



LATVIJAS

LEK

ENERGOSTANDARTS

137

Pirmais izdevums

2017

Ar izmaiņām 1

KABEĻU LĪNIJAS (KL) AR SPRIEGUMU 110- 330 KV

© AS „Latvenergo”, teksts, 2017

© LEEA Standartizācijas centrs „Latvijas Elektrotehnikas komiteja”, noformējums, makets, 2017

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, Rīgā, LV-1006
www.lekenergo.lv

Reģistrācijas Nr. 202
Datums: 23.05.2017.
LEK 137
LATVIJAS ENERGOSTANDARTS

Satura rādītājs

1. Vispārīgie nosacījumi	3
1.1. Normatīvās atsauces.....	3
1.2. Standarta darbības robežas.....	6
1.3. Terminu.....	6
2. Kabeļu līniju elementu un dokumentā pielietoto terminu skaidrojumi	8
3. Pārsprieguma aizsardzība, zemējumi	10
4. Pretkorozijas aizsardzība	11
5. Kabeļi ar plastmasas izolāciju	11
6. Plastmasas kabeļu izvēle pēc silšanas, ilgstoši pieļaujamās strāvas atkarībā no dzesēšanas apstākļiem	19
7. Kabeļu izvēle pēc īsslēguma strāvām	22
8. Kabeļu guldīšanas vispārējās prasības un guldīšanas paņēmieni izvēle	23
9. Kabeļu guldīšana	25
10. Prasības, guldot plastmasas kabeļus spēkstacijās, apakšstacijās un sadales iekārtās	30
11. Kabeļu līniju ierīkošana kabeļu ietaisēs	31
12. Kabeļu līniju savstarpējā tuvošanās un krustojumi ar citām gaisvadu līnijām (GL) un kabeļu līnijām	34
13. Kabeļu līniju savstarpēja tuvošanās ar ēkām, būvēm	35
14. Kabeļu līniju savstarpējā tuvošanās un krustojumi ar dzelzceļiem	35
15. Kabeļu līniju savstarpēja tuvošanās un krustojumi ar autoceļiem un ielām	36
16. Kabeļu līniju savstarpējā tuvošanās un krustojumi ar trolejbusu un tramvaju līnijām ...	36
17. Kabeļu līnijas uz tiltiem	36
18. Kabeļu līnijas uz aizsprostiem un dambjiem	37
19. Kabeļu līniju savstarpējā tuvošanās ar sprādzienu un uguns bīstamām iekārtām	37
20. Kabeļu līniju savstarpēja tuvošanās un krustojumi ar pazemes cauruļvadiem	37
21. Kabeļu līniju pieņemšanas- nodošanas normas	38
22. Tehniskā dokumentācija, pieņemot ekspluatācijā kabeļu līnijas	39
1. pielikums	41
2. pielikums	49

1. Vispārīgie nosacījumi

1.1. Normatīvās atsauces

Likumi

"Par autoceļiem I sadaļa Vispārīgie noteikumi";

"Aizsargjoslu likums".

Ministru kabineta noteikumi (turpmāk tekstā MKN)

Nr.982 *"Enerģētikas infrastruktūras objektu aizsargjoslu noteikšanas metodika".* 05.12.2006. redakcija;

Nr. 573 *"Elektroenerģijas ražošanas, pārvades un sadales būvju būvnoteikumi".* 30.09.2014. redakcija;

Nr. 574 *"Noteikumi par Latvijas būvnormatīvu LBN-008-14 "Inženiertīklu izvietojums""* 30.09.2014. redakcija;

Nr. 501 *"Elektronisko sakaru tīklu ierīkošanas, būvniecības un uzraudzības kārtība"* 19.08.2014. redakcija;

Nr.328 *"Noteikumi par Latvijas būvnormatīvu LBN 262-15 "Elektronisko sakaru tīkli"* 30.06.2015. redakcija;

Nr.333 *"Noteikumi par Latvijas būvnormatīvu LBN 201-15 "Būvju ugunsdrošība""* 30.06.2015. redakcija;

Nr. 92 *"Noteikumi par kuģošanas līdzekļu satiksmi iekšējos ūdeņos"* 09.02.2016. redakcija.

Latvijas standarti

LVS EN 60229:2008 *"Elektriskie kabeļi. Testi ekstrudētiem ārējiem apvalkiem ar speciālu aizsargfunkciju (IEC 60229:2007)";*

LVS 190-1. *"Ceļu projektēšanas noteikumi - 1.daļa: Ceļa trase.";*

LVS 190-2. *"Ceļu projektēšanas noteikumi. Normālprofili.";*

LVS 422 *"Dabasgāzes pārvades (transporta) sistēmas cauruļvadu projektēšana";*

LVS 417 *"Dabasgāzes ārējo gāzesvadu sistēmas līdz 1,6 MPa (16 bar) projektēšana";*

LVS EN 60228 *"Izolētu kabeļu dzīslas";*

LVS HD 632 S1 *"Nominālajam spriegumam virs 36 kV ($U_m = 42$ kV) un līdz 150 kV ($U_m = 170$ kV) paredzētie spēka kabeļi ar ekstrudētu izolāciju un to piederumi".*

Latvijas energostandarti

LEK 077 *"Elektroietaišu izolācija. Galvenās tehniskās prasības"*. Pirmais izdevums, 2005. gads;

LEK 081 *"Vispārējās prasības elektroietaišu ar spriegumu līdz 330 kV ierīkošanai. Vispārējās prasības"*. Pirmais izdevums, 2005. gads;

LEK 048 *"Elektroietaišu zemēšana un elektrodrošības pasākumi. Galvenās tehniskās prasības"*. Otrais izdevums, 2017. gads.

Citvalstu standarti un normatīvi

IEC 60840 Edition 4.0 (2011-11) *"Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages above 30 kV ($U_m = 36$ kV) up to 150 kV ($U_m = 170$ kV) - Test methods and requirements"*;

IEC 62067 Consolidated Edition 2.0 (2011-11) *"Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages above 150 kV ($U_m = 170$ kV) up to 500 kV ($U_m = 550$ kV) - Test methods and requirements"*;

IEC 61443 Consolidated Edition 1.1 (incl. am.1) (2008-11) *"Short-circuit temperature limits of electric cables with rated voltages above 30 kV ($U_m = 36$ kV)"*;

IEC 60183 Edition 3.0 (2015) *"Guide to the selection of high-voltage cables"*;

IEC 60287-1-1 Edition 2.0 (2006-12) *"Electric cables - Calculation of the current rating - Part 1-1: Current rating equations (100 % load factor) and calculation of losses – General"*;

IEC 60287-1-2 Edition 1.0 (1993-12) *"Electric cables - Calculation of the current rating - Part 1: Current rating equations (100 % load factor) and calculations of losses - Section 2: Sheath eddy current loss factors for two circuits in flat formation"*;

IEC 60287-1-3 Edition 1.0 (2002-05) *"Electric cables - Calculation of the current rating - Part 1-3: Current rating equations (100 % load factor) and calculation of losses - Current sharing between parallel single-core cables and calculation of circulating current losses"*;

IEC 60287-2-1 Consolidated Edition 1.1 (incl. am.1) (2001-11) *"Electric cables - Calculation of the current rating - Part 2-1: Thermal resistance - Calculation of thermal resistance"*;

IEC 60287-2-1- (2015) *"Electric cables - Calculation of the current rating - Part 2-1: Thermal resistance - Calculation of thermal resistance"*;

IEC 60287-2-2 Edition 1.0 (1995-05) *"Electric cables - Calculation of the current rating - Part 2: Thermal resistance - Section 2: A method for calculating reduction factors for groups of cables in free air, protected from solar radiation"*;

IEC 60287-3-1 Consolidated Edition 1.1 (incl. am.1) (1999-05) *"Electric cables - Calculation of the current rating - Part 3-1: Sections on operating conditions - Reference operating conditions and selection of cable type"*;

IEC 60287-3-2:2012 "Electric cables - Calculation of the current rating - Part 3-2: Sections on operating conditions - Economic optimization of power cable size";

IEC 60811-201 Electric and optical fibre cables – "Test methods for non-metallic materials - Part 201: General tests - Measurement of insulation thickness";

IEC 60811-202 Electric and optical fibre cables – "Test methods for non-metallic materials - Part 202: General tests - Measurement of thickness of non-metallic sheath";

IEC 60811-203 Electric and optical fibre cables – "Test methods for non-metallic materials - Part 203: General tests - Measurement of overall dimensions";

IEC 60811-501 Electric and optical fibre cables – "Test methods for non-metallic materials - Part 501: Mechanical tests - Tests for determining the mechanical properties of insulating and sheathing compounds.";

IEC 60811-401 Electric and optical fibre cables – "Test methods for non-metallic materials - Part 401: Miscellaneous tests - Thermal ageing methods - Ageing in an air oven";

IEC 60811-412 Electric and optical fibre cables – "Test methods for non-metallic materials - Part 412: Miscellaneous tests - Thermal ageing methods - Ageing in an air bomb";

IEC 60811-402 Electric and optical fibre cables – "Test methods for non-metallic materials - Part 402: Miscellaneous tests - Water absorption tests";

IEC 60811-502 Electric and optical fibre cables – "Test methods for non-metallic materials - Part 502: Mechanical tests - Shrinkage test for insulations";

IEC 60811-503 Electric and optical fibre cables – "Test methods for non-metallic materials - Part 503: Mechanical tests - Shrinkage test for sheaths";

IEC 60811-606 Electric and optical fibre cables – "Test methods for non-metallic materials - Part 606: Physical tests - Methods for determining the density";

IEC 60811-504 Electric and optical fibre cables – "Test methods for non-metallic materials - Part 504: Mechanical tests - Bending tests at low temperature for insulation and sheaths";

IEC 60811-505 Electric and optical fibre cables - "Test methods for non-metallic materials - Part 505: Mechanical tests - Elongation at low temperature for insulations and sheaths";

IEC 60811-506 Electric and optical fibre cables - "Test methods for non-metallic materials - Part 506: Mechanical tests - Impact test at low temperature for insulations and sheaths";

IEEE Std 979 "IEEE Guide for substation fire protection";

NFPA 850 "Recommended practice for fire protection for electric generating plants and high voltage direct current converter stations";

Elektroietaišu ierīkošanas noteikumi (ПРАВИЛА УСТРОЙСТВА ЭЛЕКТРО-УСТАНОВОК), 2.3. nodaļas „Kabeļu līnijas ar spriegumu līdz 220 kV” 6. Izdevums, spēkā no 2000.g.

1.2. Standarta darbības robežas

1.2.1. Energostandarts nosaka 110-330 kV plastmasas izolācijas kabeļu līniju ierīkošanas galvenās tehniskās prasības. Energostandarta prasības attiecināmas uz jaunbūvējamām un pārbūvējamām 110-330 kV kabeļu līnijām. Noteiktie attālumi starp inženierkomunikācijām, būvēm un kabeļiem attiecas arī uz ekspluatācijā esošām 110-330 kV kabeļu līnijām.

1.2.2. Standarts izstrādāts, balstoties uz AS „Latvenergo” darba pieredzi, Eiropas valstu informatīvajiem un Elektrotehnikas standartizācijas Eiropas komitejas materiāliem, kā arī bijušās PSRS Enerģētikas un elektrifikācijas ministrijas Elektroietaišu ierīkošanas noteikumiem.

1.2.3. Atkāpes no standarta pieļaujamās tikai tad, ja tās nemazina energosistēmas darbības drošumu, nerada kaitējumu cilvēku dzīvībai, veselībai, īpašumam, kā arī apkārtējai videi. Atkāpes no standarta jāsapasme ar elektroapgādes uzņēmuma tehnisko vadītāju.

1.2.4. Standartā iekļauta uz IEC 60287 nostādņām pamatota metodika ilgstoši pieļaujamās strāvas noteikšanai demontēto MVDT (augstspiediena kabelis ar eļļas izolāciju, kas paredzēts guldīšanai caurulēs) kabeļu tērauda caurulē ievēlamajiem XLPE (kabeļa izolācijas tips no šūta polietilēna) kabeļiem.

1.3. Termins

1.3.1.

110 – 330 kV kabeļu tīkls

Elektrotīkls, kurš sastāv no 110-330 kV kabeļu līnijām.

1.3.2.

110 – 330 kV kabeļu līnija

Zemē, kabeļu caurulēs, kabeļu kanālos, pa konstrukcijām u.tml. instalēta elektrolīnija, kas izveidota no viena vai vairākiem paralēliem 110 -330 kV kabeļiem ar savienojošām uzmavām un gala apdarēm.

1.3.3.

kabeļu ietaise

Ietaise, kas speciāli paredzēta spēka kabeļu un kabeļu uzmavu instalācijai, kontroles kabeļu un kabeļu uzmavu instalācijai. Kabeļu ietaises ir kabeļu tuneļi, kabeļu kanāli, kabeļu šahtas, kabeļu stāvi, dubultās grīdas, kabeļu bloki, kabeļu akas, kabeļu caurules, kabeļu kārbas, kabeļu teknes, kabeļu konsoles.

1.3.4.

plastmasas izolācijas kabelis

Kabelis ar šūtā polietilēna (XLPE) vai cita veida attiecīgā sprieguma līmenim paredzētu plastmasas izolāciju.

1.3.4.1. savienojošā plastmasas kabeļa uzmava

Ietaise, kurā veic divu kabeļa posmu savienošanu:

- 1) vienas markas, viena vadītāja materiāla un šķērsriezuma kabeļu savienošanai;
- 2) vienas markas, viena vadītāja materiāla, dažādu šķērsriezumu kabeļu savienošanai;
- 3) vienas markas, atšķirīga vadītāju materiāla viena šķērsriezuma kabeļu savienošanai;
- 4) vienas markas, atšķirīga vadītāju materiāla dažādu šķērsriezumu kabeļu savienošanai.
- 5) dažādu marku kabeļu savienošanai.

1.3.4.2. speciālās plastmasas kabeļa savienojošās uzmavas:

- 1) savienojošā kabeļu metāla ekrānu transpozīcijas uzmava, no kuras veic kabeļa metāla ekrānu transpozīciju;
- 2) savienojošā kabeļu metāla ekrānus zemējošā uzmava, no kuras veic kabeļa metāla ekrāna iezemēšanu.

1.3.4.3. pārejas savienojošā uzmava eļļas kabeļa savienošanai ar plastmasas kabeli

ietaise, kurā tiek veikta ar eļļu pildītu papīra - eļļas izolācijas kabeļa un plastmasas kabeļa posmu savienošana.

1.3.4.4. plastmasas kabeļu ekrānu transpozīcijas skapji

Skapji, kuros samontētas kabeļu līnijas metāla ekrānu transpozīcijas ierīces.

1.3.4.5. plastmasas kabeļu ekrānu zemēšanas skapji

Skapji, kuros samontētas kabeļu līnijas metāla ekrānu zemēšanas ierīces.

1.3.4.6. plastmasas kabeļu gala apdare

Polimera vai porcelāna izolatorā ievietota plastmasas kabeļa gala apdare, ar kuru beidzas kabeļu līnija. Plastmasas kabelim var būt speciāla gala apdare: gala apdare kabeļa tiešai pievienošanai spēka transformatoram; gala apdare kabeļa tiešai pievienošanai jaudas slēdzim vai citam komutācijas aparātam.

1.3.5. zemējumietaise

Elektroiekārtas zemēšanai nepieciešamu zemētāju un vadītāju kopums.

1.3.6.**kabeļu caurules elektroķīmiskā aizsardzība**

elektroķīmisko ietaišu un pasākumu sistēma kabeļu metāla caurules aizsardzībai no korozijas, uzturot aizsardzības potenciālus un bloķējot klīstošo strāvu iedarbību.

1.3.7.**kabeļa guldīšanas dziļums**

Attālums no planēšanas atzīmes līdz kabeļa vai kabeļu caurules, kurā ievilkts kabelis, augšējai virsmai.

2. Kabeļu līniju elementu un dokumentā pielietoto terminu skaidrojumi**2.1. Kabeļu ietaises****2.1.1.****kabeļtunelis**

Tunelis vai koridorveidīga būve, kas paredzēta kabeļu instalācijai uz balstiem vai sastatņu plauktiem un kuras izmēri ļauj personālam brīvi pārvietoties visā tā garumā.

2.1.2.**kabeļkanāls**

Atklāts, ventilējams vai slēgts elektroinstalācijas elements, kas ievietots zemē, grīdā vai uz tās. Kanāla gabarīti neļauj cilvēkam ieiet tajā, bet ļauj piekļūt elektroinstalācijas caurulēm un kabeļiem visā to garumā gan montāžas laikā, gan pēc tās.

Piezīme: Konstruktiīvi kabeļkanāls var būt un var nebūt ēkas sastāvdaļa.

2.1.3.**kabeļu šahta**

Vertikāla vai slīpa, taisnstūra vai apaļa kabeļa ietaise, kuras augstums daudzkārt pārsniedz šķēsgriezuma malu izmērus, un kurā ierīkotas skavu kāpnes vai redeļu kāpnes (caurstaigājamās šahtas), vai pilnīgi vai daļēji noņemama siena (necaurstaigājamās šahtas).

2.1.4.**kabeļu stāvs**

Ēkas daļa vai telpa, kuru ierobežo grīda un pārsegums ar augstumu no grīdas līdz pārsegumam vai pārklājumam un to izvirzītām daļām ne mazāku par 1,9 m.

2.1.5.**dubultā grīda**

Pagrīdes telpa, kuru ierobežo telpas sienas, starpstāvu pārsegums un telpas grīda ar noņemamām plāksnēm (visai pagrīdes virsmai vai tās daļai).

2.1.6.**kabeļu bloks**

Cauruļu veidots kanāls kabeļu instalēšanai.

2.1.7.**kabeļu aka**

Pazemes būve, kabeļu uznavu ievietošanai un kabeļu ievilkšanai kabeļu šahtās, kabeļu blokos, kabeļu caurulēs vai kabeļu tranšejā. Kabeļu ekrānu vai vadītāju transpozīcijas akās papildus blakus novieto aku, izgatavotu no dzelzsbetona grodiem vai plastmasas mucām, ekrāna transpozīciju, zemējumu ietaišu ievietošanai.

2.1.8.**kabeļu caurule**

Apaļa šķērsriezuma plastikāta, metāla vai cita materiāla caurule, kas izmantojama kabeļu instalācijai.

2.1.9.**kabeļu kārba**

Slēgta taisnstūra konstrukcijas kārba kabeļu un vadu instalēšanai. Kabeļu kārbas var būt ar vākiem vai arī cieši noslēgtas, ar perforētām vai neperforētām sienām vai vākiem. Cieši noslēgtām kabeļu kārbām jābūt ar neperforētām sienām un bez vākiem. Kabeļu kārbas izmanto kā kabeļu nesošas un aizsargājošas konstrukcijas telpās un āra ietaisēs.

2.1.10.**kabeļrene**

Kabeļu balstkonstrukcija, kas sastāv no vienlaidu pamatnes ar uzliktām malām, bez pārsega.

2.1.11.**kabeļkonsole**

Tikai vienā galā nostiprināti kabeļu balstelementi, kas balsta kabeli noteiktos intervālos visā to garumā.

2.1.12.**krustjūgs**

Spriegotāvjurtenes sastāvdaļa (armatūra) kūļvadiem (2 vadi fāzē), kura viena izolatora trūkšanas gadījumā nepieļauj vadu krišanu.

2.1.13.**temperatūras kontroles punkts**

Trasē vai kabeļu līnijas galā (eļļas piebarošanas ietaisē) uzstādīts mērinstruments kabeļa temperatūras mērīšanai.

2.1.14.**atstarpe**

Mazākais brīvais attālums starp norādīto priekšmetu visvairāk izvirzītām daļām.

2.1.15.**autoceļa zemes klātnes šķautne**

Sānu grāvja ārējās nogāzes, uzbēruma vai ierakuma nogāzes krustojuma līnija ar zemes virsmu.

2.2.

kabeļu līniju aizsargjosla

Gar pazemes kabeļu līnijām ar “Aizsargjoslu likumu” noteiktas aizsargjoslas:

2.2.1. gar elektrisko tīklu kabeļu līnijām — zemes gabals un gaisa telpa, ko norobežo nosacītas vertikālas virsmas kabeļu līnijas katrā pusē 1 metra attālumā no kabeļu līnijas ass, bet, ja kabeļu līnija šķērso meža teritoriju, — 1,5 metru attālumā no kabeļu līnijas ass katrā pusē. Ja kabelis atrodas tuvāk par 1 metru no ēkas vai būves, tad šajā kabeļa pusē aizsargjoslu nosaka tikai līdz ēkas vai būves pamatiem.

Kabeļu līnijas ass — nosacīta līnija, kas iet caur katra kabeļa diametra viduspunktu. Katram kabelim ir sava kabeļu līnijas ass, kas nosaka šā kabeļa aizsargjoslas novietojumu.

2.2.2. Gar elektrisko tīklu kabeļu līnijām, kuras zem ūdens līmeņa šķērso kuģojamas vai plostojamas upes, ezerus, ūdenskrātuves un kanālus – ūdens platība, ko visā tās dziļumā no ūdens virsmas līdz gultnei ietver paralēlas plaknes, kas atrodas 100 m attālumā katrā pusē no kabeļu līnijas ass.

3. Pārsprieguma aizsardzība, zemējumi

3.1. Kabeļu metāla ekrāni, kā arī konstrukcijas, uz kurām novietoti kabeļi, ir jāzēmē atbilstoši LVS EN 62305 un Latvijas Energostandartam LEK 116.

3.2. Visām zemējumietaisēm jābūt ar cinka slāņa pārklājumu un savienojumiem ar rūpnieciski ražotām spailēm. Zemējuma nepieciešamā pretestība pie izbūves jānodrošina tikai ar mākslīgiem zemētājiem, kuri ar izjaucamu kontaktu tiek pievienoti zemējumietasei.

3.3. Plastmasas izolācijas kabeļu metāla ekrāni jāzēmē saskaņā ar 5.6.1. – 5.6.4. Zemējumietais pretestība kabeļu akās- ne lielāka par $4\ \Omega$, apakšstacijās un elektrostacijās ne lielāka par $0,5\ \Omega$. Kabeļa metāla caurulei jābūt sazemētai visās akās un caurules galos. Zemējumietais pretestība akās- ne lielāka par $4\ \Omega$, apakšstacijās un elektrostacijās ne lielāka par $0,5\ \Omega$.

3.4. 110 – 330 kV kabeļu līnijas galos jāaizsargā ar izlādņiem (metāla oksīda (MO) vai cita tipa), vietās, kur ir iespējami atmosfēras pārspriegumi. Izlādņa zemēšanas spaiļi, kā arī kabeļa gala uznavas metāla flancim jābūt savstarpēji savienotiem ar pēc iespējas īsākiem savienotājiem. Izlādņa zemēšanas spaiļi zemējumietasei jāpievieno ar atsevišķu pievadu. Ierīkojot kabeļu balsta zemējumietaisi, jāparedz pasākumi aizsardzībai no soļu spriegumiem un pieskarspriegumiem. Zemējumietais pretestība- ne lielāka par $4\ \Omega$.

3.5. Kabeļu balstam (GL (Gaisvadu (elektro))līnija, kuras vadi nostiprināti balstos uz izolatoriem noteiktā augstumā virs zemes. Var būt arī gaisvadu līnijas ar izolētiem vadiem vai piekarkabeļiem) gala balsts) vadi no GL laiduma puses jāpiestiprina ar divu zaru izolatoru spriegotājvirtenēm, kūļvadā virtenu laiduma pusē jāparedz krustjūgs, paredzot katra zara spriegotājvirtenei savu stiprinājums pie balsta.

4. Pretkorozijas aizsardzība

4.1. Zemē ieguldītā metāla caurulē ievilkta kabeļu līnijas projektā jāparedz kabeļu caurules metāla pretkorozijas aizsardzība:

4.1.1. Zemē ieguldītajai metāla kabeļu caurulei jābūt pārklātai ar bituma vai cita analoga materiāla izolāciju. Izolācijas slāņa biezumam jābūt ne mazākam par 10 mm;

4.1.2. Zemē ieguldītā metāla caurulē ievilkta kabeļu līnijai saskaņā ar LVS EN 12954 „Pazemes vai zemūdens metāla konstrukciju katodaizsardzība. Vispārīgie principi un cauruļu pielietojums” jābūt ierīkotai elektroķīmiskajai pretkorozijas aizsardzībai (katoda stacijas, aktīvās vai pasīvās elektrodrenāžas ietaises, zemēšanas ietaises, elektroķīmiskās pretkorozijas aizsardzības darba kontroles un vadības sistēma);

4.1.3. Kabeļu līnijas elektroķīmiskās aizsardzības izpildījums un kabeļu caurulei uznesamo aizsardzības potenciālu lielumi jāaskaņo ar institūciju, kura koordinē pazemes vai zemūdens metāla konstrukciju aizsardzību, vai, ja tādas institūcijas nav- ar pazemes metāla konstrukciju, kurām uzstādīta elektroķīmiskā pretkorozijas aizsardzība, īpašniekiem.

4.1.4. Cinkotas gala uznavu un pārsprieguma novadītāju (izlādņu) metāla konstrukcijas. Cinka slāņa biezums ne mazāks par 95 μm tēraudam ar biezumu 3 līdz 6 mm, tēraudam biezākam par 6 mm cinka slāņa biezums ne mazāks kā 115 μm . Skrūvēm, uzgriežņiem un paplāksnēm cinka slāņa biezums $45\pm 5 \mu\text{m}$.

5. Kabeļi ar plastmasas izolāciju

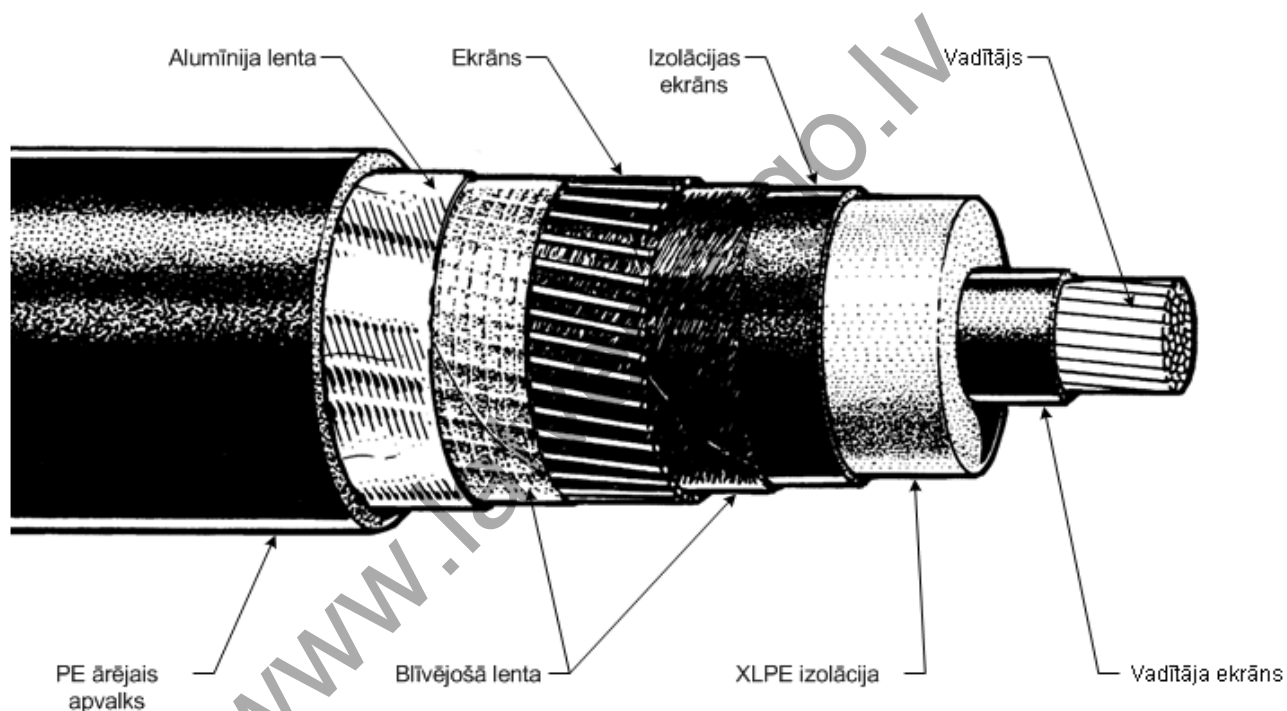
5.1. Plastmasas izolācijas kabeļu līnijā ietilpst: caurule (kopēja visām trim fāzēm vai katrai fāzei sava), ja tāda tiek pielietota, caurulē ievilkta trīs vienfāzes plastmasas izolācijas kabeļi (kabelis, ja katrai fāzei sava caurule), savienojošās uznavas (parastās un speciālās), kabeļu gala apdares, kabeļu akas, metāla ekrānu transpozīcijas skapji ar transpozīcijas instalāciju, metāla ekrānu zemēšanas sadalnes ar zemēšanas instalāciju, zemējumi, kameras, tuneļi, konstrukcijas, kabeļu stāvokļa kontroles sistēmas.

5.2. Šūtā polietilēna XLPE kabelim ir sekojošas galvenās sastāvdaļas (5.1. attēls.):

- 1) vara, alumīnija vai cita mazas pretestības materiāla daudzu stieplu vai monolīta materiāla kabeļa vads (vadītājs);
- 2) pusvadītāja materiāla ekrāns elektriskā lauka izlīdzināšanai pārejā no vadītāja (dzīslas) uz galveno izolāciju;
- 3) galvenā šūtā polietilēna (XLPE) izolācija;
- 4) pusvadītāja materiāla ekrāns elektriskā lauka izlīdzināšanai pārejā no galvenās izolācijas uz metāla ekrānu;
- 5) blīvējošā lenta mitruma iekļūšanas bloķēšanai kabeļa garenvirzienā;

- 6) kabeļa metāla stieplu ekrāns;
- 7) blīvējošā lenta mitruma iekļūšanas bloķēšanai kabeļa garenvirzienā;
- 8) alumīnija lenta mitruma iekļūšanas bloķēšanai kabeļa šķērsvirzienā;
- 9) kabeļa ārējais apvalks no īpaši izturīgas markas polietilēna.

Pēc īpašas vajadzības un pieprasījuma mitruma iekļūšanas bloķēšanu var pastiprināt, paredzot papildus pasākumus: telpu starp vadītāja stieplēm aizpildīt ar mitumā uzbriestošu materiālu, blīvējošo lentu uztīt arī tieši kabeļa vadītājam.



5.1. attēls. XLPE 110 kV

5.3. Šūtā polietilēna XLPE izolācijas kabeļiem ar spriegumu 30 kV līdz 150 kV un to aprīkojumam jāatbilst IEC 60840 prasībām. Šūtā polietilēna (XLPE) izolācijas kabeļiem ar spriegumu virs 150 kV līdz 500 kV un to aprīkojumam jāatbilst IEC 62067 prasībām. Izvēloties kabeļus, jāizmanto IEC 60183 nostādnes. Kabeļu testēšana jāveic saskaņā LVS EN 60811, LVS EN 60885-3 prasībām. Kabeļi, kuru ārējiem apvalkiem paredzētas speciālas aizsargfunkcijas, pieņemot ekspluatācijā testēšana jāveic saskaņā ar LVS EN 60229 prasībām. Ekspluatācijā atļauts noteikt izolācijas pretestību ar megoommetru ar spriegumu 1,0 kV, pieļaujamā izolācijas pretestība 0,5 MΩ. Kabeļu pieļaujamās slodzes strāvas aprēķina saskaņā ar IEC 60287. Ekspluatācijā atļauts izmantot izgatavotājrūpnīcas rekomendācijas.

5.4. Plastmasas izolācijas kabeļu savienošanas uzdevas.

Uzmavu nomināliem un maksimāli pieļaujamajiem spriegumiem ir jābūt vienādiem vai augstākiem nekā kabelim, vadītājām jābūt no tā paša materiāla kā kabeļa vads, šķērsgriezumam jābūt ne mazākām kā kabeļa dzīslai, jānodrošina tādu pati vai labāku vadītspēju kā kabelim, uzmavai jābūt atbilstoši kabeļa izolācijas diametram, jāiztur visi mehāniskie un elektrodināmie spēki, kas var rasties normālas ekspluatācijas laikā un īsslēguma gadījumā. Savienojošām uzmavām var būt dažādi ekrānu savienošanas varianti, jāizvēlas atbilstošs ekrāna zemēšanas/savienošanas shēmai. Prasības pret kabeļu aksesuāriem ir atrunātas IEC 60183.

5.4.1. Pēc izgatavošanas tehnoloģijas savienojošā uzmava var būt:

- 1) ar rūpnīcā izgatavotām detaļām nokomplektēta ietaise, kura tiek samontēta kabeļu savienojuma vietā;
- 2) rūpnīcā izgatavotu montāžas materiālu komplekts savienojošās uzmavas izgatavošanai un montāžai kabeļu savienojuma vietā.

5.4.2. Pēc uzdevuma savienojošās uzmavas var būt:

- 1) parastās savienojošās uzmavas;
- 2) speciālās savienojošās uzmavas.

5.4.3. Parastās savienojošās uzmavas izmanto tikai kabeļu savienošanai. Speciālajām savienojošajām uzmavām paredzētas papildus funkcijas:

- 1) savienojošā kabeļu metāla ekrānu transpozīcijas uzmava – savienojošā uzmava, no kuras veic kabeļa metāla ekrānu transpozīciju;
- 2) savienojošā kabeļu metāla ekrānu zemējošā uzmava – savienojošā uzmava, no kuras veic kabeļa metāla ekrāna iezemēšanu.

5.4.4. Kabeļu savienošanas uzmavu akas trasē izvietojamas tā, lai būtu iespēja izvietot kabeļu saivas un kabeļu ieguldīšanas mehānismu. Aku ieteicamie ārējie izmēri (GxPxA) 9x1,9x1,0 m (ja montāžas tehnoloģija atļauj, var būt akas ar citiem izmēriem), ieteicamās konstrukcijas: dzelzsbetona siles, kuras pēc kabeļu savienošanas uzmavu montāžas aizber ar sijātām smiltīm un pārklāj ar dzelzsbetona plāksnēm. Kabeļu akās jāparedz konstrukcijas kabeļu un uzmavu pasargāšanai no mehāniskiem bojājumiem, kabeļiem pārvietojoties īsslēguma strāvu dināmisko spēku iedarbības rezultātā vai kabeļiem pārvietojoties no temperatūras izmaiņām.

Kabeļu akai uzmavu montēšanas laikā jābūt sausai un tīrai, akas malas jānosedz, lai montāžas vietā neiekļūtu grunts fragmenti, putekļi. Virs akas jāuzstāda telts, nodrošinot montāžai uzmavu montāžas instrukcijās noteiktos klimatiskos apstākļus un tīrību. Aka montāžas darbu laikā jānodrošina ar nepārtrauktu elektroapgādi un apgaismojumu.

5.4.5. Pirms uzmavas montāžas jāpārbauda savienojamo kabeļu stāvoklis: vai kabeļu gali pēc ievilkšanas nav atstāti dubļos vai ūdenī, vai nav bojāta kabeļu galu hermetizācija, vai kabeļos nav iekļuvis mitrums, vai kabeļiem nav mehāniski bojājumi. Ja tiek konstatēti mehāniskie bojājumi, (par ko tiek sastādīts akts), tad jāpiesaista kabeļa ražotāja rūpnīcas pārstāvis, jāveic papildus novērtējums

un jāsāņem rūpnīcas apstiprinājums/apliecinājums turpmākām remontu darbībām, ekspluatācijas nosacījumiem un saistību pagarinājumam.

Savienojošo uzmavu montāžas darbi saskaņā ar ražotājas firmas apstiprinātām instrukcijām jāveic apmācītam personālam ražotājas firmas pārstāvja vadībā.

5.4.6. Speciālo savienošanas uzmavu akas jāiekārto saskaņā ar punktiem 5.4.4. Kabeļu metāla ekrānu transpozīcijas skapji vai kabeļu metāla ekrānu zemēšanas skapji jāuzstāda tiem paredzētās akās. Metāla ekrānu transpozīcijas, zemēšanas shēmu veidojošo kabeļu izolācijas līmenim jābūt ne zemākam par kabeļa ārējā apvalka izolācijas līmeni. Shēmu veidošanai ieteicams izmantot koncentriskos (koaksiālos) kabeļus, piemēram: koncentrisks (koaksiāls) kabelis $1 \times 240 \text{ mm}^2 + 240 \text{ C}$. Lai nepieļautu ūdens iekļūšanu, akām jāparedz atbilstoša hidroizolācija vai tās jāizgatavo kā ūdensnecaurlaidīgi kesoni. Akās uzstādītajām sadalnēm jābūt ar IP-68 aizsardzības klasi, pieejamām apkopes darbu veikšanai. Kabeļu metāla ekrānu transpozīcijas skapjus, kabeļu metāla ekrānu zemēšanas skapjus pieļaujams uzstādīt neaizberamās savienojošo uzmavu akās, ja tiek nodrošināta pieeja apkopes darbu veikšanai.

5.5. Plastmasas kabeļu gala apdares.

5.5.1. Pēc konstruktīvā izpildījuma kabeļu gala apdares var būt:

- 1) brīvi stāvošās polimera vai porcelāna, bez/ar eļļu pildītās, izolatorā samontētas gala apdares;
- 2) polimera sausās gala apdares ar papildus balsta izolatoru;
- 3) gala apdares kabeļa tiešai pievienošanai spēka transformatorā vai slēgtā elegāzes SF6 sadalē;
- 4) speciālā pasūtījuma gala apdares.

Piezīme: Gala apdarēs un uzmavās var tikt iebūvēti devēji pēc pasūtītāja prasībām, saskaņā ar IEC 60815 un IEC 60859.

5.5.2. Gala uzmavas montāža notiek savienošanas uzmavas montāžai līdzīgos apstākļos. Virs montāžas vietas, ja tā nenotiek telpā, jābūt uzstādītai teltij, nodrošinot montāžas instrukcijās noteiktos klimatiskos apstākļus un tīrību. Montāžas vieta jānodrošina ar nepārtrauktu elektroapgādi un apgaismojumu. Jāparedz iespēja montēt uzmavas izolatorus ar pacelšanas ierīci. Ja kabeļu gala uzmavas jāmontē ziemas apstākļos, tad virs visām trim fāzēm jābūvē vienota ar saplāksni vai analogu materiālu apšūta būve ar vēja un ūdens drošu jumtu.

5.5.3. Brīvi stāvoša gala uzmava atbalstāma uz stabilām, nolīmeņotām konstrukcijām.

5.5.4. Gala uzmavu montāža un nostiprināšana jāveic saskaņā ar izgatavotājrūpnīcas instrukciju, montāžas darbi jāveic apmācītam personālam izgatavotājas firmas pārstāvja vadībā. Pēc montāžas uzmavā iepilda speciālu izolējošu materiālu- šķidrumu vai elegāzi SF6.

5.5.5. Gala uzmavu montāža tiešai pievienošanai spēka transformatoram vai slēgtā elegāzes SF6 sadalnē jāveic saskaņā ar izgatavotājrūpnīcas instrukciju, montāžas darbi jāveic apmācītam

personālam izgatavotājrūpnīcas pārstāvja vadībā. Šajā gadījumā, vai uzmavai ir jāparedz atsevišķas atbalsta gala konstrukcijas, vai uzmavu piestiprina transformatora vai elegāzes iekārtas konstrukcijai, nosaka tehniskais projekts. Papildus ir vajadzīgas atbalsta konstrukcijas montāžas darbu veikšanai. Atkarībā no izgatavotājrūpnīcas tehniskās politikas gala apdares var būt:

- 1) sausās uzmavas, kurās uzmavas montāžas procesā netiek iepildīta eļļa vai elegāze, un kuras tikai pēc pievienošanas transformatorā nonāk transformatora eļļas vidē, elegāzes iekārtā-elegāzes SF6 vidē;
- 2) ar izolācijas eļļu vai elegāzi piepildītas uzmavas, kurām ir autonoma, ar transformatora vai elegāzes iekārtu nesaistīta izolējošā vide.

5.5.6. Brīvi stāvoša gala uzmava atbalstāma uz metāla konstrukcijām. Kabeļa uzmava no metāla konstrukcijām jāatdala ar balsta izolatoriem ar iespēju kabeļa metāla ekrānu pievienot (atvienot) apakšstacijas (kabeļu balsta) zemējumam. 110 kV kabeļu gala uzmavu polimeru izolatoriem ieteicams uzstādīt elektrisko lauku izlīdzinošo armatūru, 330 kV kabeļu gala uzmavu izolatoriem elektrisko lauku izlīdzinošā armatūra ir obligāta. Metāla atbalsta konstrukcijas jāizveido ar aprēķinu, lai ap fāzes kabeli neveidotos noslēgta elektromagnētiskā saite. Atsevišķas kabeļa fāzes pa metāla konstrukcijām instalē ar nemagnētiska materiāla spailēm (alumīnija lējums, plastmasa). Attālumi starp spailēm nosakāmi projektā saskaņā ar kabeļu montāžas instrukciju. Kabeļa aizsardzībai no mehāniskiem bojājumiem izmanto pret saules starojumu noturīgas plastmasas caurules, kurām, aizsargājot pret bojājumiem zāles plaušanas laikā, apliek cinkota skārda plāksnes 40 – 50 cm augstumā pie cauruļu un zemes saskaršanās vietām.

5.6. Plastmasas izolācijas kabeļu metāla ekrānu zemēšanas režīmi.

5.6.1. Kabeļu metāla ekrāni sazemēti kabeļu līnijas galos pie gala apdarēm (5.3. attēls). Metāla ekrāni abos kabeļu līnijas galos pievienoti zemējuma kontūriem. Šajā gadījumā metāla ekrānos plūst strāvas, kas kabeļu līnijā rada papildus jaudas zudumus un samazina kabeļu līnijas pieļaujamo darba strāvu. Kabeļa līnijas galos nerodas pārspriegumi, kabeļa ārējam apvalkam nav nepieciešama papildus pārsprieguma aizsardzība.

5.6.2. Kabeļu metāla ekrāni sazemēti vienā punktā (5.2. attēls). Metāla ekrāni vienā kabeļu līnijas galā pievienoti zemējuma ietaisei, otrā kabeļu līnijas galā metāla ekrāni zemējuma ietaisei pievienoti caur metāla oksīda (MO) vai kabeļa izgatavotāja norādītu cita tipa izlādni. Pieļaujams metāla ekrānus sazemēt kabeļu līnijas vidū, kabeļu līnijas galos ekrānus pievienot zemējuma ietaisei caur izlādni. Šajā gadījumā metāla ekrānos neplūst strāvas, kabeļu līnijā nerodas papildus jaudas zudumi ekrānos, pieļaujamā darba strāva lielāka kā gadījumā ar metāla ekrānu zemēšanu kabeļu līnijas galos.

Lai ierobežotu inducētos potenciālus īsslēgumu gadījumos, kabeļu līnijas galos esošās zemējuma ietaises vēlams elektriski savienot ar potenciālus izlīdzinošo kopni. Plastmasas izolācijas kabeļu metāla ekrānu zemēšanas režīmi un ar to saistītie tehniskie risinājumi ir detalizēti aprakstīti CIGRE 283 “Special bonding of high voltage power cables”

5.6.3. Kabeļu metāla ekrānu transpozīcija (5.4.attēls). Metāla ekrāni abos kabeļu līnijas galos pievienoti zemējuma ietaisēm, trasē atkarībā no kabeļu līnijas garuma izveidoti viens vai vairāki

transpozīcijas cikli ar vienāda garuma transpozīcijas soļiem. Šajā gadījumā metāla ekrānos plūst mazas strāvas (izlīdzinošā strāva starp apakšstaciju (kabeļu balstu) zemējuma ietaisēm, kā arī neliela līdz nullei nereducētā inducētās strāvas daļa), kabeļu līnijas ekrānos jaudas zudumi ir minimāli, pieļaujamā darba strāva lielāka kā gadījumā ar metāla ekrānu zemēšanu kabeļu līnijas galos. Metāla ekrānu transpozīcijas punktos kabeļu ārējie apvalki jāaizsargā ar izlādņiem.

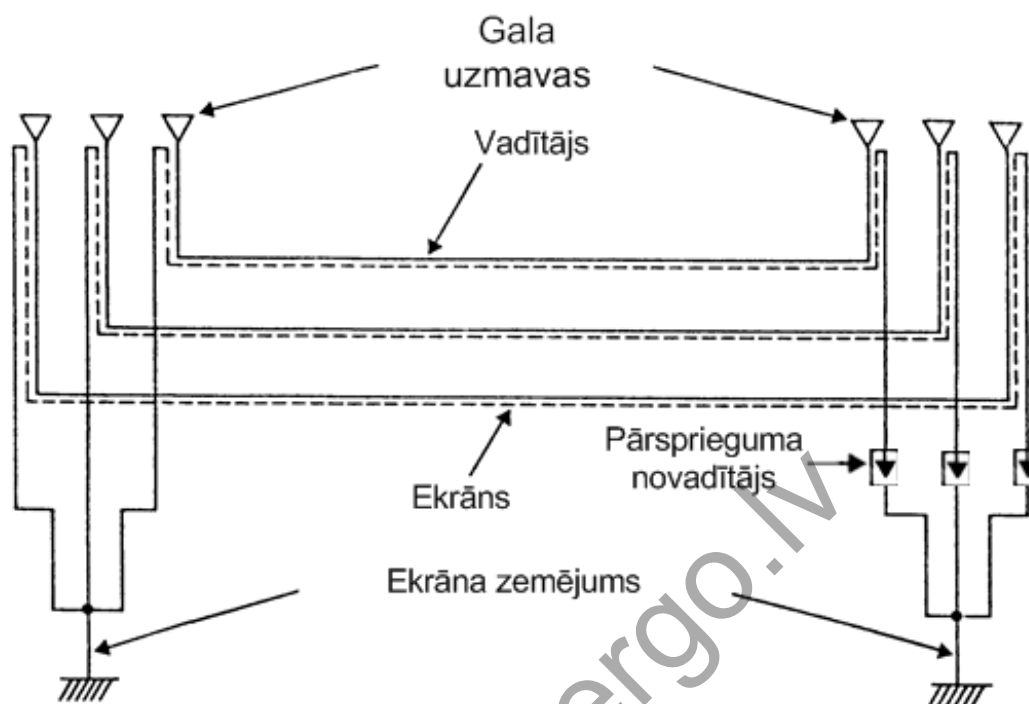
5.6.4. Kombinētā sistēma ar kabeļu metāla ekrānu transpozīciju un zemēšanu vienā punktā (5.4. un 5.2.attēli). Gadījumos, kad nav iespējams izveidot metāla ekrānu transpozīcijas ciklus visam kabeļu līnijas garumam, pieļaujams izveidot kombināciju no viena vai vairākiem transpozīcijas cikliem un kabeļa līnijas posmiem, kuros ekrāni sazemēti vienā punktā. Kabeļu ārējo apvalku pārsprieguma aizsardzība jāierīko atbilstoši punktu 5.6.2. un 5.6.3. prasībām.

5.6.5. Punktā 5.6.1. norādītais metāla ekrānu zemēšanas veids ekonomisku apsvērumu dēļ nav ieteicams. Līdz 1 km garām kabeļu līnijām ieteicams metāla ekrānus zemēt vienā punktā saskaņā ar 5.6.2.

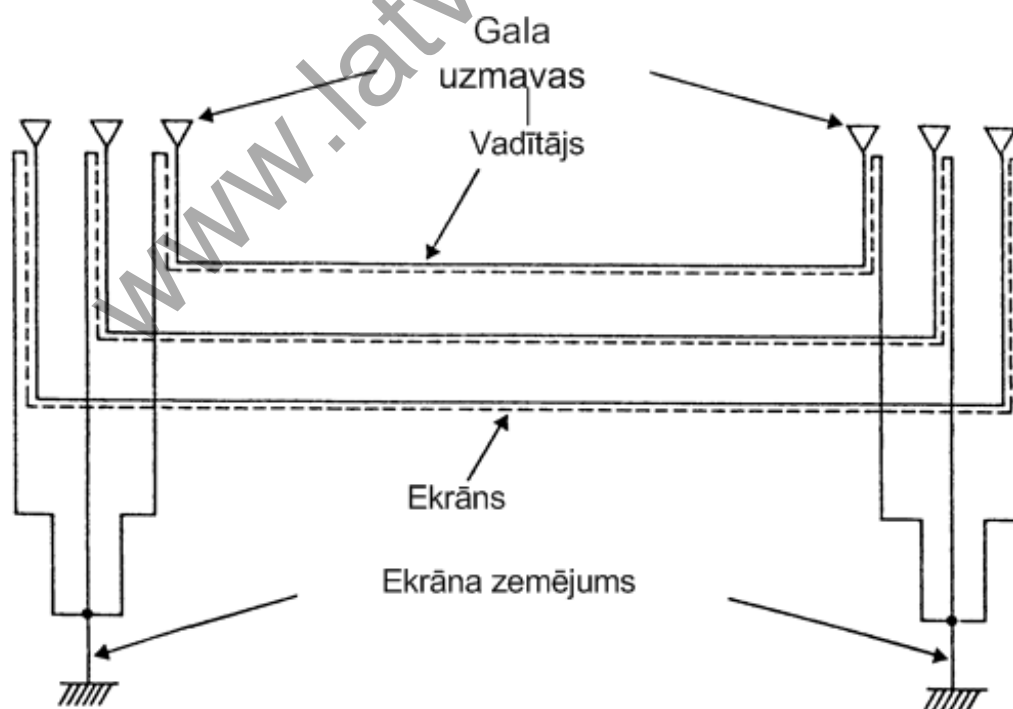
Par 1 km garākām kabeļu līnijām ieteicams veikt metāla ekrānu transpozīciju saskaņā ar punkta 5.6.3. prasībām vai iekārtot kombinēto sistēmu ar kabeļu metāla ekrānu transpozīciju un zemēšanu vienā punktā saskaņā ar punkta 5.6.4. prasībām.

Pieļaujama metāla ekrānu zemēšana vienā punktā līdz 2 km garām kabeļu līnijām, ja metāla ekrānus sazemē kabeļu līnijas vidū, kabeļu līnijas galos pievienojot zemējumietaisēm caur izlādņiem, ja attālums no metāla ekrānu zemēšanas punkta līdz izlādņiem nepārsniedz 1,0 km. Cilvēkam draudu neradošs metāla ekrānā inducētā sprieguma lielums ir ≤ 65 V. Pārsprieguma līmenis ir atkarīgs no kabeļa konstrukcijas un īsslēguma strāvas. Īsslēguma strāvas aprēķinu metodika ir aprakstīta IEC 60949.

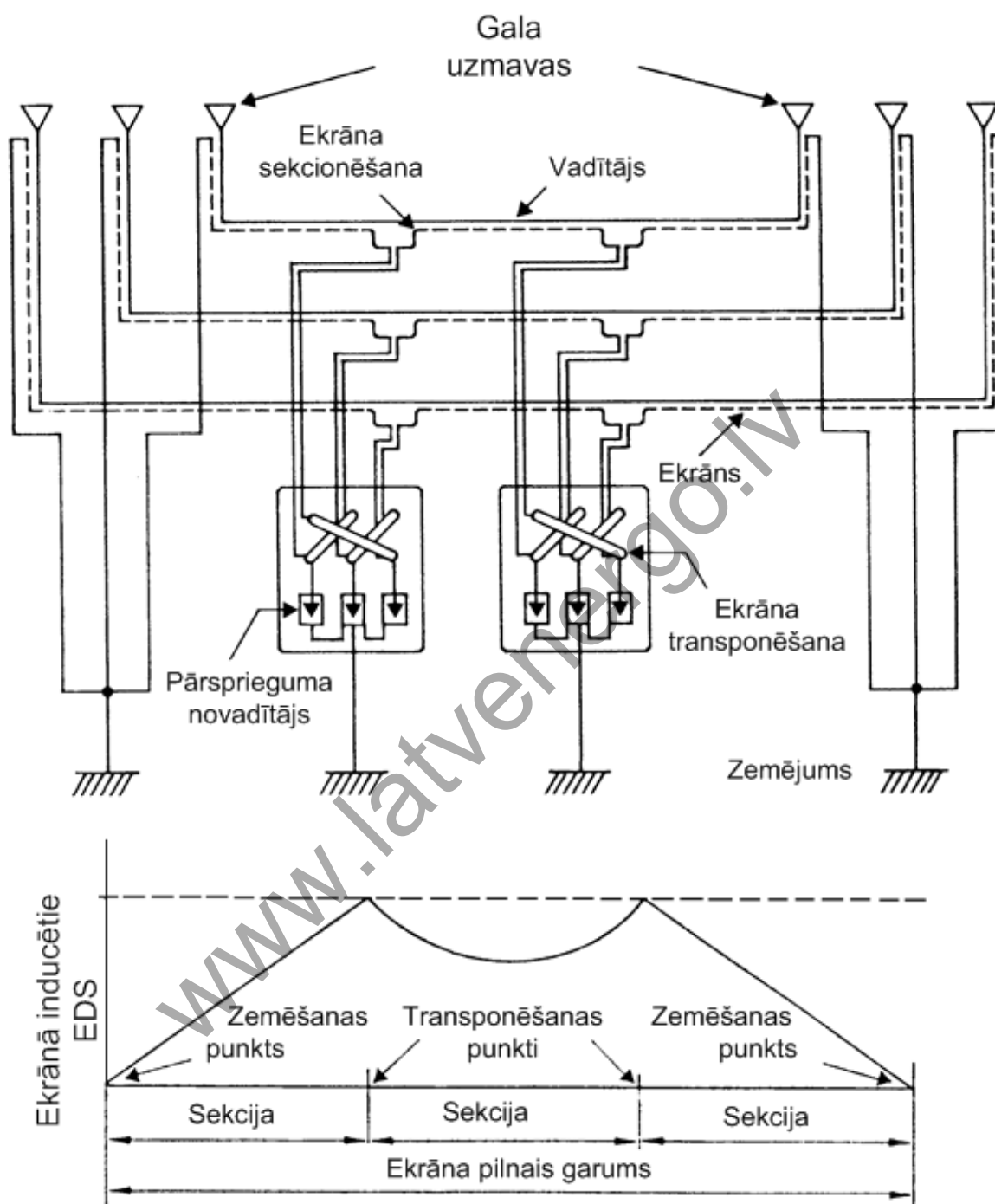
5.6.6. Plaknē novietotiem kabeļiem, veicot metāla ekrānu transpozīciju, fāžu reaktīvo pretestību izlīdzināšanai ieteicams, saskaņojot ar izgatavotāju, veikt arī kabeļu fāžu transpozīciju.



5.2. attēls. Ekrāni zemēti viena kabeļa galā



5.3. attēls. Ekrāni zemēti abos kabeļa līnijas galos



5.4. attēls. Ekrānu transpozīcija. Inducēto EDS diagramma

6. Plastmasas kabeļu izvēle pēc silšanas, ilgstoši pieļaujamās strāvas atkarībā no dzesēšanas apstākļiem

6.1. Izvēloties 110 – 330 kV kabeļus un kabeļu aprīkojumu, jāvadās no IEC 60183. Pieļaujamās kabeļu slodzes strāvas nosaka saskaņā ar IEC 60287. Pieļaujamās kabeļu temperatūras īsslēguma režīmā nosaka saskaņā ar IEC 61443.

Kabeļim jāatbilst sekojošām pamatprasībām:

- 1) ar darba strāvu ilgstoši slogota kabeļa temperatūra un temperatūra pēc īsslēguma nedrīkst pārsniegt režīmam pieļaujamo;
- 2) kabeļim jāiztur īsslēguma strāvu termiskā un dināmiskā iedarbība;
- 3) pieļaujamais maksimālais darba spriegums:
 - a) 110 kV kabeļiem - 123 kV;
 - b) 330 kV kabeļiem - 362 kV.
- 4) impulsa izturība:
 - a) 110 kV kabeļiem – 550 kV;
 - b) 330 kV kabeļiem – 1175 kV.
- 5) mehāniskā izturība montāžas un ekspluatācijas režīmos;
- 6) mitruma un ūdens drošība;
- 7) atbilstība pieprasītajiem ekonomiskajiem rādītājiem (izmaksas, tajā skaitā zudumu izmaksas; kalpošanas laiks);
- 8) pārskatāma un kontrolējama izgatavošanas tehnoloģija (ieteicama vertikālā) bez ūdens klātbūtnes izgatavošanas procesā, ērta montāža un ekspluatācija.

Kabeļa silšanas režīmi:

- 1) Ilgstošs kabeļa normālā darba režīms, kad pastāv siltuma līdzsvars- izdalītais siltuma daudzums (zudumi) vienāds ar aizvadīto siltuma daudzumu. Šajā režīmā kabeļa vadītāja temperatūra ir nostabilizējusies;
- 2) Kabeļa silšanas vai atdzišanas režīms mainoties slodzes strāvai. Šajā gadījumā vadītāja temperatūra ar nobīdi laikā mainās atkarībā no slodzes strāvas izmaiņām;
- 3) Ātra sasilšana no īsslēguma strāvas. Īsslēgumā izdalītais siltuma daudzums daudzkārt pārsniedz normālā režīmā izdalīto un aizvadīto siltuma daudzumu: siltuma līdzsvars kabeļi

tiek izjaukts- vadītāja temperatūra palielinās, sasniedzot kādu siltuma bilancei atbilstošu vērtību. Pēc īsslēguma kabelis sāk atdzist- tā temperatūra atgriežas normālā darba režīma temperatūras līmenī.

Veicot kabeļa termiskās noturības pārbaudi, ar aprēķiniem jāpārlicinās, ka nevienā no silšanas režīmiem kabeļa vadītāja pieļaujamā temperatūra netiks pārsniegta (XLPE kabeļiem: normālā darba režīmā + 90° C, zemē ieguldītiem kabeļiem vadītājam ieteicama temperatūra ne augstāka par +65° C; īsslēguma režīmā + 250° C).

6.2. Pieļaujamās 110 – 330 kV XLPE kabeļu slodzes strāvas nosaka saskaņā ar IEC 60287. Aprēķinot un izvēloties kabeli un tā aprīkojumu, jārēķinās ar sekojošiem nosacījumiem un apstākļiem:

6.2.1. kabeļu līnijas darba nosacījumi:

- 1) sistēmas nominālais spriegums;
- 2) sistēmas maksimālais darba spriegums;
- 3) kabeļu un aprīkojuma impulsa izturība;
- 4) sistēmas frekvence;
- 5) sistēmas neitrāles zemēšanas režīms;
- 6) nosacījumi gala apdarēm:
 - a) iekštipa vai ārtipa gala apdare;
 - b) atmosfēras piesārņojums ārtipa gala apdarei;
 - c) gala apdares tips: brīvi stāvoša ar polimera vai porcelāna izolatoru vai gala apdare kabeļa tiešai pievienošanai spēka transformatorā vai elegāzes SF₆ slēgtā sadalē;
 - d) izolējošie attālumi un, pievienojoties iekārtām, nepieciešamā izolācija.
- 7) maksimālā darba strāva:
 - a) ilgstošā darba strāva;
 - b) darba strāvas izmaiņu amplitūda- slodžu grafiks;
 - c) iespējamās pārslodzes strāvas.
- 8) sagaidāmās simetriskās un asimetriskās īsslēguma strāvas: starp fāzēm, starp fāzēm un zemi;

9) īsslēguma faktors $I^2 \cdot t$ ($\text{kA}^2 \cdot \text{s}$), kur I - īsslēguma strāva (kA), t - maksimālais īsslēguma laiks (s).

6.2.2. kabeļu instalēšanas apstākļi:

6.2.2.1. vispārējie apstākļi:

- 1) kabeļu līnijas garums un trases profila raksturojums;
- 2) guldīšanas apstākļi (izvietojums plaknē, izvietojums trīsstūrī, brīvs izvietojums caurulē, katra fāze savā caurulē), metālisko pārklājumu savstarpējo savienojumu un zemēšanas shēmas, metāla ekrānu zemēšanas režīmi;
- 3) speciāli guldīšanas nosacījumi, piemēram, kabeļu guldīšana ūdenī.

6.2.2.2. kabeļi zemē:

- 1) instalācijas apstākļi (instalēšana tieši gruntī, caurulēs, kanālos u.tml.) kabeļa konstruktīvā izpildījuma (metāla ekrāni, kabeļa bruņa (ja nepieciešama), speciālā aprīkojuma (īpašas prasības uguns izturībai, pretkorozijas aizsardzība, pastiprināta mitruma bloķēšana, aizsardzība pret dzīvnieku un kukaiņu kaitējumiem)) veida izvēlei un pamatojumam;
- 2) guldīšanas dziļums;
- 3) grunts īpatnējā termiskā pretestība un grunts tipi kabeļu trasē (smilts, māli, uzbērtā grunts u. tml.), paskaidrojot, vai dati iegūti mērījumu un ģeoloģiskās izpētes ceļā vai tie ir tikai pieņemtie vidējie dati;
- 4) maksimālā, minimālā un vidējā grunts temperatūra kabeļu guldīšanas dziļumā;
- 5) citu slodzes kabeļu vai citu siltuma avotu atrašanās projektējamās kabeļu līnijas tuvumā (norādot attālumu un kopējo posmu garumu);
- 6) caurulēs, kabeļu kanālos u.c. kabeļu būvēs ievilkamo kabeļu garumi, norādot attālumus līdz citiem kabeļu būvēs ievilktiem spēka kabeļiem;
- 7) kabeļu kanālu vai cauruļu skaits;
- 8) kabeļu kanālu vai cauruļu iekšējais diametrs;
- 9) attālums starp kabeļu kanāliem un caurulēm, ja to vairāk par vienu;
- 10) kabeļu kanālu vai cauruļu materiāls.

6.2.2.3. kabeļi gaisā:

- 1) maksimālā, minimālā un vidējā vides temperatūra;

- 2) instalēšanas veids (tieši pa sienām, konstrukcijām, kabeļu grupēšana, tuneļu un kanālu izmēri u.tml.);
- 3) paralēlo kabeļu līniju skaitu;
- 4) attālums starp paralēlajiem kabeļiem;
- 5) ventilēšanas apstākļi (kabeļiem telpās, tuneļos, kanālos, šahtās, akās);
- 6) atrašanās tiešā Saules gaismā;
- 7) īpaši apstākļi, piemēram, aizdegšanās riski.

6.2.3. Piemēru ilgstoši pieļaujamās darba strāvas aprēķinam zemē ieguldītā izolētā tērauda caurulē ievilkta XLPE izolācijas 110 kV kabelim skatīt 1. pielikumu.

6.2.4. Pieļaujamās strāvas aptuvenu aprēķinu var veikt ar kabeļu izgatavotāju izstrādātu koeficientu palīdzību, kas dažādu firmu kabeļiem var būt nedaudz atšķirīgi. Piemēru ilgstoši pieļaujamās strāvas aprēķinu ar koeficientu metodi skatīt 2. pielikumu.

7. Kabeļu izvēle pēc īsslēguma strāvām

7.1. Pieļaujamā īsslēguma strāva atkarīga no kabeļa parametriem un no īsslēguma pastāvēšanas ilguma.

7.1.1. Termiskās noturības pārbaude.

Pieļaujamo īsslēguma strāvu vadītājam un metāla ekrānam nosaka, izgatavotājas firmas kabeļa termiskās noturības datus norādītos kabeļa vadītāja un metāla ekrāna termiskos ekvivalentus – 1 sekundi pieļaujamo strāvu (I_1 ; 1 s.), pārrēķinot konkrētam īsslēguma pastāvēšanas laikam. Pārrēķins veicams ar formulu:

$$I_k = \frac{I_1}{\sqrt{t_k}}, \quad (7.1.)$$

kur

I_k - laiku t_k pastāvoša īsslēguma strāva (kA);

I_1 - 1 sekundi pastāvoša īsslēguma strāva (kA);

t_k - īsslēguma pastāvēšanas ilgums (s).

Kabeļu vadītāju un ekrānu termisko noturību īsslēgumā var pārbaudīt, izmantojot vadītāju un ekrānu īsslēguma faktoros $I^2 \cdot t$ (kA²·s), kur I - īsslēguma strāva (kA), t - maksimālais īsslēguma laiks (s).

Tīkla īsslēguma faktoriem kabeļu pievienošanas punktos jābūt mazākiem par kabeļu un aprīkojuma izgatavotājas firmas norādītajiem īsslēguma faktoriem.

Maksimālais īsslēguma laiks atbilst aizsardzības iekārtu atslēgšanas laikam (relejaizsardzības nostrādes laiks + jaudas slēdža atslēgšanas laiks), ja aprēķinā, ņemot vērā šo laiku, tiek pārsniegta kabelim pieļaujamā strāva, tad jākorrigē aizsardzības nostrādes laiks, vai jāizvēlas kabelis ar atbilstošiem rādītājiem.”

7.1.2. Dināmisko spēku aprēķins.

Dināmisko spēku aprēķinā izmanto triecienstrāvas.

Dināmiskos spēkus starp 2 vadītājiem aprēķina ar sekojošu formulu:

$$F = \frac{0,2}{S} \cdot i_{tr}^2, \quad (7.2.)$$

kur

i_{tr} - triecienstrāva ($i_{tr} = 2,5 I_k$) (kA);

S – attālums starp dzīslu centriem (asīm) (m);

F – dināmiskais spēks uz garuma vienību (N/m).

8. Kabeļu guldīšanas vispārējās prasības un guldīšanas paņēmieni izvēle

8.1. 110-330 kV kabeļu līniju ierīkošanas veikšana saskaņā ar projektu, kas izstrādāts atbilstoši Enerģētikas likumu, Būvniecības likumu, Vispārīgo būvnoteikumu, Elektroenerģijas ražošanas, pārvades un sadales būvju būvnoteikumu, Latvijas būvnormatīvu "Inženiertīklu izvietojums", „Būvklimatoloģija”, „Būvprojekta saturs un noformēšana”, citu speciālu būvnoteikumu, būvnormatīvu, IEC 61936-1 „Power installation s exceeding 1 kV a.c.- Part1: Common rules”, LVS HD 637 S1 „Mainstrāvas energoiekārtas ar nominālo spriegumu virs 1 kV” standartu un šī energostandarta prasībām un pašvaldību saistošiem noteikumiem. Montāžas darbi veicami pēc darbu izpildes projekta saskaņā ar ražotājas firmas instrukcijām.

8.2. Kabeļu līnijas trase jāizvēlas pēc iespējas īsāka, ieguldītiem kabeļiem jābūt pasargātiem no mehāniskiem bojājumiem, vibrācijām, pārkaršanas un elektriskā loka radītiem bojājumiem, ja notiek īsslēgums vienā no blakus ieguldītiem kabeļiem. Izvietojot kabeļus, pēc iespējas jāizvairās no kabeļu savstarpējas šķērsošanās, šķērsošanās ar cauruļvadiem un citām inženierkomunikācijām.

8.3. Izvēloties kabeļu līnijas trasi, pēc iespējas jāizvairās no gruntīm, kuras ir agresīvas attiecībā pret kabeļu apvalkiem.

8.4. Guldīšanai agresīvās gruntīs, kas graužoši iedarbojas uz kabeļu apvalkiem (uzbērtā grunts ar izdedžu un būvmateriālu piejaukumu utt.), jāizvēlas kabeļi ar apvalkiem, kas noturīgi pret agresīvās vides iedarbi, kabeļi jāievelk pret agresīvās vides iedarbi noturīgās caurulēs.

8.5. Ja kabeļu līnijas trasē ir posmi ar dažādām gruntīm un dažādiem apkārtējās vides apstākļiem, kabeļu konstrukciju un kabeļu šķērsgriezumu izvēle jāveic, ievērojot apstākļus, kādi ir visnelabvēlīgākajā posmā. Pazemes kabeļu ietaišu konstrukciju aprēķinos jāievēro kabeļu, grunts un ceļa seguma masa, kā arī transporta līdzekļu radītā slodze.

8.6. Kabeļu guldīšanas un montāžas laikā jāievēro minimāli pieļaujamā apkārtējās vides temperatūra. Kabeļu guldīšanas un montāžas laikā paša kabeļa temperatūra nedrīkst būt zemāka par kabeļa izgatavotājas firmas noteiktiem pieļaujamiem lielumiem. 110 – 330 kV kabeļus ieteicams guldīt un montēt pozitīvās vides temperatūrās ($^{\circ}\text{C}$).

Zemākās temperatūrās saskaņā ar montāžas instrukcijām jānodrošina kabeļu iepriekšēja uzsildīšana pirms guldīšanas.

8.7. Izvēloties spēka kabeļu instalēšanas veidu, jāievēro šādas prasības:

- 1) guldēt kabeļus zemē, vienā tranšējā rekomendē ievietot ne vairāk kā sešus spēka kabeļus. Ja kabeļu skaits ir lielāks, 110- 330 kV kabeļi jāinstalē caurulēs, ieturot attālumu starp kabeļu grupām ne mazāku par 0,5 m;
- 2) kabeļu blokos kabeļus instalē ierobežota platuma trasēs, šķērsojumos ar dzelzceļiem, brauktuvmēm un ielām, kā arī vietās, kurās var izlīt ķīmiski aktīvas vielas u.tml.;
- 3) pilsētu teritorijā kabeļus ieteicams instalēt caurulēs visā kabeļu līnijas garumā:
 - a) plastmasas caurulēs, ievēlot vienā caurulē visas trīs fāzes vai katru fāzi- savā caurulē. Ievēlot katru fāzi savā caurulē, caurules var izvietot trīsstūrī vai plaknē,
 - b) esošajās demontēto augstspiediena papīra- eļļas kabeļu tērauda caurulēs, ievēlot visas trīs fāzes vienā caurulē;
- 4) kabeļu izliekuma rādiusi nedrīkst būt mazāki par kabeļu izgatavotājrūpnīcas dokumentos noteiktajiem;
- 5) kabeļu vilkšanas spēkiem jābūt pēc iespējas minimāliem, tie nedrīkst būt lielāki par kabeļu izgatavotājrūpnīcas dokumentos noteiktajiem. Pieļaujamajam kabeļa vilkšanas spēkam un paņēmienam jābūt norādītam būvprojektā un/vai tehniskajā specifikācijā;
- 6) Metāla caurulēm jābūt pievienotām zemēšanas sistēmām.

8.8. Elektrostaciju teritorijās kabeļu līnijas jāierīko, instalējot kabeļus kabeļu caurulēs, kabeļplauktos, kabeļu tuneļos, kabeļu kanālos un kabeļu blokos. Spēka kabeļu guldīšana tieši tranšējās, ja elektroietaisēs valdījās nav noteicis citādāk, pieļaujama elektrostacijās, kuru kopējā jauda nepārsniedz 15 MW, kā arī uz attāliem palīgobjektiem, ja kabeļu skaits nepārsniedz sešus.

8.9. Ražošanas uzņēmumu teritorijās kabeļu līnijas ierīkojamas kabeļu blokos, kabeļu kanālos vai kabeļus instalējot zemē ieguldītās caurulēs.

8.10. Apakšstaciju un sadales iekārtu teritorijās kabeļu līnijas ierīkojamas kabeļu kanālos, kabeļu blokos, zemē ieguldītās kabeļu caurulēs, kabeļu plauktos.

9. Kabeļu guldīšana

9.1. Kabeļu guldīšana zemē.

9.1.1. Kabeļu līniju izvietojumu enerģētiskos objektos (elektrostacijās, apakšstacijās, sadalēs un pārslēguma punktos) pilsētu, ciemu un lauku teritorijās plāno tā, lai tas atbilstu Latvijas būvnormatīva LBN 008-14 "Inženiertīklu izvietojums" prasībām. Brīdinājuma (marķējuma) lenti virs kabeļu līnijas vai kabeļu kanalizācijas izvieto 0,4 m dziļumā no grunts virsmas virs kabeļa vai kabeļu līniju kanalizācijas, izņemot trases vietas, kurā izbūves darbus paredzēts veikt caurduršanas (horizontāli vadāmas urbšanas) metodi.

9.1.2. Lauku apvidos ārpus pilsētu un ciemu teritorijām kabeļu līnijas instalē zemē ārpus ceļu zemes nodalījuma joslām. Saskaņojot ar ceļu īpašnieku, pieļaujams 110 – 330 kV kabeļus guldīt ceļu nodalījuma joslās.

9.1.3. Apdzīvotās vietās kabeļu līnijas izvietot plānojamo ielu, ceļu sarkano līniju robežās. Ierīkojot kabeļu līnijas apstādījumos un paredzot izbūves darbus veikt ar atklātas tranšejas rakšanas metodi, kabeļu līnijas trases jāplāno, lai koku stumbri un apstādījumu krūmi neatrastos kabeļu līnijas aizsargjoslā, ne mazāk kā 3 metrus platā kabeļa līnijas trases joslā. Ierīkojot kabeļu līnijas apstādījumos un paredzot izbūves darbus veikt ar caurduršanas (horizontāli vadāmas urbšanas) metodi, kabeļu līnijas trasi pieļaujams plānot ierīkot apstādījumu (koku un krūmu) teritorijās tieši zem apstādījumiem, veicot caurduru dziļumu saskaņošanu pašvaldībās.

9.1.4. Kabeļus ar plastmasas izolāciju iegulda atklāti tranšejās vai cietās plastmasas vai metāla caurulēs ne seklāk kā 1,2 m dziļumā. Vietām ar lielāku kabeļu guldīšanas dziļumu jāveic pieļaujamās slodzes strāvas pārrēķins. Caurules diametram jābūt tādām, lai, caurulē ievelkot vairākus vienfāzu kabeļus, tie neiesprūstu. Ievelkot trīs vienfāzu kabeļus, caurules iekšējais diametrs nedrīkst būt mazāks vai vienāds ar 3D, kur D ir kabeļa ārējais diametrs. Caurules diametrs jāsapasaņo ar kabeļu izgatavotāju. Pirms cauruļu guldīšanas tranšejā sagatavo izlīdzinošu smiltis slāni. Ja izraktās tranšejas apakšā grunts ir ar izlīdzinošā slāņa īpašībām, caurules var guldīt tieši tranšejas dibenā, neuzberot izlīdzinošo slāni. Caurules apber ar izrakto grunti, ja grunts nav piemērota apbēršanai, caurules jāapber ar pievestām smiltīm. Grunti pēc uzbēršanas pieblīvē. Caurules savstarpēji savienojamas ar uzmavām tā, lai cauruļu galiem savā starpā nebūtu nobīdes. Cauruļu savienojumiem jābūt hermētiskiem. Cauruļu galu malas no iekšpuses jānoapaļo, lai nebūtu asumu. Pagriezienos caurules liekuma rādiusam jābūt pēc iespējas lielākam ($R = 2 - 4 \text{ m}$). Kabeļu izejās no kabeļu blokiem uz kabeļu kamerām un citām kabeļu ietaisēm, jāveic pasākumi, lai kabeļu apvalkus nepārberztu un tajos neradītu plaisas (lietojot elastīgus ieliktnus, ievērojot pieļaujamos liekuma rādiusus u.tml.). Lai noslēgtu mitruma, gāzu un dzīvnieku iekļūšanu ēkās un kabeļu būvēs, kabeļu caurules un kabeļu bloku caurumi jāhermetizē.

9.1.5. Guldīt kabeļus tieši zemē, atklātās tranšejas dibenā jābūt 10 cm biežam sijātas smiltis slānim. Tikpat biezu smiltis slāni uzber virs ieguldītajiem kabeļiem. Atklātajā tranšejā jāizvieto un jānostiprina ruļļi ar intervālu 2- 2,5 metri, tajā skaitā stūra ruļļi trases pagriezienos. Kabeļu notīšanai

no saivas ruļļus uzstāda arī kabeļu trases sākumā. Pēc ieguldīšanas tranšējā visu trīs fāžu kabeļus ik pēc 1,5 – 3 m sasien trīsstūrī ar nemetāliska materiāla saitēm.

9.1.6. Kabeļi jāsaista no cietiem, asiem priekšmetiem, kas varētu bojāt to ārējo izolāciju. Ja ārējās izolācijas bojājums ir $\geq 10\%$ vai dziļāk par 1 mm no sākotnējā izolācijas biezuma, tad jāgriežas pie ražotāja pēc tālākām rekomendācijām. Ārējā izolācija jāaizsargā arī no triecieniem. Ja montāžas laikā kabelis tiek pārgriezts, tā vaļējie gali nekavējoties jāhermetizē, lai pasargātu no mitruma iekļūšanas kabelī. Defektu konstatēšanas gadījumā jārikojas atbilstoši 5.4.5.punktam.

9.1.7. Kabeļu savienošanas uznavu akas trasē izvietojamas tā, lai būtu iespēja izvietot kabeļu saivas un kabeļu ieguldīšanas mehānismus. Kabeļu vilkšanas operācijām izmanto vinču ar nepieciešamo vilkmes spēku un iespēju izvilkt kabeļus vismaz 500 m garā montāžas laidumā. Vinčai jābūt aprīkotai ar iespēju nodrošināt vienmērīgu vilkmi un nepārtrauktu vilkšanas spēka un ātruma kontroli, kā arī automātiski pārtraukt vilkšanu, ja pārsniegts pieļaujamais vilkšanas spēks.

9.1.8. Pirms kabeļu instalācijas akām un caurulēm jābūt iztīrītām. Kabeļu saivas jāuzstāda uz domkratiem, jānolīmeņo un jāaprīko ar bremsēšanas ierīcēm. Darbojoties ar kabeļiem, nepieciešama piesardzība pie saivu iekraušanas, izkraušanas un apšuvuma noņemšanas, lai neradītu bojājumus izolācijai. Kabeli saskaņā ar izgatavotājas firmas instrukciju var vilkt aiz izolācijas, izmantojot „zeķi”, vai aiz vadītājam uzpresēta speciāla vilkšanas uzgaļa. Pirms vilkšanas atkārtoti, pēc sākotnējās kabeļa pārbaudes, jāpārbauda kabeļu galu hermetizācijas stāvoklis – vai nav bojājumu, ja tādi ir, tie jāizlabo. Ja konstatēts uzgaļa bojājums, un ir aizdomas par mitruma iekļūšanu kabelī, nekavējoties jāizsauc kabeļa izgatavotājas firmas autorizēts pārstāvis lēmuma par kabeļa tālāku izmantošanu pieņemšanai.

Pieļaujamais vilkšanas spēks norādīts kabeļa sertifikātā. Kabeļu vilkšanas ātrums – ne lielāks par 6 – 10 m/min.

9.1.9. Kabeļu ievilkšanai caurulē, ieguldīšanai tranšējā jāpielieto speciālas ierīces un mehānismi: ierīce cauruļu tīrīšanai, kabeļu ruļļi, regulējami trīsstūrī izvietoti ruļļi kabeļu ievadīšanai caurulē, pretvērpes ierīces („zivtiņas”), sajūgskavas, ruļļi kabeļu pacelšanai virs saivām pie domkratiem, rāmji ar domkratiem saivu uzstādīšanai, ierīces saivu bremsēšanai, „zeķes” kabeļu vilkšanai aiz izolācijas, sakaru ierīces, sintētiskās virves, vinčas, vilkšanas troses. Ievelkot katru fāzi savā caurulē (trīsstūrī izvietotās caurulēs), kabeļu caurules ik pēc 1,5 – 3 m jāsasien ar nemetāliska materiāla saitēm.

9.1.10. Vilkšanas spēka samazināšanai, ievelkot kabeļus caurulēs, kabeļi un caurules jāieziež ar smērvielu- lubrikantu. Drīkst lietot tikai kabeļu izolācijas apvalkam nekaitīgus lubrikantus: PVC, LLDPE, HDPE vai to analogus. Smērvielas, kuru pamatā ir naftas produkti, nav izmantojamas. Sevišķi smagos apstākļos ieteicams ieziest gan kabeli, gan arī cauruli, kā arī, saskaņojot ar kabeļu izgatavotāju, lietot stumšanas ierīci.

9.1.11. Pēc vilkšanas pabeigšanas jāpārbauda kabeļu galu hermetizācijas stāvoklis – vai nav bojājumu- ja tādi ir, tie jāizlabo. Ja konstatēts uzgaļa bojājums, nekavējoties jāpārbauda, vai un cik dziļi kabelī iekļuvis mitrums. Samitrinātais kabeļa gals jānogriež, lai nepieļautu mitruma tālāku pārvietošanos kabelī. Pēc pārbaudes kabeļa gals jānohermetizē. Kabeļu galu hermetizāciju

jānodrošina ar izgatavotājrūpnīcas akceptētiem hermētiskiem uzgaļiem. Pārbaudītie un droši nohermetizētie kabeļu gali jānostiprina tā, lai tie neatrastos dubļos vai ūdenī.

9.1.12. Lai izvairītos no iekšējiem mehāniskiem spriegumiem pie kabeļu savienojošajām uzmavām, kabeļi uzmavu akās jāievelk bez novirzēm no akas garenass virziena. No abām pusēm akā ievilkto kabeļu galu pārklāšanās garumi savienojšo uzmavu montēšanas vietā jānosaka saskaņā ar izgatavotājas firmas instrukciju.

9.1.13. Informatīvās zīmes kabeļu līniju aizsargjoslu apzīmēšanai trasēs bez cietā seguma (asfalts, bruģakmens, betons u. tml.) jānovieto uz piketa mietīņiem metra augstumā no zemes:

1) trases taisnajos posmos – pēc katriem 200 m;

2) trases pagriezienu punktos.

Informatīvajai zīmei jābūt izgatavotai atbilstoši Ministru kabineta noteikumiem Nr.982 „Enerģētikas infrastruktūras objektu aizsargjoslu noteikšanas metodika”.

Ieteicams kabeļu līniju noteikšanai trasēs virs kabeļiem trases pagriezienu punktos un kabeļu savienojšo uzmavu akās uzstādīt signālu raidītājus.

9.2. Kabeļu guldīšana zemūdens pārejās.

9.2.1. Kabeļu līnijām šķērsojot upes, kanālus u.tml., kabeļi jāiegulda posmos, kuros krasti un gultne izskalojas iespējami mazāk. Šķērsojot upes ar nestabilām gultnēm un krastiem, kas pakļauti izskalošanai, kabeļu guldīšanas dziļumu nosaka projektā, ievērojot vietējos apstākļus. Nav ieteicams kabeļus ieguldīt piestātņu, pietauvošanās, ostu, prāmju pārceltuvju, kā arī kuģu un liellaivu ziemas stāvvietu zonās.

9.2.2. Kabeļu līniju kabeļi šķērsojumos ar upēm, kanāliem u.tml., kā arī kuģu un plostu ceļos plastmasas izolācijas kabeļi ievelkami ar caurduri gultnē ieguldītās caurulēs. Cauruļu guldīšanas dziļums jānosaka ar ūdens transporta valdītāju. Kabeļus var ievilkt vienā caurulē vai katras fāzes kabeli- savā caurulē. Ja izdara vairākas caurdures, attālumam starp caurdurēm jābūt ne mazākam par 5 m, ja caurdures garums lielāks par 200 m. Īsākiem šķērsojumiem attālumus starp caurdurēm var samazināt, pamatojot projekta risinājumā.

9.2.3. Ar horizontālās urbšanas mašīnu ierīkotas zemūdens kabeļu caurules galiem jāatrodas no krasta attālumā, kur nedraud krasta nobrukums vai krasta izskalošanās. Šā šķērsojuma precīzu urbuma dziļumu un urbšanas leņķus šķērsojumā uzrāda projekta garenprofilā ar horizontālo mērogu 1:2000, vertikālo mērogu 1: 50, pamatojoties uz upes šķērsojuma grunts ģeodēziskās izpētes datiem.

9.2.4. Vietās, kur upes krasti un gultne pakļauta izskalošanai, jāveic krastu nostiprināšanas pasākumi pret kabeļu atkailināšanu ledus iešanas un plūdu laikā, ierīkojot akmeņu bruģējumus, dambjus, pāļus, ierievjus, plāksnes u.tml.

9.2.5. 110 – 330 kV kabeļu savstarpējā šķērsošanās zem ūdens nav atļauta.

9.2.6. Kabeļu zemūdens pārejas kuģojamas ūdenstilpnes krastā apzīmējamās ar kuģošanas noteikumos paredzētām signālzīmēm „Enkuroties aizliegts”- kvadrātu ar sarkanu apmali un diagonālu sarkanu svītru, kuru pārsvītro melnā krāsā attēlots apgriezts enkurs; kvadrātu novieto uz dzeltenī melna balsta (staba); kvadrāta malas garums ir ne mazāks par 1 metru. Kvadrātu nokrāso ar luminiscējošu krāsu. Kabeļu zemūdens pārejas zīmes uzstāda 100 metrus augšup un lejup no kabeļu pārejas vietas abos upes krastos. Kanālos atļauts uzstādīt vienu zīmi, kas atrodas uz kabeļu pārejas ass. Signālzīmju novietojumu ūdenstilpju krastos saskaņo ar attiecīgās ostas pārvaldi. Signālzīmes uzstāda elektrisko tīklu valdītājs.



9.1. attēls. Signālzīme

9.2.7. Jūras kabeļu ierīkošana jāveic pēc atsevišķiem tehniskiem noteikumiem.

9.3. Kabeļu guldīšana speciālās izbūvēs un konstrukcijās.

9.3.1. Ierīkojot kabeļu līnijas tuneļos blakus ūdensvada un kanalizācijas caurulēm, attālums starp kabeļiem un caurulēm nav normēts. Šajos gadījumos kabeļi jāievelk plastmasas caurulēs.

9.4. Kabeļu guldīšana ražošanas telpās.

110- 330 kV kabeļus ražošanas telpās izvietot nedrīkst, izņemot gadījumus, kad, saskaņojot ar ražošanas objekta valdītāju, tiek instalēti tranzīta kabeļi vai kabeļi uz ražošanas objektā izvietotām apakšstacijām.

Ierīkojot kabeļu līnijas ražošanas telpās, jāievēro LBN201-15 “Būvju ugunsdrošība” un papildu šādi noteikumi:

- 1) kabeļi jāinstalē degtnespējīga (ugunsreakcijas klase A1) materiāla kabeļu kanālos katram atsevišķam kabelim paredzētās grūti degtspējīgas (ugunsreakcijas klase ne zemāka par A2) kabeļu caurulēs, kabeļu kanāli jāpārklāj ar degtnespējīgiem (ugunsreakcijas klase A1_{FL}) materiāla paneļiem.
- 2) visiem ražošanas telpās kabeļu kanālos izvietotiem kabeļiem jābūt elektriski izolētiem no telpu metāla konstrukcijām;
- 3) kabeļu kanāliem ēkas ieejā jābūt noblīvētiem ar viegli izjaucamiem degtnespējīgiem (ugunsreakcijas klase A1) materiāliem.

9.5. Kabeļu guldīšana pa sienām un konstrukcijām.

9.5.1. Kabeļu līnijas jāierīko tā, lai montāžas un ekspluatācijas laikā kabeļos nerastos bīstami mehāniski spriegumi un bojājumi. Šim nolūkam:

- 1) kabeļu izliekuma iekšējā rādiusa un kabeļu ārējā diametra attiecībai jābūt ne mazākai par kabeļu izgatavotājrūpnīcas dokumentos noteikto;
- 2) konstrukcijas, uz kurām izvieta kabeļus, izveidojamas tā, lai nebūtu iespējami kabeļu apvalku mehāniski bojājumi; kabeļu cieša stiprinājuma vietās to apvalki aizsargājami pret mehāniskiem bojājumiem ar elastīga materiāla ieliktņiem;
- 3) uz sienām, konstrukcijām, pārsegumiem u.tml. horizontāli izvietotie kabeļi cieši jānostiprina kabeļu galos gala apdaru tiešā tuvumā un savienošanas uznavu un izliekumu abās pusēs;
- 4) uz sienām un konstrukcijām vertikāli izvietotie kabeļi jānostiprina tā, lai novērstu kabeļu pašsvara radītās apvalku vai izolācijas deformācijas, kā arī kabeļu vadītāju savienojumu bojājumus uznavās. Vertikālās šahtās kabeļi jānostiprina ar speciālām nemagnētiska materiāla skavām ar skavu izvietojumu intervālā 1 – 2 m. Tāpat kabeļi jānostiprina arī tos instalējot uz metāla konstrukcijām;
- 5) izvietojot kabeļus trīsstūrī kabeļu plauktos, tie jāsaista ar savelkošām nemetāliska materiāla lentām;
- 6) lai novērstu kabeļu sasilšanu virs pieļaujamās temperatūras, kabeļi instalējami pietiekami drošā attālumā no karstām virsmām, turklāt jāparedz kabeļu aizsardzība pret karstu vielu izplūšanu paaugstinātas temperatūras ietaišu aizbīdņu un atloku uzstādīšanas vietās.

9.5.2. Kabeļu ietaises un konstrukcijas, uz kurām vai kurās izvieta kabeļus, jāierīko no degtnespējīgiem materiāliem. Kabeļu ietaisēs aizliegts ievietot jebkādas pagaidu komunikācijas, glabāt materiālus un iekārtas. Ar kabeļu ietaišu valdītāja atļauju kabeļu ietaisēs var instalēt pagaidu kabeļus, ievērojot visas instalēšanas prasības.

9.5.3. Uz metāla konstrukcijām izvietoto kabeļu aizsardzībai pret mehāniskiem bojājumiem pielieto plastmasas caurules, vai arī, ja jāaizsargā visas trīs kabeļa fāzes, tās ar nemetāliska materiāla saitēm sasaista trīsstūrī un nosedz ar kopēju dalāmu apvalku. Ar dalāmu apvalku var aizsargāt arī atsevišķu fāžu kabeļus pie nosacījuma, ka netiek veidota noslēgta elektromagnētiskā saite pa metālu.

Atsevišķas kabeļu fāzes pie metāla konstrukcijām instalē ar nemagnētiska materiāla saitēm (alumīnija lējums, plastmasa).

Ar nemetāliska materiāla, kurš spēj izturēt paredzamo īsslēgumu dinamiskus spēkus, trijstūrī sasaistītus kabeļus drīkst atklāti guldīt telpās kurām piekļuve tikai autorizētam, speciāli apmācītam personālam vai šāda personāla tiešā pavadībā.

9.5.4. Ierīkojot atklātas kabeļu līnijas, jāievēro saules starojuma un dažādu siltuma avotu termiskā iedarbība.

10. Prasības, guldot plastmasas kabelus spēkstacijās, apakšstacijās un sadales iekārtās

10.1. Elektrostacijās nav vēlams kabelus guldīt tieši zemē: elektrostaciju teritorijās kabelu līnijas jāierīko, instalējot kabelus caurulēs, kabelu tuneļos, kabelu šahtās, kabelu kanālos, kabelu kārbās un kabelu blokos ar iespēju kontrolēt un regulēt dzesēšanas apstākļus. Tieši tranšejās pieļaujams guldīt attālu palīgobjektu kabelus. Kabelus pieļaujams guldīt tieši tranšejās arī nelielas jaudas elektrostacijās ar kopējo jaudu ne lielāku par 15 MW. Šajā gadījumā vēlams ierīkot kabelu temperatūras kontroli.

10.2. No energoblokiem izejošās galvenās kabelu līnijas jāiegulda atsevišķās caurulēs zemē vai kabelu būvēs (kabelu stāvos, tuneļos, šahtās u.tml.), kabelu līnijām jābūt izolētām un atdalītām ar ugunsdrošām sienām (ar ugunsizturību ne mazāku, kā norādīts 10.1. tabulā) no tehnoloģiskajām iekārtām; jābūt realizētiem pasākumiem, kas nepieļauj nepiederošu personu iekļūšanu. Elektrostacijās 110- 330 kV kabelu līniju trases jāizvēlas, vadoties no sekojošiem apsvērumiem:

- 1) nav pieļaujama kabelu pārkaršana no sasilušu tehnoloģisko iekārtu virsmām;
- 2) nav pieļaujama kabelu bojāšana ar izmešiem, nostrādājot putekļu transporta sistēmas drošības ietaisēm;
- 3) nav pieļaujama tranzīta kabelu guldīšana pelnu aizvadišanas tehnoloģiskajos tuneļos, ūdens ķīmiskās attīrīšanas telpās, vietās, kur izvietoti ķīmiski agresīvu šķidrumu cauruļvadi.

10.3. Savstarpēji rezervējošās kabelu līnijas jāiegulda tā, lai ugunsgrēka, īsslēguma vai mehāniskā bojājuma gadījumā tās nezaudētu vienlaicīgi. Kabelu saimniecības daļās, kur avārijas gadījumā iespējami lieli postījumi, kabelu līnijas jāsadala savstarpēji izolētās grupās, rēķinoties ar vietējiem apstākļiem.

10.4. Viena energobloka robežās pieļaujama kabelu guldīšana kabelu būvēs ar uguns izturību ne mazāku par 10.1. tabulā noteikto. Elektrostācijas viena energobloka robežās pieļaujama kabelu guldīšana ārpus speciālām kabelu būvēm pie nosacījuma, ka kabeli tiek droši aizsargāti no mehāniskiem bojājumiem un putekļiem, no dzirkstelēm un uguns tehnoloģisko iekārtu remonta laikā, kabelu līnijas atrodas normālos temperatūras apstākļos, kabeliem nodrošināta ērta piekļūšana ekspluatācijas darbu veikšanai. Guldot kabelus ārpus speciālām kabelu būvēm, jāparedz kabelu līniju sadalīšana grupās, tās izvietojot dažādās trasēs.

10.1. tabula.

Kabelu būvju ugunsizturība

Nr.	Būvkonstrukcija	Būvju būvkonstrukciju minimālā ugunsizturība atkarībā no būvju ugunsnoturības pakāpēm				
		U1		U2		U3
		U1a	U1b	U2a	U2b	
1.	Ugunsdroša siena	REI 180-M	REI 120-M	REI 120-M	REI 120-M	REI 60-M
2.	Ugunsdrošības nodalījuma norobežojošā konstrukcija	REI 180	REI 120	REI 120	REI 120	REI 60-M

Piezīme: Būvkonstrukciju nestspējas (R), viengabalainības (E) un termoizolētības (I), mehāniskas izturības (M) īpašību noturībai ugunsgrēka laikā.

10.5. Ja kabeļi novietoti augstumā lielākā par 5 m, jāierīko speciālas platformas un ejas ekspluatācijas personāla piekļūšanai. Vienas kabeļu līnijas vai nelielas kabeļu grupas gadījumā platformas un ejas var neierīkot pie nosacījuma, ka ekspluatācijas apstākļos iespējams tehnoloģiski ērti un ātri kabeļus nomainīt vai veikt to remontu. Kabeļu stāvi un tuneļi, kuros izvietotas elektrostacijas dažādu energobloku kabeļu līnijas, ieskaitot kabeļu stāvus un tuneļus zem energobloku vadības paneļiem, jāsadala pa blokiem un no citām telpām, kabeļu stāviem, tuneļiem, šahtām, kanāliem, jāatdala ar ugunsdrošām starpsienām un pārsegumiem, kuru uguns izturība ne mazāka par 10.1. tabulā noteikto.

Vietās, kur paredzama kabeļu ievilkšana caur starpsienām, pārsegumiem, jāierīko degtnespējīga, viegli izjaucama materiāla starpsiena vai pārsegums ar uguns izturību ne mazāku par kabeļu būves sienu uguns izturību.

10.6. Siltuma staciju garās kabeļu būvēs jāparedz avārijas izejas ne retāk kā ik pēc 50 m;

kabeļu saimniecībai jābūt atdalītai no atejošo sadales tīklu kabeļu tuneļiem un kolektoriem ar ugunsdrošu sienu ar uguns noturību ne mazāku par 10.1. tabulā noteikto.

10.7. Katra spēka kabeļu līnija apzīmējama ar numuru vai nosaukumu. Kabeļu tuneļos, kanālos, šahtās, akās kabeļiem jāpiestiprina birkas ar kabeļa līnijas numuru vai nosaukumu. Birkām un to uzrakstiem jābūt izturīgiem pret apkārtējās vides iedarbību. Kabeļu ietaisēs guldītiem kabeļiem birkas jāizvieto šo ietaišu sākumā un beigās, kā arī ne retāk kā pēc katriem 50 m.

10.8. Elektrostaciju un apakšstaciju teritorijās kabeļu līnijas atļauts ierīkot ne mazāk kā 2 m attālumā no dažādu konstrukciju (portāli, balsti, pamati, zibens novadītāji, tml.) apakšzemes daļām. Attālumu atļauts samazināt līdz 0,5 m, ja šo konstrukciju zemējuma ietaises pievienotas kopējai elektrostacijas un apakšstacijas zemējuma ietaisei, un kabeļi ievilkti plastmasas caurulē.

Attālums no kabeļu līnijas līdz kopņu, GL malējā vada vertikālās projekcijas plaknei netiek normēts.

11. Kabeļu līniju ierīkošana kabeļu ietaisēs

11.1. Kabeļu stāvi, kabeļu tuneļi un kabeļu šahtas norobežojamas no pārējām telpām un citām kabeļu ietaisēm ar ugunsdrošām starpsienām un pārsegumiem ar uguns izturības robežu ne mazāku kā noteikts 10.1. tabulā. Ar šādām starpsienām posmos sadalāmi arī gari kabeļu tuneļi (līdz 150 m garos posmos, ja instalēti plastmasas izolācijas kabeļi; līdz 100 m garos posmos, ja instalēti ar eļļu pildīti kabeļi.). Katra ar ugunsdrošām starpsienām nodalītā posma laukumam jābūt ne lielākam par 600 m².

Durvju ugunsizturībai kabeļu ietaisēs un ugunsdrošas starpsienās jābūt ne mazākai par pusi no 10.1. tabulā ugunsdrošai sienai noteikto ugunsizturību.

Izejas no kabeļu ietaisēm jāparedz uz āru vai uz ražošanas telpām ar uguns izturības pakāpi ne mazāku par pusi no 10.1. tabulā ugunsdrošai sienai noteikto ugunsizturību. Izeju skaits un izvietojums nosakāms, vadoties no konkrētiem vietējiem apstākļiem, bet izeju skaitam jābūt ne mazākam par divām. Ja kabeļu ietaises garums nepārsniedz 25 m, pieļaujama viena izeja.

Kabeļu ietaisēs lietojamas pašaižverošās durvis ar noblīvētām fiksējošām līstēm. Ārējām durvīm jāatveras uz āru, tām jābūt atveramām no kabeļu ietaišu iekšpusēs bez atslēgām, bet durvīm starp nodalījumiem jāatveras tuvākās izejas virzienā un jābūt apgādātām ar ierīcēm, kas durvis notur aizvērtā stāvoklī.

11.2. Kabeļu tuneļos un kabeļu kanālos veicami pasākumi, kas nodrošinātu tos pret ūdens un eļļas iekļūšanu tajos, kā arī jānodrošina gruntsūdeņu un lietus ūdeņu novadīšana. Grīdām jābūt vismaz ar 0,5 % slīpumu ūdens savāktuvju vai lietus ūdens kanalizācijas ietaišu virzienā. Pāreja no viena kabeļu tuneļa nodalījuma uz otru, ja nodalījumi novietoti dažādos līmeņos, jānodrošina ar pārejas slīpni, kuras pacēluma slīpums nav lielāks par 15⁰. Pakāpienu ierīkošana starp kabeļu tuneļu nodalījumiem aizliegta.

Kabeļu kanāliem, kas ierīkoti ārpus telpām virs gruntsūdeņu līmeņa, pieļaujams dibens ar 10- 15 cm biezu noblīvētas grants vai smilts drenējošu slāni.

Kabeļu tuneļos jāparedz mehāniskas drenāžas ietaises, kuru iedarbināšanu ieteicams automatizēt atkarībā no ūdens līmeņa. Palaišanas aparātiem un elektrodzinējiem jābūt tāda izpildījuma, kas pieļauj to darbību īpaši mitrās vietās.

11.3. Kabeļu kanāli sadales ietaisēs un telpās jāpārsedz ar noņemamām degtnespējīgam plātnēm. Kabeļu kanālu pārklājumiem mehāniski jāiztur atbilstošo iekārtu pārvietošana.

11.4. Kabeļu kanāli ārpus telpām virs pārklājumu plātnēm jāapber ar vismaz 0,3 m biezu zemes slāni. Iezogotās teritorijās šāda apbēršana nav nepieciešama.

11.5. Nav atļauts ierīkot kabeļu kanālus vietās, kur var izlīt augstas temperatūras sakarsēti šķidrumi vai vielas, kas agresīvi iedarbojas uz caurulēm un kabeļu apvalkiem. Šādās vietās nav pieļaujama arī kabeļu aku un kabeļu tuneļu lūku ierīkošana.

11.6. Pazemes kabeļu tuneļi ārpus ēkām virs pārseguma jāpārklāj ar ne mazāk kā 0,5 m biezu zemes slāni.

11.7. Ietaisēs, izvietojot kopā kabeļus un siltumvadus, jebkurā gada laikā temperatūras paaugstinājums no siltumvadiem kabeļu izvietojumā nedrīkst pārsniegt + 5⁰C. Lai to nodrošinātu, jāierīko ventilācija un cauruļvadi jāpārklāj ar siltumizolāciju.

11.8. Kabeļu ietaisēs kabeļus ieteicams izvietot veselos montāžas garumos.

Veicot montāžas darbus nepieciešams ievērot arī kabeļu izgatavotājrūpnīcas norādījumus.

11.1.tabula

Minimālās atstarpes plastmasas kabeļu ietaisēs

Atstarpe	Minimālie izmēri, mm, izvietojot kabeļus	
	Kabeļu tuneļos un kabeļu stāvos	Kabeļu kanālos
Ejas augstums	1800	Nav normēta, bet ne lielāka par 1200 mm
Horizontālais attālums starp kabeļa ietaises abās pusēs izvietotām konstrukcijām (ejas platums)	1000	300, ja dziļums līdz 0,6 m; 450, ja dziļums virs 0,6 līdz 0,9 m; 600, ja dziļums virs 0,9 m.
Horizontālais attālums starp kabeļa ietaises vienā pusē izvietoto konstrukciju un sienu (ejas platums)	900	300, ja dziļums līdz 0,6 m; 450, ja dziļums virs 0,6 līdz 0,9 m; 600, ja dziļums virs 0,9 m
Vertikālais attālums starp kabeļu horizontālām konstrukcijām	300	250
Attālumi starp kabeļu konsolēm ietaises garenvirzienā	800 - 1000	800 – 1000
Horizontālie attālumi starp spēka kabeļiem	100	Ne mazāks par kabeļa diametru

11.9. Kabeļu ietaišu automātisko stacionāro iekārtu ugunsgrēku konstatēšanai un dzēšanai ierīkošanas nepieciešamību un apjomu nosaka Latvijas būvnormatīvs LBN 201-15 „Būvju ugunsdrošība” „Būvju ugunsdrošība” un noteiktā kārtībā apstiprināti nozares iekšējie dokumenti. Stacionārām ugunsdzēsības sistēmām jāatbilst LVS EN 12845 “Stacionārās ugunsdzēsības sistēmas. Automātiskās sprinklersistēmas. Projektēšana, montāža un uzturēšana”.

11.10. Minimālie attālumi starp atsevišķiem plastmasas kabeļiem norādīti 11.1. tabulā.

Kabeļu ietaisēs eju platumiem, augstumiem un attālumiem starp konstrukcijām un kabeļiem jābūt ne mazākiem par 11.1. tabulā norādītajiem. Pieļaujams tabulā norādīto eju lokāls līdz 1 m garš platuma samazinājums līdz 800 mm, kā arī līdz 1 m garš ejas augstuma samazinājums līdz 1,5 m, proporcionāli samazinot vertikālo attālumu starp kabeļiem.

11.11. Personālam pieejamām kabeļu akām jābūt vismaz 1.8m dziļām. Aizberamo kabeļu aku augstums nav normēts. Kabeļu uznavu ierīkošanai paredzēto kabeļu aku izmēram jābūt pietiekamiem ērtai uznavu montāžai ieteicamos izmērus skat. p. 5.4.4..

Krastā novietoto zemūdens pāreju kabeļu akām jābūt pietiekoši lielām, lai nodrošinātu rezerves kabeļu izvietošanu tajās.

Personālam pieejamo kabeļu akas dibenā ierīkojams padziļinājums gruntsūdeņu un lietuvu ūdeņu savākšanai. Jāparedz arī ūdens novadīšanas ietaise atbilstoši 11.2. noteikumiem, kabeļu akās jāierīko kāpnes.

Personālam pieejamajās kabeļu akās kabeļi un savienošanas uznavas jānovieto uz konstrukcijām, kabeļu teknēs vai uz starpsienām. Aizberamajās akās- sijātās smiltīs saskaņā ar projektu.

11.12. Personālam pieejamo kabeļu aku un kabeļu tuneļu lūku diametram jābūt ne mazākam par 650 mm. Lūkas nosedzamas ar dubultiem vākiem. Apakšējam vākam jābūt noslēdzamam ar slēdzeni, kuru no kabeļu tuneļa puses var atvērt bez atslēgas. Telpās otrs vāks nav nepieciešams. Vākiem jābūt aprīkoti ar pacelšanas cilpām, rokturiem vai citām ierīcēm.

11.13. Kabeļu ietaisēs, izņemot: kabeļu akas, kabeļu kanālus, kabeļu teknes, kabeļu kārbas, kabeļu blokus, ierīkojama dabiskā vai piespiedu ventilācija. Katra nodalījuma ventilācijai jābūt neatkarīgai.

Kabeļu ietaišu ventilācija aprēķināma tā, lai temperatūras starpība starp ieplūstošo un aizvadāmo gaisu būtu ne lielāka par $+ 10^{\circ}\text{C}$. Jānovērš iespēja veidoties lokālām karsta gaisa vietām kabeļu tuneļu sašaurinājumos, pagriezienos u.tml.

Ventilācijas ietaisēs jāierīko aizbīdņi gaisa padeves noslēgšanai ugunsgrēka gadījumā, kā arī lai novērstu kabeļu tuneļa izsalšanu ziemā. Ventilācijas iekārtu izpildījumam jābūt tādām, kas nodrošina iespēju automatizēt gaisa pieplūdes noslēgšanu kabeļu ietaisēs.

Izvietojot kabeļus telpās, jābūt novērstai kabeļu nepieļaujamai sasilšanai telpu paaugstinātas temperatūras vai tehnoloģisko iekārtu iedarbības dēļ.

Kabeļu ietaisēs, izņemot savienošanas uznavu kabeļu akas, kabeļu kanālus un aizberamās kabeļu akas, ierīkojama elektriskā apgaisme un tīkls, kas paredzēts pārnesei gaismekļu un instrumentu barošanai.

12. Kabeļu līniju savstarpējā tuvošanās un krustojumi ar citām gaisvadu līnijām (GL) un kabeļu līnijām

12.1. Ierīkojot 110- 330 kV kabeļu līnijas paralēli gaisvadu elektrolīnijām, jāievēro šādi horizontālie attālumi:

- 1) attālumam no kabeļa līdz vertikālai plaknei, kas sakrīt ar 110 – 330 kV gaisvadu līnijas malējo vadu, jābūt ne mazākam par 10 m;
- 2) attālumam no kabeļa līnijas līdz zemētām balstu konstrukcijām un balstu zemētājiem jābūt ne mazākam par: 5 m - gaisvadu līnijām ar spriegumu 1- 20 kV; 10 m - gaisvadu līnijām ar spriegumu 110- 330 kV;
- 3) ierobežotos apstākļos šo attālumu var samazināt līdz 2 m, kā arī neievērot attālumu līdz plaknei, kas sakrīt ar 110 – 330 kV gaisvadu līnijas malējo vadu;
- 4) attālumam līdz 0,4 kV gaisvadu līniju balstiem jābūt ne mazākam par 1,0 m;
- 5) minimālajam horizontālajam attālumam līdz telekomunikāciju līniju balstu konstrukcijām pilsētu un ciemu teritorijās jābūt ne mazākam par 1,0 m, lauku apvidos – 2,0 m.

12.2. Guldēt zemē paralēli 110- 330 kV kabeļus, attālumam starp kabeļu līnijām jābūt ne mazākam par 0,5 m. Attālumam līdz telekomunikāciju kabelim jābūt ne mazākam par 2,0 m, ierobežotos apstākļos šo attālumu var samazināt līdz 1,0 m. Kabeļus guldēt paralēli elektrosakaru telekomunikāciju kabeļiem, jāizdara elektromagnētiskās ietekmes uz šiem kabeļiem aprēķini. Atļauts vienā tranšejā ar 110- 330 kV kabeļiem guldīt optiskos telekomunikāciju kabeļus, kuri nodrošina pārvades tīkla tehnoloģiskos procesus un/vai datu plūsmas, attālumam starp plastmasas caurulē ievilkto telekomunikāciju optisko kabeli un 110- 330 kV kabeļu līniju, jābūt ne mazākam par 0,25 m, ierobežotos apstākļos attālumu var samazināt komunikāciju tiesiskajiem valdītājiem savstarpēji vienojoties.

12.3. 110- 330 kV kabeļu līnijām šķērsojot citas kabeļu līnijas, jāievēro sekojoši noteikumi:

- 1) šķērsojot kabeļu līnijas, līnijām jābūt atdalītām ar zemes slāni ne mazāku par 0,5 m;
- 2) 110- 330 kabeļi jāievieto caurulēs;
- 3) 110- 330 kV kabeļi jāgulda zem zemāka sprieguma kabeļiem un telekomunikāciju kabeļiem.

13. Kabeļu līniju savstarpēja tuvošanās ar ēkām, būvēm

13.1. Atstarpei no tieši zemē guldīta kabeļa līdz ēku, būvju, žogu (ar masīviem pamatiem) un estakāžu pamatiem jābūt ne mazākai par 0,6 m. Aizliegts guldīt kabeļus tieši zemē zem ēku un būvju pamatiem. Ierīkojot 110 – 330 kV kabeļu līnijas dzīvojamo un sabiedrisko ēku pagrabos nav atļauts.

13.2. Ierīkojot kabeļu līnijas paralēli dažādas nozīmes kanāliem un tuneļiem, atstarpei starp kabeli un šiem objektiem jābūt ne mazākai par 2 m, bet, ierīkojot kabeļu līnijas paralēli ārējiem pneimatiskajiem atkritumu cauruļvadiem, atstarpei jābūt ne mazākai par 1,5 m.

14. Kabeļu līniju savstarpējā tuvošanās un krustojumi ar dzelzceļiem

14.1. Ierīkojot 110- 330 kV kabeļu līnijas paralēli dzelzceļam, kabeļus nogulda ārpus dzelzceļa atsavinājuma joslas. Kabeļa guldīšana dzelzceļa atsavinājuma joslā atļauta, tikai saskaņojot ar dzelzceļa valdītāju. Šajā gadījumā attālumam no kabeļa līdz neelektrificēta dzelzceļa (1520 mm sliežu platums) malējā sliežu ceļa asij jābūt ne mazākam par 5,8 m; līdz elektrificēta dzelzceļa (1520 mm sliežu platums) malējā sliežu ceļa asij- ne mazākam par 10,8 m; līdz dzelzceļa (750 mm sliežu platums) malējā sliežu ceļa asij- ne mazākam par 2,8 m.

Attālumam no kabeļa līdz dzelzceļu kontakttīklu balstu pamatiem un zemējumiem jābūt ne mazākam par 5 m, ierobežotos apstākļos šo attālumu var samazināt līdz 2,0 m.

14.2. Kabeļu šķērsojuma leņķim ar dzelzceļiem jābūt 75° - 90° robežās. Šķērsojot dzelzceļus, kabeļi visa dzelzceļa atsavinājuma joslas platumā jāiegulda tuneļos, blokos vai caurulēs dziļumā ne mazākā par 2,5 m. Jāveic slodzes aprēķins uz kabeļu konstrukcijām vai caurulēm, atbilstoši veiktiem aprēķiniem izvēlēties piemēroto risinājumu, ievērojot vismaz 10% mehāniskās izturības rezervi. Šķērsojot elektrificētus dzelzceļus, caurulēm un blokiem jābūt no izolācijas materiāla. Bloku un

cauruļu galiem jābūt nodrīvētiem. Šķērsojuma vietai jāatrodas ne tuvāk par 5 m no pārmijām un vietām, kur sliedēm pievienoti vilces strāvas kabeļi.

15. Kabeļu līniju savstarpēja tuvošanās un krustojumi ar autoceļiem un ielām

15.1. Lauku apvidos ārpus pilsētu un ciemu teritorijām kabeļu līnijas instalē zemē ārpus ceļu zemes nodalījuma joslām. Kabeļu līnijas paralēli autoceļiem ierīkojamas ne tuvāk kā 1,0 m attālumā no autoceļa grāvja ārējās malas vai autoceļa uzbēruma pēdas ar nosacījumu, ka kabeļu līnija neatrodas ceļu zemes nodalījuma joslā. Saskaņojot ar autoceļa valdītāju, pieļaujams kabeļus guldīt autoceļa atsavinājuma joslā.

15.2. Kabeļu līnijām šķērsojot autoceļus, kabeļi jāinstalē kabeļu caurulēs, kabeļu tuneļos vai kabeļu blokos visā ceļa zemes klātnes platumā, papildus pagarinot tos par 2 m katrā ceļa pusē. Kabeļu instalēšanas dziļums zem autoceļa klātnes virsmas zemākā punkta nedrīkst būt mazāks par 2 m, bet zem grāvja dibena 0,5 m. Būvprojektā jābūt norādītai ar autoceļa radītai maksimālai slodzei uz kabeļu caurulēm, kabeļu tuneļiem vai kabeļu blokiem (ievērot vismaz 10% rezervi mehāniskai izturībai), jāpielieto kabeļu caurules ar atbilstošu mehānisko izturību. Visi darbi autoceļu aizsargjoslā saskaņojami normatīvos aktos noteiktajā kārtībā.

15.3. Pilsētās un ciemos 110 – 330 kV kabeļu līnijas izvieto teritorijās starp ielas brauktuvi un sarkano līniju, t.sk. zem ietvēm, gājēju celiņiem un zaļajām joslām, kā arī ielas (ceļa) sadalošajā joslā. Ja kabeļu līnijas pilsētās un ciemos nav iespējams izvietot teritorijās starp ielas (ceļa) brauktuvi un sarkano līniju, vai ielas (ceļa) sadalošajā joslā, kabeļu līniju izvietošana zem ielu (ceļu) brauktuvēm atļauta saskaņojot izvietojumu un būvniecības nosacījumus (ielas seguma atjaunošana, būvdarbu veikšanas laiks un organizācija) ar ielas (ceļa) īpašnieku vai valdītāju.

Kabeļu līnijām šķērsojot iebrauktuves pagalmos, garāžās u.tml., kabeļi jāievelk kabeļu caurulēs. Kabeļi ar kabeļu caurulēm aizsargājami arī šķērsojot ielu braucamās daļas, grāvjus un strautus.

16. Kabeļu līniju savstarpēja tuvošanās un krustojumi ar trolejbusu un tramvaju līnijām

16.1. Ierīkojot 110– 330 kV kabeļu līnijas paralēli tramvaju līnijām, attālumam no kabeļa līdz tramvaja sliežu ceļa asij jābūt ne mazākam par 2,8 m. Attālumam no kabeļa līdz tramvaja vai trolejbusa balstu pamatiem un zemējumiem jābūt ne mazākam par 5 m, ierobežotos apstākļos šo attālumu var samazināt līdz 2 m.

16.2. Šķērsojot tramvaju sliežu ceļus, kabeļi jānovieto izolējošos blokos vai caurulēs dziļumā ne mazākā par 2,5 m, skaitot no ceļa klātnes. Šķērsojumi izpildāmi ne tuvāk par 3,0 m no pārmijām, pārmiju krusteņiem un vietām, kur pie sliedēm pievienoti vilces strāvas kabeļi.

17. Kabeļu līnijas uz tiltiem

17.1. Uz akmens, dzelzsbetona un metāla tiltiem kabeļu līnijas ierīkojamas kabeļu kanālos vai nedegošās kabeļu caurulēs, paredzot pasākumus, kas novērstu lietusgāzu ūdeņu noplūšanu pa šīm caurulēm. Uz metāla un dzelzsbetona tiltiem un pieejās tiem, kā arī pārejās no tiltiem gruntī kabeļus ieteicams ievietot izolējoša materiāla caurulēs.

17.2. Visi uz metāla un dzelzsbetona tiltiem izvietojamie pazemes kabeļi elektriski izolējami no tiltu metāla konstrukcijām.

17.3. Kabeļu šķērsojumu vietās ar tiltu temperatūras šuvēm, kā arī pārejās no tiltu konstrukcijām uz tilta balstiem jāveic pasākumi, lai nepieļautu papildus mehānisko spriegumu rašanos kabeļos.

18. Kabeļu līnijas uz aizsprostiem un dambjiem

18.1. Kabeļu līniju ierīkošana zemē aizsprostos, dambjos un pietātnēs pieļaujama tad, ja kabeļi ievilkti zemē ieguldītās caurulēs un zemes slāņa biezums nav mazāks par 1 m.

18.2. Ierīkojot kabeļu līnijas uz aizsprostiem un dambjiem, uz kuriem ierīkoti satiksmes ceļi, jāievēro prasības, kādas pastāv, kabeļu līnijām šķērsojot vai tuvojoties atbilstošajiem satiksmes objektiem.

19. Kabeļu līniju savstarpējā tuvošanās ar sprādzienu un uguns bīstamām iekārtām

19.1. Izvēloties kabeļu līnijas trasi, pēc iespējas jāizvairās no sprādzienu un uguns bīstamām teritorijām.

19.2. Ja sprādzienu un uguns bīstamās teritorijas nav iespējams apiet, tad guldot kabeļus, jāizpilda sekojoši nosacījumi:

- 1) kabeļi jāievelk zemē ieguldītās grūti degtspējīgas (ugunsreakcijas klase ne zemāka par A2) vai degtnespējīgas (ugunsreakcijas klase A1) caurulēs;
- 2) nav pieļaujama kabeļu guldīšana kabeļu kanālos vidē, kur tiek izmantotas par gaisu smagākas degošās gāzes. Ja no kabeļu kanālu izmantošanas nevar izvairīties, kabeļi jāievelk kabeļu kanālā ieguldītās caurulēs, un kabeļu kanāli jāaizber ar smiltīm.

20. Kabeļu līniju savstarpēja tuvošanās un krustojumi ar pazemes cauruļvadiem

20.1. 110- 330 kV kabeļu novietošana virs un zem cauruļvadiem nav atļauta, izņemot šķērsojumos.

20.2. Ierīkojot kabeļu līnijas paralēli ūdensvada, kanalizācijas un drenāžas cauruļvadiem, kā arī gāzes vadiem ar spiedienu līdz 1,6 MPa, horizontālajam attālumam starp tuvākā kabeļa apvalku un minēto objektu ārējām sienām jābūt ne mazākam par 1 m.. Horizontālajam attālumam starp tuvākā kabeļa apvalku un maģistrālo gāzesvadu - ne mazākam par 5,0 m, bet starp tuvākā kabeļa apvalku un virszemes gāzesvadu balstu pamatiem ne mazākam par 1 m.

20.3. Ierīkojot kabeļu līnijas paralēli siltumvadiem, horizontālajam attālumam starp tuvākā kabeļa apvalku un siltumvada kanāla, tuneļa vai siltumvadu ārējo sienu jābūt ne mazākam par 2 m. Tuvinājumos un krustojumos siltumvadiem jābūt tādai siltuma izolācijai, lai papildus zemes sasilums kabeļa novietojumā jebkurā gada laikā nepārsniegtu 5⁰C, jāveic kabeļu dzesēšanas apstākļu aprēķini. .

Ierīkojot kabeļu līnijas paralēli dažādas nozīmes kanāliem un tuneļiem, attālumam starp tuvākā kabeļa apvalku un minēto objektu tuvākajām sienām jābūt ne mazākam par 2 m.

20.4. Kabeļu līnijām šķērsojot pazemes cauruļvadus, atstarpei starp kabeļiem un cauruļvadiem jābūt ne mazākai par 1,0 m. Ierobežotos apstākļos atļauts samazināt šo attālumu līdz 0,25 m ar noteikumu, ka kabelis šķērsojumā ievietots caurulē vai dzelzsbetona renē (ar vāku), kuras garumam jābūt ne mazākam par 2 m uz katru pusi no šķērsojuma objekta ārējās sienas.

20.5. Kabeļu līnijām šķērsojot siltumvadus, atstarpei starp kabeļiem un siltumvada pārklājumu jābūt ne mazākai par 1,0 m. Ierobežotos trases apstākļos atļauts samazināt šo attālumu līdz 0,5 m ar noteikumu, ka siltumvadam šķērsojuma vietā un 3 m uz katru pusi no malējiem kabeļiem ir tāda izolācija, ka papildus zemes sasilums jebkurā gada laikā nepārsniegs 5 °C.

20.6. Gadījumos, ja šīs prasības nav iespējams ievērot, normētās atstarpes nodrošināšanai, pieļaujams veikt vienu no šādiem pasākumiem:

- 1) kabeļus gulda nevis 1,2 – 1,5 m dziļumā, bet seklāk- bet ne mazāk kā 0.5 m dziļumā, nodrošinot normēto atstarpi starp kabeļa (caurules) virsmu un siltumvada pārklājumu. Kabelim šajā gadījumā jāierīko papildus mehāniskā aizsardzība;
- 2) kabeļus ievēl caurulēs zem siltumvadiem.

21. Kabeļu līniju pieņemšanas- nodošanas normas

21.1. 110 kV XLPE izolācijas kabeļiem un aprīkojumam jāatbilst IEC 60840; 330 kV XLPE izolācijas kabeļiem un aprīkojumam jāatbilst IEC 62067. LVS EN 60228, LVS EN 60229. Pēc kabeļu instalēšanas jāveic elektriskie mērījumi atbilstoši šā standarta prasībām, kā arī LVS HD 632 S1 un LEK 002.

21.2. Kabeļiem pēc instalēšanas jāveic sekojošas pieņemšanas pārbaudes:

21.2.1. jāpārlicinās par kabeļu atbilstību attiecīgi IEC 60840, IEC 62067, LVS EN 60228, LVS EN 60229 prasībām;

21.2.2. kabeļu trases un gala uzmavas vizuālā inspekcija;

21.2.3. jāveic elektriskie mērījumi (pēc vizuālās inspekcijas un atbilstoši vismaz LEK 002 minētam apjomam). Ražotājam ir jānodrošina rūpnīcas pārbaūžu protokoli un elektrisko mērījumu minimālās pieņemamās/brāķēšanas normas, kā arī atsauci normatīvajiem dokumentiem.

21.2.4. gala uzmavas termovīzija (pēc 24 st. pārbaudes un slodzes pieslēgšanas);

21.2.5. samontētās kabelīlīnijas daļējo izlāžu (DI) pārbaudes;

21.2.6. ekrānu transpozīcijas sistēmas (cross-bonding) pārbaudes:

- 1) ekrānu transpozīcijas sekciju zemējuma kontaktu pārejas pretestības mērījumi – ne lielāka par 50 μΩ.

21.2.7. papildus punktos 21.2.3-21.2.6 paredzētajām kabeļu pārbaudēm pēc pasūtītāja pieprasījuma var veikt pārbaudes ar citām metodēm, ja konstatēti kabeļu montāžas tehnoloģijas pārkāpumi, atklāti kabeļu darbu apdraudoši defekti, kas rada šaubas par samontēto kabeļu kvalitāti.

Piezīme: kabeļa ārējā apvalka izolācijas (ieskaitot apvalka, ārējo savienojumu, ekrānu sekcijas savienojošo vadītāju, ekrānu komutācijas terminālu izolāciju) pārbaude ar 10 kV līdzspriegumu – 1 min. Pārbaude jāveic ar MEGGER tipa aparātu, nolasot noplūdes strāvas pie atvienotiem zemējuma pievadiem un izlādņiem (metāla oksīda (MO) vai cita tipa). Metāla oksīda (MO) izlādņu pārbaude ar 1000 V megommetru. Izlādņu pretestībai pie 1000 V sprieguma jābūt ne mazākai par 10 $M\Omega$. Cita tipa izlādņi jāpārbauda saskaņā ar izgatavotājrūpnīcas instrukcijām.

22. Tehniskā dokumentācija, pieņemot ekspluatācijā kabeļu līnijas

1. Izpildprojekts ar atkoriģētiem visiem būvprojekta sējumiem, kurus pēc būvniecības (būvdarbiem, montāžas) noformē Uzņēmējs. Visas izmaiņas, kuras radušās būvniecības laikā, izpildprojektā attēlo ar citu krāsu.

2. Būvdarbu žurnāls.

3. Projekta autoruzraudzības žurnāls.

4. Kabeļu līnijas pase.

5. Kabeļu līnijas ilgstoši pieļaujamās slodzes aprēķins.

6. Kabeļu līnijas akas, konstrukciju pamati, zemējumu ietaises:

6.1. Ģeodēziskās izpētes pārskats;

6.2. Nozīmīgāko konstrukciju pieņemšanas akti;

6.3. Ierīkoto pāļu pārbaužu protokoli;

6.4. Segto darbu pieņemšanas akti;

6.5. Zemējumietaišu pases ar zemējumietaišu izbūves shēmām;

6.6. Zemējumietaišu pretestības mērījumu protokoli;

6.7. Pielietoto mērlīdzekļu un dinamometrisko atslēgu kalibrēšanas sertifikāti;

6.8. Ekspluatācijas īpašību deklarācijas un atbilstību apliecināšie dokumenti būvizstrādājumiem saskaņā ar Eiropas parlamenta un Padomes regulu (ES) Nr.305/2011 un MK noteikumiem Nr.156 „Būvizstrādājumu tirgus uzraudzības kārtība”. Katram pielietotajam būvizstrādājumam (materiālam) būvprojektā jāuzrāda tā atbilstošs standarts atbilstoši LVS EN ISO/IEC 17050 prasībām.

7. Kabeļu līnijas ievilkšana posmos, uznavu montāža, pārbaudes (t.sk. LEK 002). Papildus 21.2.p. minētam ir jānodrošina:

7.1. Kabeļu vilkšanas spēku izdruka posmos starp akām un gala uznavu pievienojumiem (jāiesniedz uzreiz pēc vilkšanas darbu pabeigšanas);

7.2. Kabeļu līnijas fāžu izvietojuma shēma akās un pie gala uznavām;

7.3. Kabeļa dzīslas/ekrāna aktīvās pretestības mērījumi ar līdzspriegumu;

- 7.4. Noplūdes strāvas mērījumi;
- 7.5. Kabeļu izolācijas un tgδ mērījumu protokoli.
- 7.6. Kabeļu ekrānu pārbaudes protokoli.
- 7.7. Kabeļu dzīslas un ekrānu savienojumu pārejas pretestības mērījumu protokoli.
- 7.8. Kabeļa ražotāja apstiprināti savienojošo uznavu, gala uznavu montāžas un pārbaudes protokoli;
- 7.9. Kabeļa gala uznavu ekrānu kontaktu, pārsprieguma novadītāju kontaktu nepārtrauktības (pārejas pretestības) mērījumi ar apakšstacijas kontūru
- 7.10. Kabeļu ekrāna, transpozīcijas zemējumu (zemētājvadu) nepārtrauktības (pārejas pretestības) mērījumi, kuru parametri noteikti saskaņā ar kabeļu līnijas projektu un ražotāja prasībām;
- 7.11. Rūpnīcu – izgatavotāju iekārtu montāžas un ekspluatācijas instrukcijas;
- 7.12. Pielietoto mērlīdzekļu un dinamometrisko atslēgu kalibrēšanas sertifikāti;
- 7.13. Rūpnīcu – izgatavotāju iekārtu rūpnīcas pārbažu protokoli.
- 7.14. Ekspluatācijas īpašību deklarācijas un atbilstību apliecinājošie dokumenti būvizstrādājumiem saskaņā ar Eiropas parlamenta un Padomes regulu (ES) Nr.305/2011 un MK noteikumiem Nr.156 „Būvizstrādājumu tirgus uzraudzības kārtība”. Katram pielietotajam būvizstrādājumam (materiālam) būvprojektā jāuzrāda tā atbilstošs standarts.
8. Zemes īpašnieki un nekustamais īpašums:
- 8.1. Izbūvētās kabeļu līnijas dati, kas izraisa aizsargjoslas;
- 8.2. Zemes īpašnieku informēšanas protokoli;
- 8.3. Atmežojamās zemes platības un meža inventarizācija. Meža zemes izvietojuma plāni kabeļu līnijas aizsargjoslā;
- 8.4. Apliecinājumi par pretenziju neesamību no zemes īpašniekiem;
- 8.5. Kabeļu līnijas izpildmērījumu plāns ar topogrāfisko informāciju un šķērsojošām komunikācijām norādot komunikāciju augstumu atzīmes.
9. Celtniecības montāžas organizācijas un kabeļa ražotāja apliecinājums par visu darbu izpildi atbilstoši ražotāja instrukcijām, projekta dokumentācijai, normatīvajiem aktiem un kabeļa līnijas gatavību ieslēgšanai zem sprieguma uz pārbaudes laiku.
10. Pieņemšanas komisijas akts par kabeļu līnijas izbūves darbu pieņemšanu pirms kopējās pārbaudes.
11. Akts par kabeļa līnijas pieņemšanu ekspluatācijā pēc 24 stundu pārbaudes ar darba spriegumu un 24 stundu pārbaudes ar slodzi.
12. Valsts komisijas (būvvaldes) akts par objekta pieņemšanu ekspluatācijā, ja to paredz aktuālie būvnoteikumi.

1. pielikums

Piemērs ilgstoši pieļaujamās darba strāvas aprēķinam zemē izolētā tērauda caurulē ievilkta XLPE izolācijas kabelim. (NOKIA CABLES Power Cables Document No D001973 13.07.97.KA Continuous current rating in steel pipe). Vislielākā temperatūra ir kabeļa vadītājam un tam pieguļošajam izolācijas slānim. Ilgstoši pieļaujamā darba strāva tiek aprēķināta karstākā vadītāja pieļaujamajai temperatūrai.

Kabeļa aprēķinam tiek pielietota pilnā siltuma plūsmas shēma - aprēķinā iekļaujot zudumus vadītājā, dielektriskos zudumus kabeļa izolācijā, zudumus metāla ekrānos, zudumus tērauda caurulē; pretestības siltuma plūsmām: kabeļa izolācijas siltuma pretestība, kabeļa apvalka siltuma pretestība, caurulē esošā gaisa siltuma pretestība, vides siltuma pretestība (caurules apvalka un grunts siltuma pretestības).

Vadītāja temperatūra, izejot no grunts temperatūras, saskaņā ar siltuma plūsmas shēmu XLPE kabelim tiek noteikta ar sekojošu izteiksmi:

$$\Theta_{vad} = \Theta_0 + (W_{vad} + W_{dl} + W_{ekr} + W_c) \times (T_{ap} + T_v) + (W_{vad} + W_{dl} + W_{ekr}) \times (T_{apv} + T_g) + (W_{vad} + W_{dl}) \times 0,5 T_{iz} + W_{vad} \times 0,5 T_{iz}, \quad (P1.1.)$$

kur

W_{vad} - zudumi vadītājā (w/m);

W_{dl} - dielektriskie zudumi (w/m);

W_{ekr} - zudumi ekrānā (w/m);

W_c - zudumi tērauda caurulē (w/m);

T_{iz} - kabeļa izolācijas termiskā pretestība ($^{\circ}\text{C m/w}$);

T_{apv} - kabeļa apvalka siltuma pretestība ($^{\circ}\text{C m/w}$);

T_{ap} - caurules apvalka siltuma pretestība ($^{\circ}\text{C m/w}$);

T_g - caurulē esošā gaisa siltuma pretestība ($^{\circ}\text{C m/w}$);

T_v - vides (caurules apvalka un grunts) siltuma pretestība ($^{\circ}\text{C m/w}$);

Θ_{vad} - vadītāja temperatūra ($^{\circ}\text{C}$);

Θ_0 - vides (grunts) temperatūra ($^{\circ}\text{C}$).

Lai veiktu siltuma aprēķinu, jāizrēķina zudumi: vadītājā, dielektriskie zudumi, zudumi metāla ekrānos, zudumi tērauda caurulē; jāizrēķina siltuma pretestības: izolācijai, kabeļa apvalkam, gaisam caurulē, caurules apvalkam un gruntij. Jārēķinās ar vides (grunts) temperatūras un siltuma pretestības sezonas izmaiņām.

Grunts īpatnējā siltuma pretestība var mainīties no $0,25^{\circ}\text{C m} / \text{w}$ (mitrai gruntij) līdz $4,0^{\circ}\text{C m/w}$ (sausām smiltīm). Grunts temperatūra var mainīties no 0°C līdz $+ 20^{\circ}\text{C}$.

Pieļaujamās strāvas lielumu nosaka ar iterācijas metodi, izrēķinot izvēlētajam strāvas lielumam atbilstošo siltuma režīmu.

1. Aprēķina dati

Kabeļa dati:

- 1) Kabeļa marka – HXCHBMK 1x400/353 mm²;
- 2) Vadītāja pretestība līdzstrāvai pie $+20^{\circ}\text{C}$ – $47,0 (\mu \cdot \Omega / \text{m})$;
- 3) Temperatūras koeficients $\alpha_{20} - 0,00393 (1/0^{\circ}\text{C})$;
- 4) Maksimālā pieļaujamā darba temperatūra – $+ 90 (0^{\circ}\text{C})$;
- 5) Vadītāja diametrs – 23,2 (mm);
- 6) Vadītāja diametrs (kopā ar ekrānu) – 25,2 (mm);
- 7) Izolācijas ārējais diametrs – 57,2 (mm);
- 8) Izolācijas ekrāna ārējais diametrs – 59,4 (mm);
- 9) Blīvējošās lentas biezums – 0,4 (mm);
- 10) Ekrāna vidējais diametrs – 62,7 (mm);
- 11) Ekrāna biezums – 2,5 (mm);
- 12) Ekrāna ārējais diametrs – 65,2 (mm);
- 13) Blīvējošās lentas biezums – 0,4 (mm);
- 14) Alumīnija lentas biezums – 0,2 (mm);
- 15) Polietilēna ārējā apvalka diametrs – 4,0 (mm);
- 16) Kabeļa diametrs – 76 (mm).

Vides dati:

- 1) Tērauda caurules iekšējais/ārējais diametrs – 199/219 (mm);
- 2) Caurules izolācijas ārējais diametrs – 239 (mm);
- 3) Caurules izolācijas siltuma pretestību ieskaita grunts pretestībā;
- 4) Trīs kabeļi vienā caurulē;
- 5) Ekrāni sazemēti abos līnijas galos;
- 6) Vidējais kabeļa ieguldīšanas dziļums – 1,5 (m);
- 7) Grunts aprēķina temperatūra – $+15 (^{\circ}\text{C})$;
- 8) Grunts siltuma pretestība – $1,0 (^{\circ}\text{C} \cdot \text{m}/\text{W})$;
- 9) Tīkla frekvence – 50 (Hz);
- 10) Fāzes spriegums – 64 (kV).

2. Zudumu aprēķins**1) Elektrisko lielumu aprēķins**

Vadītāja pretestība līdzstrāvai pie $+90^{\circ}\text{C}$

$$R_{\Theta}^{-} = R_0 [1 + \alpha_{20} (\Theta - 20)], \quad (\text{P1.2.})$$

kur

R_{Θ}^{-} - vadītāja pretestība līdzstrāvai pie temperatūras $\Theta (^{\circ}\text{C})$;

R_0 - vadītāja pretestība līdzstrāvai pie temperatūras $+20 (^{\circ}\text{C})$;

α_{20} - temperatūras koeficients $3,93 \cdot 10^{-3} (1/^{\circ}\text{C})$;

$$R_{90}^{-} = 59,9 \cdot 10^{-6} \Omega/\text{m} \quad R_{90}^{-} = 47,0 \cdot 10^{-6} [1 + 3,93 \cdot 10^{-3} \cdot (90 - 20)] = 59,9 \cdot 10^{-6} (\Omega/\text{m}). \quad (\text{P1.3.})$$

Virsmas un tuvuma efekta koeficienti:

$$k_s = 1$$

$$k_p = 1$$

Tīkla frekvence 50 Hz

Virsmas efekta faktors:

$$x_s^2 = 2,10 \quad x_s^2 = \frac{8\pi \cdot f}{R_{90}^-} \cdot 10^{-7} \cdot k_s. \quad (\text{P1.4.})$$

$$y_s = 0,022 \quad y_s = \frac{x_s^4}{192 + 0,8 \cdot x_s^4}. \quad (\text{P1.5.})$$

Tuvuma efekta faktors:

$$x_p^2 = 2,10 \quad x_p^2 = \frac{8\pi \cdot f}{R_{90}^-} \cdot 10^{-7} \cdot k_p. \quad (\text{P1.6.})$$

Vadītāja diametrs – $d_{dz} = 23,2$ mm

Attālums starp vadītāju asīm – $s = 76$ mm

$$y_p = 0,0085 \quad y_p = \frac{x_p^4}{192 + 0,8x_p^4} \cdot \left(\frac{d_{dz}}{s} \right)^2 \cdot \left[0,312 \cdot \left(\frac{d_{dz}}{s} \right)^2 + \frac{1,18}{\frac{x_p^4}{190 + 0,8x_p^4 + 0,27}} \right]. \quad (\text{P1.7.})$$

Vadītāja pretestība maiņstrāvai pie $+ 90^\circ \text{C}$

$$R_{90}^m = 63,1 \cdot 10^{-6} \Omega / \text{m} \quad R_{90}^m = R_{90}^- \cdot [1 + 1,7 \cdot (y_s + y_p)] \quad (\Omega / \text{m}). \quad (\text{P1.8.})$$

Vadītāja diametrs (ar ekrānu) – $d_c = 25,2$ (mm)

Izolācijas ārējais diametrs – $D_i = 57,2$ (mm)

Relatīvā dielektriskā konstante – $\varepsilon = 2,4$

Kabeļa kapacitāte:

$$C = \frac{\varepsilon}{18 \ln \left(\frac{D_i}{d_c} \right)} \cdot 10^{-9} \quad (\text{F/m}). \quad (\text{P1.9.})$$

Kapacitāte – $C = 0,163 \cdot 10^{-9}$ (F/m)

Fāzes spriegums – $U_0 = 64000$ (V)

Dielektrisko zudumu leņķis – $\text{tg} \delta = 0,001$

Dielektriskie zudumi vienai fāzei:

$$W_{dl} = 0,209 \text{ (W/m)} \quad W_{dl} = U_0^2 \omega C \operatorname{tg} \delta. \quad (\text{P1.10.})$$

Pieņemts, ka kabeļi guļ caurules apakšā, centrālais kabelis pieskaras ārējiem kabeļiem, attālumi starp kabeļu centriem attiecīgi 76, 76 un 120 mm.

Attālums starp saskarē esošo fāžu vadītājiem – $s = 76 \text{ (mm)}$

Ekrāna vidējais diametrs – $d = 62,5 \text{ (mm)}$

Divu saskarē esošo kabeļa fāžu induktīvā pretestība:

$$X = 55,6 \cdot 10^{-6} \text{ (}\Omega / \text{m)} \quad X = 2\omega \cdot 10^{-7} \ln\left(\frac{2s}{d}\right) \text{ (}\Omega / \text{m)}. \quad (\text{P1.11.})$$

Savstarpējā induktīvā pretestība:

$$X_m = 28,7 \cdot 10^{-6} \text{ (}\Omega / \text{m)} \quad X_m = 2\omega \cdot 10^{-7} \ln\left(\frac{120}{76}\right) \text{ (}\Omega / \text{m)}. \quad (\text{P1.12.})$$

$$P = 84,39 \cdot 10^{-6} \text{ }\Omega / \text{m} \quad P = X + X_m \text{ (}\Omega / \text{m)}. \quad (\text{P1.13.})$$

$$Q = 46,19 \cdot 10^{-6} \text{ (}\Omega / \text{m)} \quad Q = X - X_m / 3 \text{ (}\Omega / \text{m)}. \quad (\text{P1.14.})$$

Metāla ekrāna ar Al foliju pretestība pie darba temperatūras

$$R_s = 59,0 \cdot 10^{-6} \text{ (}\Omega / \text{m)}$$

Vadītāja aktīvā pretestība pie $+90^\circ \text{C}$

$$R_{90}^m = 63,1 \cdot 10^{-6} \text{ (}\Omega / \text{m)}$$

Zudumu faktori metāla ekrāniem

Ārējam kabelim:

$$\lambda_{11} = 0,697 \quad \lambda_{11} = \frac{R_s}{R_{90}^m} \cdot \left[\frac{0,75P^2}{R_s^2 + P^2} + \frac{0,25Q^2}{R_s^2 + Q^2} + \frac{2R_s PQX_m}{\sqrt{3}(R_s^2 + P^2) \cdot (R_s^2 + Q^2)} \right]. \quad (\text{P1.15.})$$

Otram ārējam kabelim:

$$\lambda_{12} = 0,457 \quad \lambda_{12} = \frac{R_s}{R_{90}^m} \cdot \left[\frac{0,75P^2}{R_s^2 + P^2} + \frac{0,25Q^2}{R_s^2 + Q^2} - \frac{2R_s PQX_m}{\sqrt{3}(R_s^2 + P^2) \cdot (R_s^2 + Q^2)} \right]. \quad (\text{P1.16.})$$

Vidējam kabelim:

$$\lambda_{1m} = 0,355 \quad \lambda_{1m} = \frac{R_s}{R_{90}^m} \cdot \frac{Q^2}{R_s^2 + Q^2}. \quad (\text{P1.17.})$$

Zudumu faktors tērauda caurulei:

Caurules iekšējais diametrs – $d_d = 199$ (mm)

Trīsstūra kabeļu izvietojumā:

$$\lambda_2 = 0,070 \qquad \lambda_2 = 0,76 \cdot \left(\frac{0,0115s - 0,001485d_d}{R_{90}^m} \right) \cdot 10^{-5}. \quad (\text{P1.18.})$$

Brīvā kabeļu izvietojumā:

$$\lambda_2 = 0,094 \qquad \lambda_2 = 0,76 \cdot \left(\frac{0,00438s + 0,00226d_d}{R_{90}^m} \right) \cdot 10^{-5}. \quad (\text{P1.19.})$$

Vidējā vērtība no diviem izvietojuma veidiem: $\lambda_2 = 0,082$

2) Siltuma pretestību aprēķins

Izolācijas īpatnējā siltuma pretestība – $\rho_{iz} = 3,5$ ($^{\circ}\text{C} \cdot \text{m}/\text{W}$)

Vadītāja diametrs – $d_{dz} = 23,2$ (mm)

Vulkanizētās daļas biezums – $t_1 = 18,1$ (mm)

Vulkanizētās daļas siltuma pretestība:

$$T_1(1) = 0,524 \text{ (} ^{\circ}\text{C} \cdot \text{m}/\text{W} \text{)} \qquad T_1(1) = \frac{\rho_{iz}}{2\pi} \ln \left[1 + \frac{2t_1}{d_{dz}} \right]. \quad (\text{P1.20.})$$

Pārējo slāņu siltuma pretestības rēķina analogi $T_1(1)$

Izolācijai uzlītās lentas īpatnējā siltuma pretestība – $\rho_{liz} = 15$ ($^{\circ}\text{C} \cdot \text{m}/\text{W}$)

Uzlītās lentas slāņa biezums – 0,4 (mm)

Diametrs zem uzlītās lentas – 59,4 (mm)

Uzlītās lentas slāņa siltuma pretestība – $T_1(2) = 0,032$ ($^{\circ}\text{C} \cdot \text{m}/\text{W}$)

Siltuma pretestība no dzīslas līdz ekrānam

$$T_{iz} = 0,556 \text{ (} ^{\circ}\text{C} \cdot \text{m}/\text{W} \text{)} \qquad T_{iz} = T_1(1) + T_1(2). \quad (\text{P1.21.})$$

Vara ekrānam uzlītās lentas īpatnējā siltuma pretestība – $\rho_{lv} = 15$ ($^{\circ}\text{C} \cdot \text{m}/\text{W}$)

Uzlītās lentas slāņa biezums – 0,4 (mm)

Diametrs zem uzlītās lentas – 65,2 (mm)

Uzlītās lentas slāņa siltuma pretestība – $T_3(1) = 0,029$ ($^{\circ}\text{C} \cdot \text{m}/\text{W}$)

Ārējā apvalka īpatnējā siltuma pretestība – $\rho_{apv} = 3,5$ ($^{\circ}\text{C} \cdot \text{m}/\text{W}$)

Diametrs zem ārējā apvalka – 66,6 (mm)

Ārējā apvalka biezums – 4,2 (mm)

Ārējā apvalka siltuma pretestība – $T_3(2) = 0,066 (^{\circ}\text{C} \cdot \text{m}/\text{W})$

Apvalku siltuma pretestība:

$$T_{apv} = 0,095 (^{\circ}\text{C} \cdot \text{m}/\text{W}) \quad T_{apv} = T_3(1) + T_3(2). \quad (\text{P1.22.})$$

Vidējā gaisa temperatūra caurulē: $\Theta_m^g = + 70 (^{\circ}\text{C})$

Konstante U – 5,2

Konstante V – 1,4

Konstante Y – 0,011

Trīs kabeļu ekvivalents diametrs – $D_e = 161 \text{ (mm)}$

Caurulē esošā gaisa siltuma pretestība:

$$T_g = 0,144 (^{\circ}\text{C} \cdot \text{m}/\text{W}) \quad T_g = \frac{U}{1 + 0,1(V + Y\Theta_m^g) \cdot D_e}. \quad (\text{P1.23.})$$

Tērauda caurules siltuma pretestība – $T_c = 0 (^{\circ}\text{C} \cdot \text{m}/\text{W})$

Tērauda caurules ārējais diametrs – $D_0 = 219 \text{ (mm)}$

Caurules ieguldīšanas dziļums – $L = 1,5 \text{ (m)}$

Grunts īpatnējā siltuma pretestība – $\rho_{gr} = 1,0 (^{\circ}\text{C} \cdot \text{m}/\text{W})$

$$u = 13,7 \quad u = 2L / D_0. \quad (\text{P1.24.})$$

Vides (grunts) siltuma pretestība:

$$T_v = 0,527 (^{\circ}\text{C} \cdot \text{m}/\text{W}) \quad T_v = \frac{\rho_{gr}}{2\pi} \ln(u + \sqrt{u^2 - 1}). \quad (\text{P1.25.})$$

3) Zudumi pie normētās slodzes strāvas

Slodzes strāva – $I = 550 \text{ (A)}$

Zudumi vadītājā – $I^2 R_{90}^m = 19,08 \text{ (W/m)}$

Dielektriskie zudumi – $W_{dl} = 0,21 \text{ (W/m)}$

Zudumi ārējās fāzes metāla ekrānā – $I^2 R_{90}^m \lambda_{11} = 13,29 \text{ (W/m)}$

Zudumi otrās ārējās fāzes metāla ekrānā – $I^2 R_{90}^m \lambda_{12} = 8,72 \text{ (W/m)}$

Zudumi vidējās fāzes metāla ekrānā – $I^2 R_{90}^m \lambda_{1m} = 6,78 \text{ (W/m)}$

Zudumi trim kabeļiem kopā:

$$W_{3k} = 86,66 \text{ (W/m)} \quad W_{3k} = I^2 R_{90}^m (3 + \lambda_{11} + \lambda_{12} + \lambda_{1m}) + 3W_{dl}. \quad (\text{P1.26.})$$

Zudumi metāla ekrānos:

$$W_{3e} = 28,79 \text{ (W/m)} \quad W_{3e} = I^2 R_{90}^m (\lambda_{11} + \lambda_{12} + \lambda_{1m}). \quad (\text{P1.27.})$$

Zudumi tērauda caurulē:

$$W_c = 4,69 \text{ (W/m)} \quad W_c = 3I^2 R_{90}^m \lambda_2. \quad (\text{P1.28.})$$

Zudumi metāla ekrānos un tērauda caurulē kopā:

$$W_{e+c} = 33,48 \text{ (W/m)} \quad W_{e+c} = I^2 R_{90}^m (\lambda_{11} + \lambda_{12} + \lambda_{1m} + 3\lambda_2). \quad (\text{P1.29.})$$

4)Temperatūru aprēķins pie slodzes strāvas 550 A

Apkārtējās vides temperatūra – $\Theta_0 = +15 \text{ } ^\circ\text{C}$

Tērauda caurules temperatūra:

$$\Theta_c = 15 + (86,66 + 4,69) \times 0,527 = +63,14 (^\circ\text{C}) \quad \Theta_c = \Theta_0 + (W_{3k} + W_c) \cdot T_v. \quad (\text{P1.30.})$$

Karstākā kabeļa virsmas temperatūra

$$\Theta_{kv} = 63,14 + 86,66 \times 0,144 = +75,62 (^\circ\text{C}) \quad \Theta_{kv} = \Theta_c + W_{3k} \cdot T_g. \quad (\text{P1.31.})$$

Karstākā kabeļa ekrāna temperatūra

$$\Theta_{ekr} = 75,62 + (19,08 \times (1 + 0,697) + 0,21) \times 0,095 = +78,72 (^\circ\text{C})$$

$$\Theta_{ekr} = \Theta_{kv} + (I^2 R_{90}^m (1 + \lambda_{11}) + W_{dl}) \cdot T_{apv}. \quad (\text{P1.32.})$$

Karstākā vadītāja temperatūra

$$\Theta_{vad} = 78,72 + (19,08 + 0,5 \times 0,21) \times 0,556 = +89,39 (^\circ\text{C})$$

$$\Theta_{vad} = \Theta_{ekr} + (I^2 R_{90}^m + 0,5 \cdot W_{dl}) \cdot T_{iz} \quad (\text{P1.33.})$$

$I_p = 550 \text{ A.}$

2. pielikums

Piemērs ilgstoši pieļaujamās strāvas aprēķinam ar koeficientu metodi.

Metodes pamatā ir kabeļu ražotāju izstrādāto empīrisku koeficientu sistēma. Ar koeficientiem novērtē kabeļa dzesēšanas apstākļu izmaiņas salīdzinājumā ar bāzes režīmu.

Pielieto sekojošus koeficientus:

- 1) Koeficients, ar kuru ievēro tieši zemē ieguldītu trīs vienfāzes kabeļu grupu skaita ietekmi- K1;
- 2) Koeficients, ar kuru ievēro grunts īpatnējās siltuma pretestības ietekmi- K2;
- 3) Koeficients, ar kuru ievēro kabeļa ieguldīšanas dziļuma ietekmi K3;
- 4) Koeficients, ar kuru ievēro grunts temperatūras ietekmi K4;
- 5) Koeficients, ar kuru ievēro kabeļu ieguldīšanas plastmasas caurulē ietekmi K5.

P2.1. tabula

Koeficienta K1 vērtības

Attālums starp kabeļu grupām, mm	Blakus novietoto trīs vienfāzes kabeļu grupu skaits						
	2	3	4	5	6	8	10
0 (saskaras)	0,79	0,69	0,63	0,58	0,55	0,50	0,46
70	0,85	0,75	0,68	0,64	0,60	0,56	0,53
250	0,87	0,79	0,75	0,72	0,69	0,66	0,64

Kabeļu grupā ietilpst trīs plaknē vai trīsstūrī izvietoti vienfāzes kabeļi.

P2.2. tabula

Koeficienta K2 vērtības

Grunts īpatnējā siltuma pretestība K m/ W	0,7	1,0	1,2	1,5	2,0	2,5	3,0
Koeficients K2	1,10	1,00	0,92	0,85	0,75	0,69	0,63

Īpatnējās siltuma pretestības lielumi dažādām gruntīm:

Mitrš māls un smilts (mitrums 25 %) – 0,7 Km/W

Daļēji izžuvusi māls un mitra grants – 1,0 Km/W

Daļēji izžuvusi grants smilts (mitrums 10 %) –1,2 Km/W

Sausa grants un māls –1,5 Km/W

Sausa smilts (mitrums 0 %) – 3,0 Km/W

P2.3. tabula**Koeficienta K3 vērtības**

Kabeļa guldīšanas dziļums, m	0,50- 0,70	0,71- 0,90	0,91- 1,10	1,11- 1,30	1,31- 1,50
Koeficients K3	1,05	1,02	1,00	0,97	0,95

P2.4. tabula**Koeficienta K4 vērtības**

Grunts temperatūra, °C	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
Vadītāja temperatūra, °C	Koeficienta vērtības										
90	1,13	1,10	1,06	1,03	1,00	0,96	0,93	0,89	0,86	0,82	0,77
80	1,14	1,11	1,07	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78	0,73
70	1,17	1,13	1,09	1,04	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,73	0,67
65	1,18	1,14	1,10	1,05	1,00	0,95	0,89	0,84	0,77	0,71	0,63

P2.5. tabula**Koeficienta K5 vērtības**

Attālums starp kabeļu caurulēm, mm	Blakus novietoto kabeļu cauruļu skaits							
	1	2	3	4	5	6	8	10
0 (saskaras)	0,80	0,75	0,65	0,60	0,60	0,55	0,55	0,50
70		0,75	0,70	0,65	0,60	0,60	0,55	0,55
250		0,75	0,70	0,70	0,72	0,65	0,65	0,65

Koeficients K5 izmantojams caurulēm, kuras pēc kabeļu ievilkšanas nav piepildītas ar dzesēšanas apstākļus uzlabojošu materiālu. Ja izmanto koeficientus K5, koeficients K1 nav jāpielieto.

Pieļaujamo strāvu aprēķina, pareizinot bāzes režīma strāvu ar korigējošajiem koeficientiem.

Pieļaujamās strāvas aprēķina piemērs.

- 1) Kabeļa nominālais spriegums 64/110 kV
- 2) Izolācija XLPE
- 3) Vadītāja materiāls- varš
- 4) Vadītāja šķērsriezuma laukums- 1200 mm²
- 5) Strāvas ekrānos- novērstas ar vadu transpozīciju
- 6) Guldīti tieši zemē
- 7) Fāžu kabeļu izvietojums- trīsstūris
- 8) Pieļaujamā bāzes režīma strāva – Ib= 1085 A

9) Kabeļu grupu skaits- 2

10) Attālums starp grupām- 250 mm – $K_1 = 0,87$

11) Grunts īpatnējā siltuma pretestība- 1,0 K m/ W – $K_2 = 1,0$

12) Guldīšanas dziļums- 1,5 m – $K_3 = 0,95$

13) Vadītāja temperatūra +65 °C

14) Grunts temperatūra +15 °C – $K_4 = 1,0$

$$I_p = K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times I_b = 0,87 \times 1,0 \times 0,95 \times 1,0 \times 1085 = 897 \text{ A.} \quad (\text{P2.1.})$$

15) Kabeļi (2 grupas) ieguldīti zemē caurulēs.

$K_2 = 1,0$

$K_3 = 0,95$

$K_4 = 1,0$

$K_5 = 0,75$

$$I_p = K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5 \times I_b = 1,0 \times 0,95 \times 1,0 \times 0,75 \times 1085 = 773 \text{ A.} \quad (\text{P2.2.})$$