zemējumietaisi tikai šo spriegumu elektroiekārtām, tās pretestībai, ievērojot arī dabīgo zemētāju pretestību, caur to plūstot aprēķina zemesslēguma strāvai I_F jebkurā gadalaikā jābūt: $R \leq 250 / I \Omega$, bet ne lielākai par 10Ω , kur I – aprēķina zemesslēguma strāva I_F , A.

Ja šo zemējumietaisi vienlaicīgi izmanto arī elektroiekārtā līdz 1 kV ar cieši zemētu neitrāli, tās pretestībai jābūt $R \leq 125 / I \Omega$, bet ne lielākai par 10Ω , vai arī zemējumietasei jāpievieno ne mazāk kā divu zemsprieguma (līdz 1 kV) vai augstsprieguma, vai abu spriegumu kabeļu apvalki un bruņas kopgarumā ne mazāk kā 1 km.

Šajos tīklos nav izskatāma ilgstoši pieļaujamā pieskarsprieguma vērtība, bojājumi vienmēr jāatslēdz. Laikā ierobežota bojājuma radīta pieskarsprieguma norma – 380 V pieļaujama 0, 2 s, laikā no 3 s līdz dažām stundām - 65 V.

8.3. Tīklu līdz 1 kV ar cieši zemētu neitrāli elektroietaisēs zemējumietaišu pretestībai jebkurā gadalaikā jābūt ne vairāk par 4Ω un 8Ω , attiecīgi pie trīsfāžu avota spriegumiem 400 / 230 V, vai 230 / 127 V vienfāžu avota gadījumā.

Šāda pretestība jānodrošina ņemot vērā dabīgo zemētāju un atkārtoto PEN vai PE vadītāju zemēšanas izmantošanu.

Ilgstoši pieļaujamā pieskarsprieguma lielums noteikts 50 V; bojājumi, pie kuriem pieskarspriegumi lielāki, jāatslēdz.

9. Nosacījumi zemesslējuma strāvu noteikšanai

9.1. Apakšstaciju 330 kV un 110 KV, kā arī, ar tām energoobjekta robežās saistītām 6 kV - 20 kV sadales iekārtām paredzama kopēja zemējumietaise, (skat. arī nod.3.).

9.2. Zemējumietaišu ierīkošanā tīklā ar cieši zemētu neitrāli zemesslējuma strāvas I_F nosacījumiem atbilst (skat. arī 2.5 un 2.14):

- I'_{k1} - kura nosakāma saskaņā ar LVS EN 60909 rēķinot elementu termisko slodzi;
- I_E - rēķinot ietaises pieskarspriegumu, nav vispārējas aprēķina formulas tās noteikšanai. Katrā atsevišķā gadījumā, projektējot jāizvērtē, vai tā var būt izšķiroša.

Sistēm vadības struktūrvienības kompetencē ir zemesslējuma strāvas noteikšana, kā arī atbildība par šo projekta izejas datu izsniegšanu. Tai jā sagatavo arī izejas dati pārnesamo zemējumu šķērsriezuma noteikšanai sistēmas energoobjektiem.

9.3. Zemējumietaišu ierīkošanā tīklā ar izolētu neitrāli zemesslējuma strāvas I_F nosacījumiem atbilst aprēķina zemesslējuma strāva tai ekspluatācijā iespējamai tīkla shēmai, kurā tā ir ar vislielāko vērtību.

Par aprēķina strāvu I_F jāpieņem:

- tīklos bez kapacitatīvās strāvas kompensācijas divfāžu zemesslējuma strāvu I_{k2} ($0,85 I_{k3}$) - rēķinot zemēšanas kopni; izmērīto vai aprēķina zemesslējuma strāvu I_C - rēķinot pārējos zemētājvadus; $r \cdot I_C$ - rēķinot zemējumietaisies spriegumu un pieskarspriegumu (r - redukcijas koeficients, ar kuru ievēro trošu un kabeļu apvalku iespaidu);
- tīklos ar kapacitatīvo strāvu kompensāciju:
 - zemējumietaisēm, kurām pievienotas kompensācijas iekārtas - $1,25 I_{nom}$ no jaudīgākās iekārtas strāvas;
 - zemējumietaisēm, kurām nav pievienotas kompensācijas iekārtas, - šajā tīklā plūstošo zemesslējuma strāvu I_F , jaudīgākās kompensācijas iekārtas atslēgšanas gadījumā.

10. Prasības zemējuma kontūra izveidošanai apakšstacijās tīkliem ar dažādiem neitrāles režīmiem

10.1. Pamatprasības 330 un / vai 110 kV apakšstaciju zemējumietaisies ierīkošanai un uzturēšanai ietvertas šī energostandarta 3. nodaļā. Zemējuma kontūra (dziļie un virsējie zemētāji kopā ar izvadiem) un zemētājvadu tehniskie parametri jāparedz termiski noturīgi pie tīklā maksimāli iespējamās bojājuma strāvas.

10.2. Tīklam ar cieši zemētu neitrāli maksimālā bojājuma strāva (arī perspektīvā) kontūrā aprēķināma no sistēmas datiem ar simetrisko komponentu metodi. Parasti tā zemējumietasei jāpieņem vienāda ar primārajām iekārtām noteikto.

10.3. Tīkla elektroietaisies ar cieši zemētu neitrāli zemēšanas kontūrs, potenciāla izlīdzināšanas un visu teritorijā atrodošos elektroiekārtu pievienošanas zemējumietasei nolūkā, ierīkojams kā sazemēšanas tīkls, kurš veidojams no savstarpēji savienotiem krusteniski izliktiem horizontāliem zemētājiem (skat. 10. att.). Garen un šķērsvirziena horizontālo zemētāju izvietojumam jāizpilda prasības pieskārsprieguma samazināšanai līdz normatīvajam un racionālai sazemējamu iekārtu pievienošanai.

Sazemēšanas tīkla acu (režģu) lielums spēka transformatora neitrāļu un īsslēdzēju pievienošanas vietu tuvumā nedrīkst pārsniegt 6×6 m. Garen - un šķērsvirziena horizontālie zemētāji šajās un zibensnovedēju uzstādīšanas vietās izliekami četrosvirzienos.

Horizontālie zemētāji pa zemējumietaisies laukuma malu izliekami tā, lai tie kopā veidotu noslēgtu kontūru (daudzstūri - gadījumā, ja tas iziet ārpus ārējā žoga).

10.4. Tīkliem, kuru neitrāles nav cieši zemētas, t.i. tās ir kompensētas, kompensētas arpapildrezistoru, lielrezistīvzemētas vai mazpretestībzemētas, par maksimālo bojājuma strāvu kontūrā jāpieņem divfāžu īsslēguma strāva ($\sqrt{3} / 2$ no maksimālās trīsfāžu īsslēguma strāvas). Bojājuma novēršanas laiks parasti pieņemams vienāds ar primārajām iekārtām noteikto.

10.5. Tīklu neitrāļu zemēšanas metodes izvēlē, zemējumietaišu projektēšanā un ekspluatācijā jāreķinās ar riskiem, kuri bojājumu gadījumiem, dažādu neitrāļu režīmu tīkliem salīdzinājumam doti tabulā :

Tabula 4.

Tīklu darba riski atkarībā no neitrāles zemēšanas metodes

Neitrāles režīms /risks	Cieši zemēta	Reaktances	Mazrezistīva	Lielrezistīva	Rezonanses	Nezemēta
Iekārtu bojājumi	- - -	- -	-	+ +	+ + +	+ +
Briesmas cilvēkiem	- - -	- - -	- - -	+	+	-
Loka bojājumi	+ + +	+ + +	+ + +	+ +	+ +	- - -
Pārspriegums bojājuma laikā	+ + +	+ +	+ +	-	-	- - -
Ferorezonanse	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	- - -
Aizsardzības selektivitāte	+ +	+ + +	+ + +	+	-	-
Aparātu izolācija	+ + +	+ +	+ +	-	-	- - -

Piezīme: - - - vislielākā mērā (3 mīnusi); + + + vismazākā mērā (3 plusi);

10.6. 6 – 20 / 0,4 kV apakšstacijām ierīkojama viena kopēja zemējumietaise.

Apkārt apakšstacijas laukumam, ne mazāk kā 0,5 m dziļumā un ne tālāk kā 1 m no ēkas pamatiem vai atklāti uzstādītās iekārtas pamatiem, jāierīko noslēgts horizontālais zemētājs (kontūrs), kurš pievienojams zemējumietasei.

10.7. Tīklos ar cieši zemētu neitrāli līdz 1 kV trīsfāžu ģeneratora vai transformatora neitrāle pievienojama zemējumietasei ar zemētājvadu.

Neitrāles zemēšanai paredzētajam mākslīgajam zemētājam jāatrodas ģeneratora vai transformatora tuvumā.

Visos gadījumos jānodrošina zemētājvada veselums un tas jāaizsargā pret mehāniskiem bojājumiem.

Tabula 5.

Mazākie pieļaujamie zemē guldīto zemētāju un zemētājvadu izmēri

Materiāls	Šķēsgriezuma profils	Diametrs, mm	Šķēsgriezuma laukums, mm ²	Sieniņas biezums, mm
Tērauds, melnais	Apaļš:			
	Vertikāliem zemētājiem;	16	-	-
	Horizontāliem zemētājiem.	10	-	-
	Plakanprofils ¹⁾ , vai cits	-	100 / 50 ³⁾	4
	Caurules	32	-	3,5

Tabulas 5. turpinājums

Materiāls	Šķērsriezuma profils	Diametrs, mm	Šķērsriezuma laukums, mm ²	Sieniņas biezums, mm
Tērauds, karsti cinkots	Apaļš:	12	-	-
	Vertikāliem zemētājiem;	10	-	-
	Horizontāliem zemētājiem.	-	100 / 50 ³⁾	3
	Plakanprofils ¹⁾ , vai cits Caurules	25	-	2
Varš, kails	Apaļš;	12	16 ³⁾	-
	Plakanprofils ¹⁾	-	50	2
	Caurules	20	-	2
	Daudzīslu vīts, trose	1.8 ²⁾	35	-

Piezeme¹⁾: valcēta vai griezta lenta ar noapaļotām malām.

Piezīme²⁾: atsevišķās dzīslīņas diametrs.

Piezīme³⁾: virs zemes.

10.8. Sadales iekārtas zemētājietais aprēķināšanai pirms projektēšanas darbu sākuma jāveic grunts izpēte (skat. arī punktā 3.4.), izmērot arī tās īpatnējo pretestību 50 Hz maiņstrāvai ρ_E .

Biežāk izmērīto vērtību robežas dotas tabulā:

Tabula 6

Biežāk izmērīto grunts īpatnējo pretestību robežas

Grunts tips	Grunts īpatnējā pretestība ($\Omega \cdot m$)
Purvs, kūdra	5 – 40
Māls	8 – 200
Smilts	200 – 2500
Grants, kaļķakmens	1000 – 3000
Mālsmilts	150 – 400
Smilšmāls	40 – 150

11. Dabīgie zemētāji, to pielietošanas iespējas un prasības pret tiem

11.1. Par dabīgiem zemētājiem izmantojami:

- ēku un būvju metāliskās un dzelzsbetona konstrukcijas, kuras ir saskarē ar zemi vai ūdeni, tai skaitā ēku un būvju dzelzsbetona pamati ar hidroizolējošo aizsargslāni, betona pāļu stiegrojums, u.c. vāji, vidēji agresīvās un neagresīvās vidēs;

- zemē ieguldītas metāliskas ūdensvada caurules;
- dziļurbuma aku apvalkcaurules;
- hidrotehnisko būvju metāliskie rievpaļi (rievsienas), ūdens atvadi, aizbīdņu ieliekamās detaļas u.tml.;
- dzelzceļa pievedceļi ar iepriekš sagatavotiem pārvienojumiem starp sliedēm;
- citas zemē atrodošās metālkonstrukcijas un izbūves;
- zemē ieguldītie kabeļi ar zemēšanas efektu, kuru metāliskie apvalki, ekrāni vai bruņa nodrošina noplūdi uz zemi līdzīgi kā lentveida zemētājs (par vienīgiem zemētājiem tos drīkst izmantot, ja kabeļu skaits ir ne mazāks par diviem);
- pamatu iezemējumi, betonā iemūrēti vadītāji, kuriem ir saskare ar zemi lielā laukumā;
- GL balstu zemētāji, kuri ar zibensaizsardzības troses palīdzību pievienoti sadales iekārtas zemējumietasei, ja trose nav izolēta no GL balstiem;
- GL līdz 1 kV neitrāles vadi ar atkārtotiem zemētājiem, ja ir vismaz divas līnijas.

11.2. Dabīgie zemētāji jāsavieno ar zemējumietases maģistrāli ne mazāk kā ar diviem vadītājiem divās dažādās vietās. Šī prasība nav piemērojama G L balstiem, neitrāles vada atkārtotiem zemējumiem un kabeļu metāla apvalkiem.

11.3. Dabīgo zemētāju izmantošanas iespēja jānosaka aprēķinu ceļā atkarībā no : pārvadāmās strāvas blīvuma, nepieciešamības sametināt dzelzsbetona pamatu un konstrukciju armatūras stieņus, tērauda konstrukciju enkurbultu piemetināšanas dzelzsbetona armatūras stieņiem, kā arī pamatu izmantošanas viedokļa stipri agresīvā vidē.

11.4. Par dabīgiem zemētājiem izmantot nedrīkst:

- kabeļu alumīnija apvalkus;
- degošu šķidrumu caurules, degošu un sprādzienbīstamu gāzu un maisījumu caurules;

- kanalizācijas un centrālās apkures caurules (minētais neizslēdz to pievienošanas nepieciešamību zemējumietaisei potenciāla vienādošanas nolūkā elektroietaisē līdz 1 kV);
- ēku un izbūvju dzelzsbetona konstrukcijas ar iepriekšēji saspriegtu armatūru (šis ierobežojums neattiecas uz GL un ĀSI balstiem);

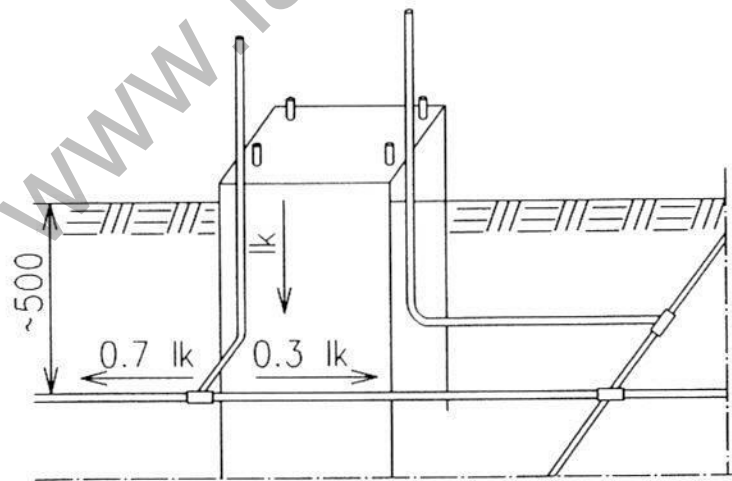
12. Mākslīgie zemētāji un zemētājvadi, pielietošana un prasības pret tiem

12.1. Mākslīgiem zemētājiem pielietojami izstrādājumi no karsti cinkota vai melnā tērauda, vai vara (skat. arī punktu 14.). Tie nedrīkst būt krāsoti. Izvēloties citu materiālu, piem., leģētu tēraudu, tam jābūt tikpat drošam, kā minētie, tā kvalitāte jāapstiprina ar izgatavotāja sertifikātu un minimāliem izmēriem jāatbilst Tabulas 4. dotajiem.

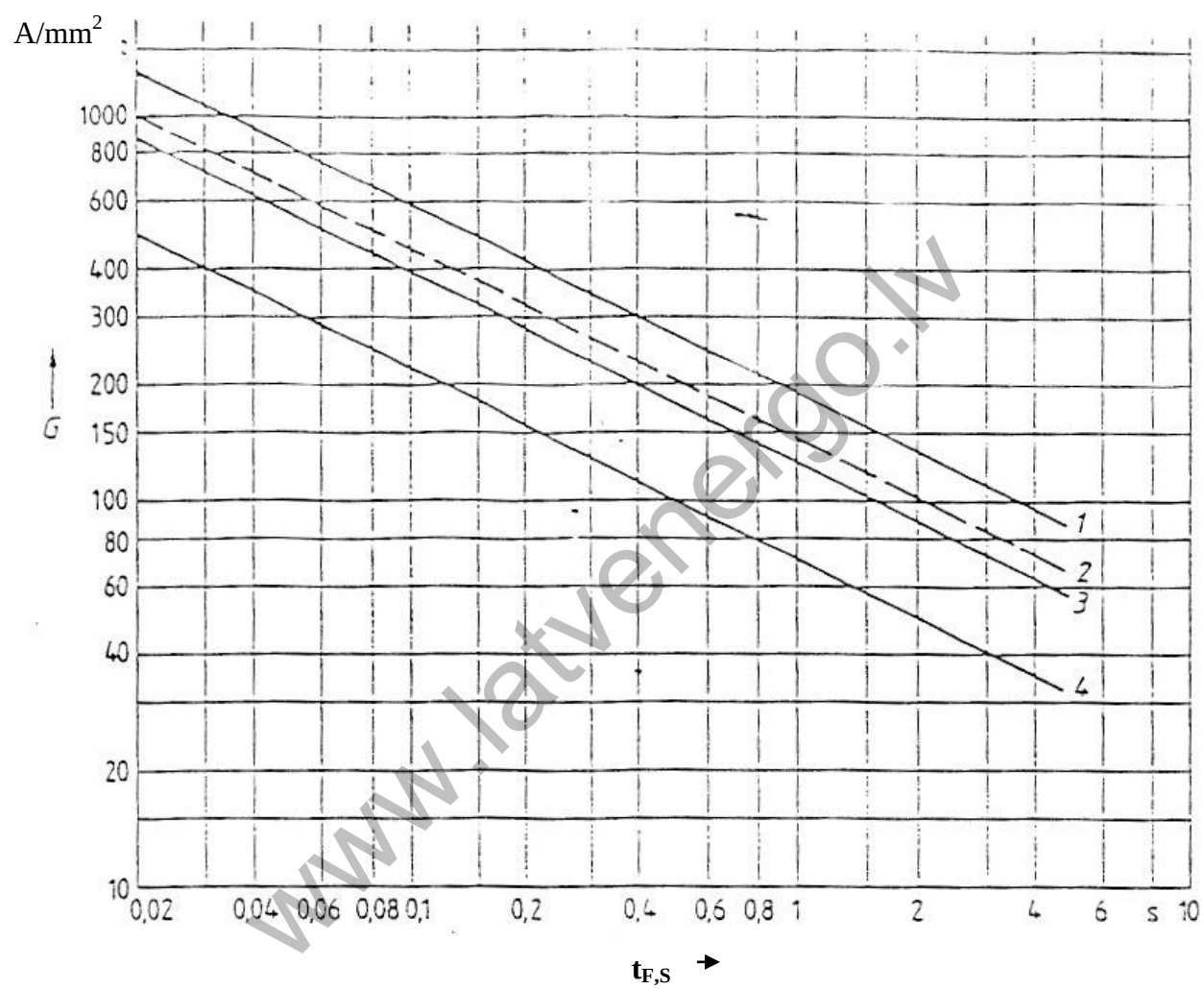
12.2. Elektroietaisēm virs 1 kV horizontālo zemētāju šķersgriezums jāizvēlas pēc termiskās noturības nosacījumiem, kas atbilst aizsardzības darbības un jaudas slēdža atslēgšanās laikam pie pieļaujamās īslaicīgas zemētāju sakaršanas līdz 400 °C.

Termiskās noturības aprēķins veicams, un kontūra atbilstība pārbaudāma pēc strāvas sadalījuma kontūra apakšzemes tīklā 30:70 (skat. 6.att.).

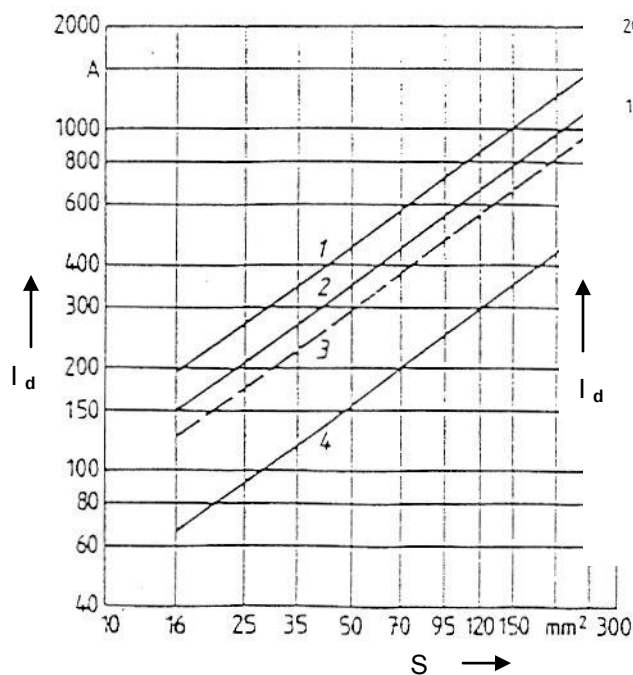
Katram tīkla zemētāja posmam jāspēj pārvadīt 70 % , bet izvadiem un zemētājvadiem – 100% no pilnās bojājuma strāvas.



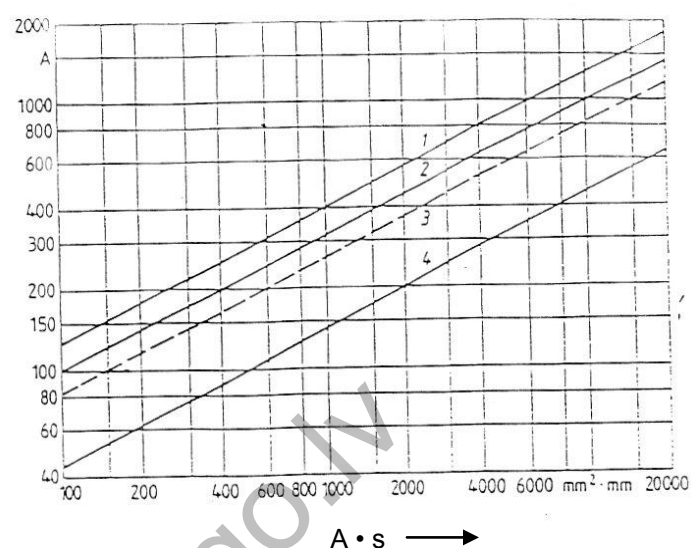
6. attēls. Kontūra izvadu un virsējo zemētāju izpildes princips



7. attēls. Pieļaujamais īsslēguma strāvas blīvums G zemētājiem, zemētājvadiem un zemēšanas kopnēm atkarībā no bojājuma ilguma t_F



8. attēls Ilgstoši pieļaujamā strāva I_d zemētājvadiem ar apaļas formas šķēsgriezumu S



- 1 Varš, kails vai cinkots;
- 2 Alumīnijs;
- 3 Varš, alvots vai ar svina apvalku;
- 4 Tērauds, cinkots.

1., 2., un 4. izmantojamas beigu t° līdz 300°C ;
3. izmantojama pie $t^\circ = 150^\circ\text{C}$.

9.attēls. Ilgstoši pieļaujamā strāva I_d zemētājvadiem ar taisnstūra formas šķēsgriezumu ($A \cdot S$ profila apkārtmērs)

12.3. Koeficienti 8. att. un 9. att. doto ilgstoši pieļaujamo zemētājvadu strāvu pārrēķinam no sakaršanas temperatūras 300°C uz citu piemērojami no Tabulas 7.. Uzrādītās beigu temperatūras atļauts pārsniegt vienīgi tad, ja radies metāla mīkstinājums neatstāj iespaidu ne uz ko citu un, ja nav sagaidāma zemētājvadu vai to apkaimes bojāšana.

Tabula 7.

Pielaujamo zemētājvadu strāvu pārrēķina koeficienti citā temperatūrai

Sakaršanas temperatūra, °C	Koeficients	Sakaršanas temperatūra, °C	Koeficients
400	1,20	200	0,80
350	1,10	150	0,70
300	1,00	100	0,55
250	0,90		

12.4. Horizontālie (zemes virskārtas) zemētāji novietojami pa laukumu vienmērīgā dziļumā. Var izmantot plakana profila, apaļas formas vai troses materiālus, izliekot režģa, staru, riņķa vai kombinētā formā.

Vertikālie (dziļie zemētāji) iedzenami vertikāli projektā noteiktā dziļumā. Var izmantot caurules, apaļas formas vai cita profila materiālu. Tērauda un betonā iestrādātas armatūras pāļus drīkst izmantot par zemētājiem.

12.5. Zemētāju izvadiem, kā zemēšanas kontūra daļai jābūt ar šķērsriezumu, ievērojot Tabulas 5. prasības. Koroziju pastiprinošos apstākļos, tiem jābūt aizsargātiem ar aizsargaptinumu vai jāpalielina šķērsriezums.

12.6. Ja pastāv zemējumietaisies rūsēšanas bīstamība, jāveic kāds no šādiem pasākumiem:

- jāpalielina zemētāju un zemētājvadu šķērsriezums, ņemot vērā to paredzamo kalpošanas laiku;
- jāizmanto zemētāji un zemētājvadi ar galvanisku pārklājumu vai no vara (skat. arī punktu 14.).

Šajā gadījumā jāievēro arī korozijas izraisītā iespējamā zemējumietaisies īpatnējās pretestības un savienojumu pārejas pretestības palielināšanās.

Zemējumietaisies pārejas pretestības mērīšanai jāparedz vieta ar iespēju atvienot zemētājvadu. Zemētājvada atvienošanai jābūt iespējamai tikai izmantojot instrumentu.

12.7. Tranšejas horizontāliem zemētājiem jāaizpilda ar viendabīgu grunti, kura nesatur šķembas un celtniecības atkritumus.

Zemētāji paralēli kabeļiem vai cauruļvadiem izliekami vairāk par 0,3 - 0,35 m, bet krustojoties vairāk par 0,1 m attālumā.

Zemējumietaises nav ierīkojamas vietās, kur grunti iespaido cauruļvadu u.tml. komunikāciju siltums.

12.8. Metāla karkasus iekārtās un konstrukcijas, kuras izveidotas kā viens elements, drīkst izmantot tām uzmontēto iekārtu daļu sazemēšanai, ja tiek izpildīti šādi nosacījumi:

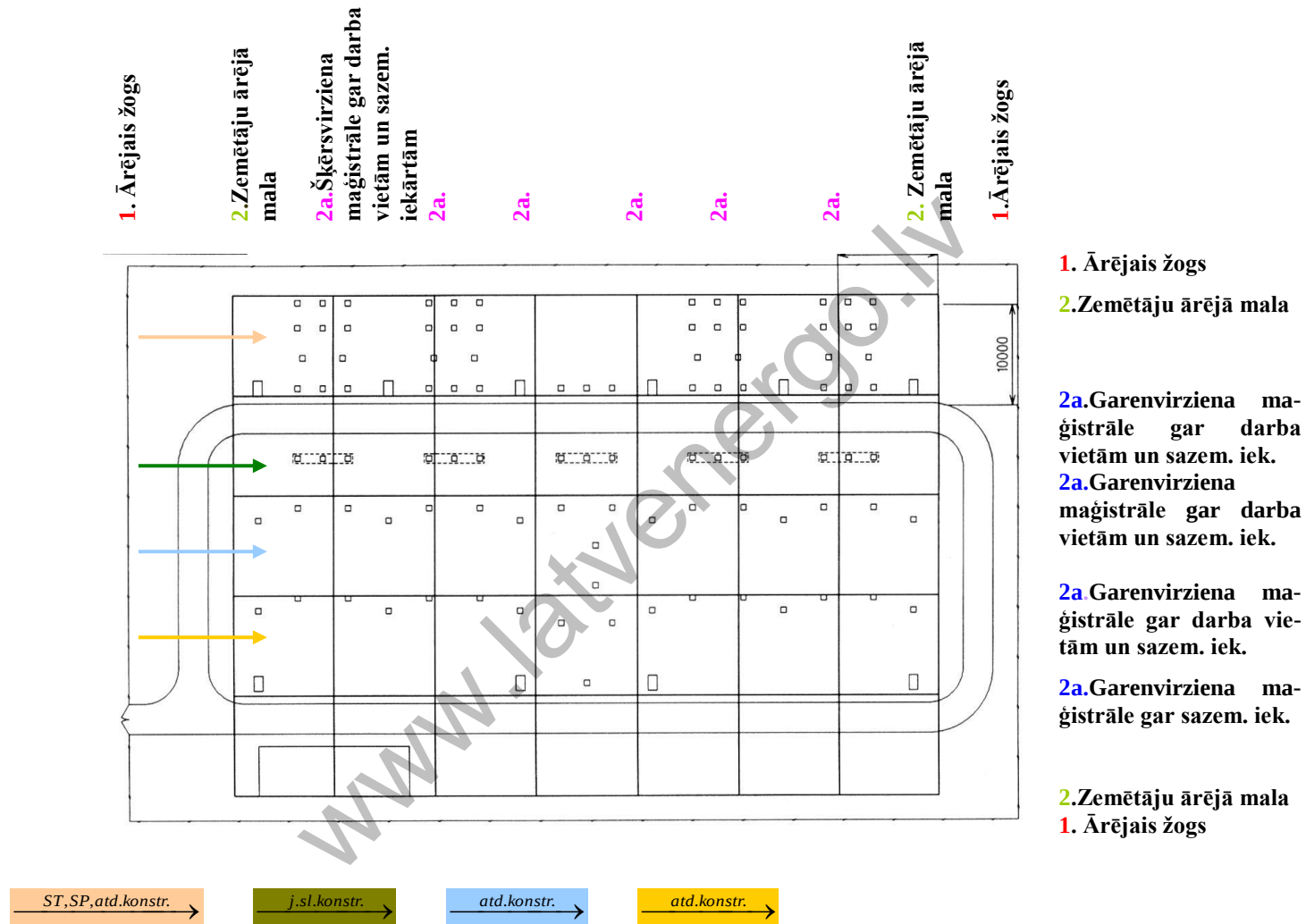
- tās ir vismaz vienā vai, ja garākas par 10 m, divās vietās sazemētas, saskaņā ar šī energostandarta prasībām;
- to metāla šķērsriezums ir pietiekams no termiskās noturības viedokļa;
- to savienojumu vietas ir sametinātas vai elektrovadoši saskrūvētas, to rakstiski apliecinājis komplekta izgatavotājs, vai, krāsotu karkasu (konstrukciju) gadījumā, savienojumu pasūtītājs ar slēpto darbu aktu pieņēmis no montāžas organizācijas;
- veicot iekārtu pārbūvi, šo darbu pasūtītājs (ekspluatācijas vai tehniskās apkopes personāls) nodrošina citu daļu sazemēšanas nepārtrauktību.

12.9. Karkasus kā zemēšanas kopnes izmantot nedrīkst.

12.10. Zemēšanas kontūra izvadi un zemēšanas kopņu vadi nedrīkst būt atvienojami bez atslēgas vai īpašiem instrumentiem.

13. Mākslīgo zemētāju konstruktīvais izpildījums, noteicošie izmēri

13.1. Izpētes un projektēšanas gaitā nosakāms grunts virskārtas biezums un pretestība, zemēšanas kontūra tīklam nepieciešamais laukums, izliekamo horizontālo zemētāju garums, paralēlo zemētāju skaits un attālums starp tiem (skat. arī punktu 3.4.). Kontūram jāizpilda zemāk uzrādītās normatīvās prasības:



10. attēls Mākslīgais zemēšanas kontūra tīkls_(uzrādīti elektroiekārtu pamati, taču nesasaiste ar iespējamiem dabīgiem zemētājiem un citām apakšstacijas mezgla sastāvdaļām)

Vertikālie zemētāji (izņemot žoga vārtu)

- minimālais to savstarpējais attālums nepieciešamās izkliedes pretestības sasniegšanai jāparedz ne mazāks par divkāršu zemētāja garumu un tie iedzenami 0,7 – 0,8 m dziļas tranšejas dibenā.

1. Ārējais žogs ap elektroietaisi

- risinājumi attālumam starp to un zemējumietaisies elementiem noteikti šī energostandarta punktā 5.14.

2. Zemētāju ārējā mala

- risinājumi attālumam starp to un žogu noteikti šī energostandarta p. 5.14.;
- horizontālie zemētāji ieguldāmi pa zemējumietaisies aizņemtās teritorijas malu tā, lai tie kopā veidotu noslēgtu kontūru; visām apakšstacijas mezgla sastāvdaļām, kuras atrodas ārpus zemējumietaisies kontūra tīkla un pievienotaszemējumietaisei, ierīkojami potenciālu izlīdzinošie zemētāji.

2a. Šķērsvirziena maģistrāle potenciāla izlīdzināšanai gar darba vietām un sazemējamām iekārtām

- maģistrāļu izvietošanā jāvadās no pieskarsprieguma samazināšanas līdz normatīvo prasību izpildes līmenim un sazemējamo iekārtu pievienošanas ērtības;
- tā ieguldāma izdevīgās vietās starp iekārtām 0,5 – 0,7 m dziļumā no zemes virsmas;
- attālumam starp tām jāpalielinās virzienā no perifērijas uz režģa (tīkla) centru, pie tam pirmais un nākošie attālumi no perifērijas puses nedrīkst pārsniegt attiecīgi 4,0; 5,0; 6,0; 7,5; 9,0; 11,0; 13,5; 16,0; 20,0 m; attālums starp tām nedrīkst pārsniegt 30 m;
- spēka transformatoru neitrāļu un īsslēdzēju pievienošanas vietu tuvumā ieguldāmas divas maģistrāles šķērs - un garenvirzienā, lai režģa izmērs nebūtu lielāks par 6×6 m ;

2b. Garenvirziena maģistrāle potenciāla izlīdzināšanai gar darba vietām un sazemējamām iekārtām

- maģistrāļu izvietošanā jāvadās no pieskarsprieguma samazināšanas līdz normatīvo prasību izpildes līmenim un sazemējamo iekārtu pievienošanas ērtības;
- maģistrāle jāiegulda paralēli elektroiekārtu asīm to apkalpošanas pusē, 0,5 – 0,7 m dziļumā;
- maģistrāles atstatumam no iekārtai izbūvētiem pamatiem vai iekārtas pamata rāmja jābūt 0,8 – 1,0 m; pieļaujams šo atstatumu palielināt līdz 1,5 m, gadījumos, kad viena maģistrāle paredzēta kopīga divām iekārtu rindām, kuru apkalpošanas puses vērstas viena pret otru, un attālums starp šo iekārtu rindu pamatu rāmjiem vai izbūvētiem pamatiem nav lielāks par 3,0 m;
- kritiska lieluma pieskarsprieguma gadījumā, papildus zemētāja maģistrālei, ieguldāms horizontālais zemētājs potenciāla izlīdzināšanai 1 m attālumā no apkalpojamām ierīcēm 0,2 m dziļumā, kurš jāsavieno ar visām, no atrašanās vietas darba veikšanas laikā sasniedzamām zemētām metāliskām daļām;
- apsverama izvēle starp šo pasākumu, vai darba vietas izolēšanu ar 0,1 – 0,2 m šķembu slāni tādā platībā, lai pieskaršanās zemētām strāvu vadošām daļām ar roku nebūtu iespējama no vietas, kur nav izolējošas kārtas;
- spēka transformatoru neitrāļu un īsslēdzēju pievienošanas vietu tuvumā ieguldāmas divas maģistrāles šķērs - un garenvirzienā, panākot režģa izmēru ne lielāku par 6×6 m ;

13.2. Zemētāju un zemētājvadu savienošanā jāņem vērā Tabulā 1. un punktā 15. ietvertie nosacījumi, ar pielietojamiem materiāliem veidojot pieļaujamus savienojumus.

Zemētāji savstarpēji un ar zemētājvadiem jāsavieno metinot vai saskrūvējot.

Skrūvēts savienojums veidojams ar divām, ne mazākām par M8, cinkotām skrūvēm.

Trosēm atļauts arī, presēts ar ierobu, čaulu savienojums. Vara troses savienojumu vietās jānoņem svina aizsargapvalks.

Pēc savienošanas savienojumu vietas jāaizsargā no rūsēšanas kā norādīts punktā 14..

13.3. Zemētāju, zemētājvadu savienošana, saskrūvējot un presējot ar čaulu savstarpēji un ar izvadiem, izpildāma atbilstoši 13. att. un 20. att. :

Skrūvētu un čaulotu savienojumu pielietošana savienojumiem tranšejās nav pieļaujama bez izmantojamo spaiļu, montāžas materiālu atbilstības sertifikātu, kā arī tehnoloģijas pārbaudes un bez pasūtītāja tehniskā vadītāja atļaujas.

14. Prasības mākslīgo zemētāju aizsardzībai pret koroziju

Rēķinoties ar koroziju kā fizikālķīmisku procesu, kurš izsauc metāla sagrūšanu apkārtējās vides ķīmiskas vai elektroķīmiskas iedarbības dēļ, izmantojami šādi materiāli un to savienojumi, kuri mazāk pakļauti korozijai (skat. arī Tabulu 1.):

- tērauds - cinkots;
- varš (varš vai ar varu pārklāts tērauds veido galvanisku elementu ar pazemes tērauda struktūru);
- nerūsējošais tērauds;
- nerūsējošais tērauds – pārklāts ar varu.

Mākslīgie zemētāji ir jāizvēlas no iepriekš minētiem materiāliem, vienlaicīgi jāveic papildus pasākumi, lai maksimāli aizsargātu zemējumietaišu sastāvdaļas no korozijas.

Pielietojamie paņēmieni aizsardzībai pret koroziju prioritāras izvēles secībā ir:

1. Metāla virsmas apstrāde ar ķīmisku uz eļļas bāzes veidotu šķīdumu.
2. Metāla virsmas izolēšana ar tādu pārklājumu kā plastikas lente vai bituma (asfalta) maisījums, vai abiem.
3. Protektoru aizsardzība.
4. Katodaizsardzība.
5. Elektroķīmiskā aizsardzība, ārēja barošanas (līdzsprieguma) avota pieslēgšana zemējumietasei ar $I_{aiz} > I_{kor.}$.

Zemētāju savienošanas (metināšanas) vietas ir jāpakļauj papildus apstrādei pret koroziju.

15. Prasības pret sazemējošiem savienojumiem un pievienojumiem. To konstruktīvais izpildījums un sasaiste ar ēku zibensaizsardzību

15.1. Visu sazemējošo ierīču (zemētājvadu, aizsargvadu un potenciālu izlīdzināšanas sistēmas vadu un t. t.) savienojumiem un pievienojumiem ir jābūt drošiem un spējīgiem garantēt zemēšanas ķēžu nepārtrauktību. Tērauda vadītājus ieteicams savienot ar metināšanas palīdzību. Āra sadalietais un telpās bez agresīvas vides zemētājvadu un aizsargneitrāl vadu savienojumus atļauts izveidot arī ar citiem paņēmieniem (skat. 4.att., 11.att., 13.att., 20.att.), pie nosacījuma, ja nodrošināts kvalitatīvs savienojums (kontakts), kā arī nodrošinot:

- savienojumu aizsardzību pret korozijas un mehāniskiem bojājumiem;
- skrūvēto savienojumu aizsardzību pret kontaktu atslābšanu.

15.2. Savienojumi jāizpilda tā, lai būtu iespēja tos apskatīt un pārbaudīt.

Izņēmums: hermetizētie un sintētiskajos sveķos ieslēgtie, kā arī metinātie, lodētie savienojumi, apsildes sistēmu savienojumi un apsildes sistēmu sildelementiem pievienotie presētie savienojumi, un savienojumi, kuri atrodas grīdā, sienās, pārsegumos un zemē.

15.3. Pielietojot zemēšanas ķēžu nepārtrauktības kontroles ierīces, nedrīkst šo ierīču spoles slēgt virknē ar aizsargvadiem.

15.4. Zemētāji savstarpēji jāsavieno metinot. Zemētājvadi, aizsargvadi un potenciālu izlīdzināšanas sistēmas vadi jāpievieno metinot vai ar skrūvsavienojumiem (skat.. 11. att., 12. att.).

Bieži demontējamas, uz vibrējošām, vai kustīgām pamatnēm uzstādītas iekārtas jāpievieno ar lokaniem vadiem.

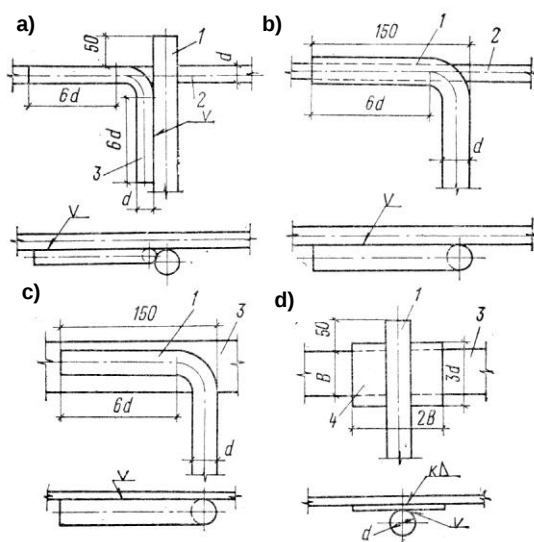
Elektroinstalāciju un gaisvadu elektrolīniju (GL) aizsargvadi jāsavieno ar tādiem pašiem paņēmieniem kā fāžu vadi.

15.5. Zemētājvadu pievienošanas vietas horizontāliem dabīgiem zemētājiem, kā arī pievienošanas veidi jāizvēlas tā, lai remontdarbu laikā zemētājus atvienojot, būtu nodrošināta zemējumietasei aprēķinātā pretestības vērtība un sagaidāmais pieskarspriegums nepārsniegtu pieļaujamo lielumu.

Ūdens skaitītāji, aizbīdņi, u. tml. jāšuntē ar atbilstoša šķērsriezuma vadu atkarībā no tā, vai vadu izmanto par potenciālu izlīdzināšanas sistēmas vadu, neitrālvadu vai aizsargvadu, tādā veidā nodrošinot zemēšanas ķēdes nepārtrauktību.

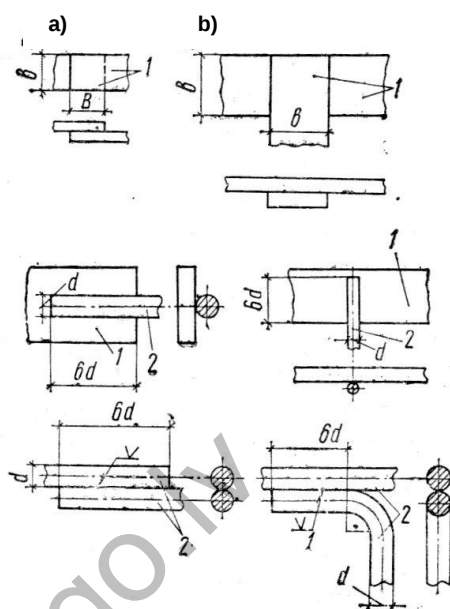
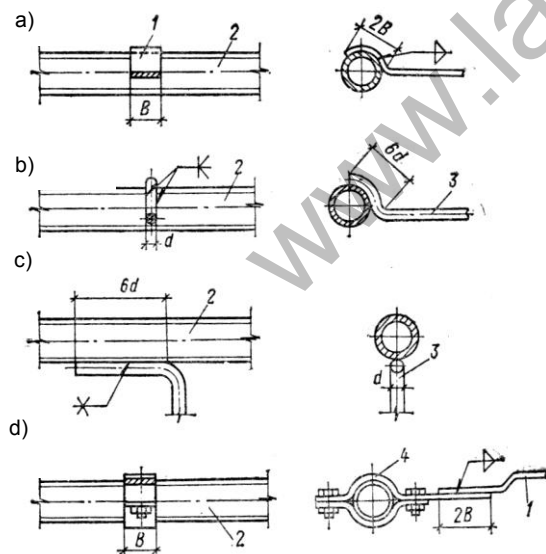
15.6. Elektroietases katra zemēšanai paredzēta atklāta metāliska daļa jāpievieno neitrālvadam vai aizsargvadam ar atsevišķu nozarojumu. Nav pieļaujama zemēšanai paredzētas metāliskas daļas ieslēgšana virknē ar zemētājvadu vai aizsargvadu.

15.7. Dažāda profila zemētāju, zemētājvadu savienošana metinot, savstarpēji un ar kontūra izvadiem, kā arī izmantojot skavu, izpildāma atbilstoši 11. att.:



- a) un b) – apaļas formas zemētāji;
 c) un d) – plakanprofila zemētāji;
 1. vertikālais zemētājs; 2. apaļas formas horizontālais zemētājs; 3. plakanprofila horizontālais zemētājs;
 4. plāksnīte no plakanprofila (ja $B \leq 3d$).

Metināšanas šuves L garums $\geq 2B$ taisnstūra un $\geq 6d$ – apaļiem vadītāju šķēršļiem.



- a) savienošana pagarināšanai;
 b) savienošana nozarojumam;
 1. plakanprofila zemētājs;
 2. apaļas formas zemētājs.

Metināšanas šuvju L garumi, atbilstoši augstāk (att.) uzrādītajiem.

a), b), c) metinātie savienojumi;

d) savienojums ar skavu.

1. plakanprofila zemētājs;
 2. caurule;
 3. apaļas formas zemētājs;
 4. skavas (platums ≥ 40 mm, biezums ≥ 4 mm).

Metināšanas šuvju L garumi, atbilstoši zīm. pa kreisi uzrādītajiem

Skavu iekšpuse jāapalvo, bet caurules virsma jānotīra un kontaktvieta jāpārklāj ar bitumu.

11. attēls. Zemētāju, zemētājvadu savienošana metinot, savstarpēji un ar izvadiem (pa kreisi augšā – plakana un apaļa profila; pa labi augšā – plakana un apaļa profila pagarināšana un nozarošanās; pa kreisi apakšā – plakana, apaļa un caurules profila)

15.8. Zemētājvadi elektroiekārtās virs 1 kV jāizvēlas tā, lai pie lielākās vienfāzu zemesslēguma strāvas tīklā ar cieši zemētu neitrāli vai divfāzu īsslēguma strāvas tīklā ar izolētu neitrāli to sakaršanas temperatūra normētā laikā nepārsniegtu Tabulā 2. noteikto.

15.9. Zemētājvadu minimālajam šķērsgriezumam attiecībā pret fāžu vadu šķērsgriezumu elektroiekārtās līdz 1 kV jābūt:

Tabula 8.

Zemētājvadiem pieļaujamie minimālie šķērsgriezumi iekārtās līdz 1 kV

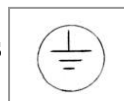
Fāžu vadu šķērsgriezums, S, mm ²	Minimālais zemētājvadu (aizsargvadu) šķērsgriezums spēka kabelī, mm ²	Atsevišķi izlikts aizsargvads no vara	
		Aizsargāts, mm ²	Neaizsargāts, mm ²
Līdz 0,5	0,5	2,5	4
0,75	0,75	2,5	4
1	1	2,5	4
1,5	1,5	2,5	4
2,5	2,5	2,5	4
4	4	4	4
6	6	6	6
10	10	10	10
16	16	16	16
16 < S ≤ 35	16	16	16
S > 35	S / 2 *	S / 2 *	S / 2 *

Piezīme*: piemērojams nākošais lielākais standarta šķērsgriezums

Elektroiekārtās virs 1 kV ar izolētu neitrāli 25 mm² vara vai līdzvērtīgai cita materiāla zemētājvada vadītspējai, jābūt ne mazākai par 1/3 no fāžu vadu vadītspējas. Šajās iekārtās nerekomendē pielietot zemētājevumus ar lielāku šķērsgriezumu par 25 mm² – vara, 35 mm² – alumīnija, 120 mm² – tērauda.

15.10. Pie galvenās zemēšanas kopnes iekārtās līdz 1 kV pievienotam zemētājevumam, darba (funkcionālam) zemējumam jābūt ar šķērsgriezumu ne mazāku par 10 mm² –vara, 16 mm² – alumīnija, 75 mm² – tērauda.

Zemētājvada ievada vietā ēkā jāpārdz apzīmējums



15.11. Galvenā zemēšanas kopne elektroiekārtās līdz 1 kV veidojama ievada skapī, par galveno zemēšanas kopni izmantojama PE kopne. Tai jābūt no vara, krāsotai ik pa 15–100 mm dzeltenās un zaļās joslās. Jāparedz tās atvienošanas iespēja, taču tikai ar instrumenta palīdzību.

Konstrukcijā jābūt iespējai individuāli ar instrumenta palīdzību atvienot vadus. Vietās, kuras pieejamas tikai kvalificētam personālam, kopni var uzstādīt atklāti.

15.12. Par aizsargvadiem (PE vadiem) elektroiekārtās līdz 1 kV var tikt izmantoti:

- īpaši tam paredzēti vadi:
 - daudzdzīslu kabeļu dzīslas un vadi;
 - izolēti vai neizolēti vadi kopējā apvalkā ar fāžu un neitrāles vadiem;
 - stacionāri izlikti izolēti vai neizolēti vadi.
- elektroiekārtas atklātas vadošas daļas:
 - kabeļu apvalki, ekrāni;
 - tērauda instalācijas caurules;
 - kopņu vadu un rūpnīcas izgatavoto komplekto iekārtu metāliskie apvalki un balsta konstrukcijas (tikai pie nosacījuma, ja rūpnīca ietver tehniskajā dokumentācijā norādes par tādu pielietošanu, un izslēgta to mehāniska bojāšana ekspluatācijas vietā).
- atsevišķas ar elektroiekārtu nesaistītas vadošas daļas:
 - ēku un būvju metāliskās būvkonstrukcijas (fermas, kolonas u.t.t.);
 - ēku dzelzsbetona būvkonstrukciju armatūra ar nosacījumiem, ja tā atbilst elektriskās ķēdes nepieciešamajam minimālajam šķērsgriezumam un nepārtrauktībai; nepārtrauktību nodrošina to konstrukcija vai atbilstoši savienojumi, kuri pasargāti no mehāniskas, ķīmiskas vai citas bojāšanas; to

demontāža nav iespējama neparedzot pasākumus ķēdes nepārtrauktības un vadāmības saglabāšanai;

- ražošanas rakstura metāliskas konstrukcijas (ceļi zem celtņiem, apkalpes laukumi, liftu un pacēlāju šahtas, kanālu apmales u.tml.).

Par aizsargvadiem elektroiekārtās līdz 1 kV izmantot nedrīkst:

- izolējošo cauruļu un cauruļveida vadu metāliskos aizsargapvalkus, instalācijas nesošās troses, metāliskas aploces, kā arī vadu un kabeļu svina apvalkus;
- gāzes un citu degošu un sprādzienbīstamu vielu un maisījumu caurules, kanalizācijas un centrālparkures caurules;
- ūdensvada caurules.

Nulles vadus (PE) nedrīkst izmantot par elektroiekārtas, kura barojas pa citām ķēdēm, nullvadiem (PE), kā arī atklātas elektroiekārtas daļas - par citas elektroiekārtas nulles vadiem (PE), izņemot kopņu vadu apvalkus un balstus rūpnīcu izgatavotās komplektās iekārtās, kurās aizsargvadu pievienošanai paredzēta īpaša vieta.

Aizsargvadu (PE) izmantošana citiem mērķiem nav pieļaujama. Tiem pieļaujamie minimālie šķērsriezumi gadījumiem, kad tie izgatavoti no tā paša materiāla kā fāžu vadi, doti Tabulā 8.. Ja aizsargvadi izgatavoti no cita materiāla, tiem pēc vadāmības jābūt līdzvērtīgiem, tabulā dotajiem.

Visos gadījumos aizsargvadiem no vara, kuri nav kabeļa sastāvdaļa vai neieiet kopējā apvalkā (caurulē, kārbā, vienā silē) ar fāžu vadiem jābūt ar šķērsriezumu:

lielāku vai vienādu ar $2,5 \text{ mm}^2$ - ja tie mehāniski aizsargāti;
lielāku vai vienādu ar 4 mm^2 - ja tie nav mehāniski aizsargāti.

Atsevišķi izliktu alumīnija aizsargvadu šķērsriezumam jābūt ne $< 16 \text{ mm}^2$.

Vietās, kur iespējama fāžu vadu vai citu kabeļu izolācijas bojāšana dzirksteļošanas dēļ, kas varētu rasties, starp neizolētu nulles (neitrāles) vadu un metālisku apvalku vai konstrukciju (piem., cauruli, kārbu, kanālu) neitrāles vadiem jābūt ar fāžu vadiem līdzvērtīgu izolāciju.

Neizolēti aizsargvadi (PE) aizsargājami pret rūsēšanu (skat. arī punktu 14.). Vietās, kur tie krustojas ar kabeļiem, cauruļvadiem, sliežu ceļiem un to ieejas vietās ēkās un citur, kur iespējami mehāniski bojājumi, PE vadi jāaizsargā.

Temperatūras un nosēšanās šuvju šķērsošanas vietās jāparedz PE vadu garuma kompensācija.

15.13. Daudzfāžu ķēdēs TN sistēmā neitrāles (N) vada un aizsargvada (PE) funkcijas var apvienot vienā vadā (PEN) stacionāri ieguldītiem kabeļiem, ja kabeļu vara dzīslas šķērsgriezums ir lielāks vai vienāds ar 10 mm^2 , vai alumīnija lielāks vai vienāds ar 16 mm^2 .

Aizsargvada funkcija apvienojošam vadam uzskatāma par galveno.

Par vienīgo PEN vadu nav atļauts izmantot citas ar elektroiekārtām nesaistītas vadošas daļas. Šī prasība neizslēdz atklātu citu vadošu, ar elektroiekārtām nesaistītu, daļu izmantošanu par papildus PEN vadītājiem, tās pievienojot potenciālu vienādošanas sistēmai.

Īpaši paredzēto PEN vadu šķērsgriezumam jāatbilst Tabulā 8. dotajiem, kā arī darba neitrāles vadam izvirzītām prasībām.

PEN vadu izolācijai jābūt līdzvērtīgai fāžu vadu izolācijai. Zemsprieguma komplekto iekārtu PEN kopne nav jāizolē.

Kad elektroiekārtas kādā daļā neitrāles (N) un aizsargvads (PE) sākot no kāda vadojuma punkta atdalīti, tad tos aiz šī punkta sadales virzienā nav pieļaujams apvienot.

PEN vada sadalīšanas vietā jāparedz atsevišķas spaiļes vai kopnes kopā savienotiem vadiem. Barojošās līnijas PEN vadītājs pieslēdzams pie aizsargvada (PE) spaiļes vai kopnes.

15.14. Par potenciālu vienādojošās sistēmas vadītājiem var izmantot atklātas un ar elektroiekārtām nesaistītas citas punktā 15.13. nosauktas, vadošas daļas vai īpaši izliktus vadītājus, vai to apvienojumus.

Šīs sistēmas pamata vadītājam jābūt ar šķērsgriezumu ne mazāku par $1/2$ no elektroiekārtas vislielākā aizsargvada šķērsgriezuma, pieļaujot, ka potenciālu vienādojošā vara vada šķērsgriezums tad nepārsniedz 25 mm^2 , vai līdzvērtīgu no cita materiāla. Lielāka šķērsgriezuma vadu pielietošana nav vajadzīga. Jebkurā gadījumā pamata vadītājiem no vara jābūt ar šķērsgriezumu lielāku vai vienādu ar 6 mm^2 , no alumīnija lielāku vai vienādu ar 16 mm^2 , no tērauda lielāku vai vienādu ar 50 mm^2 .

Potenciālu vienādojošās papildus sistēmas vadītājiem jābūt ar šķērsgriezumu:

- divu atklātu vadošu daļu savienošanas gadījumā – ne mazāku par šīm daļām pieslēgtā aizsargvada šķērsgriezumu;
- savienojot atklātu vadošu daļu ar nepiederošu vadošu daļu – ne mazāku par $1/2$ no atklātai vadošai daļai pieslēgtā aizsargvada šķērsgriezuma;

Potenciālu vienādojošo papildus vadītāju, kuri neieiet kabelī, šķērsgriezumam jāatbilst punkta 15.12. prasībām.

Izolētiem vadītājiem, tos izmantojot par aizsargvadiem (PE) vai PEN vadiem, visā garumā jābūt ar dzeltenī-zaļu izolāciju (izņēmums ir viendzīslu kabeļa izolēts vadītājs un kabelis ar apvalku – tiem dzeltenī-zaļam izturīgas krāsas apzīmējumam jābūt galos).

Potenciālu vienādojošo saišu vadu marķējums var būt dzeltenī-zaļš.

Neizolētiem vadiem nav vajadzīgs dzeltenī-zaļais marķējums.

Dzeltenī-zaļais marķējums nav atļauts nekam citam, kā vien augstākminētiem vadiem.

15.15. Zemēšanas un neitrāles vadītāji pievienojami atklātām vadošām daļām ar skrūvēm vai metinot.

Vadošas daļas pieslēdzamas pamata potenciāla vienādošanas sistēmai ar atsevišķiem nozarojumiem.

Vadošas daļas pieslēdzamas potenciāla vienādošanas papildus sistēmai vai nu ar atsevišķiem nozarojumiem, vai pievienojot vienam kopējam nepārtraucamam vadītājam.

Zemētājvadu, aizsargvadu, potenciālu vienādošanas un izlīdzināšanas vadītāju savienojumos un pievienojumos vienai sazemēšanas skrūvei nav atļauts pievienot vairāk par diviem kabeļu uzgaļiem.

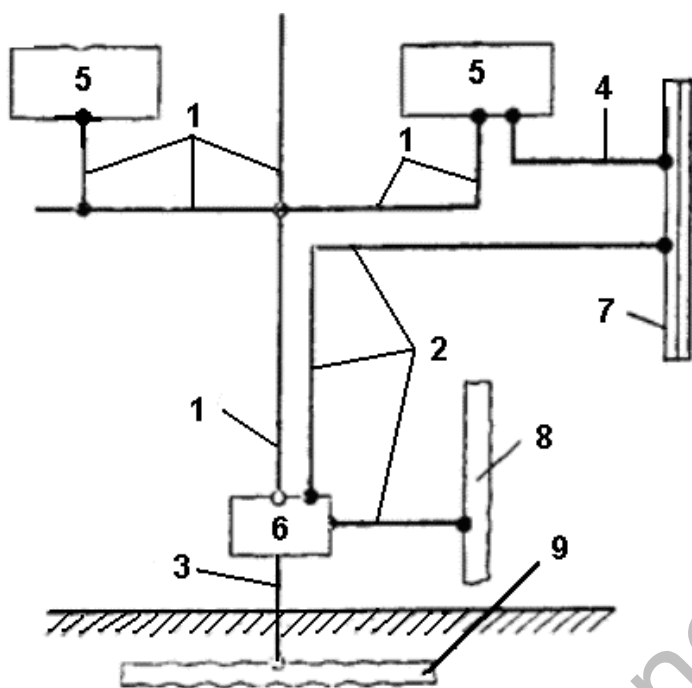
Tabula 9.

**Zemēšanas vada pievienošanas bultskrūves un kontaktlaukuma diametrs
atkarībā no strāvas**

Strāva, pēc kuras izvēlas bultskrūves diametru A	Mazākais zemēšanas skrūves diametrs mm	Mazākais kontaktlaukuma diametrs zem uzgriežņa mm
Līdz 16	4	12
16 – 25	5	14
25 – 100	6	16
100 – 250	8	20
250 – 630	10	25
Virs 630	12	28

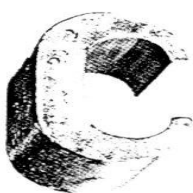
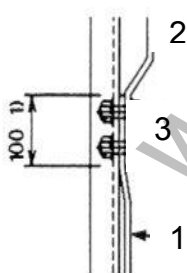
15.16. PE un PEN vados nav pieļaujams ieslēgt komutācijas aparātus, izņemot, kad iekārtu baro caur spraudkontakta.

Ja aizsargvadītāji un / vai potenciālu vienādošanas vadītāji var tikt atdalīti ar atbilstošo fāzi atdalošo spraudkontakta, tad rozetei un dakšiņai jābūt ar īpašiem aizsargkontaktiem, aizsargvadu vai potenciālu vienādojošo vada pievienošanai tiem.

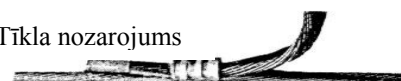


1. aizsargvads;
2. potenciāla vienādošanas sistēmas galvenais vadītājs;
3. zemētājvads;
4. potenciāla vienādošanas sistēmas papildus vadītājs;
5. elektroiekārtas/electroietaisies atklāta vadoša daļa;
6. zemēšanas kopne (zemētājvadu savienošanas vieta);
7. ēkas metālkonstrukcija (vadoša daļa);
8. metālisks cauruļvads;
9. zemētājs.

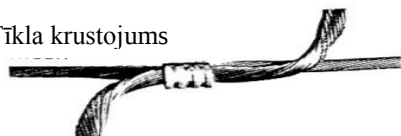
12. attēls. Zemētāju, zemētājvadu, aizsargvadu savienošanas principshēma



Tīkla nozarojums



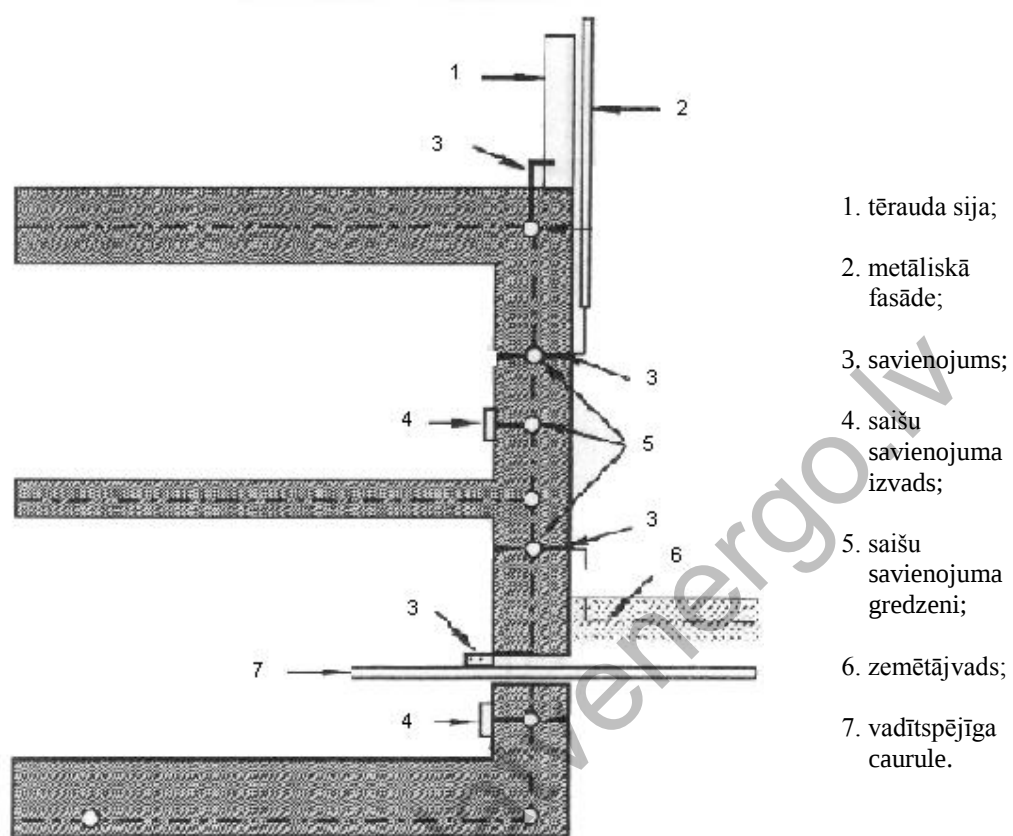
Tīkla krustojums



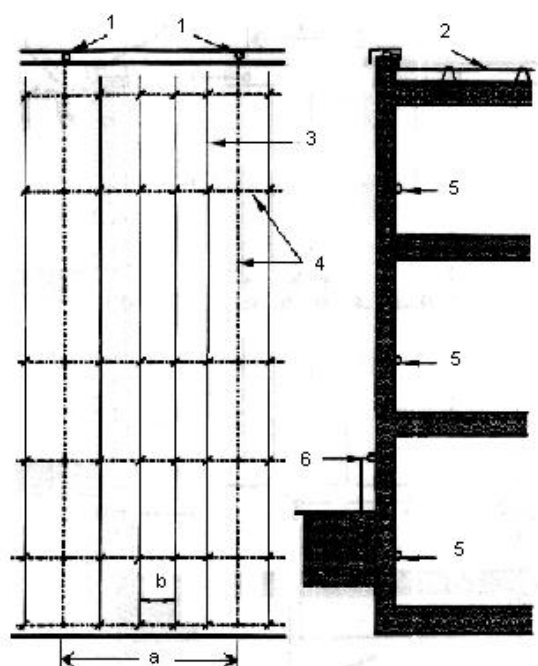
*Piezīme*¹⁾: minimālais kontaktvietas garums, mm

13A. attēls. Zemēšanas kontūra izvada (1) skrūvēts savienojums ar metālkonstrukciju un iekārtu zemētājvadu (2) - det. A 4. att. ar cinkotām skrūvēm $\geq M8(3)$

13B. attēls. Zemētāju savienojums ar presējamu čaulas spaili attiecīgi pielietošanai zemē vai atklāti;

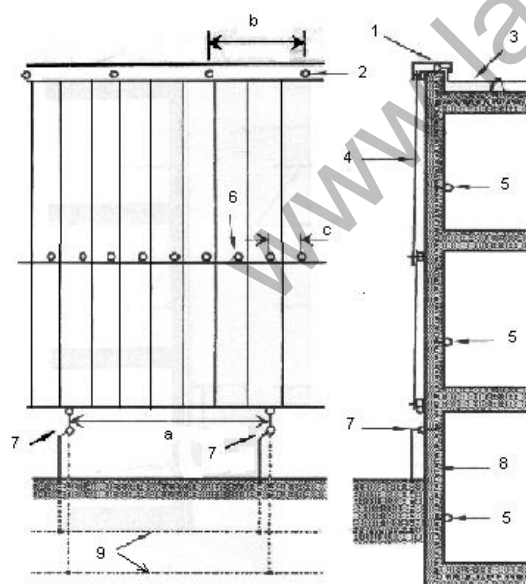


14. attēls. Ēkas zemējuma kontūra izveidošanas principshēma



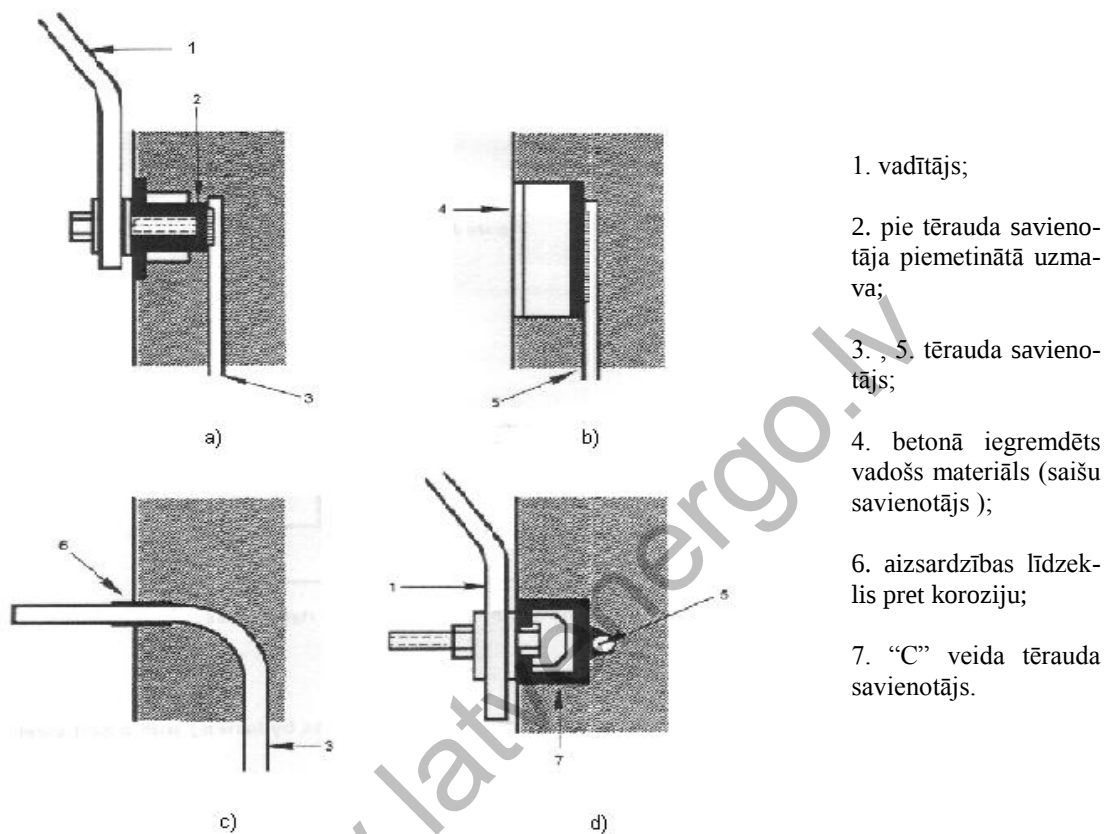
1. zemētājvadu savienojums ar jumtu;
2. horizontāls jumta zemētājvads;
3. tērauda savienotāji;
4. vertikālie, horizontālie zemētājvadi;
5. zemēšanas kontūra izvads;
6. testēšanas izvads; $a = 5\text{m}$; $b = 1\text{m}$.

15.attēls. Ēkas zemējuma kontūra izveides principshēma (zibensaizsardzība)

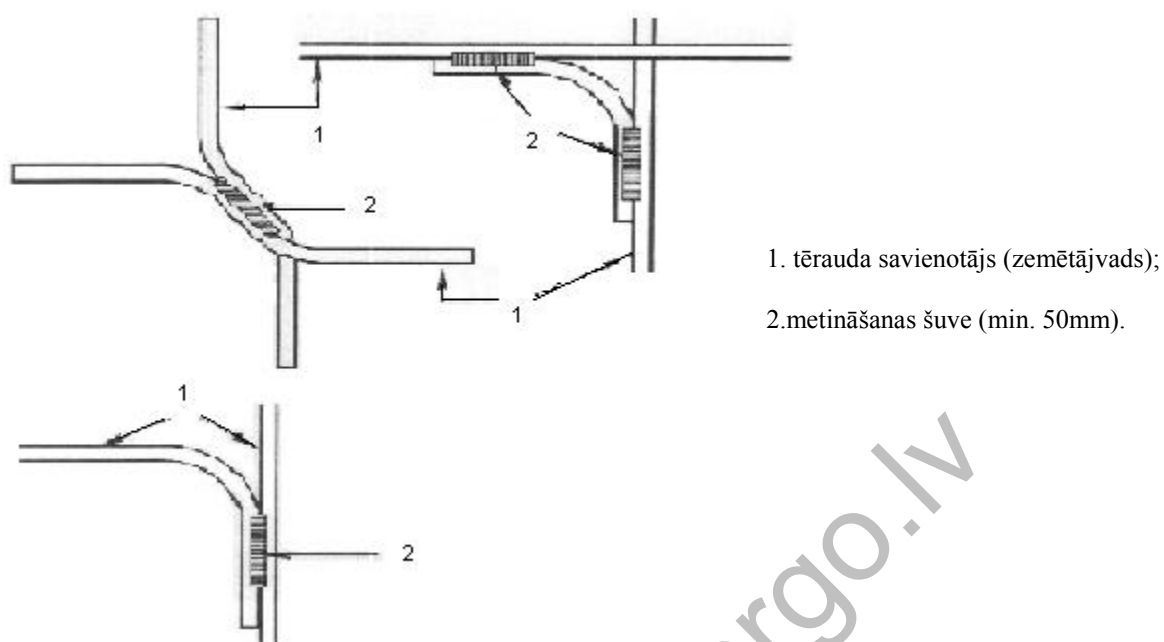


1. jumta metāliskis pārklājums;
2. savienojums starp fasādi un pārklājumu;
3. zemētājvads;
4. metāliskas fasādes segments;
5. zemēšanas kontūra izvads;
6. savienojums starp fasādes plāksnēm;
7. testēšanas izvads;
8. tērauda savienotājs;
9. zemētājs; $a = 5\text{m}$; $b = 3\text{m}$; $c = 1\text{m}$.

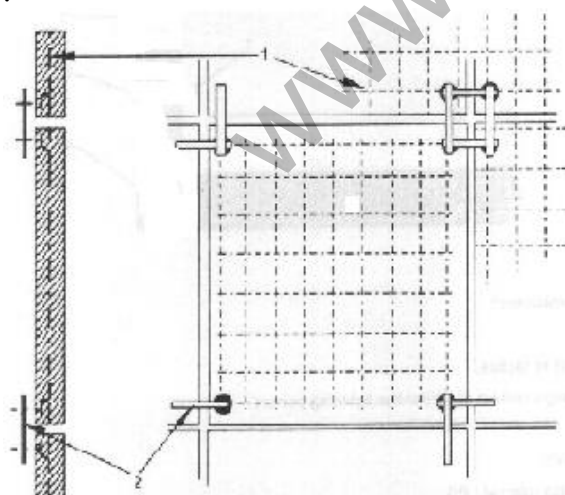
16.attēls Ēkas ar metālisku fasādi zemējuma kontūra izveidošanas principshēma (zibensaizsardzība)



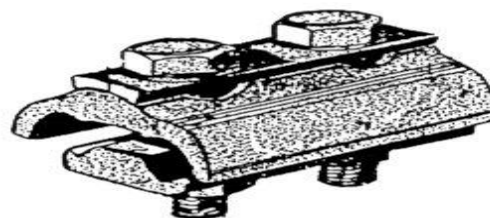
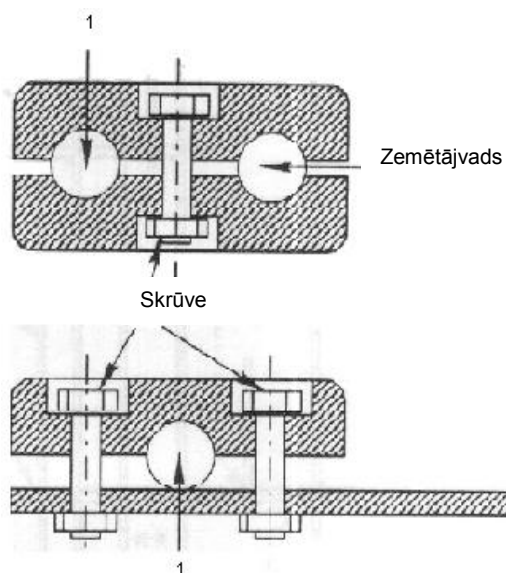
17. attēls. Vadītāju savienošanas varianti ēkas betona sienā



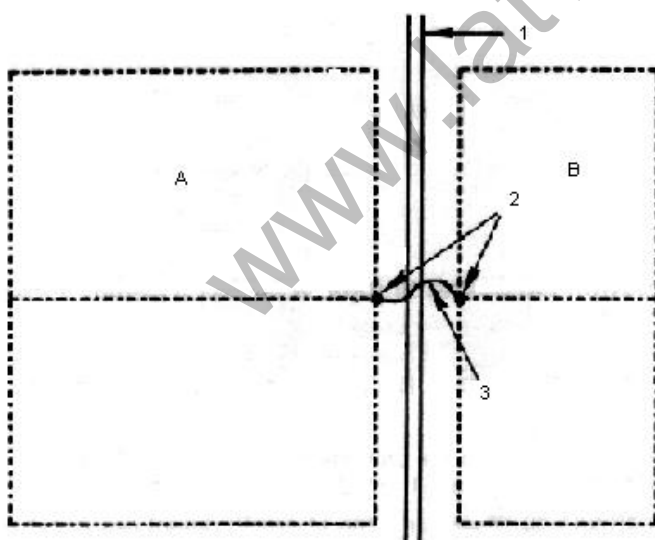
18. attēls. Tērauda savienotāju (zemētājvadu) savienošana metinot



19. attēls. Dzelzsbetona plākšņu savienošana

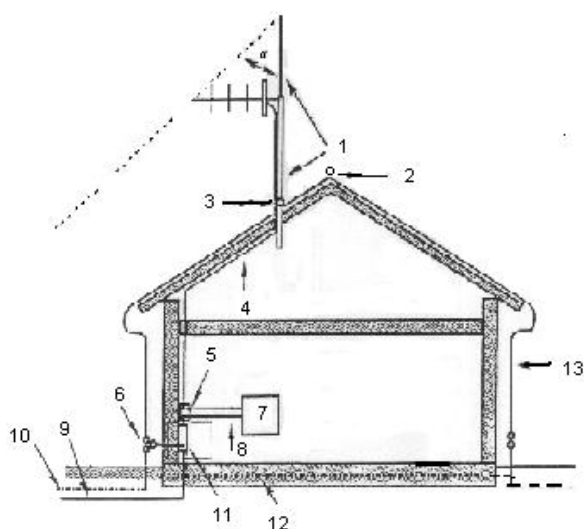


20. attēls. Zemētājvadu savienošana ar skrūvspailēm



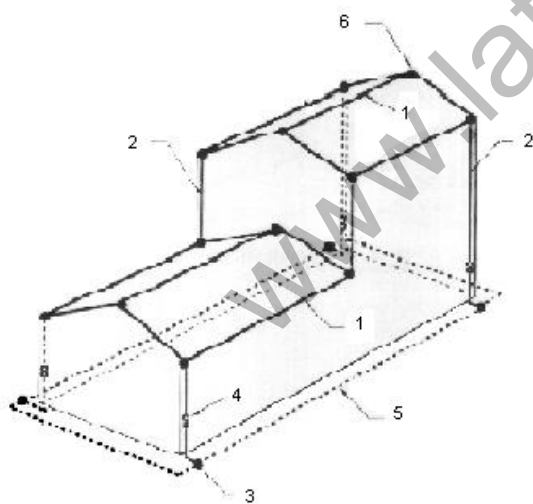
- 1. termiskā grope;
- 2. metināšanas punkti (savienojums);
- 3. lokans savienotājs;
- A, B – vadošas daļas.

21.attēls. Vadošu daļu savienošana ar lokano savienotāju



1. metālisks masts;
 2. horizontāls vadītājs (zemētājvads);
 3. savienojums starp mastu un ZA vadītāju;
 4. antenas kabelis;
 5. galvenā savienojuma vieta;
 6. testēšanas izvads;
 7. TV aprīkojums (el. ierīce);
 8. TV barošanas vads;
 9. barošanas kabelis;
 10. zemētājvads;
 11. sad. punkts ar ZA aparātiem;
 12. ēkas pamata zemētājs;
 13. ZA sistēmas zemētājvads;
- α - aizsardzības leņķis.

22. attēls. Ēkas zibensaizsardzība (ZA) TV antenas gadījumā



1. horizontāls vadītājs (zemētājvads);
2. zemētājvads;
3. savienojuma punkts (aizsargāts pret koroziju);
4. testēšanas izvads;
5. zemētājs;
6. horizontālu vadītāju savienojuma punkts.

23.attēls. Ārējā ēkas zibensaizsardzība (ZA)

16. Prasības zemējumietaisēm pārbaudei pie nodošanas ekspluatācijā, pārbaudes apjomi un normas.

16.1. Zemējumietaisēm jānodrošina:

- cilvēku elektrodrošība;
- elektroietaišu un tīpašuma aizsardzība;
- elektroietaišu normāls darba režīms.

16.2. Visas elektroiekārtu metāla daļas, kurās izolācijas bojājuma rezultātā nokļūt spriegums, ir jāzēmē vai jānullē.

16.3. Zemējumietaišu konstruktīvajam izveidojumam jāatbilst šādām prasībām:

- katram zemējamam elementam jābūt pievienotam pie zemētāja vai zemētājmaģistrāles ar atsevišķu zemētājvadu. Aizliegts savienot virknē ar zemētājvadu vairākus zemējamās elementus;
- zemētājvadi pie zemētājiem, vai zemējamām konstrukcijām, pie aparātiem, mašīnu korpusiem un līniju balstiem jāpievieno metinot, ar skrūvju vai šim nolūkam īpaši paredzētu spaiļu savienojumu;
- zemētājvadi jāaizsargā pret koroziju, tos cinkojot vai citādi apstrādājot. Pie zemētājvadu ievada vietām ēkās un būvēs jāparedz atbilstošs zemētājvadu apzīmējums. Rekonstrējot vai izbūvējot no jauna ražošanas ēkas jāparedz tajās aizsardzības sistēmu TN–S vai T N–C–S izveidošanu.

16.4. Zemējumietaišu elementu pārbaude

To jāveic apskatot zemējumietaišu elementus iespējamās redzamības robežās. Zemējumietaišu elementu šķērsgriezumam un vadāmībai jāatbilst izstrādātā projekta prasībām.

16.5. Kēdes pārbaude starp zemētājiem un sazemējamiem elementiem

Jāpārbauda zemēšanas un nullēšanas vadītāju, to savienojumu un pievienojumu šķērsgriezums, veselums un izturība. Nedrīkst būt pārrāvumi un redzami defekti zemēšanas vadītājiem, kas savieno aparātus ar zemēšanas kontūru. Metinājuma izturība pārbaudāma ar āmura sitienu. Zemējuma kontūra nepārtrauktības pārējas pretestībai jābūt $\leq 0,1 \Omega$.

16.6. Caursišanas drošinātāju stāvokļa pārbaude elektroietaisēs līdz 1 kV

Caursišanas drošinātājiem jābūt darba kārtībā un tiem jāatbilst elektroietaisēs nominālajam spriegumam.

16.7. Kēdes “fāze – nulle” pārbaude elektroietaisēs līdz 1 kV ar cieši zemētu neitrāli

Pārbaude jāveic ar kādu no metodēm:

- vienfāzīgā īsslēguma uz korpusu vai vada strāvas tiešais mērījums ar speciālas iekārtas palīdzību;
- cilpas “fāze – nulle” pilnās pretestības mērījums ar sekojošu vienfāzīgā īsslēguma strāvas aprēķinu.

Vienfāzīgā īsslēguma strāvai uz korpusu vai nulles vadu jānodrošina droša aizsardzības nostrādāšana, ievērojot komutācijas aparātu atslēgšanas spējas koeficientus.

16.8. Zemējumietaišu pretestības mērīšana (skat. Tabulu 10)

Jebkurā gada laikā zemēšanas kontūra pretestībai jābūt $< 0,5 \Omega$, ieskaitot dabīgo zemētāju pretestību.

16.9. Zemētājvadi nav izvēlkami gar vai pāri elektrokabeļiem. Tomēr, ja nav iespējams izvairīties no elektrokabeļa šķērsošanas, šis kabelis jāievieto metāla ekrānā, kas stiepjas vienu metru abpus šķērsošanās vietas.

Ekrāns jāpievieno zemētājvadam.

16.10. Zibensaizsardzības zemētājvads jāizliek tā, lai trajektorija būtu cik vien iespējams taisna. Izvelkot zemētājvadu, jāņem vērā zemētāju izvietojums.

Tam jābūt iespējami taisnam, pa īsāko ceļu un bez asiem līkumiem vai augšupvērstiem posmiem. Citu zemētājvadu apvadīšanai ieteicams izvēlēties sāniskus pagriezienus. Liekumu rādiusiem jābūt vismaz 20 cm.

16.11. Katram zibensaizsardzības zemētājvadam jābūt apgādātam ar pārbaudes spaili, kas izmantojama zemētāju sistēmas atvienošanai, lai to izmērītu. Uz pārbaudes spaiļes jābūt uzrakstam “zibens novedējs” un simbolam .

16.12. Zemējumietaišu un zemētājvadu pretestību normatīvās vērtības apkopotas zemāk, Tabulā 10.:

Tabula 10.

Zemējumietaišu pretestību lielākās pieļaujamās vērtības

Nr.p.k.	Elektroietais nosaukums	Elektroietais un zemējamā objekta raksturojums	Mērāmais lielums	Pretestība, Ω
1.	Elektroietais ar spriegumu virs 1 kV, izņemot GL	Ar cieši zemētu neitrāli	Zemējumietais pretestība	Lielums, kas norādīts zemējumietais projektā
		Elektroietais tīklā ar izolētu neitrāli un elektroietais bez kompensācijas aparātiem tīklos ar zemslēguma kapacitatīvo strāvu kompensāciju	Zemējumietais pretestība	≤ 10
		Elektroietais ar kompensācijas aparātiem	Zemējumietais pretestība	$\frac{250}{I} \left(\frac{125}{I} \right)^*$, bet ne lielāka par 10
		Atsevišķi stāvošs zibensnovēdējs	Zemētājvada pretestība	25
		Elektroiekārtu strāvas ķēdē neesošas vadošas daļas	Kontūra pievienojuma metālisko saišu kopējā pretestība	$\leq 0,1$
2.	Elektroietais ar spriegumu līdz 1 kV, izņemot GL	Mākslīgais zemētājs, pie kura pievienotas ģeneratoru un transformatoru ar spriegumu līdz 1 kV neitrāles	Zemētājvada pretestība tīkliem: 660 / 400 V 400 / 230 V 230 / 127 V	15 30 60
		Dabiskais zemētājs, pie kura pievienotas ģeneratoru un transformatoru ar spriegumu līdz 1 kV neitrāles	Zemētājvada pretestība tīkliem: 660 / 400 V 400 / 230 V 230 / 127 V	2 4 8
3.	GL ar spriegumu virs 1 kV	Dzelzsbetona, metāla un koka balsti, kuros iekārta trose vai uzstādītas zibensaizsardzības ietaises; līdz 20 kV GL dzelzsbetona un metāla balsti apdzīvotā apgabalā, kā arī elektroiekārtas, kas uzstādīta 110 kV un augstāka sprieguma GL balstos	Zemētājvada pretestība pie īpatnējās grunts pretestības $\Omega \cdot m$: līdz 100 virs 100 līdz 500 virs 500 līdz 1000 virs 1000	10 15 20 30
		Uz 6 ÷ 20 kV GL balstiem uzstādītās elektroiekārtas zemētāji	—	10
		6 ÷ 20 kV GL dzelzsbetona un metāla balsti neapdzīvotā apgabalā	Zemētājvada pretestība pie īpatnējās grunts pretestības $\Omega \cdot m$: līdz 100 virs 100	30 0,3p**
		Izlādņi (pārspr. novadītāji)	Zemētājvada pretestība	5

Tabulas 10. turpinājums

Nr.p.k.	Elektroietais nosaukums	Elektroietais un zemējamā objekta raksturojums	Mērāmais lielums	Pretestība, Ω
4.	GL ar spriegumu līdz 1 kV	Balsti ar atkārtotiem nulles vada zemētājiem tīklos ar cieši zemētu neitrāli	Zemētājvada pretestība tīkliem: 660 / 400 V 400 / 230 V 230 / 127 V	15 30 60
		Dzelzsbetona un metāla balsti tīklos ar izolētu neitrāli	Zemētājvada pretestība	50
		Zibensaizsardzības zemētājs	Zemētājvada pretestība	30

Piezīme*: iekavās norādītā attiecība piemērojama zemēšanas ietaisēm, kuras vienlaicīgi izmanto elektroietaisēm ar spriegumu līdz 1 kV. I – elektroietaisē jaudīgākā kompensējošā aparāta lielākā strāva, (A).

Piezīme:** ρ - grunts īpatnējā pretestība, ($\Omega \cdot m$).

17. Dokumentācija, kura pēc izbūves darbu nobeigšanas iesniedzama objekta īpašniekam (valdītājam)

Pēc apakšstacijas zemējumietaisē izbūves darbu nobeigšanas darbuzņēmējam jāiesniedz objekta īpašniekam tālākai ekspluatācijas uzraudzībai šāda dokumentācija:

- akts par būvas nosprašanu;
- segto darbu pieņemšanas/nodošanas akti;
- zemējuma kontūra izbūves akts, izpildzīmējums;
- zemējuma kontūra nepārtrauktības un pretestību mērīšanas protokols;
- cilpas “ fāze – nulle ” mērīšanas protokoli;
- metālkonstrukciju montāžas akti.

18. Atsauce uz pielietotajiem normatīvajiem aktiem:

1. LEK 002 “Elektrostaciju, tīklu un lietotāju elektroietaišu tehniskā ekspluatācija”.
2. „Правила устройства электроустановок”; 1985 год, Издание 6.
3. «Правила устройства электроустановок»; 2002 год, Издание 7.
4. ANSI / IEEE Std 80 “Guide for Safety in AC Substation Earthing”.
5. DIN VDE 0141 2000-01 (IEC 364-5-54; 479-1/84 “Spēka elektroiekārtu ar spriegumu virs 1 kV zemēšana”.
6. СН 102-76 «Инструкция по устройству сетей заземления и зануления в электроустановках».
7. IEEE Std 837TM “Standard for Qualifying Permanent Connections Used in Substation Grounding”.
8. „Нормы испытания электрооборудования”, 1978 год, Издание 5.