

S



LATVIJAS

LEK

ENERGOSTANDARTS

043

Otrais izdevums
2021

PĀRBAUDES METODIKA KABEĻU ELEKTROLĪNIJĀM AR SPRIEGUMU LĪDZ 20 kV

© AS "Latvenergo" teksts, 2021

© LEEA Standartizācijas centra "Latvijas Elektrotehnikas komiteja" noformējums,
makets, 2021

Šī energostandarta un tā daļu pavairošana un izplatīšana jebkurā formā vai jebkādiem līdzekļiem bez Standartizācijas centra "Latvijas Elektrotehnikas komiteja" un AS "Latvenergo" rakstiskas atļaujas ir aizliegta.

Latvijas Elektrotehnikas komiteja
Šmerļa iela 1, Rīga, LV-1006
www.lekenergo.lv

Reģistrācijas Nr.217
Datums:27.05.2021.
LEK 043
LATVIJAS ENERGOSTANDARTS

Anotācija

Prasības attiecināmas uz Latvijas Republikā ekspluatācijā pieņemamām un esošām kabeļu elektrolīnijām ar spriegumu līdz 20 kV (ieskaitot), ja attiecīgās energoietaisies valdītājs noteicis šo energostandartu par saistošu. Energostandarts nav attiecināms uz ēku iekšējo elektroinstalāciju, kontrolkabeļiem un elektronisko sakaru tīkla līnijām.

Energoietaisies valdītājam ir tiesības noteikt citus pārbaudes vērtēšanas kritērijus attiecībā uz kabeļu elektrolīnijas pārbaudēm ar paaugstinātu spriegumu.

Energostandartā tiek aprakstītas un noteiktas prasības kabeļu elektrolīniju pārbaudes pieņemšanai ekspluatācijā un ekspluatācijas laikā veicamās pārbaudes kabeļu elektrolīnijām ar spriegumu līdz 20 kV ar papīra–eļļas, šķērssaistīta polietilēna/polietilēna (XLPE/PE) un ar polivinilhlorīda (PVC) izolāciju.

Energostandartā noteikti kabeļu elektrolīniju izolācijas pārbaudes vērtēšanas kritēriji, pārbaužu apjoms un metodika pēc kabeļu elektrolīniju izbūves un remontiem.

Energostandartā aprakstīta kabeļu elektrolīniju pārbaude ar ļoti zemas frekvences paaugstinātu maiņspriegumu, pārbaude ar paaugstinātu līdzspriegumu, tangenss delta un daļējās izlādes diagnostikas metožu pielietojums, un rezultātu izvērtēšanas kritēriji.

Energostandarts apstiprināts Latvijas Elektrotehnikas komitejā.

Satura rādītājs

1. Vispārīgie nosacījumi.....	5
1.1. Normatīvie dokumenti	5
1.2. Energostandartā lietotie saīsinājumi un apzīmējumi.....	5
1.3. Terminu	6
2. Vispārīgās prasības kabeļu elektrolīnijas pārbaudei	7
3. Izolācijas pretestības mērīšana	9
3.1. Metodes pielietojums un mērīšanas nosacījumi.....	9
3.2. Mērījumu veikšanas metodika	10
3.3. Mērījumu rezultātu izvērtēšanas kritēriji	10
4. Dielektrisko zudumu ($Tg \delta$) diagnostika un kapacitātes noteikšana.....	12
4.1. Metodes pielietojums un mērīšanas nosacījumi.....	12
4.2. Mērījumu veikšanas metodika	15
4.3. Mērījumu rezultātu izvērtēšanas kritēriji	15
5. Daļējās izlādes diagnostika	15
5.1. Daļējās izlādes diagnostikas metodes, to pielietojums un mērīšanas nosacījumi	15
5.1.1. Vispārīgās prasības	15
5.1.2. Akustiskās daļējo izlāžu mērījumu metodes	18
5.1.3. Optiskās daļējo izlāžu mērījumu metodes	18
5.1.4. Elektromagnētiskās daļējo izlāžu mērījumu metodes	19
5.1.5. Elektriskās daļējo izlāžu mērījumu metodes.....	20
5.2. Daļējo izlāžu mērījumu ar ļoti zemas frekvences maiņspriegumu veikšanas metodika.....	20
5.3. Daļējo izlāžu mērījumu ar ļoti zemas frekvences maiņspriegumu rezultātu izvērtēšanas kritēriji un rekomendācijas	21
6. Pārbaude ar ļoti zemas frekvences paaugstinātu maiņspriegumu	22
6.1. Metodes pielietojums un mērīšanas nosacījumi.....	22
6.2. Mērījumu veikšanas metodika	22
6.3. Mērījumu rezultātu izvērtēšanas kritēriji	23
7. Pārbaude ar paaugstinātu līdzspriegumu.....	23
7.1. Metodes pielietojums un mērīšanas nosacījumi.....	23
7.2. Mērījumu veikšanas metodika	23
7.3. Mērījumu rezultātu izvērtēšanas kritēriji	24
8. Kabeļu apvalka pārbaude	24
9. Aktīvās pretestības noteikšana	24

9.1. Metodes pielietojums un mērīšanas nosacījumi.....	24
9.2. Mērījumu veikšanas metodika	25
9.3. Mērījumu rezultātu izvērtēšanas kritēriji	27
10. Cilpas "fāze –nulle" pilnās pretestības pārbaude.....	27
10.1. Metodes pielietojums un mērīšanas nosacījumi	27
10.2. Mērījumu veikšanas metodika	27
10.3. Mērījumu rezultātu izvērtēšanas kritēriji.....	27
11. Kabeļu elektrolīniju termogrāfija.....	28
12. Kabeļu elektrolīniju pārbaudes	28
13. Kabeļu elektrolīniju ar metāla apvalku pretkorozijas aizsardzība un tās pārbaudes nosacījumi.....	29
13.1. Vispārīgās prasības	29
13.2. Pārbaudes un mērījumi	30
13.3. Ķīmiskās korozijas noteikšana	30
1. pielikums.....	31
2. pielikums.....	35
3. pielikums.....	36

1. Vispārīgie nosacījumi

1.1. Normatīvie dokumenti

Energostandarts izstrādāts, ievērojot Latvijas Republikas normatīvos aktus, Latvijas standartus, starptautiskos standartus un AS "Latvenergo" un citu energouzņēmumu ekspluatācijas pieredzi.

Valsts normatīvo aktu prasības izpildāmas neatkarīgi no tā, vai energostandartā ir dota atsauce uz normatīvo aktu, vai tā nav dota.

Nedatētām norādēm piemērojams norādes dokumenta pēdējais izdevums (ieskaitot visus labojumus).

Energostandarta izstrādē izmantoti un sniegtas atsauces uz šādiem normatīvajiem aktiem:

Latvijas standarti

LVS HD 605 S3 *"Elektriskie kabeļi. Papildu testēšanas metodes";*

LVS HD 620 S2 *"3,6/6 (7,2) kV līdz 20,8/36 (42) kV nominālajam spriegumam paredzētie sadalkabeļi ar ekstrudētu izolāciju";*

LVS EN 60228 *"Izolētu kabeļu dzīslas";*

LVS EN 60270 *"Augstsprieguma testa veidi – Daļējas izlādes mērījumi".*

Latvijas energostandarti

LEK 038 *"Elektroietaišu termogrāfisko pārbaūžu normas un apjomi".*

Starptautiskie standarti un normatīvi

IEC TS 62478 *"High voltage test techniques – Measurement of partial discharges by electromagnetic and acoustic methods".*

1.2. Energostandartā lietotie saīsinājumi un apzīmējumi

Cx – pētāmā objekta nomērīta kapacitāte;

EPR – etilēnpropilēna polimērs;

HEPR – augstas izturības etilēnpropilēna polimērs;

KL – kabeļu elektrolīnija;

U₀ – elektrotīkla fāzes spriegums (spriegums starp fāzes vadu un vairākfāžu sistēmas neitrāli);

PD – daļējās izlādes;

PE – polietilēns;

PILC – papīra-eļļas;

PVC – polivinilhlorīds;

Tg δ – tangenss delta;

VLF – ļoti zema frekvence;

XLPE – šķērssaistīts polietilēns.

1.3. Termini

1.3.1.

augstas izturības etilēnpropilēna polimērs

etilēna un propilēna kopolimērs ar paaugstinātu izturību.

1.3.2.

daļējā izlāde

izlāde, kas tikai daļēji pārklāj izolāciju starp dažāda potenciāla vadītājiem. Tā var notikt vadītāja tuvumā vai izolācijas iekšienē.

1.3.3.

daļējās izlādes impulsa šķietamā izlāde (q)

izlāde, kuru padodot starp diviem pārbaudāmā objekta izvadiem, dos tādu pašu rezultātu kā daļējās izlādes strāvas impulss. Šķietamo izlādi parasti izsaka pikokulonos (pC).

1.3.4.

daļējās izlādes impulss

strāvas vai sprieguma impulss, kas rodas no daļējās izlādes pārbaudāmajā objektā pārbaudes laikā.

1.3.5.

etilēnpropilēna polimērs vai līdzīga izolācija

etilēna un propilēna kopolimēra izolācija, parasti to sauc par elastomēru. EPR kabeļi ir elastīgāki nekā PE un XLPE, bet ar lielākiem dielektriskiem zudumiem.

1.3.6.

izolācija

cietas, šķidras vai gāzveida vielas un materiāli ar labām dielektriskajām īpašībām, ko izmanto vadītāju un elektroaparātu strāvu vadošo daļu pārklāšanai, lai palielinātu to elektrisko izturību.

1.3.7.

izolācijas bojājums

elektroiekārtas izolācijas bojājums, kas var izraisīt nepieļaujamu strāvas noplūdi pa bojāto vietu vai izolācijas caursiti.

1.3.8.

izolācijas caursite

izlāde caur cietu, šķidru vai gāzveida dielektriķi.

1.3.9.

izolācijas materiāls

neievērojami mazas elektrovadītspējas materiāls, ko izmanto dažāda potenciāla vadītājdaļu atdalīšanai.

1.3.10. kabeļu elektrolīnija

viena vai vairāku paralēlu kabeļu un ar to saistīto konstruktīvo elementu kopums, kas paredzēts elektroenerģijas pārvadei no viena elektrotīkla punkta uz otru.

1.3.11. kabelis

elektrotehnisks izstrādājums, kas sastāv no vienas vai vairākām dzīslām, kas ietvertas kopējā izolācijā.

Piezīme: Atkarībā no kabeļa funkcionālās nozīmes kabelis var saturēt jostizolāciju, bruņu, dzīslu individuālos ekrānus, starpvadu aizpildījumu, apvalku, aizsargpārklājumus u.c. Kabelī papildus var būt iekļauti arī neizolēti vadi.

1.3.12. ļoti zema frekvence (VLF)

elektroenerģijas avota darba frekvence no 0,01 Hz līdz 0,1 Hz.

1.3.13. mērvads

mērījumu veikšanai paredzēts elektrotehnisks izstrādājums, kas sastāv no vienas vai vairākām dzīslām, un savieno mēriekārtu ar pārbaudāmo objektu.

1.3.14. polietilēns

polietilēns ir visizplatītākā plastmasa. Polietilēns parasti ir līdzīgu etilēna polimēru maisījums. Polietilēna izolācijai ir mazāki dielektriskie zudumi, kā polivinilhlorīda izolācijai.

1.3.15. polivinilhlorīds

materiālu kombinācijas, kas piemēroti izvēlētas, proporcionālas un apstrādātas, no kurām raksturīgā sastāvdaļa ir polivinilhlorīds vai viens no tā kopolimēriem. Tas pats termins apzīmē arī savienojumus, kas satur polivinilhlorīdu un dažādas tā komponentes.

1.3.16. šķērssaistīts polietilēns

termoreaktīvs materiāls, kas izveidots, šķērssaistot termoplastisko polietilēnu savienojumu ar ķīmisko vai apstarošanas metodi.

2. Vispārīgās prasības kabeļu elektrolīnijas pārbaudei

2.1. Lai nodrošinātu spēka KL drošu ekspluatāciju un prognozētu vai atklātu KL potenciālās bojājumu vietas, ir jāuzrauga KL izolācijas stāvoklis. Izolācijas stāvokli un defektu rašanos izolācijā galvenokārt ietekmē pārsprieguma impulss, siltums un to radītā PD. Izolācijas novecošanos var noteikt, veicot regulāras KL pārbaudes.

2.2. Kabeļu izolācijas veidi:

2.2.1. piesūcināts papīrs (piemēram, PILC);

2.2.2. polimēru izolācija (piemēram, EPR, HEPR, gumijas);

2.2.3. termoplastmasas izolācija (piemēram, PVC, PE u.c.);

2.2.4. šķērssaistītie polimēri (piemēram, XLPE).

Piezīme: Gumijas izolācija un PILC izolācija plaši pielietoti vecajās KL.

2.3. KL pārbaudes metodes:

2.3.1. nedestruktīvās metodes:

2.3.1.1. izolācijas pretestības mērījumi;

2.3.1.2. Tg δ diagnostikas metode;

2.3.1.3. PD diagnostikas metode.

2.3.2. destruktīvās metodes:

2.3.2.1. pārbaude ar VLF paaugstinātu maiņspriegumu;

2.3.2.2. pārbaude ar paaugstinātu līdzspriegumu.

2.4. KL pārbaudes ar nedestruktīvām metodēm ļauj novērtēt KL izolācijas novecošanās pakāpi, nesagraujot KL izolāciju vai nesamazinot tās darbaspēju. Pareizi veicot pārbaudes ar nedestruktīvām metodēm un precīzi uzturot mērījumu rezultātu datu bāzes, ir iespējams savlaicīgi konstatēt potenciālās KL bojājumu vietas. Ar nedestruktīvām metodēm var noteikt bojājumus, kas radušies, izbūvējot KL un savienojuma uzmavas, kā arī kabeļu ražošanas procesā.

2.5. Destruktīvo metožu mērķis ir iegūt atbildi, vai KL iztur uzdotos pārbaudes parametrus. Ja KL izolācija pārbaudi neiztur, tiek iegūts izolācijas caursītes spriegums. Savukārt pārbaudi izturējušu KL uzskata par derīgu ekspluatācijai. Šo pārbaudžu priekšrocība ir tā, ka tiek atrastas attiecīgā KL posma vājākās vietas. Taču vienlaikus šo metožu trūkums ir tāds, ka tās var veicināt pārbaudi izturējušu posmu izolācijas novecošanos un neļauj noteikt KL izolācijas novecošanās veidu, pakāpi un iemeslus. KL pārbaudes ar destruktīvām metodēm nav ieteicams veikt, kad:

2.5.1. ir redzams elektroiekārtas, kabeļa gala apdares, savienojuma uzmavas vai kabeļa defekts;

2.5.2. citi mērījumi norāda uz bīstama defekta esamību;

2.5.3. pārbaudi paredzēts veikt āra elektroietaisēs un ir nelabvēlīgi laika apstākļi.

2.6. Komercesabiedrībai ir tiesības noteikt arī citus KL pārbaudes metodes un/vai vērtēšanas kritērijus, ņemot vērā KL tehnisko stāvokli.

2.7. Galvenais faktors, kas raksturo KL izolācijas (izņemot KL ar PILC izolāciju) kvalitāti, ir izolācijā izveidojušos ūdens koku lielums un daudzums. Galvenokārt ūdens koku kanāli veidojas vietās, kur izolācijas materiālā ir mitrums un defekti, kas radušies kabeļu ražošanas procesā vai ekspluatācijas laikā. Elektriskie nosacījumi šajos ūdens kokos, kurus nevar redzēt, atšķiras no nebojāta materiāla, un tos var novērot mērījumu rezultātos. Galvenie faktori, kas raksturo KL ar PILC izolāciju kvalitāti, ir eļļas izžūšana un izolācijas samitrināšanās.

2.8. Ūdens koki veidojas elektriskā lauka ietekmē ūdenim nokļūstot KL plastmasas izolācijā. Ūdens koku veidošanās KL izolācijā ir KL izolācijas novecošanās pazīme. Ūdens koks veidojas caur kabeļa izolāciju ceļā, kas līdzinās koka zariem. KL izolācijā koku veidošanās ir bieži izplatīts kabeļu sadalīšanās process un KL bojājumu iemesls. Izveidojušies līdz salīdzinoši lieliem izmēriem, ūdens koki izsauc elektriskās caursītes KL izolācijā.

2.9. Elektriskie koki ir process, kas rodas vietās, kur ir stiprs elektriskais lauks. Tas attīstās ļoti ātri un ir redzams kā PD. KL izolācijas caursīte notiek, ja elektriskais koks ir sasniedzis kritisko izmēru, pie kurā izolācija vairs nepilda savas dielektriskās funkcijas, tad elektriskais koks attīstās ļoti strauji un dažu minūšu laikā var novest pie pilnīgas izolācijas caursītes.

2.10. PD kabeļu elektrolīnijas izolācijā raksturo izolācijas materiāla degradēšanos elektriskā lauka ietekmē. PD raksturlielumi ir ierosmes un rīšanas spriegumi, kā arī izlāžu lielumi kulonos (C), ko nosaka, veicot PD mērījumus.

2.11. PD diagnostikas metodi var izmantot KL ar jebkuru izolācijas veidu pārbaudēm, lai noteiktu potenciālo bojājumu vietu KL, savienojuma uzmavā vai gala apdarē.

2.12. Ūdens koku ietekmi uz KL izolāciju (izņemot KL ar PILC izolāciju) visefektīvāk var noteikt ar Tg δ diagnostikas metodi. Tg δ vērtība ir atkarīga no KL esošo ūdens koku daudzuma un lieluma. KL ar PILC izolāciju šo diagnostikas metodi var izmantot, lai konstatētu eļļas izžūšanu un/ vai izolācijas samitrināšanos.

2.13. KL diagnostikas metodes ir izolācijas pretestības mērījumi, kā arī PD un Tg δ diagnostikas metodes. Daudzi defekti izolācijā nerada PD, tāpēc izolācijas pretestības, PD un Tg δ mērījumi savstarpēji papildina viens otru. Ņemot vērā šo mērījumu rezultātus, var veikt secinājumus par KL izolācijas stāvokli.

3. Izolācijas pretestības mērīšana

3.1. Metodes pielietojums un mērīšanas nosacījumi

3.1.1. Izolācijas pretestības mērījumus veic ar 2500 V megommetru (izolācijas pretestības noteikšanas mēriekārtu) katrai KL dzīslai un, ja ir, arī ekrānam.

3.1.2. Jaunizbūvētām KL ar spriegumu ≤ 1 kV izolācijas pretestība nedrīkst būt mazāka par $1\text{ M}\Omega$. KL, kuras ir ekspluatācijā, atļauts izolācijas pretestības samazinājums līdz $0,5\text{ M}\Omega$.

Ja KL izolācijas pretestība ir zemāka par $0,5\text{ M}\Omega$, komercsabiedrība pieņem lēmumu par KL turpmāko ekspluatāciju.

3.1.3. KL ar spriegumu ≤ 1 kV, kuru izolācijai ir samazinājusies pretestība vai tā ir novecojusi, par ko liecina KL bojājumu uzskaitē un mērījumu rezultāti, ar komercsabiedrības lēmumu šo KL pārbaudi pēc bojājuma novēršanas var atlikt līdz KL pilnīgai vai daļējai nomaiņai. KL ar spriegumu > 1 kV izolācijas kvalitāte tiek novērtēta pēc izolācijas pretestības izmaiņu dinamikas.

3.1.4. Veicot mērījumus KL ar megommetru, pastāv šādi pārbaudes veidi:

3.1.4.1. izolācijas pretestības noteikšana;

3.1.4.2. absorbcijas koeficienta noteikšana;

3.1.4.3. polarizācijas indeksa noteikšana.

3.2. Mērījumu veikšanas metodika

3.2.1. Veicot izolācijas lieluma mērījumus, megommetra vienu vadu pievieno pārbaudāmajai KL dzīslai un otru vadu pievieno visām pārējām dzīslām, kas savienotas kopā un ir sazemētas, ja KL ir ar ekrānu, tad mērījumus veic analogiski arī ekrānam. Pirms un pēc katra mērījuma kabeli nepieciešams izlādēt, to sazemējot.

3.2.2. Veicot izolācijas pretestības mērījumu noteikšanu, parasti megommetra rādījumus nolasa pie 15 sekundēm.

3.2.3. Lai noteiktu absorbcijas koeficientu, megommetra rādījumus nolasa pie 15 un 60 sekundēm. Absorbcijas koeficientu aprēķina pēc formulas:

$$K_{abs} = R_{60}/R_{15},$$

kur:

K_{abs} – absorbcijas koeficients;

R_{60} – megommetra rādījums pie 60 sekundēm;

R_{15} – megommetra rādījums pie 15 sekundēm.

3.2.4. Izolācijas stāvokļa papildus izvērtēšanai izmanto polarizācijas indeksa noteikšanu gadījumos, kad absorbcijas koeficients $K_{abs} \leq 1,2$. Megommetra rādījumus nolasa pie 60 un 600 sekundēm. Polarizācijas indeksu aprēķina pēc formulas:

$$PI = R_{600}/R_{60}$$

kur:

PI – Polarizācijas indekss;

R_{600} – megommetra rādījums pie 600 sekundēm;

R_{60} – megommetra rādījums pie 60 sekundēm.

3.2.5. Izolācijas pretestības mērījumu rezultāti ir atkarīgi no klimatiskiem apstākļiem mērījuma laikā, KL izolācijas temperatūras, kā arī gala apdares piesārņojuma un samitrinājuma.

3.2.6. KL izolācijas pretestības mērījumu rezultātu noformēšanas protokola paraugu skatīt 1. pielikuma P1.1 tabulā.

3.2.7. Veicot KL pārbaudi ar paaugstinātu līdzspriegumu vai ar VLF paaugstinātu maiņspriegumu, izolācijas pretestības mērījumi jāveic pirms un pēc pārbaudes.

3.3. Mērījumu rezultātu izvērtēšanas kritēriji

3.3.1. KL izolācijas izvērtēšanas kritērijs ir cietās izolācijas pretestības lielums salīdzinājumā ar KL sākotnējiem izolācijas pretestības mērījumu lielumiem. Pretestības samazināšanās tendence brīdina par KL izolācijas pasliktināšanos.

Ja par sākotnējo datu un noteiktajiem lielumiem nav apliecināšanas informācijas, tad par mērījumu izvērtēšanas kritērijiem tiek uzskatīti iepriekšējie/pēdējie mērījumu rezultāti un rezultātu izmaiņu tendence.

3.3.2. Lai salīdzinātu iegūtos mērījumu rezultātus, tie jāpārreķina pie sākotnējo/ iepriekšējo mērījumu temperatūras:

3.3.2.1. ja temperatūru starpība (Δt) ir pozitīva, tad:

$$R_{pārreķ} = \frac{R_{izm}}{K};$$

3.3.2.2. ja temperatūru starpība (Δt) ir negatīva, tad:

$$R_{pārreķ} = R_{izm} \times K$$

kur:

$R_{pārreķ}$ – pārreķinātā pretestība pie sākotnējo mērījumu temperatūras $t_{sāk}$ [MΩ];

R_{izm} – pretestība pie mērījumu temperatūras $t_{mēr}$ (izmērītā pretestība) [MΩ];

K – temperatūru starpības koeficients (skatīt 3.3.2. p.).

3.3.3. Temperatūru starpības koeficientu var noteikt no 3.1. tabulas vai aprēķināt pēc formulas:

$$K = 0.9966e^{0.0408\Delta t}$$

kur:

Δt – temperatūru starpības absolūtā vērtība (skatīt 3.3.5. p.).

3.1. tabula

Temperatūru starpības koeficienti

Temperatūru starpības Δt [°C] absolūtā vērtība	1	2	3	4	5	10	15	20	25	30
Temperatūru starpības koeficients	1,04	1,08	1,13	1,17	1,22	1,5	1,84	2,25	2,75	3,4

3.3.4. Lai iegūtu temperatūru starpības koeficientu temperatūras starpībai, kas nav norādīta 3.1. tabulā, ir jāsareizina to temperatūru starpības koeficienti, kas summā veido nepieciešamo temperatūras starpību, piemēram, temperatūru starpības koeficients pie temperatūras starpības 8 °C būs vienāds ar temperatūru starpības koeficientu reizinājumu pie 5 °C un pie 3 °C. Temperatūru starpības koeficienta pie temperatūras starpības 8 °C aprēķina piemērs:

$$K_{8^{\circ}\text{C}} = K_{5^{\circ}\text{C}} \times K_{3^{\circ}\text{C}} = 1,22 \times 1,13 = 1,38$$

3.3.5. Temperatūras starpību Δt aprēķina pēc formulas:

$$\Delta t = t_{sāk} - t_{mēr}$$

kur:

$t_{mēr}$ – mērījumu temperatūra [°C];

$t_{sāk}$ – sākotnējo mērījumu temperatūra [°C].

Piezīme: Rekomendē veikt sākotnējos KL izolācijas mērījumus pie 20 °C. Ja mērījumi veikti pie citas temperatūras, tad nepieciešams veikt pārreķinus.

3.3.6. KL ar spriegumu > 1 kV izolācijas pretestība netiek normēta, tomēr elektroiekārtās ar spriegumu > 1 kV izolācijas pretestībai nevajadzētu būt < 1 M Ω uz elektroiekārtas darba sprieguma katru 1 kV. Izolācijas pretestības samazināšanās tendence brīdina par KL izolācijas pasliktināšanos vai nepietiekamu depolarizācijas (izlādes) laiku pēc KL pārbaudes ar paaugstinātu līdzspriegumu.

3.3.7. Absorbcijas koeficienta mērījumu rezultāta izvērtēšanas kritērijus skatīt 3.2 tabulā.

3.2. tabula

Absorbcijas koeficienta vērtēšanas kritēriji

Izolācijas stāvoklis	Absorbcijas koeficients	
	Kabeļiem, kas ražoti saskaņā ar GOST standartu prasībām	Kabeļiem, kas ražoti saskaņā ar IEC standartu prasībām
Bīstams	Līdz 1,3	Līdz 1
Apmierinošs		No 1 līdz 1,25 (ieskaitot)
Labs	Virs 1,3 (ieskaitot)	Virs 1,25 līdz 1,6 (ieskaitot)
Ļoti labs		Virs 1,6

Piezīme: Ja absorbcijas koeficients $K_{abs} \leq 1,2$, tad ir jāveic polarizācijas indeksa mērījums.

3.3.8. Polarizācijas indeksa mērījumu rezultāta izvērtēšanas kritērijus skatīt 3.3. tabulā.

3.3. tabula

Polarizācijas indeksa vērtēšanas kritēriji

Izolācijas stāvoklis	Polarizācijas indekss
Bīstams	Līdz 1
Apmierinošs	No 1 līdz 2 (ieskaitot)
Labs	Virs 2 līdz 4 (ieskaitot)
Ļoti labs	Virs 4

Piezīme: Polarizācijas indeksa mērījums ir obligāts, ja absorbcijas koeficients $K_{abs} \leq 1,2$.

4. Dielektrisko zudumu ($Tg \delta$) diagnostika un kapacitātes noteikšana

4.1. Metodes pielietojums un mērīšanas nosacījumi

4.1.1. $Tg \delta$ diagnostikas metodi izmanto, lai KL noteiktu dielektriskos zudumus. Pārbaudi ar $Tg \delta$ diagnostikas metodi veic, izmantojot galvenokārt maiņspriegumu.

4.1.2. Dielektrisko zudumu leņķis δ raksturo leņķi starp aktīvās un kapacitatīvās strāvas komponentēm, kas plūst caur KL izolāciju. Jo lielāka ir aktīvās strāvas komponente attiecībā pret kapacitatīvo, jo lielāks ir leņķis starp šīm strāvām un līdz ar to var uzskatīt, ka KL izolācijas dielektriskās īpašības ir pasliktinājušās.

4.1.3. $Tg \delta$ diagnostikas metodi ieteicams izmantot, lai noteiktu vispārējo KL izolācijas stāvokli.

4.1.4. Lai veiktu $Tg \delta$ pārbaudi, jāatvieno KL visas pienākošās dzīslas. Sākuma pārbaudi var veikt kopā visām kabeļa dzīslām, ja tās ir vienā apvalkā. Ja pēc sākuma rezultātu saņemšanas ir aizdomas par kādas dzīslas tehnisko stāvokli vai $Tg \delta$ palielinātu vērtību, tad pārbaude jāveic katrai dzīslai atsevišķi.

4.1.5. Nosakot $Tg \delta$ kā funkciju no sprieguma, pārbaude jāveic apkārtējās vides temperatūrā. Pārbaudes spriegums jāpadod starp vadītāju (dzīslu) un metālisko ekrānu vai apvalku.

Dielektriskie zudumi jānosaka attiecīgi ar spriegumiem $0,5U_0$, U_0 un $2U_0$.

4.1.6. Nomērītā $Tg \delta$ vērtība ar U_0 un starpība starp mērījumiem pie $2U_0$ un pie $0,5U_0$ jāreģistrē, un šīs vērtības nedrīkst pārsniegt standartā LVS HD 605 S3 noteiktās vērtības.

$$Tg \delta_{U_0} \leq Tg \delta_{2U_0} - Tg \delta_{0,5U_0}$$

kur:

$Tg \delta_{U_0}$ – nomērītā $Tg \delta$ vērtība pie sprieguma U_0 ;

$Tg \delta_{2U_0}$ – nomērītā $Tg \delta$ vērtība pie sprieguma $2U_0$;

$Tg \delta_{0,5U_0}$ – nomērītā $Tg \delta$ vērtība pie sprieguma $0,5U_0$;

4.1.7. Lai nomērītās $Tg \delta$ vērtības tuvinātu mērījumiem pie 20°C , jāizmanto korekcijas koeficienti, kas norādīti 4.1. tabulā.

4.1. tabula

Korekcijas koeficients apkārtējās vides temperatūrā

Apkārtējās vides temperatūra ($^\circ\text{C}$)	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
Korekcijas koeficients	1,05	1,06	1,07	1,06	1,04	1,00	0,94	0,86	0,80	0,79	0,79

Piezīme: Pastāv mēriekārtas, ar kurām nav iespējams padot noteiktos spriegumus (piemēram, IDAX300, DIRANA). Izmantojot šīs pārbaudes iekārtas, $Tg \delta$ nosaka pie pazemināta maiņsprieguma, kuru ģenerē attiecīgā mēriekārta.

Piezīme: Dielektrisko zudumu $Tg \delta$ mērījumus ieteicams veikt pie izolācijas temperatūras, kas nav zemāka par 10°C , ja mērījumus veic pie zemākām temperatūrām, tad iegūtos rezultātus izmanto informatīvi nepārrēķinot.

4.2. tabula

Tg δ vērtēšanas kritēriji

Izolācijas tips	Pārbaudes metode	Mērījuma izvērtēšanas kritērijs	
		Absolūtā vērtība	%
HEPR	$Tg \delta_{U_0}$	$\leq 0,008$	$\leq 0,8$
	$Tg \delta_{2U_0} - Tg \delta_{0,5U_0}$	$\leq 0,001$	$\leq 0,1$
XLPE ar PE vai PVC apvalku	$Tg \delta_{U_0}$	$\leq 0,004$	$\leq 0,4$
	$Tg \delta_{2U_0} - Tg \delta_{0,5U_0}$	$\leq 0,002$	$\leq 0,2$
	$Tg \delta_{20 \pm 3^\circ C}; U_{pārb} = U_0$	$\leq 0,004$	$\leq 0,4$
	$Tg \delta_{t_{vides}, ^\circ C}; U_{pārb} = U_0$	$\leq 0,002$	$\leq 0,2$

Piezīme: KL ar PILC izolāciju Tg δ pārbaudi parasti neveic.

Piezīme: Tabulā dotās vērtības saskaņotas ar standartu LVS HD 620 S2.

Piezīme: Nepieciešamības gadījumos komercsabiedrība var noteikt, ka Tg δ mērījumus var veikt ar pazeminātu maiņspriegumu.

4.1.8. Lai varētu veikt Tg δ mērījumus, ir nepieciešams izpildīt šādus nosacījumus:

- 4.1.8.1.** uzsākot Tg δ mērījumu, KL galos nedrīkst būt koronizlāde;
- 4.1.8.2.** jāsamazina virsmas strāva KL galos un mērvada izolācijas noplūdes strāva;
- 4.1.8.3.** jāsamazina dielektriskie zudumi mērvados;
- 4.1.8.4.** Tg δ mērījumi ir atkarīgi no temperatūras, tādēļ, atvienojot KL no slodzes, kad nosaka Tg δ kā funkciju no sprieguma, jāpagaida, kamēr KL temperatūra sasniedz apkārtējās vides temperatūru.

4.1.9. Tg δ mērījumu izpildes nosacījumi, kas minēti 4.1.8. p., praktiski tiek izpildīti šādi:

- 4.1.9.1.** koronizlādes novēršanai izmanto koronas apvalkus, ko piestiprina KL galos;
- 4.1.9.2.** virsmas strāvas abos KL galos novada speciāli tam paredzēta noplūdes strāvas ietekmes samazināšanas iekārta;
- 4.1.9.3.** lai novērstu kabeļu mēriekārtas ietekmi uz mērījumu rezultātiem, noplūdes strāva ir jāpadod caur tam paredzētu iekārtu.

4.1.10. KL kapacitātes noteikšanu veic KL ar spriegumu 20 kV un lielāku, parasti pirms KL nodošanas ekspluatācijā. Izmērītā kabeļa kapacitāte tiek pārrēķināta uz 1 m kabeļa garumu un tā nedrīkst atšķirties vairāk par 5 % no ražotāja norādītās vērtības. Pārbaudes nepieciešamību un periodiskumu nosaka komercsabiedrība.

4.2. Mērījumu veikšanas metodika

4.2.1. Pārbaudāmā KL ir jāatslēdz un jāizslēdz, un tad KL jāatvieno abos galos.

4.2.2. Ja nav zināms KL garums, pirms mērījumu uzsākšanas ar tehniskiem līdzekļiem (piemēram, ar reflektometru) ir jāveic KL pārbaudāmā posma garuma noteikšana.

4.2.3. KL abos galos ir jāuzliek koronas apvalki.

4.2.4. Koronas apvalks vienā KL galā ir jāsavieno ar mērvadu un tikai tad var uzsākt mērījumu.

4.3. Mērījumu rezultātu izvērtēšanas kritēriji

4.3.1. Absolūtā maksimālā sprieguma vērtība, pie kuras var rasties KL bojājums, ir atkarīga no:

4.3.1.1. KL izolācijas materiāla;

4.3.1.2. KL izbūves vietas.

4.3.2. Nomērītās Tg δ vērtības ir jāsalīdzina ar 4.2. tabulā noteiktajām prasībām un KL iepriekšējām Tg δ vērtībām, dodot slēdzienu par KL stāvokli.

4.3.3. Par katru pārbaudīto KL ir jāveido tehniskā dokumentācija, kurā jābūt iepriekšējo KL pārbaudīto rezultātiem. Tg δ un Cx mērījumu rezultātu noformēšanas paraugu skatīt 1. pielikuma P1.4. tabulā.

4.3.4. Ja mērījumu rezultāts pārsniedz 4.2. tabulā noteiktos kritērijus, tad komercsabiedrībai jāpieņem lēmums par KL turpmāko ekspluatāciju.

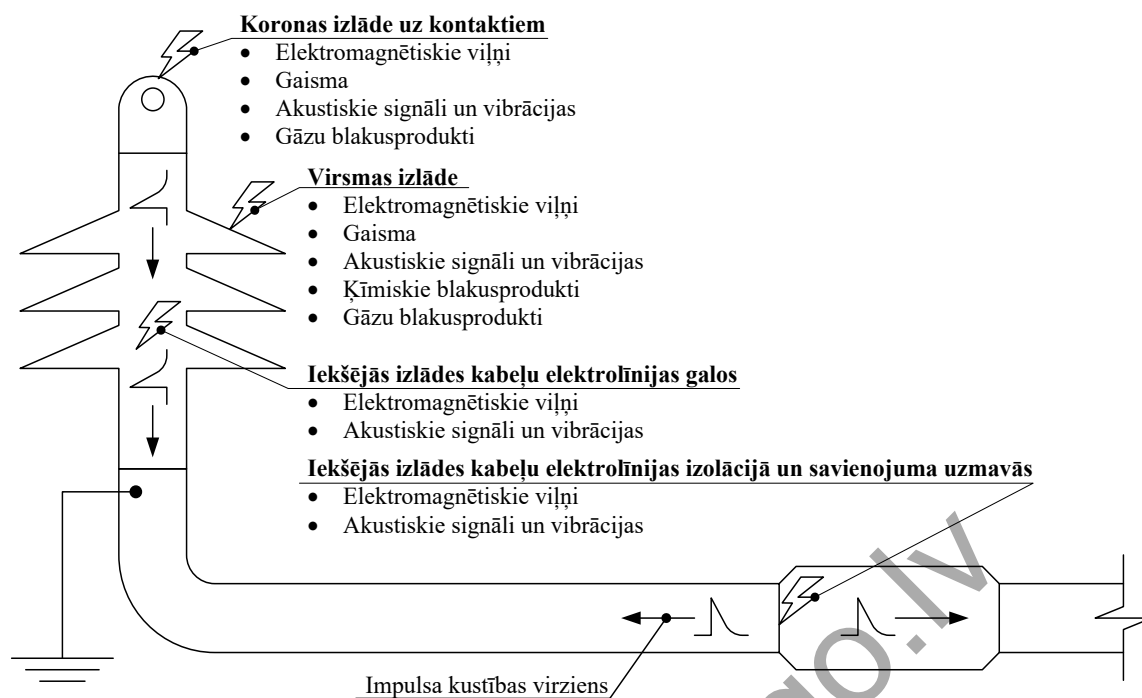
5. Daļējās izlādes diagnostika

5.1. Daļējās izlādes diagnostikas metodes, to pielietojums un mērīšanas nosacījumi

5.1.1. Vispārīgās prasības

5.1.1.1. PD rada:

- elektriskos signālus (elektriskos impulsus);
- elektromagnētiskos viļņus;
- akustiskos signālus;
- optiskos signālus;
- gāzu veidošanās blakusproduktus;
- ķīmisko reakciju blakusproduktus;
- silšanu PD vietā.



5.1. attēls. Daļējo izlāžu rašanās vietas kabeļu elektrolīnijā

5.1.1.2. Daļējo izlāžu diagnostikas metodes pēc mērījumu ilguma iedalāmas trijos veidos:

- vietējais (vienreizējais) mērījums;
- īslaicīgs monitorings;
- pastāvīgs monitorings.

5.1.1.3. Šī energostandarta ietvaros tiek apskatīts vietējo mērījumu veids. Vietējos mērījumos tiek veikta daļējo izlāžu aktivitātes novērtēšana tieši mērījumu veikšanas laikā. Ar šo metodi var veikt daļējo izlāžu mērījumus atslēgtai, izvestai no darbā, tā arī darbā esošai KL.

5.1.1.4. Ar vietējo mērījumu iespējams atklāt pastāvīgus KL defektus, kurus izraisa PD. Veicot mērījumus darbā esošai KL, ar šo metodi var neatklāt defektus, kas rada PD tikai pie noteiktiem apstākļiem un defektu ļoti agrīnā (attīstības) stāvoklī.

5.1.1.5. Atkarībā no daļējo izlāžu radītājam sekām iedala sekojošās mērījumu metodes:

- akustiskās metodes;
- optiskās metodes;
- elektromagnētisko mērījumu metodes;
- elektriskās metodes.

Piezīme: PD mērījumu metožu aprakstus skatīt 5.1.2., 5.1.3., 5.1.4. un 5.1.5. nodaļās.

5.1.1.6. Elektromagnētisko mērījumu un akustiskās metodēs izmanto dažādus sensorus, kas izmanto elektromagnētisko un akustisko vibrāciju pārveidošanas principu noteiktā frekvenču diapazonā:

- zemas frekvences;
- augstfrekvences;
- īpaši augstas frekvences.

5.1.1.7. PD mērījumos ieteicams izmantot elektriskos signālus plašā frekvenču diapazonā. KL radītās PD elektriskos signālus iespējams uztvert vairākus kilometrus no PD avota.

Elektriskie signāli pārvietojas pa kabeļa dzīslu vai kabeļa ekrānu.

Ekranētu KL impulsu augstākas frekvences komponentes straujāk rimstas, savukārt zemākas frekvences komponentes rimst lēnāk. Elektriskais signāls izplatās abos virzienos un, ja ir strauja elektriskā signāla pretestības maiņa, tad elektriskais signāls atstarojas. Vienā mērījumu vietā ir iespējams uztvert PD tiešo elektrisko signālu un atstaroto elektrisko signālu, pēc kuriem var noteikt PD atrašanās vietu.

5.1.1.8. PD atstarotie elektriskie signāli var nebūt redzami šādās situācijās:

- garām KL signāla vājināšanās ir pārāk liela, lai pārbaudēs izšķirtu atstaroto signālu;
- apkārtējo elektromagnētisko traucējumu gadījumā, jo tie var kropļot signāla formu;
- KL ir signālu vājinoši savienojumi;
- KL izveidotas vairākas transpozīcijas;
- KL nav signāla pretestības izmaiņas un signāls netiek atstarots.

5.1.1.9. Gadījumos, kad nav iespējams izšķirt atstaroto signālu, ir ieteicams izmantot impulsu ģeneratoru, kas ģenerēs elektrisko signālu no KL tālā gala tad, kad tiek nolasīts tiešais elektriskais signāls. Šis elektriskais signāls pastiprinās atstaroto elektrisko signālu, un mērījumu vietā tas būs redzams.

5.1.1.10. PD radītos elektromagnētisko viļņu mērījumus ieteicams pielietot lokālu izlāžu meklēšanai, piemēram, KL gala apdares vietās vai īsiem KL posmiem.

5.1.1.11. Lai veiktu PD mērījumus darbā neesošai KL, nepieciešams neatkarīgs elektroenerģijas avots, kas nodrošinātu mērījumiem atbilstošu spriegumu, un mēriekārta, kas pievienota galvaniski savienotam saites kondensatoram. Metodi ieteicams pielietot KL daļējo izlāžu mērījumiem, un galvenokārt KL pārbaudēm tiek izmantoti šādi elektroenerģijas avota veidi:

- elektroenerģijas avots ar sinusoidālu nepārtrauktu maiņspriegumu;
- elektroenerģijas avots ar VLF maiņspriegumu;
- impulsveida elektroenerģijas avots.

5.1.1.12. Sinusoidāla nepārtraukta maiņsprieguma elektroenerģijas avota darba frekvence ir no 20 Hz līdz 300 Hz, kas ļauj pārbaudes spriegumu simulēt iespējami

tuvu darba spriegumam un iegūt izolācijas novērtējumu paaugstināta sprieguma apstākļos.

5.1.1.13. VLF elektroenerģijas avota darba frekvence ir no 0,01 Hz līdz 0,1 Hz. Ir iespējams veikt mērījumus vairākās frekvencēs, ļaujot iegūt PD aktivitātes atkarību no sprieguma frekvences.

5.1.1.14. Sprieguma impulsu ģenerators veidots no uzlādēta kondensatora un induktivitātes sistēmas, kurai raksturīgs krītošs spriegums frekvenču diapazonā no 20 Hz līdz 500 Hz. Mērījumu rezultātus iespējams pielīdzināt darba spriegumam, bet tādā gadījumā iespējams salīdzināt tikai pirmā perioda PD raksturu ar mērījumiem, kuriem izmantots nepārtraukts 50 Hz maiņsprieguma avots, jo dažādiem kabeļiem piemīt atšķirīgs sprieguma krituma raksturs. Ļoti īsām KL nepieciešama papildu kapacitāte, lai nodrošinātu atbilstošu elektroenerģijas sprieguma frekvenci.

5.1.2. Akustiskās daļējo izlāžu mērījumu metodes

5.1.2.1. PD veidotie akustiskie signāli izplatās no izlādes punkta un izplatās pa visu elektroiekārtu, līdz tiek sasniegta tā ārējā robeža. Atšķirībā no elektriskajiem signāliem, kas nevar tikt uztverti, ja metāliskajos korpusos nav dielektrisku atvērumu, akustiskie signāli var pāriet no viena materiāla otrā. Mērījumos iespējams iegūt dažādas viļņa formas signālus, jo atšķirīgi viļņa izplatīšanās ātrumi, atstarošanas un laušanas raksturi KL ārējā apvalkā rada akustiskā signāla rīmsanos, absorbciju un izkliedi.

5.1.2.2. PD var izveidot akustiskos signālos, ja defekta vietā PD intensitāte rada vibrācijas KL izolācijā, kas izplatās pa izolācijas ārējo slāni.

5.1.2.3. Akustiskie signāli izplatās frekvenču joslā no 10 līdz 400 kHz.

5.1.2.4. Akustiskajam signālam raksturīgs liels enerģijas zudums, signālam pārvietojoties no viena materiāla citā. Akustiskajam signālam raksturīga strauja vājināšanās, kas padara signāla uztveršanu neiespējamu, neesot pietiekami tuvu daļējo izlāžu avotam vai, ja daļējo izlāžu avots atrodas zem vairākām izolācijas kārtām.

5.1.2.5. Atkarībā no mērāmās virsmas, akustiski uztverošas iekārtas komplektējošie, uztveršanas sensori ļauj operatoram izvēlēties atbilstošāko diagnostikas veikšanas metodi izmantojot:

- parabolisko šķīvi;
- akustisko magnētu vai mikrofonu.

5.1.2.6. Paraboliskā šķīvja izmantošana akustiskas PD noteikšanai galvenokārt tiek pielietota vietās, kurās nepieciešama distances ievērošana no elektroiekārtu spriegumaktīvajām daļām. Paraboliskais reflektors fokusē uztverto ultraskaņas izlādi uz paraboliskā šķīvja sensoru.

5.1.2.7. Akustiskā magnēta pielietošana ļauj veikt mērījumu uz slēgtas iekārtas metāliskajām daļām, piemēram, uz sekundāro vai primāro iekārtu KL pievienojuma nodalījumiem. Mikrofons pielietojams iekārtas brīvajās gaisa spraugās pēc iespējas tuvāk mērāmās skaņas avotam.

5.1.3. Optiskās daļējo izlāžu mērījumu metodes

5.1.3.1. Daļējās izlādes veido gaismas optiskos signālos, kas rodas vairāku jonizācijas, piesātināšanās un rekombinācijas procesu gaitā. Dažādu PD veidu

optiskais spektrs atšķiras savā starpā. Atdotās gaismas daudzums un viļņa garums ir atkarīgs no izolējošās vides un temperatūras, spiediena parametriem.

5.1.3.2. PD radītā gaisma ietilpst infrasarkanajā, ultravioletajā un redzamās gaismas spektrā, piemēram, koronas izlāžu radīto gaismas viļņa garums ir zem 400 nm, kur pamatā tiek radīts ultravioletais starojums, bet lielākas jaudas iekšējas izlādes var radīt optiskos viļņus ar garumu virs 400 nm.

5.1.3.3. Optiskie viļņi izplatās taisnvirzienā un, lai tos uztvertu, sensoriem jāredz PD lokācija, kas optisko viļņu mērījumus KL cietajai izolācijai padara praktiski par neiespējamus.

5.1.4. Elektromagnētiskās daļējo izlāžu mērījumu metodes

5.1.4.1. Elektromagnētisko mērījumu metodes balstītas uz elektromagnētisko radio frekvences signālu uztveršanu. Standartā IEC TS 62478 izšķirti vairāki daļējo izlāžu elektromagnētisko impulsu mērījumu frekvenču diapazoni:

- augstfrekvences (HF);
- ļoti augstas frekvences (VHF);
- ultra–augstfrekvences (UHF).

5.1.4.2. Augstfrekvences un ļoti augstas frekvences, frekvenču diapazonos iespējams nomērīt elektriskos, magnētiskos un elektromagnētiskos impulsus. Ultra–augstfrekvences diapazonā veic tikai elektromagnētiskos mērījumus.

5.1.4.3. Augstfrekvences mērījumi atbilst mērījumu diapazonam no 3 MHz līdz 30 MHz

5.1.4.4. Ļoti augstas frekvences mērījumu diapazons 30 MHz līdz 300 MHz, kur šaurjoslas mērījumiem izmantota frekvenču josla ar 3 MHz platumu un platjoslas mērījumos frekvenču joslas platums no 50 MHz un vairāk.

5.1.4.5. Ultra–augstfrekvences mērījumu frekvenču diapazons ir no 300 MHz līdz 3 GHz, kur izmantota frekvenču josla ir 3 MHz – 6 MHz platumā vai arī mērījumi tiek veikti visā frekvenču diapazonā.

5.1.4.6. Augstfrekvences un ļoti augstas frekvences PD elektromagnētiskā signāla mērījumiem tiek izmantoti sekojoši sensori:

- augstfrekvences strāvmaiņi;
- Rogovski spoles;
- virzītas elektromagnētiskās saites sensori;
- elektromagnētiskie sensori (TEV).

5.1.4.7. Ultra–augstfrekvences (UHF) frekvenču diapazonā pamatā lieto:

- diskveida vai konusveida sensorus;
- atverēs ievietojamos sensorus;
- barjeras sensorus;
- lauka izlīdzinošos sensorus;

- ultra–augstfrekvences (UHF) antenas;
- virzītas elektromagnētiskās saites sensorus.

5.1.5. Elektriskās daļējo izlāžu mērījumu metodes

5.1.5.1. Atslēgtas KL daļējo izlāžu mērījumi aprakstīti standartā LVS EN 60270.

5.1.5.2. Lai veiktu PD mērījumus darbā neesošai KL nepieciešams ārējs barošanas avots, kas nodrošinātu mērījumiem atbilstošu spriegumu un mēriekārta, kas pievienota galvaniski savienotam saites kondensatoram.

5.1.5.3. Metodē var tikt izmantoti sekojoši neatkarīgie barošanas avota veidi:

- barošanas avots ar sinusoidālu nepārtrauktu maiņspriegumu;
- barošanas avots ar ļoti zemas frekvences maiņspriegumu;
- impulsveida barošanas avots.

5.1.5.4. PD elektriskās mērījumu veikšanas metodika un mērījumu rezultātu izvērtēšanas kritēriji un rekomendācijas veicot PD mērījumus ar VLF maiņspriegumumu aprakstīti 5.2. un 5.3. nodaļās.

5.1.5.5. Komercesabiedrība izvērtējot ekonomiskos apsvērumus var izmantot citu PD mērījumu veikšanas metodi, piemēram, PD mērījumus veikt pie rūpnieciskās frekvences sprieguma vai izmantot kādu no 5.1.1.5. p. minētajām PD mērījumu metodēm.

5.2. Daļējo izlāžu mērījumu ar ļoti zemas frekvences maiņspriegumu veikšanas metodika

5.2.1. VLF PD mērījumi ir diagnostikas rīks, ko izmanto, lai saudzīgā veidā noteiktu izolācijas defekta vietu un lielumu. Metodes pamatā ir ļoti zemas maiņfrekvences sinusoidāla 0,1 Hz sprieguma pielietošana pārbaudes veikšanā.

5.2.2. Pārbaudei paredzētajai KL tiek pieslēgts spriegums, ko nosaka mēriekārtas ražotājs, bet kas nav lielāks par $KL\ 2U_0$ spriegumu.

5.2.3. Reflektometrijas metodi var izmantot, lai izmērītu PD lielumu, atrastu un reģistrētu PD no dažādām defektu vietām KL, savienojuma uzdevās vai gala apdarēs. Var būt atšķirības PD raksturlielumos, ko mēra pie VLF sprieguma, un pielietojot rūpniecisko frekvenci.

5.2.4. VLF sprieguma avots tiek savienots ar izolētu kabeļu sistēmu. Pārbaudes laikā tiek pakāpeniski paaugstināts spriegums līdz pārbaudes spriegumam, vienlaicīgi novērojot PD intensitāti. Spriegumu, pie kura sākas PD, sauc par PD ierosmes spriegumu (PDIV). Spriegumu var turēt PDIV līmenī vai arī paaugstināt līdz pārbaudes spriegumam. Spriegums, kurā PD intensitāte norimst, ir PD rimšanas spriegums (PDEV).

5.2.5. Ja līdz pārbaudes spriegumam netiek novērotas PD, spriegums tiek uzturēts šajā līmenī ne ilgāk kā 30 minūtes, ja vien neveidojas PD. Ja rodas PD, spriegums tiek uzturēts vēl 30 s līdz 60 s, un pēc tam lēnām tiek samazināts līdz PD rimšanai un tad var atslēgt spriegumu. Pēc PD parādīšanās var izveidoties elektriskais koks, kas dažu minūšu laikā var attīstīties par izolācijas bojājumu.

5.2.6. Katru konstatēto PD, kas radusies pārbaudes laikā, reģistrē pēc tās lieluma un atrašanās vietas. Informācija par visām reģistrētajām PD tiek grafiski attēlota reflektogrammā. Kopējais PD skaits, fāze, kurā veidojušās PD, un PD lielums, kas parādīts KL reflektogrammā, var sniegt informāciju par dažādiem KL defektiem un to atrašanās vietu.

5.2.7. Pēc pārbaudes rezultātiem var sniegt rekomendācijas par KL turpmāku ekspluatāciju.

5.2.8. PD mērījumu rezultātu noformēšanas paraugu skatīt 1. pielikuma P1.5. tabulā.

5.2.9. Tomēr, tāpat kā ar visām PD diagnostikas metodēm, jāatzīmē, ka iegūtā informācija nav pietiekama, lai varētu precīzi interpretēt XLPE vai PILC izolācijas KL izolācijas stāvokli.

5.3. Daļējo izlāžu mērījumu ar ļoti zemas frekvences maiņspriegumu rezultātu izvērtēšanas kritēriji un rekomendācijas

5.3.1. PILC izolācijas KL daļējās izlādes parasti veidojās savienojuma uzmavās un gala apdarēs.

5.3.2. PD paaugstinātu līmeni citos PILC izolācijas KL posmos var radīt izolācijas eļļas neesamība, apvalka korozijas u.c.

Piezīme: KL posmā bez izolācijas eļļas daļējās izlādes mērījums var sasniegt 9000 pC.

5.3.3. KL daļējās izlādes parasti veidojas savienojuma uzmavās un gala apdarēs. PD pārējā KL izolācijā veidojas reti. Ja XLPE kabeļu elektrolīnijas izolācijā konstatētas daļējās izlādes ūdens koku kanālu veidošanas rezultātā, tad izolācijas caursite var notikt tuvākajā laikā. PD izvērtēšanas kritēriji norādīti 5.1. tabulā.

Piezīme: Jaunizbūvētām XLPE izolācijas KL daļējo izlāžu mērījums nedrīkst pārsniegt 100 pC pie VLF daļējās izlādes pārbaudes sprieguma $\leq 2U_0$ KL.

5.1. tabula

Daļējo izlāžu izvērtēšanas kritēriji

KL tips	Daļējas izlādes ierosmes spriegums (PDIV)	Kritērijs, pC	Rekomendējamās darbības
PILC	$\leq U_0$	≤ 10000	Veikt atkārtotu pārbaudi 6 mēnešu laikā
		$10000 \div 20000$	KL elementa potenciālais defekts. Jāieplāno elementa nomaiņa
		> 20000	KL elementa defekts. Jāveic elementa nomaiņa
	$> U_0$	≤ 20000	Veikt atkārtotu pārbaudi 2 gadu laikā
		> 20000	KL elementa potenciālais defekts. Elements jāieplāno nomaiņai
XLPE	$\leq U_0$	≤ 500	Jāveic atkārtota pārbaude 6 mēnešu laikā
		$500 \div 2000$	KL elementa potenciālais defekts. Elements jāieplāno nomaiņai
		> 2000	KL elementa defekts. Nekavējoties jāveic elementa nomaiņa
	$> U_0$	≤ 500	Jāveic atkārtota pārbaude 2 gadu laikā
		> 500	KL elementa potenciālais defekts. Jāieplāno elementa nomaiņa.

6. Pārbaude ar ļoti zemas frekvences paaugstinātu maiņspriegumu

6.1. Metodes pielietojums un mērīšanas nosacījumi

6.1.1. Pārbaudes laikā tiek veikta tieša izolācijas stāvokļa kontrole un pārbaude, izmantojot paaugstinātu maiņspriegumu ar pazeminātu frekvenci robežās no 0,01 Hz līdz 0,1 Hz. Parasti pārbaudei ar VLF paaugstinātu maiņspriegumu izmanto 0,1 Hz frekvenci.

6.1.2. Pārbaudēs lieto maiņspriegumu ar sinusoidālā vai taisnstūrveida kosinusoidālo viļņa formu. Izmantojot šādu pārbaudes metodiku, pārbaudes laikā spriegums īslaicīgi tiek paaugstināts līdz pārbaudes spriegumam, kas pārsniedz maksimāli pieļaujamo ilgstošā darba spriegumu.

6.1.3. Jaunizbūvētu, pārbūvētu spēka KL montāžas kvalitātes pārbaudes nolūkos pēc pārbaudes ar VLF paaugstinātu maiņspriegumu var veikt KL kabeļu apvalka pārbaudi.

6.2. Mērījumu veikšanas metodika

6.2.1. VLF paaugstinātu maiņspriegumu pārbaudes sprieguma vērtības norādītas 2. pielikuma P2.1. tabulā.

Gadījumos, kad nav iespējams veikt KL pārbaudi ar VLF paaugstinātu maiņspriegumu, to var aizstāt ar pārbaudi ar paaugstinātu līdzspriegumu.

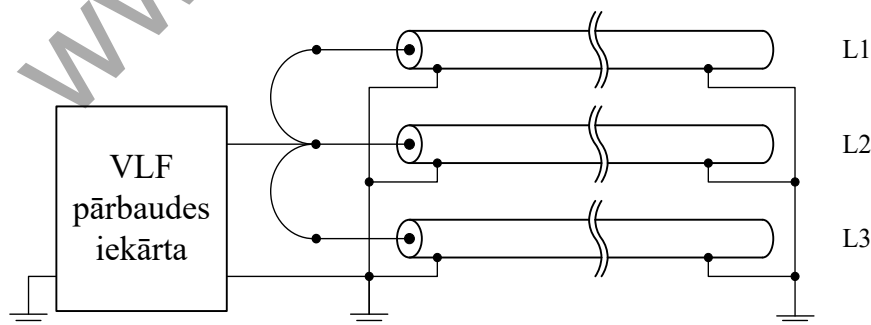
6.2.2. Minimālais KL pārbaudes ilgums ar VLF paaugstinātu maiņspriegumu:

6.2.2.1. jaunizbūvētām un pārbūvētām KL – 30 minūtes;

6.2.2.2. KL pēc remontiem – 15 minūtes.

6.2.3. Pārbaudi ar VLF paaugstinātu maiņspriegumu veic, pieslēdzot spriegumu pārbaudāmajai KL dzīslai. Pārējās KL dzīslas un ekrānu sazemē. Pārbaudi veic katrai KL dzīslai.

6.2.4. KL ar izolētām dzīslām, atsevišķos metāla apvalkos vai ekrānos, ir pieļaujama visu trīs fāžu vienlaicīga pārbaude. Spriegums jāpieslēdz katrai KL dzīslai, bet apvalkiem (ekrāniem) jābūt sazemētiem (Skatīt 6.1. attēlu).



6.1. attēls. VLF pārbaudes iekārtas pieslēgšanas piemērs

6.2.5. Veicot KL pārbaudi ar VLF paaugstinātu maiņspriegumu, pārbaudes spriegums līdz maksimālajai vērtībai ir jāpalielina vienmērīgi – ne ātrāk kā 1 kV – 2 kV sekundē.

6.2.6. Pārbaudes laiku sāk skaitīt no tā brīža, kad pārbaudāmā KL dzīslai pievadītais spriegums ir vienāds ar P2.1. tabulā noteikto pārbaudes sprieguma vērtību.

6.2.7. Ja ar VLF pārbaudes iekārtu ir iespējams noteikt arī noplūdes strāvas lielumu, tad pārbaudes laikā ar VLF paaugstinātu maiņspriegumu ir jāseko līdzi noplūdes stāvu izmaiņai, un pārbaudes beigās šī vērtība ir jāreģistrē.

Ja pārbaudes laikā ievērojami pieaug noplūdes strāva, tad pārbaudes ilgums ir jāpalielina par 10 līdz 20 minūtēm. Ja vēl pēc šī laika noplūdes strāva turpina pieaugt, tad pārbaude ir jāveic tik ilgi, līdz notiek KL izolācijas caursite vai noplūdes strāvas vērtība stabilizējas un ir nemainīga vismaz 5 minūtes. Ja, šajā gadījumā nenotiek pārbaudāmā KL izolācijas caursite, KL atļauts ieslēgt darbā un komercsabiedrība pieņem lēmumu par KL turpmāku ekspluatāciju.

6.3. Mērījumu rezultātu izvērtēšanas kritēriji

6.3.1. KL ir izturējusi pārbaudi, ja pārbaudes laikā nenotiek pārbaudāmās KL izolācijas caursite.

6.3.2. Ja ir notikusi pārbaudāmās KL izolācijas caursite, bojāto KL posmu nomaina un veic atkārtotu KL pārbaudi ar VLF paaugstinātu maiņspriegumu.

6.3.3. KL pārbaudi ar VLF paaugstinātu maiņspriegumu rezultātu noformēšanas protokola paraugu skatīt 1. pielikuma P1.3. tabulā.

7. Pārbaude ar paaugstinātu līdzspriegumu

7.1. Metodes pielietojums un mērīšanas nosacījumi

7.1.1. Pārbaudes laikā tiek veikta tieša izolācijas stāvokļa kontrole un pārbaude, izmantojot paaugstinātu līdzspriegumu.

7.1.2. Pārbaudēs lieto paaugstinātu līdzspriegumu. Izmantojot šādu pārbaudes metodiku, pārbaudes laikā spriegums īslaicīgi tiek paaugstināts līdz pārbaudes spriegumam, kas pārsniedz maksimāli pieļaujamo ilgstošu darba spriegumu.

7.1.3. Jaunizbūvētu, pārbūvētu KL montāžas kvalitātes pārbaudes nolūkos pārbaudi ar paaugstinātu līdzspriegumu var veikt kopā ar KL kabeļu apvalka pārbaudi, ja tas ir tehniski iespējams.

7.2. Mērījumu veikšanas metodika

7.2.1. Pārbaudot, piemēram, trīsdzīslu KL ar paaugstinātu līdzspriegumu, pieslēdz spriegumu pārbaudāmajai KL dzīslai. Pārējās KL dzīslas un ekrānu saņem. Izpildot šos nosacījumus, KL var tikt nomērīta izolācija starp dzīslu un zemi, kā arī izolācija starp fāzēm.

7.2.2. KL ar izolētām dzīslām atsevišķos metāla apvalkos vai ekrānos ir pieļaujama visu trīs fāžu vienlaicīga pārbaude. Spriegums jāpieslēdz katrai KL dzīslai, šai laikā apvalkiem (ekrāniem) jābūt saņemtiem. Veicot visu trīs fāžu vienlaicīgu pārbaudi ar paaugstinātu līdzspriegumu, KL noplūdes strāva ir jāmēra atsevišķi katrai dzīslai.

7.2.3. Veicot KL pārbaudi ar paaugstinātu līdzspriegumu, spriegums līdz pārbaudes sprieguma vērtībai ir jāpalielina vienmērīgi – ne vairāk kā 1 kV – 2 kV sekundē.

7.2.4. Pārbaudes laiku (ne mazāk kā 15 minūtes) sāk skaitīt no tā brīža, kad pārbaudāmās KL dzīslai pievadītais spriegums ir vienāds ar P2.1. tabulā noteikto paaugstināta līdzsprieguma pārbaudēm noteikto sprieguma vērtību.

7.2.5. Paaugstināta līdzsprieguma pārbaudes laikā ir jāseko līdzi noplūdes stāvu izmaiņai un pārbaudes beigās šī vērtība ir jāreģistrē.

Piezīme: Jāņem vērā, ka KL ar XLPE izolāciju pēc pārbaudes ar paaugstinātu līdzspriegumu ir jāatstāj saņemta 24 h.

7.3. Mērījumu rezultātu izvērtēšanas kritēriji

7.3.1. KL ir izturējusi pārbaudi, ja pārbaudes laikā:

- 7.3.1.1.** nenotiek pārbaudāmā KL izolācijas caursite;
- 7.3.1.2.** noplūdes strāvai nebija ievērojamas izmaiņas;
- 7.3.1.3.** netika novērotas straujas strāvas izmaiņas.

7.3.2. Ja pārbaudes laikā ievērojami pieaug noplūdes strāva, tad pārbaudes ilgums ir jāpalielina par 10 līdz 20 minūtēm. Ja vēl pēc šī laika noplūdes strāva turpina pieaugt, tad pārbaude ir jāveic tik ilgi, līdz notiek KL izolācijas caursite vai noplūdes strāvas vērtība stabilizējas. Ja, šajā gadījumā nenotiek pārbaudāmā KL izolācijas caursite, KL atļauts ieslēgt darbā un komercsabiedrība pieņem lēmumu par KL turpmāku ekspluatāciju.

7.3.3. KL pārbaudi ar paaugstināta līdzsprieguma rezultātu noformēšanas protokola paraugu skatīt 1. pielikuma P1.2. tabulā.

8. Kabeļu apvalka pārbaude

8.1. Kabeļa apvalka pārbaude tiek veikta 1–20 kV sprieguma KL ar plastmasas izolāciju (piemēram, PE un XLPE).

8.2. Pārbaude tiek veikta, lai pārliecinātos, ka KL guldīšanas vai remontdarbu laikā nav bojāts kabeļa ārējais apvalks, kas nākotnē var izraisīt KL bojājumu.

8.3. Pārbaude tiek veikta pieslēdzot 5 kV lielu pārbaudes līdzspriegumu KL ekrānam, kas pirms pārbaudes atvienots no zemējuma. Pārbaudes laikā tiek mērīta noplūdes strāva, tās lielums nedrīkst pārsniegt PE gadījumā 800 $\mu\text{A}/\text{km}$, XLPE gadījumā 100 $\mu\text{A}/\text{km}$. Pārbaudes ilgums – vismaz 1 minūte, ieteicamais pārbaudes ilgums – 10 minūtes.

8.4. Pārbaudes iekārtai jābūt aprīkotai ar aizsardzību, kas automātiski pārtrauc testu nekontrolētas straujas noplūdes strāvas pieaugšanas gadījumā. Kā arī iekārtai jāspēj nodrošināt sprieguma palielināšanu no 0 – 5 kV ne ātrāk kā 1 kV/sek.

9. Aktīvās pretestības noteikšana

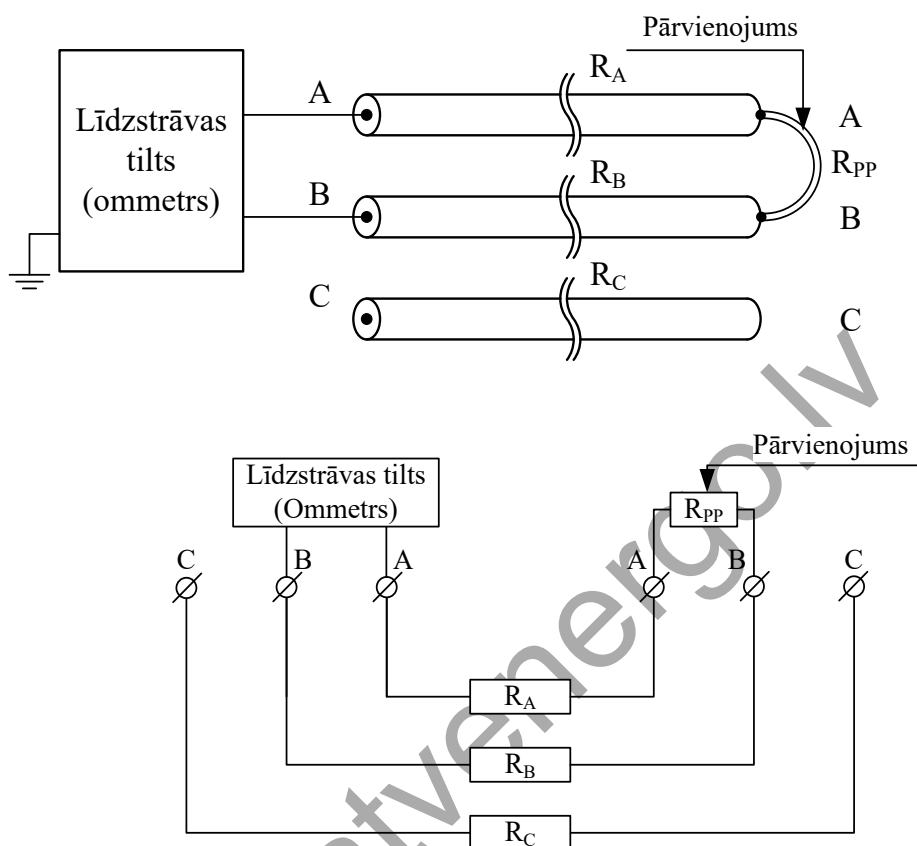
9.1. Metodes pielietojums un mērīšanas nosacījumi

9.1.1. KL ar spriegumu līdz 20 kV mēra dzīslu aktīvo pretestību līdzstrāvai, tās vērtību reducējot uz 20 °C temperatūru uz katru 1 mm² šķērsgriezuma. KL aktīvās pretestības izvērtēšanas kritērijus skatīt 3. pielikuma P3.1. tabulā. Minētie kritēriji P3.1. tabulā noteikti saskaņā ar standartu LVS EN 60228.

9.1.2. Pārbaudi veic pirms KL pieslēgšanas.

9.2. Mērījumu veikšanas metodika

9.2.1. Ar pārvienojumu kabeļa vienā galā savā starpā savieno divas KL fāzes. KL otrā galā nomēra aktīvo pretestību.



9.1. attēls. Aktīvās pretestības R_{AB} noteikšana

9.2.2. Analogi nomēra pārējās aktīvās pretestības pārējām fāzēm (R_{AB} , R_{AC} un R_{BC}). Tad nomēra pārvienojuma pretestību. Lai noteiktu aktīvo pretestību katrai fāzei atsevišķi, jāizmanto formulas:

$$R_A = \frac{(R_{AB} - R_{PP}) - (R_{BC} - R_{PP}) + (R_{AC} - R_{PP})}{2};$$

$$R_B = \frac{(R_{BC} - R_{PP}) - (R_{AC} - R_{PP}) + (R_{AB} - R_{PP})}{2};$$

$$R_C = \frac{(R_{AC} - R_{PP}) - (R_{AB} - R_{PP}) + (R_{BC} - R_{PP})}{2};$$

kur:

R_A , R_B , R_C – fāžu aktīvās pretestības;

R_{AB} , R_{BC} , R_{AC} – nomērītās aktīvās pretestības;

R_{PP} – nomērītā pārvienojuma pretestība.

Piezīme: Šī formula ir piemērojama aktīvās pretestības mērījumiem trīsdzīslu KL.

9.2.3. Nomērītā aktīvā pretestība jāpārreķina pie 20 °C un uz 1 km KL garuma:

$$R_{20} = R_t \times k_t \times \frac{1000}{L},$$

kur:

R_{20} – vadītāja pretestība pie 20 °C, Ω/km;

R_t – nomērītā vadītāja pretestība, Ω;

k_t – temperatūras korekcijas koeficients;

L – KL garums, m.

Piezīme: Temperatūras korekcijas koeficientu var noteikt no 9.1. tabulas vai aprēķināt pēc 9.2.4. p. minētās formulas.

Temperatūras korekcijas koeficients

9.1. tabula

Vadītāja temperatūra pārbaudes laikā, °C	Korekcijas koeficients visa veida vadītājiem, k_t	Vadītāja temperatūra pārbaudes laikā, °C	Korekcijas koeficients visa veida vadītājiem, k_t
0	1.087	21	0.996
1	1.082	22	0.992
2	1.078	23	0.988
3	1.073	24	0.984
4	1.068	25	0.980
5	1.064	26	0.977
6	1.059	27	0.973
7	1.055	28	0.969
8	1.050	29	0.965
9	1.046	30	0.962
10	1.042	31	0.958
11	1.037	32	0.954
12	1.033	33	0.951
13	1.029	34	0.947
14	1.025	35	0.943
15	1.020	36	0.940
16	1.016	37	0.936
17	1.012	38	0.933
18	1.008	39	0.929
19	1.004	40	0.926
20	1.000		

Piezīme: Korekcijas koeficientu vērtības ir aptuvenas.

9.2.4. Precīzas korekcijas koeficienta vērtības var noteikt pēc formulām:

9.2.4.1. varam:

$$k_{t,Cu} = \frac{254.5}{234.5+t} = \frac{1}{1+0.00393(t-20)};$$

9.2.4.2. alumīnijam:

$$k_{t,AL} = \frac{248}{228+t} = \frac{1}{1+0.00403(t-20)};$$

kur:

t – vadītāja temperatūra pārbaudes laikā.

9.3. Mērījumu rezultātu izvērtēšanas kritēriji

9.3.1. Aktīvās pretestības mērījumus izvērtē saskaņā ar 3. pielikuma P3.1. tabulu.

10. Cilpas "fāze – nulle" pilnās pretestības pārbaude

10.1. Metodes pielietojums un mērīšanas nosacījumi

10.1.1. Izbūvējot jaunu KL ar spriegumu līdz 1 kV vai arī mainoties tīkla parametriem, kuru dēļ jāmaina drošinātāja kustošā ieliktna lielums vai automātslēdža iestatījums, jāveic cilpas "fāze – nulle" pilnās pretestības mērījumi.

10.1.2. Cilpas "fāze – nulle" pilnās pretestības mērījumus veic, lai pārbaudītu, ka aizsardzības aparātu nominālā nostrādes strāva izvēlēta atbilstoši KL šķērsgriezumam un īsslēguma stāvai, notiekot īsslēgumam līnija tālākajā galā.

Piezīme: Jāņem vērā, ka fāzes vadā un nulles vadā ir savienojumi, kuriem ir pārejas pretestība, kas summējas ar līnijas vadu un transformatora tinuma pretestību. Tāpēc ekspluatācijas laikā cilpas "fāze – nulle" pretestība pieaug, līdz ar to īsslēguma strāva samazinās.

10.2. Mērījumu veikšanas metodika

10.2.1. Mērījumus veic ar speciālu cilpas "fāze – nulle" mērīšanas instrumentu izmērot cilpas "fāze – nulle" pilno pretestību, no kuras tiek aprēķināta īsslēguma strāva, kura plūdis ķēdē īsslēguma laikā, t.i., kad izolācijas bojājuma rezultātā savienosies fāzes vads ar nulles vadu.

10.3. Mērījumu rezultātu izvērtēšanas kritēriji

10.3.1. Vienfāzes īsslēguma strāvai uz korpusu vai nulles vadu jānodrošina droša aizsardzības nostrāde, ievērojot komutācijas aparātu atslēgšanas spējas koeficientus. Īsslēguma strāvai jābūt lielākai par aizsardzības aparāta atslēgšanas strāvu, ievērojot selektivitāti, tikai tad aizsardzības aparāts elektrolīniju efektīvi aizsargās no īsslēgumiem.

10.3.2. Cilpas "fāze – nulle" mērījumu rezultātu noformēšanas protokola paraugu skatīt 1. pielikuma P1.6. tabulā.

11. Kabeļu elektrolīniju termogrāfija

11.1. Termogrāfija ir papildu testēšanas metode vietās, kur ir brīva piekļuve pie KL. Metodi pielieto KL stāvokļa novērtēšanai, veicot to virsmas temperatūras mērījumus.

11.2. Ar metodi iespējams atklāt savienojumus ar augstu pretestību un KL silšanu, ko izraisa lokāli dielektriskie zudumi. Mērījumi tiek veikti darbā esošai KL, turklāt tā ir nedestruktīva mērījumu metode.

11.3. Metode nav pielietojama KL, kurām nav iespējama piekļuve, piemēram, zemē izbūvētai KL (izņemot to gala izvadiem vai savienojumiem kabeļakās). Daži defekti neizraisa pietiekami lielu silšanu, lai to konstatētu ar termogrāfiju.

11.4. Termiskā stāvokļa novērtēšana jāveic atbilstoši energostandartam LEK 038.

12. Kabeļu elektrolīniju pārbaudes

12.1. Par pārbaudēm tiek sagatavoti pārbaudes protokoli atbilstoši 1. pielikumam.

12.2. KL ar spriegumu ≤ 1 kV un 1 – 20 kV pieņemšanas pārbaudes nosacījumi norādīti 12.1. un 12.2. tabulās.

Ja komercsabiedrībā nav noteikts cita veida KL pārbaudes, jāievēro šajā energostandartā noteiktais.

12.1. tabula

Kabeļu elektrolīnijas ar spriegumu ≤ 1 kV pārbaudes

Pārbaudes veids	Pārbaudes nosacījumi	Periodiskums
KL dzīslu veseluma un fāzējuma pārbaude		Pirms KL ieviešanas ekspluatācijā, pēc KL remonta
Izolācijas pretestības mērījumi	Saskaņā ar 3. nodaļu	Pirms KL ieviešanas ekspluatācijā, pēc KL remonta
Cilpas fāze-nulle mērījums	Saskaņā ar 10. nodaļu	Pirms KL ieviešanas ekspluatācijā, pēc KL remonta vai mainoties elektrotīkla parametriem

Piezīme: Ieteicams veikt izolācijas pretestības mērījumus, ja KL neatrodas darbā ilgāk par 1 mēnesi.

12.2. tabula**Kabeļu elektrolīnijas ar spriegumu 1 – 20 kV pārbaudes**

Pārbaudes veids	Pārbaudes nosacījumi	Periodiskums
KL dzīslu veseluma un fāzējuma pārbaude		Pirms KL ieviešanas ekspluatācijā, pēc KL remonta
Izolācijas pretestības mērījumi ⁽¹⁾	Saskaņā ar 3. nodaļu	Pirms KL ieviešanas ekspluatācijā, pēc KL remonta
Tg δ un Cx mērījumi ⁽²⁾	Saskaņā ar 4. nodaļu	Pārbaudes nepieciešamību un periodiskumu nosaka komercsabiedrība
PD mērījumi ⁽²⁾	Saskaņā ar 5. nodaļu	Pārbaudes nepieciešamību un periodiskumu nosaka komercsabiedrība
Pārbaude ar VLF paaugstinātu maiņspriegumu ^{(2) (3)} vai pārbaude ar paaugstinātu līdzspriegumu ^{(2) (3)}	Saskaņā ar 6. vai 7. nodaļu	Pirms KL ieviešanas ekspluatācijā, pēc KL remonta
Kabeļu apvalka pārbaude	Saskaņā ar 8. nodaļu	Pārbaudes nepieciešamību un periodiskumu nosaka komercsabiedrība
KL dzīslu aktīvās pretestības noteikšana	Saskaņā ar 9. nodaļu	Pārbaudes nepieciešamību un periodiskumu nosaka komercsabiedrība

Piezīme 1: Ieteicams veikt izolācijas pretestības mērījumus, ja KL neatrodas darbā ilgāk par 1 mēnesi

Piezīme 2: Pārbaudes veic tikai KL ar spriegumu no 6 – 20 kV.

Piezīme 3: Lēmumu par KL pārbaudes metodi ar paaugstinātu spriegumu pieņem komercsabiedrība.

13. Kabeļu elektrolīniju ar metāla apvalku pretkorozijas aizsardzība un tās pārbaudes nosacījumi

13.1. Vispārīgās prasības

13.1.1. KL ar metāla apvalku jānodrošina pretkorozijas aizsardzība korozijbīstamās zonās – vietās kur ir agresīva grunts vai klaidstrāvu avoti (elektrificēti sliežu ceļi un pazemes metāla būves).

KL apvalka bojāšana ar klaidstrāvām notiek tur, kur KL ir pozitīvs potenciāls (anoda zonās) un zonās, kurās mainās potenciāla zīme (summāra KL potenciāla mainīgā zona, kurā mainās zīme un nobīde, attiecībā pret stacionāro KL potenciālu). Anoda zonā ķīmisko un fizikālo reakciju rezultātā izdalās skābeklis, kas oksidējas un bojā kabeļa apvalka metālu.

13.1.2. Pasākumi, kas saistīti ar klaidstrāvu kaitīgās iedarbības novēršanu, jānosaka ar vietējās pašvaldības uzņēmumu, kurš koordinē savā teritorijā pazemes metāla būvju aizsardzību pret koroziju. Ja šāda uzņēmuma nav, tad pasākumi jānosaka ar visiem

uzņēmumiem, kuri ekspluatē pazemes inženiertīklus ar metāla apvalkiem un elektrificētus sliežu ceļus.

13.1.3. KL ar spriegumu līdz 1 kV pretkorozijas aizsardzības vajadzību nosaka komercsabiedrība. Ja šāda aizsardzība izbūvēta, tad tā jāekspluatē atbilstoši prasībām par pretkorozijas aizsardzību KL ar spriegumu virs 1 kV.

13.1.4. KL ar spriegumu virs 1 kV aktīvā pretkorozijas aizsardzība tiek paredzēta:

13.1.4.1. KL ar metāla apvalku, kuras ieguldītas gruntī ar vidēju un zemu korozijas aktivitāti (ar īpatnējo vadāmību lielāku par 20 Ω/m), un vidējais (diennakts laikā) strāvas blīvums zemē lielāku par 0,15 mA /dm²;

13.1.4.2. KL ar metāla apvalku, kuras ieguldītas gruntī ar augstu korozijas aktivitāti (ar īpatnējo vadāmību mazāku par 20 Ω/m), pie jebkura vidējā (diennakts laikā) strāvas blīvumu zemē;

13.1.4.3. KL ar neaizsargātu metāla apvalku ar sagrautu bruņu un aizsargapvalku;

13.1.4.4. ar eļļu pildītos augstspiediena KL tērauda cauruļvada posmos neatkarīgi no grunts agresivitātes un izolācijas pārklājuma veidiem.

13.2. Pārbaudes un mērījumi

13.2.1. Pieņemot ekspluatācijā KL ar metāla apvalku, ja ir izbūvēta pretkorozijas aizsardzība, jāpārbauda tās darbību.

13.2.2. Korozijbīstamās zonās jānosaka korozijaktīvā grunts, gruntsūdeņu un citu ūdeņu agresivitātes pakāpe un jāsastāda karte vai plāns, kurā norādītas bīstamo zonu robežas un vietas kurās jāveic mērījumi.

13.2.3. Ekspluatācijas gaitā jāveic KL apvalku noplūdes strāvu un potenciālu mērījumi, sistemātiski jāatjauno KL potenciāla diagrammas un grunts korozijas zonu karte. Minētie darbi jāveic atbilstoši instrukcijām. Mērījumi nepieciešamību un periodiskumu nosaka komercsabiedrība.

13.2.4. Katra remonta laikā jāpārbauda ārējā metāla apvalka tehniskais stāvoklis no elektroerozijas viedokļa un atkarībā no tā jāpieņem lēmums par KL turpmāku ekspluatāciju.

13.3. Ķīmiskās korozijas noteikšana

13.3.1. Ja KL ir ķīmiskās korozijas bojājumi un trūkst datu par korozijas apstākļiem trasē, tiek noteikta trases ķīmiskās korozijas aktivitāte.

13.3.2. Grunts vai dabisko ūdeņu aktivitātes vērtējumus ieteicams veikt pēc vides ķīmiskās analīzes datiem vai nosakot metāla svāra zudumus.

1. pielikums

Pārbaudes un mērījumu rezultātu noformēšanas protokolu saturs

1.1. Pārbaudes un mērījumu protokolos jāiekļauj vismaz šāda informācija:

- 1.1.1. informācija par pārbaudāmo objektu, tā raksturojums un atrašanās vieta;
- 1.1.2. mērījumu pasūtītājs;
- 1.1.3. mērījumu veicēja fiziskās vai juridiskās personas nosaukums;
- 1.1.4. mērījuma protokola numurs;
- 1.1.5. pārbaudāmās KL operatīvais apzīmējums vai cits identifikators;
- 1.1.6. mērījumu iemesls;
- 1.1.7. pārbaudāmās KL garums;
- 1.1.8. pārbaudāmā kabeļu marka, dzīslu skaits;
- 1.1.9. elektrotīkla nominālais spriegums;
- 1.1.10. pārbaudes veikšanas datums un laiks;
- 1.1.11. pārbaudes spriegums;
- 1.1.12. pārbaudes ilgums;
- 1.1.13. mērinstrumentu tips un identifikācijas numurs, mērīšanas diapazons, kalibrēšanas vai verificēšanas sertifikāta numurs un datums;
- 1.1.14. pārbaudes mērījumu rezultātu apkopojums (slēdziens, ka pārbaudāmā KL atbilst/ neatbilst KL ekspluatācijas prasībām);
- 1.1.15. citi pārbaudi ietekmējoši faktori, ja tādi ir (piemēram, izolācijas temperatūra, apkārtējas vides temperatūra, apkārtējas vides mitrums);
- 1.1.16. mērījuma veicējs, norādot vārdu, uzvārdu, amatu, mērījumu veikšanas datumu, laiku un mērījuma veicēja parakstu.

Piezīme: Ja mērījumu rezultāts tiek reģistrēts elektroniskā sistēmā, tad mērījuma veicējam ir jābūt identificējamam, un paraksts nav nepieciešams.

1.2. Noformējot KL izolācijas pretestības mērījuma protokolu, papildus 1. pielikuma 1.1. p. prasībām mērījuma protokolā jānorāda izolācijas pretestības mērījumi katrai KL dzīslai.

1.3. Noformējot cilpas "fāze – nulle" mērījuma protokolu, papildus 1. pielikuma 1.1. p. prasībām mērījuma protokolā jānorāda:

- 1.3.1. pārbaudāmā aizsargaparāta vai kustošā ieliktņa nominālā strāva;
- 1.3.2. cilpas "fāze – nulle" pilnā pretestība;
- 1.3.3. aprēķinātā vienfāžu īsslēguma strāva.

1.4. Noformējot Tg δ mērījumu protokolu, papildus 1. pielikuma 1.1. p. prasībām mērījuma protokolā jānorāda:

- 1.4.1. noplūdes strāvas lielums;

1.4.2. Tg δ vērtība.

1.5. Noformējot PD mērījumu protokolu, papildus 1. pielikuma 1.1. p. prasībām mērījuma protokolā jānorāda pārbaudāmā KL daļējās izlādes impulsa šķietamā izlāde.

1.6. Noformējot mērījumu protokolu KL pārbaudei ar VLF paaugstinātu maiņspriegumu, papildus 1. pielikuma 1.1. p. prasībām, ja ar VLF pārbaudes iekārtu ir iespējams noteikt noplūdes strāvas lielumu, pārbaudes protokolā jānorāda noplūdes strāvas vērtība.

1.7. Noformējot mērījumu protokolu KL pārbaudei ar paaugstinātu līdzspriegumu, papildus 1. pielikuma 1.1. p. prasībām mērījuma protokolā jānorāda pārbaudāmā KL noplūdes strāvas vērtība.

www.latvenergo.lv

P1.1. tabula**Kabeļu elektrolīnijas izolācijas pretestības mērījumu rezultātu noformēšanas paraugs**

KL					Mērījumi												Slēdziens (atbilst/ neatbilst)
Nr.	Operatīvais apzīmējums	Marka, dzīslu skaits, dzīslas materiāls, šķērssgriezums	Garums, m	Tīkla spriegums, V	Pārbaudes spriegums, V	Pārbaudes ilgums, s	Izolācijas pretestība, MΩ										
							L1-L2	L1-L3	L2-L3	L1-N	L2-N	L3-N	L1-PE	L2-PE	L3-PE	N-PE	

P1.2. tabula**Kabeļu elektrolīnijas pārbaūžu ar paaugstinātu līdzspriegumu mērījumu rezultātu noformēšanas paraugs**

Nr.	KL operatīvais apzīmējums un pārbaudāmā dzīsla	Kabeļa marka, dzīslu skaits un šķērssgriezums	Darba spriegums, kV	Pārbaudes spriegums, kV	Pārbaudes ilgums, min	Slēdziens

P1.3. tabula**Kabeļu elektrolīnijas pārbaudes ar ļoti zemas frekvences paaugstinātu maiņspriegumu mērījumu rezultātu noformēšanas paraugs**

Nr.	KL operatīvais apzīmējums un pārbaudāmā dzīsla	Kabeļa marka, dzīslu skaits un šķērssgriezums	Darba spriegums, kV	Pārbaudes spriegums, kV	Pārbaudes ilgums, min	Slēdziens

P1.4. tabula

Tg δ , Cx mērijumu rezultātu noformēšanas paraugs

Nr.	KL operatīvais apzīmējums un pārbaudāmā dzīsla	Kabeļa marka dzīslu skaits un šķērsgriezums	Darba spriegums, kV	Pārbaudes spriegums (0,5U ₀ , 1U ₀ , 1,5U ₀ , 2U ₀ ,3U ₀), kV	Pārbaudes ilgums, min	Tg δ , %	Cx, pF	Slēdziens

P1.5. tabula

Daļējo izlāžu mērijumu rezultātu noformēšanas paraugs

Nr.	KL operatīvais apzīmējums	Kabeļa marka	Darba spriegums, kV	Pārbaudes spriegums, kV	Pārbaudes ilgums, min	Daļējās izlādes, pC vai mV	Slēdziens

P1.6. tabula

Cilpas "fāze – nulle" mērijumu rezultātu noformēšanas paraugs

Nr.	Operatīvais apzīmējums	Sadalnes numurs	Elektrotīkla spriegums, V	Aizsargaparāta / kūstošā ieliktņa nominālā strāva, A	Cilpas "fāze – nulle" pilnā pretestība, Ω			Vienfāzu īsslēguma strāva I _{īss} , A			Slēdziens (Atbilst / neatbilst)
					L1	L2	L3	L1	L2	L3	

2. pielikums

Kabeļu elektrolīnijas pārbaudes prasības ar VLF paaugstinātu maiņspriegumu un ar paaugstinātu līdzspriegumu

P2.1. tabula

Prasības kabeļu elektrolīniju pārbaudei ar VLF paaugstinātu maiņspriegumu un ar paaugstinātu līdzspriegumu

KL nominālais spriegums, kV	VLF paaugstināta maiņsprieguma pārbaude ar frekvenci 0,1 Hz					Paaugstināts līdzspriegums			
	Maiņsprieguma viļņa forma				Minimālais pārbaudes laiks		Pārbaudes spriegums, kV	Minimālais pārbaudes laiks pēc KL remonta un jaunizbūvētām un pārbūvētām KL	Piezīmes
	sinusoidālā		taisnstūrveida kosinusoidālā		Pēc KL remonta	Jaunizbūvētām un pārbūvētām KL			
	Pārbaudes spriegums, kV		Pārbaudes spriegums, kV						
	Efektīvā vērtība (r.m.s)	Maksimālā vērtība (peak)	Efektīvā vērtība (r.m.s)	Maksimālā vērtība (peak)					
6	7.4	10.5	10.5	10.5	15 min.	30 min.	10 – 14	15 min.	Pēc pārbaudes ar paaugstinātu līdzspriegumu, KL ar XLPE izolāciju notur 24 h saņemtu
10	12.4	17.5	17.5	17.5			17 – 23		
20	24.4	34.5	34.5	34.5			34 – 46		

Piezīme: Lēmumu par KL pārbaudes metodi ar paaugstinātu spriegumu pieņem komercsabiedrība.

Piezīme: KL ar tabulā nenorādītajiem nominālajiem sprieguma līmeņiem izmantot:

- KL Pārbaudei ar VLF paaugstinātu maiņspriegumu pārbaudes spriegums ir $3U_0$, sinusoidālā viļņa efektīvā vērtība $\frac{3U_0}{\sqrt{2}}$;
- KL Pārbaudei ar paaugstinātu līdzspriegumu pārbaudes spriegums ir no $3U_0$ līdz $4U_0$.

3. pielikums
Prasības aktīvās pretestības mērījumiem

P3.1. tabula

Aktīvās pretestības izvērtēšanas kritēriji

Nominālais šķērssgriezums, mm ²	Maksimāli pieļaujamā savīta vadītāja pretestība pie 20 °C, Ω/km (Klase 2)		Alumīnija vadītājs	Maksimāli pieļaujamā monolīta vadītāja pretestība pie 20 °C, Ω/km (Klase 1)			Maksimāli pieļaujamā lokana vara vadītāja pretestība pie 20 °C, Ω/km (Klase 5)		Maksimāli pieļaujamā lokana vara vadītāja pretestība pie 20 °C, Ω/km (Klase 6)	
	Rūdīts vara vadītājs			Apaļš, norūdīts vara vadītājs			Apaļš alumīnija vadītājs		Tīri vadi	Ar metāla pārklājumu
	Tīri vadi	Ar metāla pārklājumu		Tīrs varš	Ar metāla pārklājumu		Tīri vadi	Ar metāla pārklājumu		
0.5	36	36.7	-	36	36.7	-	39	40.1	39	40.1
0.75	24.5	24.8	-	24.5	24.8	-	26	26.7	26	26.7
1	18.1	18.2	-	18.1	18.2	-	19.5	20	19.5	20
1.5	12.1	12.2	-	12.1	12.2	-	13.3	13.7	13.3	13.7
2.5	7.41	7.56	-	7.41	7.56	-	7.98	8.21	7.98	8.21
4	4.61	4.7	-	4.61	4.7	-	4.95	5.09	4.95	5.09
6	3.08	3.11	-	3.08	3.11	-	3.3	3.39	3.3	3.39
10	1.83	1.84	3.08	1.83	1.84	3.08	1.91	1.95	1.91	1.95
16	1.15	1.16	1.91	1.15	1.16	1.91	1.21	1.24	1.21	1.24
25	0.727	0.734	1.2	0.727	-	1.2	0.78	0.795	0.78	0.795
35	0.524	0.529	0.868	0.524	-	0.868	0.554	0.565	0.554	0.565
50	0.387	0.391	0.641	0.387	-	0.641	0.386	0.393	0.386	0.393
70	0.268	0.27	0.443	0.268	-	0.443	0.272	0.277	0.272	0.277

P3.1. tabulas turpinājums

Nominālais šķērsgriezums, mm ²	Maksimāli pieļaujamā savīta vadītāja pretestība pie 20 °C, Ω/km (Klase 2)			Maksimāli pieļaujamā monolīta vadītāja pretestība pie 20 °C, Ω/km (Klase 1)			Maksimāli pieļaujamā lokana vara vadītāja pretestība pie 20 °C, Ω/km (Klase 5)		Maksimāli pieļaujamā lokana vara vadītāja pretestība pie 20 °C, Ω/km (Klase 6)	
	Rūdīts vara vadītājs		Alumīnija vadītājs	Apaļš, norūdīts vara vadītājs		Apaļš alumīnija vadītājs				
	Tīri vadi	Ar metāla pārklājumu			Tīrs varš	Ar metāla pārklājumu		Tīri vadi	Ar metāla pārklājumu	Tīri vadi
95	0.193	0.195	0.32	0.193	-	0.32	0.206	0.21	0.206	0.21
120	0.153	0.154	0.253	0.153	-	0.253	0.161	0.164	0.161	0.164
150	0.124	0.126	0.206	0.124	-	0.206	0.129	0.132	0.129	0.132
185	0.0991	0.1	0.164	0.101	-	0.164	0.106	0.108	0.106	0.108
240	0.0754	0.0762	0.125	0.0775	-	0.125	0.0801	0.0817	0.0801	0.0817
300	0.0601	0.0607	0.1	0.062	-	0.1	0.0641	0.0654	0.0641	0.0654
400	0.047	0.0475	0.0778	0.0465	-	0.0778	0.0486	0.0495	-	-
500	0.0366	0.0369	0.0605	-	-	0.0605	0.0384	0.0391	-	-
630	0.0283	0.0286	0.0469	-	-	0.0469	0.0287	0.0292	-	-
800	0.0221	0.0224	0.0367	-	-	0.0367	-	-	-	-
1000	0.0176	0.0177	0.0291	-	-	0.0291	-	-	-	-
1200	0.0151	0.0151	0.0247	-	-	0.0247	-	-	-	-
1400	0.0129	0.0129	0.0212	-	-	-	-	-	-	-
1600	0.0113	0.0113	0.0186	-	-	-	-	-	-	-
1800	0.0101	0.0101	0.0165	-	-	-	-	-	-	-
2000	0.009	0.009	0.0149	-	-	-	-	-	-	-
2500	0.0072	0.0072	0.0127	-	-	-	-	-	-	-

Piezīme: Nomērītās vērtības var atšķirties aptuveni par 3 % no tabulā minētajām vērtībām.