

ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS
TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS
ELEKTROS INŽINERIJOS KATEDRA

Darius Klovas

10 KV KABELINIŲ LINIJŲ BŪKLĖS ŠIAULIŲ MIESTE ANALIZĖ

Magistro darbas

Vadovas
doc. dr. G. Valiulis

Šiauliai, 2013

ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS
TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS
ELEKTROS INŽINERIJOS KATEDRA

TVIRTINU

Katedros vedėjas
doc. dr. G. Valiulis

2013 06

10 KV KABELINIŲ LINIJŲ BŪKLĖS ŠIAULIŲ MIESTE ANALIZĖ

Magistro darbas

Vadovas

doc. dr. G. Valiulis

2013 06

Recenzentas

doc. dr. L. Buivis

2013 06

Atliko

EM-11 studentas

D. Klovas

2013 06

Šiauliai, 2013

Santrauka

Darius Klovas. 10 kV kabelinių linijų būklės Šiaulių mieste analizė. Magistro darbas. Vadovas doc. dr. Gediminas Valiulis. Šiaulių universitetas. Šiauliai, 2013.

Magistro darbo tikslas – ištirti ir įvertinti 10 kV kabelinių linijų būklę Šiaulių mieste. Iš AB LESTO Šiaulių padalinio buvo gauta informacijos apie Šiaulių mieste eksploatuojamas 10 kV kabelines linijas: bendrą šio tipo kabelinių linijų ilgį, kabelių tiesimo metus ir kabelių tipus, movų skaičių ir jų rūšis. Gauta informacija buvo apdorota pasitelkiant programas *Excel* ir *Matlab*, parengti kabelių ilgio ir paklojimo metų santykį, movų tipų santykį atspindintys grafikai. Paaiškėjo, kad iš viso Šiaulių miesto 10 kV kabeliniuose tinkluose yra 805 kabeliai, vidutinis kabelio ilgis – 585 m. Šiaulių miesto 10 kV kabelinėse linijose yra daugiau nei 1500 movų, pagamintų iš skirtingų medžiagų. Didžiąją dalį Šiauliuose eksploatuojamų kabelių (76 proc.) sudaro kabeliai su alyvos-kanifolijos izoliacija, 24 proc. – su XLPE izoliacija. Daugiausia Šiauliuose ištiesta AAB tipo kabelio (23 proc.) ir AAŠv –21 proc. Penktadalis (20 proc.) Šiaulių miesto 10 kV kabelinėse linijose eksploatuojamų kabelių yra AHXAMK tipo, t. y. turi XLPE izoliaciją, vadinasi, jų eksploatavimo laikas ir leidžiama eksploatavimo temperatūra, kuriuos suteikė gamintojas, yra ilgesni. Galima prognozuoti, kad daugiausia gedimų gali kilti dėl nusidėvėjusios kabelių izoliacijos: didžiąją dalį Šiaulių miesto 10 kV kabelinių linijų sudaro kabeliai su alyvos-kanifolijos izoliacija, kuriai gamintojai yra suteikę 30 metų garantiją. Reikia atsižvelgti į tikėtinas nepalankias oro sąlygas, galimą mechaninių kabelių pažeidimų pavojų, nekokybiškas medžiagas ir kitas priežastis.

Summary

Darius Klovas. Analysis of 10 kV Power Cable Line Conditions in Šiauliai City. Master thesis of Energetics engineer / research advisor doc. dr. Gediminas Valiulis. Šiauliai University, Technological Faculty, Electrical Engineering Department. Šiauliai, 2013.

The aim of the master's paper is to investigate and evaluate the 10 kV cable line state in Šiauliai city. The LESTO Šiauliai unit has provided information about the 10 kV cable lines used in Šiauliai city: common length of this type of cable lines, cable laying year and cable types, numbers of couplings numbers and their types. The information obtained was processed using *Excel* and *Matlab*, a cable length and installation year ratio and coupling types reflective graphics were prepared. It turned out that in Šiauliai city the total number of 10 kV cable networks is 805 cables, the average cable length is 585 m. In Šiauliai 10 kV cable lines have more than 1500 sleeves, made of different materials. Most of the existing cables in Šiauliai (76 per cent) are cables with oil-resin insulation, 24 per cent with XLPE insulation. In Šiauliai AAB-type cable (23 per cent), AAŠv cable 21 per cent prevail. One fifth (20 per cent) of the cables Šiauliai used in 10 kV cable lines is AHXAMK type i.e. have XLPE insulation, therefore, their life and allowed operating temperature given by the manufacturer, are longer. One can predict that most failures can be caused by worn cable insulation: the majority of Šiauliai city 10 kV cable lines consist of cables with oil-resin insulation for which manufacturer offers a 30 year warranty. Consideration should be given to the likely adverse weather conditions, possible risk of mechanical cable damage, substandard materials, and other reasons.

Turinys

Lentelių sąrašas.....	6
Paveikslų sąrašas.....	7
Įvadas.....	8
1. Tiriamųjų kabelinių linijų charakteristika.....	9
1.1. Pagrindiniai kabelinių linijų gedimai ir jų šalinimo būdai.....	10
1.1 10 kV kabelių bandymai.....	16
2. Šiaulių miesto 10 kV kabelinių linijų charakteristikos.....	20
2.1 Kabelinių linijų techninė būklė.....	20
2.1.1 Kabelių charakteristikos.....	20
2.1.2 Movų charakteristikos.....	37
2.2 Šiaulių miesto 10 kV kabelinių linijų gedimų apžvalga.....	38
Išvados.....	40
Literatūra.....	41
Priedai.....	43
1 priedas <i>AB LESTO struktūra</i>	43
2 priedas <i>Regiono tinklo struktūra</i>	44
3 priedas <i>Struktūrinė Šiaulių miesto 10 kV linijų schema</i>	45
4 priedas <i>2013 metų bandymų planas</i>	46
5 priedas <i>Movoms keliami techniniai reikalavimai</i>	48

Lentelių sąrašas

1.1 Galios kabelių išlygintosios bandomosios įtampos vertės, kV.....	17
1.2 Galios kabelių 50 Hz dažnio bandomoji įtampos vertė, kV.....	17
1.3 Leistinosios galios kabelių nuotėkio srovės ir asimetrijos koeficientai.....	18

Paveikslų sąrašas

2.1 Kabelio AABLu–AABL vaizdas.....	21
2.2 Kabelio AABLu–AABL tiesimo metų ir esamo ilgio charakteristika.....	22
2.3 Kabelio AAB vaizdas.....	23
2.4 Kabelio AAB tiesimo metų ir esamo ilgio charakteristika.....	23
2.5 Kabelio ASB vaizdas	24
2.6 Kabelio ASB tiesimo metų ir esamo ilgio charakteristika.....	24
2.7 Kabelio SB vaizdas.....	25
2.8 Kabelio SB tiesimo metų ir esamo ilgio charakteristika.....	26
2.9 Kabelio AAŠv vaizdas.....	27
2.10 Kabelio AAŠv tiesimo metų ir esamo ilgio charakteristika.....	27
2.11 Kabelio AHXAMK–W vaizdas.....	28
2.12 Kabelio AHXAMK–W tiesimo metų ir esamo ilgio charakteristika.....	29
2.13 Kabelio TSLE vaizdas.....	30
2.14 Kabelio TSLE tiesimo metų ir esamo ilgio charakteristika.....	30
2.15 Kabelio NA2XS2Y vaizdas.....	31
2.16 Kabelio NA2XS2Y tiesimo metų ir esamo ilgio charakteristika.....	31
2.17 Kabelio AXLJ-F vaizdas.....	32
2.18 Kabelio PEX-S-AL vaizdas.....	32
2.19 Kabelio N2XSEY vaizdas.....	33
2.20 Visų Šiaulių miesto 10 kV linijose eksploatuojamų kabelių ilgiai pagal metus.....	34
2.21 Šiaulių miesto 10 kV linijose eksploatuojamų kabelių rūšių santykis.....	35
2.22 Šiaulių miesto 10 kV linijose eksploatuojamų kabelių santykis pagal izoliacijos tipą...35	
2.23 Šiaulių miesto 10 kV linijose eksploatuojamų 10 kV kabelių skerspjuvio santykis.....	36
2.24 Skirtingų rūšių galinių movų santykis.....	37

Ivadas

Elektros tinklai yra skirti tam, kad aprūpintų vartotojus elektra, būtina kasdienio gyvenimo reikmėms tenkinti. Aprūpinimo elektra kokybė koreliuoja su kabelinėse linijose nutiestų kabelių būkle. **Kabelių linija** – elektrai arba silpnųjų srovių signalams perduoti skirta elektros inžinerinio tinklo dalis, kurią sudaro vienas ar keli lygiagretūs oro arba požeminiai kabeliai su jungiamosiomis, užtveriamosiomis ir galinėmis movomis, o alyvos pripildytose linijose dar yra alyvos papildymo aparatai ir slėgio signalizavimo sistema [5]. **Kabelis** – izoliuotas laidininkas arba laidininkai, nuo išorinio poveikio apsaugoti apvalkalu arba apvalkalu ir apsaugine danga [4]. Kabelius sujungia movos. Jos gali būti jungiamosios ir galinės. Jungiamoji mova – mova dviem kabeliams sujungti, elektros grandinės nepertraukiamumui užtikrinti ir sujungimo vietai nuo drėgmės ir mechaninių pažeidimų apsaugoti [2]. Galinė kabelio mova – sumontuota ant kabelio galo, apsaugota nuo drėgmės ketinė arba bronzinė mova kabeliui sujungti su kitu kabeliu arba oro linija ir sujungimo vietai nuo drėgmės ir mechaninių pažeidimų apsaugoti [2].

Patvirtinti teisės aktai, kuriuose numatoma, kokių reikalavimų turi būti laikomasi tiesiant kabelius, kad vėliau būtų išvengta gedimų.

Yra parengtas „0,4–110 kV įtampos kabelių linijų tiesimo techninio reglamento projektas“. Šiame dokumente nusakyti pagrindiniai kabelių linijų naujo tiesimo, remonto ir rekonstravimo darbų klasifikavimo principai, aprašoma, į ką reikia atkreipti dėmesį norint užtikrinti šiuos darbus dirbančių žmonių sveikatą ir saugumą, detalai nurodoma, kaip turi būti organizuojami 0,4–110 kV linijose vykdomi darbai, konkretizuojama, į ką turi būti atkreipiamas dėmesys norint, kad kabelių linijos būtų pripažįstamos tinkamos eksploatuoti [10]. Be to, „Saugos eksploatuojant elektros įrenginius taisyklėse“ nurodoma, kaip turi būti dirbama kabelių linijose, kad kabeliai ir jų movos būtų apsaugoti nuo pažeidimų [12].

Šio darbo tikslas – ištirti ir įvertinti 10 kV kabelinių linijų būklę Šiaulių mieste.

Darbo tikslui pasiekti iškelti šie uždaviniai:

1. Iš AB LESTO Šiaulių padalinio gauti informacijos apie Šiaulių mieste eksploatuojamas 10 kV kabelines linijas: bendrą šio tipo kabelinių linijų ilgį, kabelių tiesimo metus ir kabelių tipus, movų skaičių ir jų rūšis.
2. Gautą informaciją apdoroti pasitelkiant programas *Excel* ir *Matlab*, parengti kabelių ilgio ir paklojimo metų santykį, movų tipų santykį atspindinčius grafikus.
3. Remiantis gauta informacija apibūdinti silpnas Šiaulių miesto 10 kV tinklo vietas, apžvelgti galimų gedimų pobūdį.

Atliekant tyrimą daugiausia remtasi iš AB LESTO Šiaulių regiono tinklo valdymo departamento gauta informacija.

1. Tiriamųjų kabelinių linijų charakteristika

Elektros perdavimo tinklas yra elektros energetikos sistemos dalis, kuria elektros srautai perduodami iš elektrinių ir pastočių į atskirus regionus [7, 41]. Elektros skirstomasis tinklas – elektros energetikos dalis, kuria elektra skirstoma ir tiekama vartotojų elektros įrenginiams. Lietuvos skirstomųjų tinklų operatorius yra AB LESTO. LESTO įkurtas sujungimo būdu reorganizavus skirstomųjų tinklų bendroves – akcinę bendrovę Rytų skirstomieji tinklai (RST) ir akcinę bendrovę „VST“ (VST). 2011 m. sausio 1 d. RST ir VST baigė savo veiklą kaip juridiniai asmenys, o LESTO perėmė abiejų bendrovių turtą, teises ir pareigas, taip pat visą ilgalaikį ir trumpalaikį turtą, ilgalaikius ir trumpalaikius finansinius ir kitus įsipareigojimus, gautinas ir mokėtinas sumas pagal RST ir VST sudarytas sutartis ar kitais pagrindais kylančias prievolės [1]. AB LESTO Lietuvoje aptarnauja apie 1,5 mln. klientų. Bendras bendrovei priklausančių elektros linijų ilgis – daugiau nei 120 000 km. LESTO atsakomybės ribos prasideda nuo 110 / 10 kV transformatorių 110 kV įvadų ir baigiasi ties žemos ar vidutinės įtampos apskaitų spintomis. Iš gamintojo gaunamą elektros energiją perima perdavimo tinklai ir toliau perduoda AB LESTO. Bendrovė visa tai paskirsto vartotojams. Taip pat AB LESTO yra atsakinga ir už gedimų, apie kuriuos praneša vartotojai, šalinimą [1].

AB LESTO struktūros viršūnėje yra bendrovės valdyba ir jos generalinis direktorius. Veikla yra paskirstyta tarp kelių tarnybų: Visuomeninio tiekėjo, Strategijos ir vystymo, Finansų ir administravimo, Elektros tinklo, Klientų aptarnavimo, Personalo ir komunikacijos. Tarnybų veikla paskirstyta tarp jas sudarančių departamentų, o departamentams priklausančia veikla užsiima atitinkami skyriai. Elektros tinklo tarnyba ir Klientų aptarnavimo tarnyba turi savo atitiktis regionuose (plačiau žr. priedą *AB LESTO struktūra*).

Su klientais dirba Regiono tinklo aptarnavimo departamentas. Yra Klientų aptarnavimo centras, kurį sudaro Elektros apskaitų grupė ir Klientų aptarnavimo grupė. Regiono tinklo valdymo departamentą (tiek Šiauliuose, tiek kituose regionuose) sudaro trys skyriai: Tinklo plėtros, Dispečerinio valdymo ir Tinklo eksploatavimo. Tinklo eksploatavimo skyriuje yra dvi darbo grupės, užsiimančios eksploatavimo ir techninės dokumentacijos klausimais (plačiau žr. priedą *Regiono struktūra*).

AB LESTO Šiaulių regiono padalinys aptarnauja Šiaulių miesto kabelines linijas ir yra atsakingas už patikimą elektros energijos tiekimą. Šiaulių miesto 10 kV tinklas yra žiedinis. Žiedinio tinklo vartotojų imtuvai maitinami iš abiejų pusių, todėl energijos tiekimas yra patikimesnis, nes bet kuri tokio tinklo dalis atsiradus pažeidimui gali būti atjungta ir visi vartotojai gali būti maitinami likusiu spinduliniu tinklu. Reikia pabrėžti, kad toks tinklas yra ekonomiškesnis, pasižymi mažesniais perdavimo nuostoliais. Tinklas maitinamas dviem fideriais nuo tos pačios

šynos nuo dviejų skirtingų sekcijų. Prie žiedo prijungtos pastotės nesaugomos jungtuvais. Joms atjungti naudojami galios skyrikliai. Įvykus gedimui, pažeistas fideris atjungiamas ir sekcijonavimo taškas perkeliamas prie gedimo vietos. Antrasis žiedo fideris tokiu atveju pailgėja [7, 42] (žr. priedą *Struktūrinė Šiaulių miesto 10 kV kabelinių linijų schema*).

1.1 .Pagrindiniai kabelinių linijų gedimai ir jų šalinimo būdai

Kaip turi būti tiesiamos kabelinės linijos, apibrėžia „Elektros linijų ir instaliacijos įrengimo taisyklės“. Dokumente teigiama, kad „laidus, kabelius ir instaliacijos įrengimo būdą reikia parinkti pagal keliamus techninius reikalavimus ir aplinkos sąlygas. <...> Aukštos temperatūros aplinkoje reikia naudoti laidus ir kabelius, izoliuotus temperatūros poveikiui atsparia izoliacija ir apvalkalu. Drėgnose ir labai drėgnose patalpose ir lauko įrenginiuose laidų izoliacija ir izoliuojamieji ramsčiai, taip pat atraminės ir laikančiosios konstrukcijos, vamzdžiai, loviai ir lentynos turi būti atsparūs drėgmės poveikiui. <...> Vietose, kur galimi mechaniniai elektros instaliacijos pažeidimai, laidai ir kabeliai turi būti klojami vamzdžiuose, loviuose, perdangose, pertvarose arba instaliuojami paslėptai. Atvirai klojami laidai ir kabeliai turi būti su mechaniniam poveikiui atspariais apsauginiais apvalkalais. Laidai ir kabeliai turi būti naudojami pagal paskirtį ir tik tokioje aplinkoje, kuri nurodyta laidų ir kabelių standartuose ir techninių sąlygų aprašuose“. Reikalaujama, kad projektuojant ir įrengiant kabelių linijas turi būti remiamasi techniniais ir ekonominiais skaičiavimais, atsižvelgiama į galimybę linijas išplėsti ir kitus faktorius. Taisyklėse nurodoma, kokie kabeliai ir kokiais būdais turi būti klojami. Šiame dokumente išdėstyti kabelių movoms ir movų įrengimui keliami reikalavimai. Be to, tai, kokie turi būti kabeliai, nurodyta ir Europos standarte IEC 60204-1:2005 [14].

Kabelinių linijų gedimo priežastys išvardinamos „Elektros energijos persiuntimo patikimumo ir paslaugų kokybės reikalavimuose“, patvirtintuose 2009 m. birželio 11 d. Valstybinės kainų ir energetikos kontrolės komisijos nutarimu Nr. O3-75. Persiuntimo nutrūkimo atvejai pagal jų atsiradimo priežastis skirstomi į „*Force majeure*“ (nenugalima jėga), išorinio poveikio, operatoriaus atsakomybės ir nenustatytas priežastis.

Nustačius elektros energijos persiuntimo nutrūkimą vartotojams, persiuntimo nutrūkimo atvejai pagal jų atsiradimo priežastis priskiriami taip:

„Force majeure“ (nenugalima jėga): tiesioginis perkūnijos poveikis, šlapdrیبos ar gausaus šlapio sniego apdrebo poveikis, kuris gali sukelti medžių virtimą, laidų trūkimą ir pan., apšalas, viršijantis projektinių normatyvų ir kitų norminių techninių dokumentų reikalavimus, grunto sėdimas ar nuošliaužos, potvynis, didesnis už vidutinį daugiametį, audra, štormas, uraganas, temperatūriniai ir atmosferiniai pokyčiai, viršijantys projektinių normatyvų ir kitų norminių techninių dokumentų reikalavimus, gaisrai, kuriuos sukėlė gamtos reiškiniai, medžių virtimas iš už

apsaugos zonos ar medžių šakų kritimas ant elektros linijų ar įrenginių, sąlygoti masinių stichinių gamtos reiškinių, karo, teroristiniai ar diversiniai veiksmai, sistemos priešvarinės automatikos poveikis (esant gedimui ar avarijai kitose elektros sistemose), valstybės institucijų nurodymai išjungti elektros įrenginius dėl šalyje paskelbtos ekstremalios padėties, elektros įrenginių išjungimai perdavimo operatoriaus tinkle, įvykę ne dėl operatoriaus veiksmų, viršijantys n-1 kriterijų (n-2, n-3, ...), kurie sukelia įtampos arba dažnio stabilumo sistemoje problemą, pažeidžia aktyviosios ir / ar reaktyviosios galios balansą bei sukelia tinklų išsidalijimą ar elektros energijos tiekimo nutrūkimus vartotojams, teisės aktuose nenumatytų procesų atsiradimas, viršnorminiai komutaciniai viršįtampiai, kurių elektros tinklo operatorius negalėjo iš anksto numatyti ir kurių eiga negalėjo būti kontroliuojama, gali būti traktuojami kaip „*Force majeure*“ aplinkybė.

Išorinio poveikio:

- gedimai vartotojų elektros įrenginiuose, dėl kurių nutrūko elektros energijos persiuntimas kitiems operatoriaus vartotojams, medžių užvertimas ar medžių šakų užkritimas ant elektros oro linijų ar įrenginių, pašalinėms organizacijoms ar asmenims vykdant medžių kirtimo ar genėjimo darbus, elektros oro linijų laidų nutrūkimai, sąlygoti pašalinių organizacijų ar asmenų poveikio;
- elektros kabelių pažeidimai ar gedimai, sąlygoti pašalinių organizacijų ar asmenų poveikio;
- pašalinių organizacijų ar asmenų sukelti elektros įrenginių gedimai ar atsijungimai dėl ant laidų ar elektros įrenginių užmestų ar priartintų prie jų bet kokių daiktų, taip pat užlipimų ant atramų ir patekimų į elektros įrenginius;
- elektros atramų pažeidimai, sugadinimai padaryti pašalinių organizacijų ar asmenų (numušimas automobiliu, žemės ūkio darbų mašinomis ir pan.), kuomet nutrūko elektros energijos persiuntimas ar dėl minėtų atramų remonto ar keitimo turėjo būti nutrauktas elektros energijos persiuntimas
- piktybiniai ar nepiktybiniai pašalinių asmenų veiksmai, kurie turi įtakos elektros energijos persiuntimo vartotojams nutrūkimui, uždegimai, gaisrai, kurie atsirado ne dėl „*Force majeure*“ aplinkybės, o dėl pašalinių asmenų kaltės, elektros įrenginių, izoliacinės alyvos ar metalų iš elektros įrenginių vagystės, gedimai kito operatoriaus elektros įrenginiuose, dėl kurių nutrūko elektros energijos persiuntimas vartotojams, vartotojų įrenginių atjungimai, sąlygoti generuojančių galių deficito;

- elektros įrenginių gedimai ar išsijungimai, sąlygoti paukščių ar gyvūnų poveikio (medžių užvertimas, patekimas į veikiančius elektros įrenginius, gandrų židiniai ant atramų, paukščių užmesti pašaliniai daiktai ant elektros įrenginių ir pan.);
- visi planiniai elektros energijos persiuntimo nutraukimai, apie kuriuos vartotojai nebuvo tinkamai informuoti teisės aktuose ar sutartyse nustatyta tvarka, sąlygoti aplinkybių, nepriklausančių nuo operatoriaus veiksmų (pvz.: operatorius padavė informaciją, tačiau spaustuvė neišspausdino pranešimo ir pan.), turi būti traktuojami kaip neplaniniai nutraukimai;
- projektuotojo klaidingi techniniai sprendimai, sąlygoję eksploatuojamų įrenginių gedimus ar išsijungimus;
- naujų vartotojų įrenginių prijungimas, vartotojų įrenginių atjungimas už skolas, prijungimas skolą susimokėjusio vartotojo teisės aktuose nustatytais terminais, kai reikia atjungti kitų, laiku neįspėtų apie planuojamą atjungimą vartotojų įrenginius, turi būti traktuojami kaip neplaniniai nutraukimai;
- elektros tinklų apsaugos zonose pašalinių organizacijų ar asmenų veiksmai ar neveikimai, nurodyti galiojančios redakcijos Elektros tinklų apsaugos taisyklėse, dėl kurių įvyko operatoriaus elektros įrenginių gedimai ar išsijungimai.

Operatoriaus atsakomybė: atsijungimai ar gedimai tuomet, kai nustatoma operatoriaus kaltė (personalo kaltė, remonto, statybos darbų, techninės priežiūros ir eksploatacijos nepakankama darbų kokybė, įrenginių susidėvėjimas, nepakankama Bendrovės normatyvinių dokumentų kokybė, gamybos instrukcijų ir kitų teisės aktų reikalavimų nevykdymas eksploatuojant įrenginius ir t. p.); visi planiniai nutraukimai dėl operatoriaus ar rangovinės įmonės darbuotojų numatytų vykdomų veiksmų t. y. elektros tinklo įrenginių rekonstrukcijos, remonto, techninės priežiūros, derinimo, bandymo bei matavimo darbų, taip pat darbų apsaugos zonoje, naujų įrenginių prijungimo ar kitų atvejų, apie kuriuos vartotojai nebuvo informuoti teisės aktų ar sutartyje nustatyta tvarka dėl operatoriaus atsakomybės, turi būti traktuojami kaip neplaniniai nutraukimai.

Nenustatytos priežastys: nenustatytoms priežastims priskiriami tik tie elektros energijos tiekimo nutrūkimai, sąlygoti saugiklių tirtukų perdegimų ir elektros linijų jungtuvų ar automatinių jungiklių išsijungimų, kurių poveikio priežastys liko nenustatytos ir pagrįstos konkrečiais veiksniais (oro sąlygomis, staigiais jų pokyčiais, gedimais, medžių ir jų šakų poveikiu, operatyvinių ir neoperatyvinių darbuotojų klaidomis, statybos, remonto ir eksploatacijos darbų defektais susijusiuose elektros įrenginiuose ir pan.) [3].

Energetikos klausimais rašantys mokslininkai kabelių charakteristikoms ir su jomis susijusiai aprūpinimo elektra kokybei, movų, kurios taip pat yra svarbios norint užtikrinti, kad vartotojų poreikiai būtų patenkinami, tipams, kabelinių linijų gedimams skiria nemažai dėmesio.

UAB „Energetika“ ataskaitoje „0,4–110 kV įtampos galios kabelių klojimą reglamentuojančių teisės aktų taikymo praktikoje analizę ir rekomendacijų dėl šių kabelių linijų klojimo teisinio reglamentavimo parengimas“ aptarta minėto įtampų diapazono kabelių linijų techninė būklė. Ataskaitos autoriai atskleidė, kad 10 kV kabelinės linijos plėtojamos labai intensyviai, todėl dažnai nesilaikoma teisės aktuose numatytų reikalavimų. Dėl šios priežasties fiksuojama nemažai gedimų. Išaiškinta, kad 10 kV kabelių linijose įvyksta kelis kartus daugiau gedimų nei 10 kV oro linijose. Tai galima paaiškinti tuo faktu, kad miestuose paprastai kabelinių linijų yra daugiau nei oro linijų. Pastebima, kad bendras gedimų skaičius ir gedimų skaičius movose mažėja. Gedimų mažėjimą lemia tas faktas, kad daugiau tiesiama patikimų kabelių su armuoto sukryžminto polietileno (XLPE) izoliacija ir šiuolaikiškais movomis. Gedimų ištisiniam kabelyje daugėja, nes sensta alyva užpildyti kabeliai, nepakankamai kokybiškai klojami nauji kabeliai su izoliacija iš armuoto sukryžminto polietileno (XLPE) Pasitaiko, kad pasirenkami netinkamų techninių parametrų kabeliai. Dėl intensyvios žmonių veiklos daugėja mechaninių kabelių pažeidimų. Nauji kabeliai genda todėl, kad buvo netinkamai pakloti, pasitaiko gamintojų broko. Kabeliai tiesiami naujų statybų rajonuose, todėl realus pavojus, kad jie gali būti nutraukti arba pažeisti. Klojant kabelius su plastikine izoliacija dažnai pažeidžiamas kabelio izoliacijos ekranas. Šį pažeidimą lemia įvairūs faktoriai – statybinės atliekos tranšėjose, stambesni akmenys, nekokybiški kabelių klojimo įrankiai, mechanizmai. Dėl išvardintų priežasčių po kurio laiko gali atsirasti šakotųjų išlydžių kabelio izoliacijos kraštiniuose plotuose. Nepakankamos kvalifikacijos darbuotojai atlieka neleistinus veiksmus transportuodami, iškraudami arba klodami kabelius, kabeliai lenkiami neleistiniais kampais ir pertempiami, o tai lemia, kad po kurio laiko atsiranda šakotųjų išlydžių kabelio izoliacijos tūryje. Analizė rodo, kad mažiausiai genda 11–20 metų kabeliai. Gedimų kyla ir dėl kabelių nusidėvėjimo (daugiausia gedimų yra tarp 20–30 metų senumo kabelių, tai įvyksta dėl izoliacijos senėjimo). Apskaičiuotas senesnių nei 20 metų 10 kV kabelinių linijų gedimų skaičius: jis 100-ai kilometrų per metus viršija 20. Dažniausiai genda AAŠV, AABG, AAEG kabeliai. Nuo bendro KL gedimų skaičiaus gedimai bandymo metu sudaro apie 24 proc. Daroma išvada, kad kabelių bandymai esminio poveikio jų eksploataavimo kokybei neturi, nes ir nevykdant bandymų gedimai neišnyksta. Atkreiptas dėmesys, kad 10 kV kabelinių linijų gedimus sunku išsiaiškinti, tinkle atskleidžiama tik apie 20 proc. gedimų priežasčių, jos susijusios su kabelių klojimo defektais. Kai fiksuojamas gedimas arba trumpasis jungimas kabelyje, tikrąją priežastį nustatyti sunku. Apie 10 proc. priežasčių sudaro mechaniniai pažeidimai dėl įvairių įmonių kaltės: nesilaikoma nustatytos žemės kasimo tvarkos, dirbama nepakankamai atsakingai. Būna atvejų, kai

remontuojant naujas linijas aptinkama, kad mechaniškai pažeisti kabelių apvalkalai, izoliacija, todėl trinka aprūpinimas elektros energija. Kabeliai genda dėl reikalavimų neatitinkančių movų. Iki 1990 m. kokybiškų movų ir medžiagų trūko, movos dažnai buvo montuojamos naudojant atsitiktinius gaminius, kurie paprastai nebuvo kokybiški. Dėl nekokybiškų medžiagų pasirinkimo kabelinės linijos pasidarė pažeidžiamos, jų veiklą ėmė trikdyti gedimai. Buvo nustatyta, kad dažniausiai genda SS, KVB, KVVB, KVE, KVT, KVV, PLB, VVK ir kitos panašaus tipo 10 kV įtampos galinės kabelių movos. Jungiamosios movos genda kiek rečiau. Vis dėlto gedimų movose apskritai yra mažiau nei gedimų kabeliuose. Atskaitos autoriai apibendrina, kad 10 kV įtampos kabelių linijų techninė būklė neatitinka šiuolaikinių reikalavimų, todėl fiksuojama daug gedimų. Jeigu kabeliai būtų pakloti tinkamai, kasant žemę būtų saugomi, jie veiktų ilgai ir patikimai. Vadinasi, būtina ne tik linijoms tiesti naudoti tinkamiausius kabelius, bet ir rūpintis kabelius tiesiančių žmonių įgūdžiais. Darbus vykdantys žmonės turi suprasti savo atsakomybę, laikytis normatyviniuose dokumentuose užfiksuotų reikalavimų, kabelius tiesti pagal instrukcijas, rinktis tinkamas medžiagas, reguliariai registruoti ir tirti gedimų priežastis [15].

B. Karaliūno straipsnyje „6–10 kV kabelinių linijų gedimų Vilniaus mieste analizė“ aptarta, nuo ko priklauso 6–10 kV įtampos kabelinių linijų Vilniaus mieste ir aplinkiniame regione gedimų priežastys, nurodytos kabelinių tinklų atnaujinimo perspektyvos. Autorius pastebėjo, kad suaktyvėjus statybų darbams Vilniaus mieste jėgos kabeliai su įsodrinta popierine izoliacija imti keisti kabeliais su izoliacija iš armuoto sukryžminto polietileno (XLPE). Išvardintos dažniausiai pasitaikančios gedimų priežastys: kabelių izoliacijos senėjimas – 51,4 proc., tiesioginiai kabelių pažeidimai – 18,9 proc., nekokybiškos medžiagos – 14,3 proc., projektų klaidos – 7,4 proc., eksploatacijos klaidos – 4,6 proc., montavimo defektai – 1,4 proc. ir kabelių gamykliniai defektai – 1,8 proc. [8]. Movų gedimų šis mokslininkas neišskyrė.

Inos Mikelionienės magistro darbe „Miesto kabelinio tinklo patikimumo tyrimas“ buvo siekiama aptarti, kiek vidutiniškai dažnai gali būti nutrauktas elektros energijos tiekimas vienam vartotojui per metus ir kiek vidutiniškai gali trukti elektros energijos nutraukimas vienam vartotojui per metus. Buvo apskaičiuotos elektros sistemos tinklų patikimumo charakteristikos. Magistro darbo teiginiai grindžiami Druskininkų miesto pavyzdžio analize. Kaip svarbų faktorių autorė nurodė miesto elektros tinklo kabelių būklę. Paminėta, kad Druskininkų skyriaus 10 kV elektros tinkle daugiausiai naudojami trijų tipų kabeliai – AAB, AAŠv ir ASB. Šių kabelių suminis ilgis sudaro apie 31 proc.. Autorė apskaičiavo, kad vidutinis 10 kV elektros kabelių eksploatavimo amžius Druskininkų miesto tinkle yra 38,7 metų, o vidutinis kabelio ilgis Druskininkų skyriaus tinkle – 0,88 km. Ina Mikelionienė detaliai aprašo tas priežastis, kurios 2008 m. lėmė kabelių gedimus Druskininkų miesto 10 kV tinkle. Gedimai 10 kV elektros tinkle suskirstyti į dvi grupes, t. y. gedimai kabeliuose ir gedimai movose. Gedimų pobūdis suskirstytas į tris grupes –

eksploatuojant, bandant ir mechaniniai. Dažniausiai gedimų pasitaiko eksploatuojant kabelius (kabelių bandymai, kaip teigiama ataskaitoje „0,4–110 kV įtampos galios kabelių klojimą reglamentuojančių teisės aktų taikymo praktikoje analizę ir rekomendacijų dėl šių kabelių linijų klojimo teisinio reglamentavimo parengimas“, elektros linijų darbo kokybei įtakos neturi), daugiausia gedimų užfiksuota vasarą. Darbo autorė apskaičiavo, kad Druskininkų miesto 10 kV elektros tinkle daugiausiai gedimų įvyksta eksploatuojant kabelius, tai sudaro 77 proc. visų gedimų, bandant – 15 proc., 8 proc. – pažeidžiant kabelį mechaniškai. 50 proc. daugiau gedimų įvyksta galinėse movose, o ne jungiamosiose. Movos, skirtingai nei kabeliai, dažniau genda jas bandant, o ne eksploatuojant. Užfiksuota, kad movos dažniau genda rudens mėnesiais, t. y. rugsėjį ir spalį [11].

Užsienio mokslininkų darbuose taip pat aptariami su kabelių eksploatavimo kokybe susiję aktualūs klausimai. D. Baryšnikovas (2010) disertacijoje siekė aprašyti tuos prognozės ir vertinimo metodus, kurie leistų išvengti pramonės įmonėse eksploatuojamų 6–10 kV aprūpinimo elektra sistemų viršįtampių [16].

Kaip svarbus stabilaus kabelinių linijų eksploatavimo faktas nurodomos ir oro sąlygos. Pavyzdžiui, A. Koržovas tyrė, kokią įtaką darbo režimas ir eksploatacijos sąlygos daro miesto kabelinių tinklų izoliacijos būklei. Paaiškėjo, kad esminį poveikį tam, kaip drėgmė veiks išorinę kabelio izoliaciją, turi oro temperatūra ir drėgnumas. Mokslininkas nustatė, kad daugiausia dalinių iškrovų įvyksta nuo balandžio iki birželio ir nuo rugsėjo iki lapkričio, t. y. tada, kai ore daugiausia drėgmės. Į tai reikia atsižvelgti tiesiant kabelius ir numatant jų eksploatavimo specifiką [20].

Galima apibendrinti, kad apie kabelių gedimus rašę autoriai išskiria tas pačias pagrindines kabelinių linijų gedimo priežastis. Dažniausiai nurodomas kabelių nusidėvėjimas, t. y. konstatuojama, kad pasibaigus izoliacijos garantiniam laikui, kurį suteikė gamintojas, kabelis nebeatlieka savo funkcijų taip, kaip reikia. Be to, svarbūs ir kiti faktoriai: nebrokuotos ir tinkamai parinktos medžiagos, kabelinių tinklų tiesimo kokybė, kuri priklauso nuo ši darbų dirbančių žmonių įgūdžių, saugus kabelių eksploatavimas. Yra pastebėta, kad dažniau genda ne jungiamosios, o galinės kabelių movos.

Kabelių ir kabelių movų gedimų priežastys turi būti šalinamos operatyviai ir kokybiškai, kad nebūtų sutrikdytas vartotojų aprūpinimas elektros energija ir išvengta didesnių sutrikimų.

Kai kurie Šiaulių miesto 10 kV kabelinių tinklų būklės aspektai iš dalies buvo aprašyti Olesios Šlikienės magistro darbe „Skirstomojo tinklo dispečerinio valdymo technologijų tyrimas“. Šiame darbe buvo analizuojami 2002–2004 m. gedimų Šiaulių miesto tinkle statistiniai duomenys, aprašomas ir prognozuojamas skirstomųjų tinklų 0,4–10 kV įtampos tinklo gedimų srautas, aprašomi 10 kV įtampos tinklo gedimai. Darbo autorė ištyrė, kad, pavyzdžiui, 2002 metais 10 kV tinkle daugiausia gedimų būta lapkričio mėnesį, 2003 – balandžio, o 2004 metais – rugpjūtį ir rugsėjį. Remiantis Olesios Šlikienės tyrimo duomenimis galima teigti, kad 2002–2004 metais

Šiaulių miesto 10 kV kabelinės linijos gedo mažiau nei 0,4 kV kabelinės linijos. Be to, užfiksuota gedimų skaičiaus apskritai mažėjimo tendencija, nes susidėvėję įrenginiai keičiami naujesniais ir kokybiškesniais [13]. Kadangi nuo 2004 metų Šiaulių miesto 10 kV kabeliniai tinklai buvo plečiami, galima daryti prielaidą, kad kai kurios jų charakteristikos iš dalies pasikeitė.

1.2. 10 kV kabelių bandymai

Elektros kabelių bandymai – tai procesas, kurio metu per atitinkamą laiką (skirtingai sausiems ir alyviniams kabeliams) duodama LŽD (labai žemų dažnių) 19 kV įtampa. Bandymai reikalingi tam, kad būtų galima gauti informacijos apie kabelių būklę.

Įvertinus kabelių būklę gali būti priimtas vienas iš šių sprendimų:

- toliau eksploatuoti kabelines linijas laikantis nurodytų nominalių apkrovų;
- toliau eksploatuoti kabelines linijas, bet jau sumažinus apkrovas;
- remontuoti kabelines linijas;
- baigti eksploatuoti kabelines linijas.

Jei kabelinės linijos stebimos ir tikrinamos periodiškai, galima sumažinti avarinių situacijų skaičių, išvengti išlaidų nebūtinam remontui, pagerinti montavimo darbų kokybę (kabelinės linijos stebimos pradedant jas eksploatuoti arba po remonto), aptikti defektus ir juos pašalinti vos atsiradusius, pratęsti kabelių, kurių izoliacijos resursas dar neišnaudotas, eksploatacijos laiką, racionaliai planuoti kabelinių linijų remontą ir priimti tokius sprendimus, kurie atskleistų tikrąją kabelinių linijų būklę [23].

Bandymus reglamentuoja elektros sektoriaus teisės aktai. „Elektros tinklų naudojimosi taisyklėse“ rašoma, kad „planiniams remontams ir techninės priežiūros darbams atlikti iki einamųjų metų pradžios tarp operatorių, gamintojų bei vartotojų, prijungtų prie perdavimo sistemos, suderinamas atjungimų remontams ir techninės priežiūros darbams grafikas ne trumpesniame kaip metų laikotarpiui. <...> tinklų naudotojas neturi teisės nepagrįstai atsisakyti suderinti planinių techninės priežiūros darbų, remontų ar rekonstravimo grafiko arba jo patikslinimo“ [6]. Kaip turi būti bandomi kabeliai, nusakyta „Saugos eksploatuojant elektros įrenginius taisyklėse“. Dokumente išdėstoma, kokią kvalifikaciją turintys žmonės gali atlikti bandymus ir matavimus, kokių saugumo reikalavimų turi būti laikomasi, kad nenukentėtų žmonės, gyvuliai arba įranga [12].

Kabelių bandymo įtampos nurodytos 1.1 ir 1.2 lentelėse. Eksploatuojant įmonės techninio vadovo nurodymu, įvertinus vietines sąlygas, leidžiama 6–10 kV kabelių bandymo įtampą sumažinti iki $4U_v$.

Kabėlių iki 35 kV su popierine ir polivinilchlorido izoliacija, bandomų išlygintaja įtampa trukmė eksploatuojant yra 5 min., o prieš eksploatavimą – 10 min. Kabeliai labai žemu dažniu bandomi 15 ir 30 min. Kabeliai su gumine izoliacija išlygintaja įtampa bandomi 5 min, su XLPE izoliacija įtampa – 60 min. Nuotėkio srovė šiuo atveju nematuojama.

Leistinosios nuotėkio srovės ir asimetrijos koeficientai nurodyti 1.3 lentelėje.

Apžiūrų metu kabeliai gali būti bandomi vienu įmonės techninio vadovo nurodytu metodu.

Kabelius bandant įtampa, viršįtampių ribotuvai, kurių U_c mažesnė už bandomąją įtampą, turi būti išjungti.

1.1 lentelė. Galios kabėlių išlygintosios bandomosios įtampos vertės, kV

Bandymo kategorija	Kabeliai su gumine izoliacija								
	Vardinė kabėlio įtampa kV						Vardinė kabėlio įtampa kV		
	iki 1	6	10	20	35	110	3	6	10
P	2,5*	36 (11)**	60 (19)**	---	166 (62)**	285	6	12	20
R, M	2,5*	36 (11)**	60 (19)**	---	125 (62)**	285	6***	12***	20***

* Izoliacija gali būti išbandyta 2000–2500 V megommetru

** Skliausteliuose nurodytos įtampos, kabelius bandant LŽD.

*** Po techninės priežiūros izoliacija tikrinama 2000–2500 V megommetru, o įtampa nebandoma.

1.2 lentelė. Galios kabėlių 50 Hz dažnio bandomoji įtampos vertės, kV

Bandymo kategorija	Kabeliai su plastmasine XLPE izoliacija					
	Vardinė kabėlio įtampa, kV					
	iki 1	6	10	20	35	110
P	2,5	7 (11)*	13 (19)*	---	42 (62)*	---
R, M	2,5	7 (11)*	13 (19)*	---	42 (62)*	---

* Skliausteliuose nurodyta įtampa, kabelius bandant LŽD.

1.3 lentelė. Leistinosios galios kabelių nuotėkio srovės ir asimetrijos koeficientai

Kabelių vardinė įtampa, kV	Bandomoji įtampa, kV	Leistinoji nuotėkio srovė, mA	Leistinasis asimetrijos koeficientas (I_{\max} / I_{\min})
6*	36-45	0.2	8
10*	50-60	0.5	8
20*	140-175	2.5	10
35*	285	nenormuojama	nenormuojamas
110*	670	- 2 -	- 2 -
330*			

*Bandant kabelius LŽD ir kintamąja įtampa, nuotėkio srovė nematuojama. 6 kV įtampos kabeliai 10 kV įtampos tinkle bandomi aukštąja 30 kV išlygintąja įtampa arba LŽD – 19 kV.

Bandymų periodiškumas

3–35 kV įtampos kabeliai bandomi:

- maitinantieji atsakingus vartotojus – 1 kartą per 2 metus (atsakingų vartotojų sąrašus tvirtina įmonės techninis vadovas);
- esantys transformatorių pastočių ir skirstyklų teritorijoje (savų reikmių) – kompleksiškai remontuojant pastotes, bet ne rečiau kaip 1 kartą per 8 metus.

Elektrinių kabeliai bandomi:

- maitinantieji pagrindinių įrenginių mechanizmus – remontuojant įrenginį, bet ne rečiau kaip 1 kartą per 4 metus;
- jungiantys atskiras skirstyklas, pakloti kabelių statiniuose ir žemėje – kas 4 metai;
 - turintys jungiamąsias movas arba kurių galinės movos sumontuotos skirtingame aukštyje (aukščiau skiriasi daugiau kaip 10 m) – kas 2 metai;
- avaringi kabeliai¹ – rekomenduojama 1 kartą per metus (periodiškumą nustato įmonės techninis vadovas).

Avaringiems kabeliams nustatyti gali būti naudojamos kabelių diagnostavimo sistemos (CD, *tgd* ir kt.). Įmonių techniniam vadovui leidžiama sutankinti bandymų periodiškumą.

- 110–330 kV kabeliai bandomi po 3 metų eksploataavimo, vėliau – 1 kartą per 6 metus.
- 3–10 kV kabeliai su gumos izoliacija bandomi taip: stacionarių įrenginių – 1 kartą per metus; sezoninių įrenginių – prieš sezono pradžią. Kabeliai turi būti bandomi suremontavus agregatą, prie kurio prijungtas kabelis.

¹ Avaringas kabelis yra toks, kuris per paskutinius 5 metus gedo 4 ir daugiau kartų.

Rusijoje kabelių patikrai plačiai naudojamas impulsinės įtampos metodas, kuris leidžia kabeliniuose tinkluose imituoti viršįtampius, kad efektyviai ir saugiai būtų patikrinta kabelių būklė [18].

Yra parengta metodika, leidžianti įvertinti izoliacijos būklę tam, kad būtų užtikrintas patikimas elektros tiekimas 6 (10) kV miesto kabeliniuose tinkluose [19]. Kabelių izoliacijos defektų taip pat galima aptikti pasitelkiant aukštų dažnių metodą [21]. Rusų mokslininkas N. Ponomariovas siūlo tokią patikros sistemą, apimančią kelis metodus, kuri leistų tikrinti ir prognozuoti kabelinių linijų būklę. Taikant šią sistemą kabelinės linijos bus laiku profilaktiškai tikrinamos, todėl bus galima sumažinti krūvį tai kabelių izoliacijos daliai, kuri yra pažeista, pavyks pašalinti kabelinių linijų eksploatacijai trukdančius faktorius. Pasitelkiant šią sistemą profilaktinį remontą bus galima atlikti tada, kada reikia, vadinasi, galimas neigiamas bandymų poveikis izoliacijai sumažės iki minimumo. Kabelius prižiūrintys asmenys turės daugiau patikimesnės informacijos apie kabelių būklę. Sistema galės įvertinti gedimo tikimybę, todėl kabelius pavyks remontuoti arba apskritai pakeisti laiku [21].

Labai išsamiai įvairius kabelių patikros metodus aprašo N. Privalovas [23].

Techninis kabelinių linijų aptarnavimas ir remontas, skirtas tam, kad elektra būtų tiekiama be trikdžių, apima planines kabelinių linijų apžiūras, profilaktinius bandymus, einamąjį ir kapitalinį remontą. Planinės apžiūros vyksta todėl, kad reikia patikimos ir objektyvios informacijos apie eksploatuojamų įrenginių būklę. Sėkmingi planiniai bandymai aukšta įtampa dar negarantuoja, kad kabelinės linijos veiks tinkamai. N. Privalovo nuomone, bandymai aukšta įtampa gali labai pakenkti toms kabelinėms linijoms, kurių eksploatacijos laikas pasibaigęs arba jau baigiasi, taip pat toms linijoms, kuriose tikėtinos gausios dalinės iškrovos probleminėse vietose [23]. Bandymai aukšta įtampa neleidžia lokalizuoti silpniausių ir probleminių vietų, negali būti įvertintas izoliacijos nusidėvėjimo laipsnis, t. y. likutinis resursas. Tikrasis izoliacijos resursas priklauso nuo eksploatacijos sąlygų ir apkrovos, todėl gali labai skirtis nuo to, ką nurodo gamintojai. Rusijoje laikomasi nuomonės, kad nuo bandymų aukšta įtampa reikia pereiti prie tokių kabelių linijų diagnostikos būdų, kurie nekeltų pavojaus linijų techninei būklei. Lietuvoje požiūris į šią situaciją kiek kitoks.

Izoliacijos būklė gali būti tikrinama periodiškai arba nuolatos stebima. Nuolatos stebėti yra brangu, todėl tai tikslinga daryti tik tuo atveju, jeigu stebimo ypatingos svarbos objekto izoliacijos būklė. Be to, jeigu eksploatuojant izoliaciją laikomasi reikalavimų, ji ilgai išlieka nepakitusi. Vadinasi, užtenka kabelines linijas tikrinti periodiškai.

Kiekvienoje valstybėje reikalinga strategija, kuri leistų pagerinti techninę įrangos būklę ir garantuoti, kad elektros energijos vartotojų poreikiai būtų visiškai patenkinti [17].

2. Šiaulių miesto 10 kV kabelinių linijų charakteristikos

2.1 Kabelinių linijų techninė būklė

Nėra sukurtos duomenų bazės, kuria remiantis būtų galima įvertinti 10 kV kabelinių linijų būklę Šiauliuose. Šiuo magistro darbu siekiama sukurti tokios bazės pagrindą.

Iš AB LESTO buvo gauti nesuklasifikuoti duomenys *Excel* formatu: lentelėje buvo užrašyti kabelių paklojimo metai, kabelių tipai, jungiamųjų movų skaičius, galinių movų tipai, kabelių ilgiai. Taip apdorota informacija apie daugiau nei 470 km įvairių tipų kabelių, iš kurių seniausias yra SB tipo kabelis, ištiestas 1950 metais, o naujausias – AHXAMK-W tipo kabelis, ištiestas 2012 metais². Iš viso Šiaulių miesto 10 kV kabeliniuose tinkluose yra 805 kabeliai, vidutinis kabelio ilgis – 585 m. Pasitelkus *Excel* programą buvo apskaičiuoti atskirų tipų kabelių ilgiai, kabelių skerspjūvio plotas, santykis tarp įvairiais metais ištiestų skirtingų tipų kabelių. Taip pat remiantis programa *Matlab* apskaičiuotas skirtingo skerspjūvio ploto kabelių santykis. Paaiškėjo, kokių tipų kabelių Šiaulių miesto 10 kV kabelinėse linijose ištiesta daugiausiai, kiek laiko atitinkami kabeliai eksploatuojami. Šiaulių miesto 10 kV kabelinėse linijose yra daugiau nei 1500 movų, pagamintų iš skirtingų medžiagų. Gauta informacija, pasitelkus programą *Excel*, pateikta diagramose.

Eksploatuojant kabelines linijas, svarbu tinkamai parinkta medžiaga, nes nuo kabelių izoliacijos pobūdžio priklauso, kokia bus leidžiama kabelių darbinė temperatūra ir kokio ilgumo garantija bus suteikta izoliacijai.

2.1.1 Kabelių charakteristikos

Šiaulių miesto 10 kV kabelinėse linijose didžiąją dalį sudaro kabeliai su alyvos-kanifolijos izoliaciniu užpildu.

Kabeliai su alyvos-kanifolijos mišinio izoliaciniu užpildu

Šie kabeliai gaminami Rytų Europoje (Rusijoje, Ukrainoje). Visiems kabeliams su alyvos-kanifolijos mišinio izoliaciniu užpildu gamintojai suteikia 30 metų garantiją izoliacijai. Šių kabelių nominali darbinė temperatūra 50°C. Beveik visuose kabeliuose su alyvos kanifolijos izoliacija laidininko gysla yra pagaminta iš aliuminio. Išsiskiria tik SB tipo kabeliai, kurių laidininko gysla-varis.

Galima teigti, kad kabeliai su šarvu (plieninėmis juostomis) yra patvaresni už kabelius su PVC izoliacija.

² Darbe remiamasi iki 2012 metų pabaigos sukaupta informacija.

AABLu-AABL kabelis

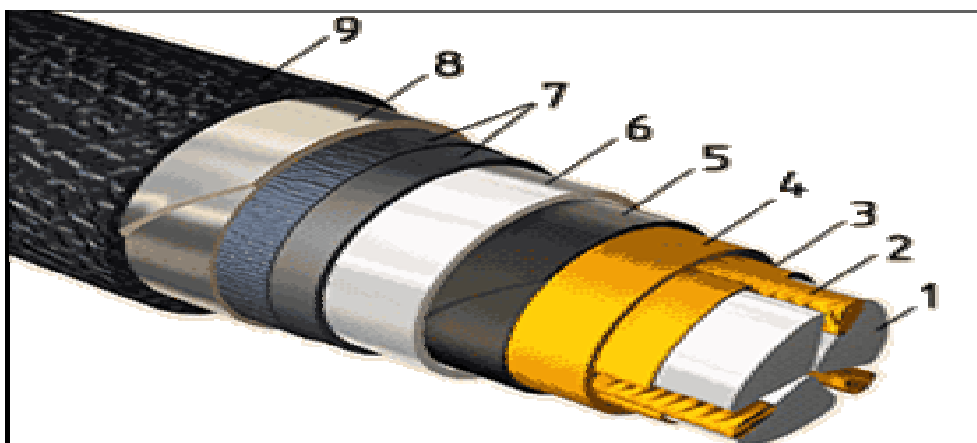
AB LESTO pavaldžiam 10 kV kabeliniame tinkle šio kabelio yra 59644 metrai. Tai sudaro 13 proc. viso AB LESTO 10 kV kabelinio tinklo Šiaulių mieste.

Kabelio AABL struktūra

- Laidininkas – monolitinė ar sutankinta daugiavielė aliuminio gysla, suformuota į pusapvalį trikampį.
- Kad kabelis įgautų apvalią formą, tarpai tarp gyslų užpildyti sulfatinio popieriaus pynėmis.
- Gyslų izoliacija – popierinė juosta, išmirkyta klampiam alyvos-kanifolijos mišinyje.
- Išorinė gyslų izoliacija – popierinė juosta, išmirkyta klampiam alyvos-kanifolijos mišinyje.
- Ekranas (elektrinio laukui išlyginti) – elektrai laidus popierius.
- Apvalkalas – išpresuotas aliuminio vamzdis.
- Apsauginis apvalkalas – pagalvė iš bitumo, PVC juostos ir krepuoto popieriaus.
- Užvyniotos dvi plieninės apsauginės juostos.
- Viršuje užpintas stiklo ar kabelinio audinio apvalkalas, padengtas mišiniu, apsaugančiu kabelį nuo sulipimo būgne.

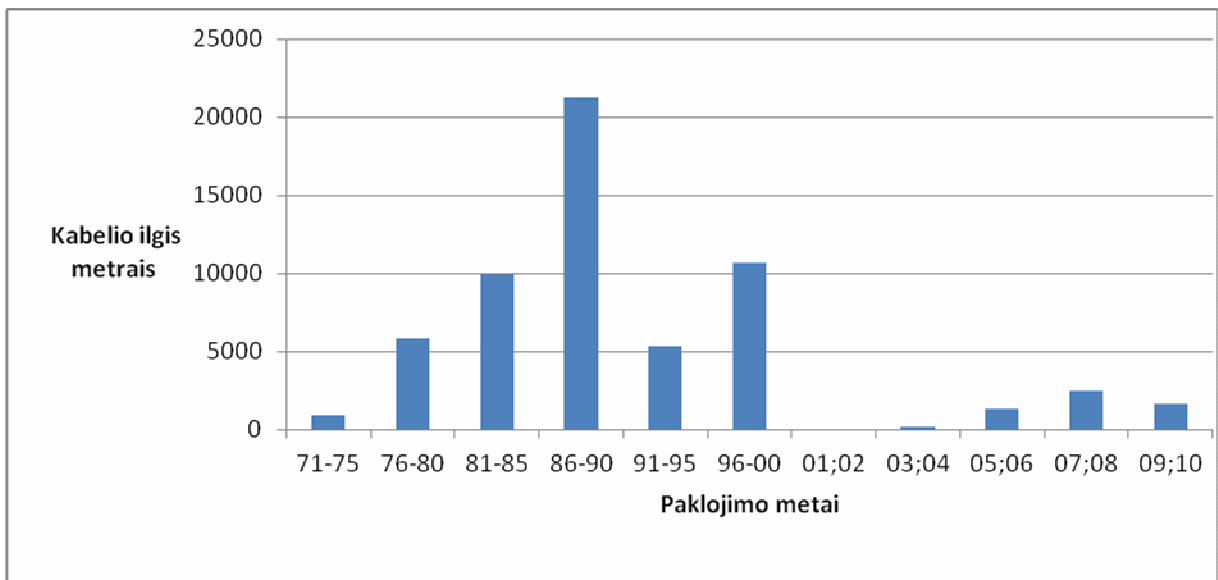
Gyslos žymimos skaičiais 1, 2, 3, 4 ir spalvomis (balta ar geltona, žydra ar žalia, raudona ar avietinė, ruda ar juoda). Gamintojas suteikia 30 metų garantiją izoliacijai, jei eksploataavimo sąlygos normalios.

Šis kabelis nuo AAB kabelio skiriasi tuo, kad ant išorinės gyslų izoliacijos yra užpinta lavsano juosta. Kabelis AABLu dar turi papildomą atsparumą įkaitimui (iki 70°C).



2.1 pav. Kabelio AABLu-AABL vaizdas

Šiaulių miesto 10 kV kabelinėse linijose šio tipo kabelis buvo tiestas daugiau nei keturis dešimtmečius. Daugiausia AABLu-AABL kabelio Šiauliuose ištiesta 1986–1990 metais. Nuo 2011 metų toks kabelis nebėra tiesiamas (plačiau apie kabelio AABL-AABLu tiesimo metus ir eksploatuojamą ilgį žr. 2.2 paveiksle).



2.2 pav. Kabelio AABLu-AABL tiesimo metų ir esamo ilgio charakteristika

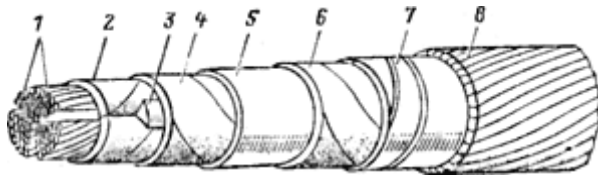
AAB kabelis

AB LESTO pavaldžiam 10 kV kabeliniame tinkle šio kabelio yra 109756 metrai. Tai sudaro 23 proc. viso AB LESTO 10 kV kabelinio tinklo Šiaulių mieste.

Kabelio AAB struktūra

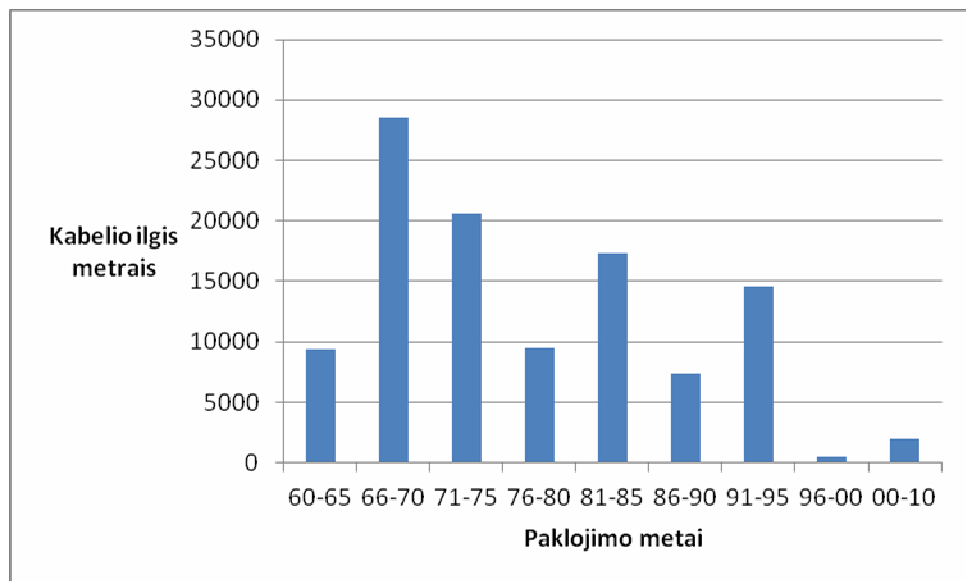
- Laidininkas – monolitinė ar sutankinta daugiavielė aliuminio gysla, suformuota į pusapvalį trikampį.
- Kad kabelis įgautų apvalią formą, tarpai tarp gyslų užpildyti sulfatinio popieriaus pynėmis.
- Gyslų izoliacija – popierinė juosta, išmirkyta klampiam alyvos-kanifolijos mišinyje.
- Išorinė gyslų izoliacija – popierinė juosta, išmirkyta klampiam alyvos-kanifolijos mišinyje.
- Ekranas (elektriniam laukui išlyginti) – elektrai laidus popierius.
- Apvalkalas – išpresuotas aliuminio vamzdis.
- Apsauginis apvalkalas – pagalvė iš bitumo, PVC juostos ir krepuoto popieriaus.
- Užvyniotos dvi plieninės apsauginės juostos.
- Viršuje užpintas stiklo ar kabelinio audinio apvalkalas, padengtas mišiniu, apsaugančiu kabelį nuo sulipimo būgne.

Gyslos žymimos skaičiais 1, 2, 3, 4 ir spalvomis (balta ar geltona, žydra ar žalia, raudona ar avietinė, ruda ar juoda). Gamintojas suteikia 30 metų garantiją izoliacijai, jei eksploataavimo sąlygos normalios.



2.3 pav. Kabelio AAB vaizdas

Šiaulių miesto 10 kV kabelių tinkluose kabelis AAB tiesiamas nuo 1960 metų. Daugiausia šio tipo kabelio ištiesta 1966–1970 metais, vadinasi, šiuo metu tai jau yra kabeliai, kurių izoliacija pasenusi. Po 2010 metų kabelis AAB Šiauliuose nebetiesiamas (plačiau apie kabelio AAB tiesimo metus ir eksploatuojamą ilgį žr. 2.4 paveiksle).



2.4 pav. Kabelio AAB tiesimo metų ir esamo ilgio charakteristika

ASB kabelis

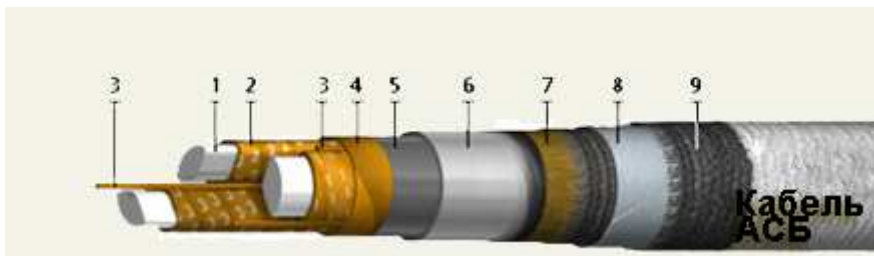
AB LESTO pavaldžiam 10 kV kabeliniame tinkle šio kabelio yra 78178 metrai. Tai sudaro 17 proc. viso AB LESTO 10 kV kabelinio tinklo Šiaulių mieste.

Kabelio ASB struktūra

- Laidininkas – monolitinė ar sutankinta daugiavielė aliuminio gysla, suformuota į pusapvalį trikampį.
- Kad kabelis įgautų apvalią formą, tarpai tarp gyslų užpildyti sulfatinio popieriaus pynėmis.
- Gyslų izoliacija – popierinė juosta, išmirkyta klampiam alyvos-kanifolijos mišinyje.
- Išorinė gyslų izoliacija – popierinė juosta, išmirkyta klampiam alyvos-kanifolijos mišinyje.
- Ekranas (elektriniam laukui išlyginti) – elektrai laidus popierius.
- Apvalkalas – išpresuotas švino vamzdis.
- Apsauginis apvalkalas – pagalvė iš bitumo, PVC juostos ir krepuoto popieriaus.

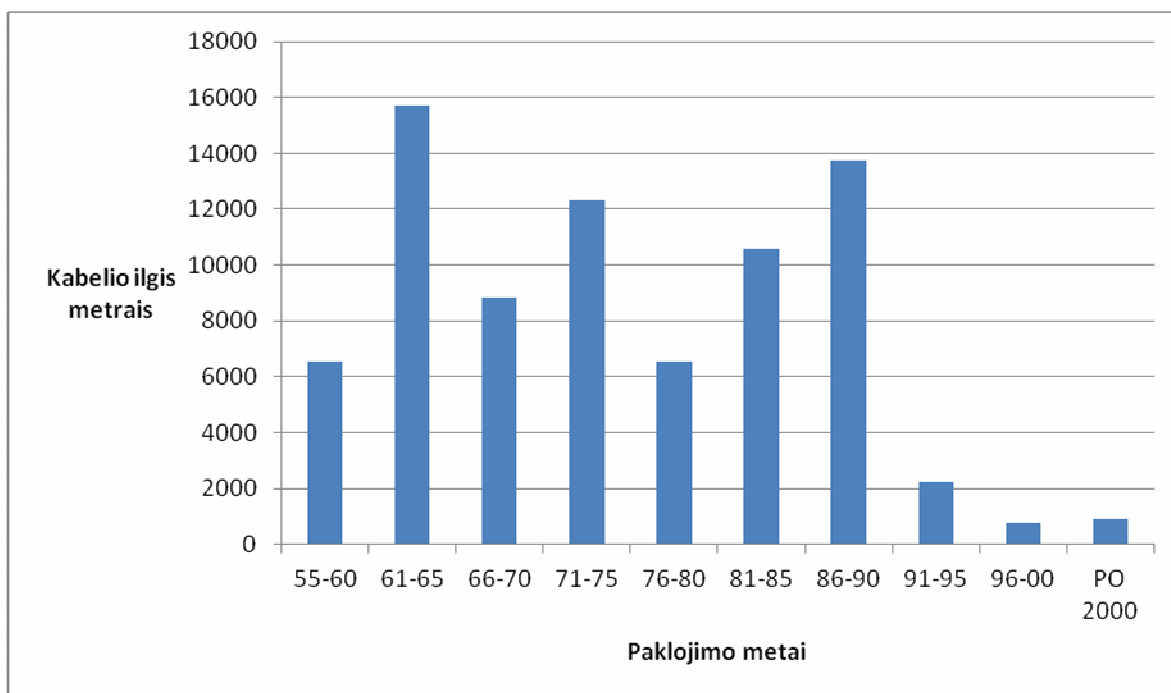
- Užvyniotos dvi plieninės apsauginės juostos.
- Viršuje užpintas stiklo ar kabelinio audinio apvalkalas, padengtas mišiniu, apsaugančiu kabelį nuo sulipimo būgne.

Gyslos žymimos skaičiais 1, 2, 3, 4 ir spalvomis (balta ar geltona, žydra ar žalia, raudona ar avietinė, ruda ar juoda). Gamintojas suteikia 30 metų garantiją izoliacijai, jei eksploataavimo sąlygos normalios.



2.5 pav. Kabelio ASB vaizdas

Šiaulių miesto 10 kV kabelinėse linijose kabelis ASB tiesiamas nuo 1955 metų. Daugiausia šio tipo kabelio ištiesta 1961–1965 metais. Vadinasi, tokio kabelio izoliacija taip pat gali būti pasenusi. Kabelį ASB nustota tiesiti po 2000 metų (plačiau apie kabelio ASB tiesimo metus ir eksploatuojamą ilgį žr. 2.6 paveiksle).



2.6 pav. Kabelio ASB tiesimo metų ir esamo ilgio charakteristika

SB kabelis

AB LESTO pavaldžiam 10 kV kabeliniame tinkle šio kabelio yra 14244 metrai. Tai sudaro 3 proc. viso AB LESTO 10 kV kabelinio tinklo Šiaulių mieste.

Kabelio SB struktūra

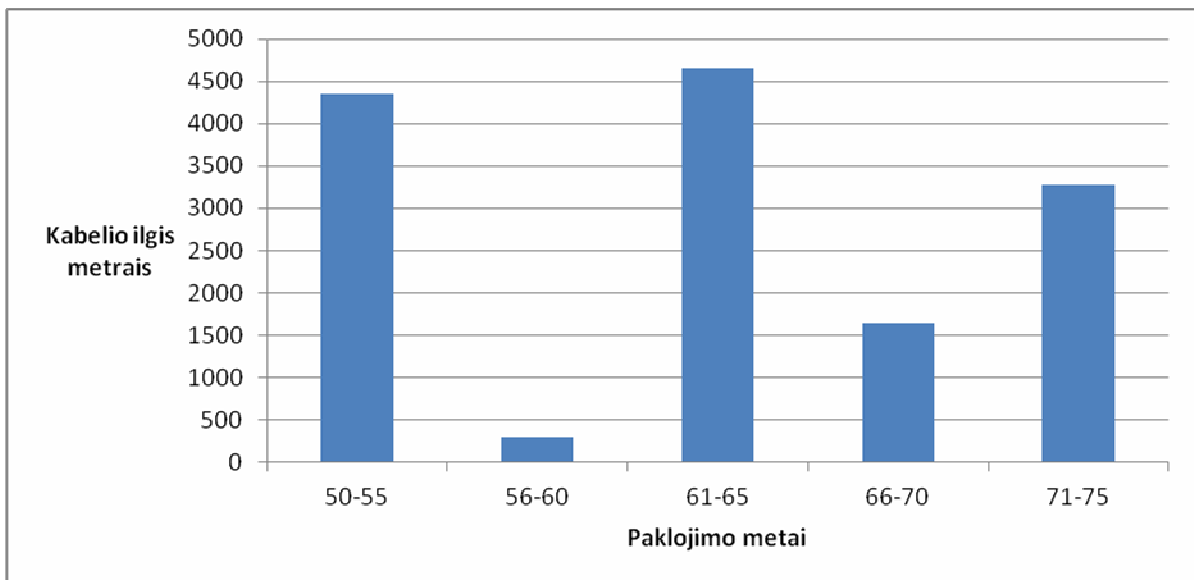
- Laidininkas – monolitinė ar sutankinta daugiavielė vario gysla, suformuota į pusapvalį trikampį.
- Kad kabelis įgautų apvalią formą, tarpai tarp gyslų užpildyti sulfatinio popieriaus pynėmis.
- Gyslų izoliacija – popierinė juosta, išmirkyta klampiamame alyvos-kanifolijos mišinyje.
- Išorinė gyslų izoliacija – popierinė juosta, išmirkyta klampiamame alyvos-kanifolijos mišinyje.
- Ekranas (elektriniam laukui išlyginti) – elektrai laidus popierius.
- Apvalkalas – išpresuotas švino vamzdis.
- Apsauginis apvalkalas – pagalvė iš bitumo, PVC juostos ir krepuoto popieriaus.
- Užvyniotos dvi plieninės apsauginės juostos.
- Viršuje užpintas stiklo ar kabelinio audinio apvalkalas, padengtas mišiniu, apsaugančiu kabelį nuo sulipimo būgne.

Gyslos žymimos skaičiais 1, 2, 3, 4 ir spalvomis (balta ar geltona, žydra ar žalia, raudona ar avietinė, ruda ar juoda). Gamintojas suteikia 30 metų garantiją izoliacijai, jei eksploataavimo sąlygos normalios.



2.7 pav. Kabelio SB vaizdas

Šiaulių miesto 10 kV kabelinėse linijose tai yra patys seniausi kabeliai – jie pradėti tiesti 1950 metais. Vadinasi, visi SB tipo kabeliai jau turi susidėvėjusią izoliaciją. Daugiausia šių kabelių ištiesta 1961–1965 metais. Po 1975 metų SB kabelis Šiauliuose nebetiesiamas (plačiau apie kabelio SB tiesimo metus ir eksploatauojamą ilgį žr. 2.8 paveiksle).



2.8 pav. Kabelio SB tiesimo metų ir esamo ilgio charakteristika

AAŠV kabelis

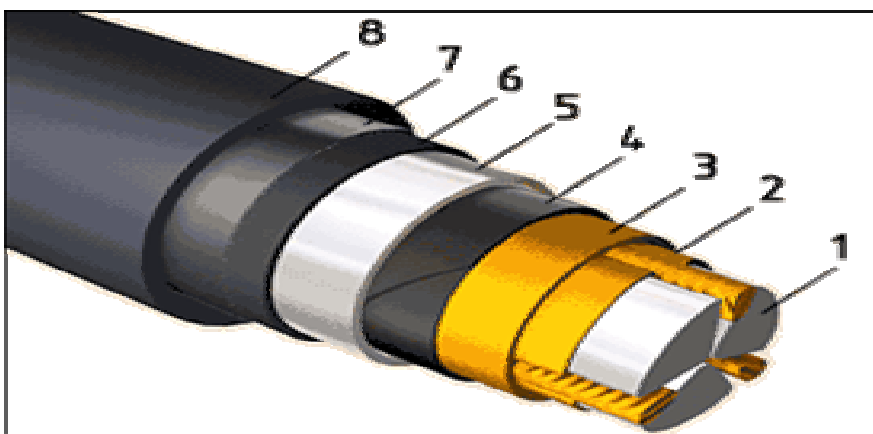
AB LESTO pavaldžiam 10 kV kabeliniame tinkle šio kabelio yra 98254 metrai. Tai sudaro 21 proc. viso AB LESTO 10 kV kabelinio tinklo Šiaulių mieste.

Kabelio AAŠV struktūra

- Laidininkas – monolitinė ar sutankinta daugiavielė aliuminio gysla, suformuota į pusapvalį trikampį.
- Gyslų izoliacija – popierinė juosta, išmirkyta klampiamame ar nenutekančiame izoliaciniame mišinyje.
- Išorinė gyslų izoliacija – popierinė juosta, išmirkyta klampiamame alyvos-kanifolijos mišinyje.
- Ekranas (elektriniam laukui išlyginti) – elektrai laidus popierius, skirtas kabeliams nuo 6 kV.
- Apvalkalas – išpresuotas aliuminio vamzdis.
- Apsauginis apvalkalas – pagalvė iš bitumo, PVC juostos ir krepuoto popieriaus.
- Viršutinis apvalkalas – polivinilchlorido vamzdis.

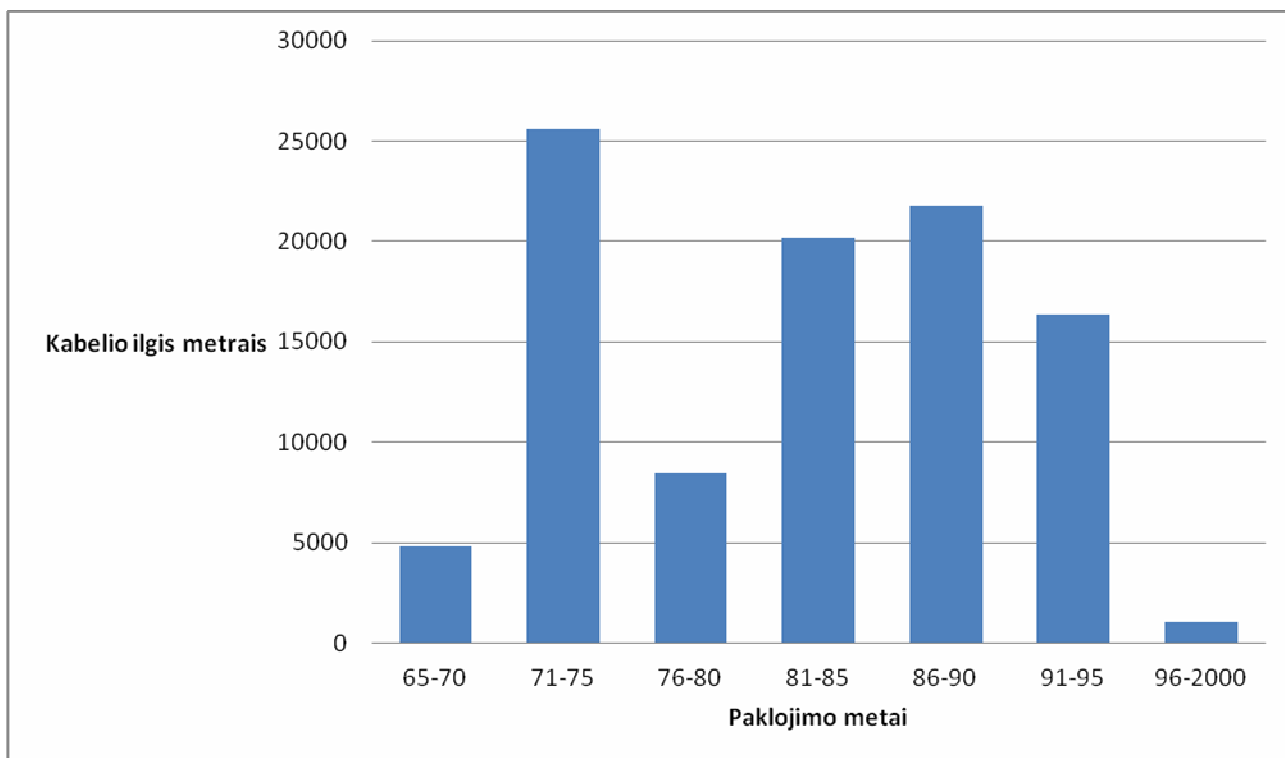
Kad kabelis įgautų apvalią formą, tarpai tarp gyslų užpildyti izoliaciniame medžiagoje išmirkyto popieriaus pynėmis.

Gyslos žymimos skaičiais 1, 2, 3, 4 ir spalvomis (balta ar geltona, žydra ar žalia, raudona ar avietinė, ruda ar juoda). Gamintojas suteikia 30 metų garantiją izoliacijai, jei eksploatacavimo sąlygos normalios.



2.9 pav. Kabelio AAŠV vaizdas

Kabelis AAŠV Šiaulių miesto 10 kV kabelinėse linijose tiesiamas nuo 1965 metų. Daugiausia šio tipo kabelio ištiesta 1971–1975 metais. Vadinasi, didžioji dalis AAŠV kabelio turi pasenusią izoliaciją. Po 2000 metų kabelis AAŠV Šiaulių mieste nustotas tiesiti (plačiau apie kabelio AAŠV tiesimo metus ir eksploatuojamą ilgį žr. 2.10 paveiksle).



2.10 pav. Kabelio AAŠV tiesimo metų ir esamo ilgio charakteristika

Kabeliai be alyvos-kanifolijos mišinio izoliacinio užpildo (sausie kabeliai)

AHXAMK–W kabelis

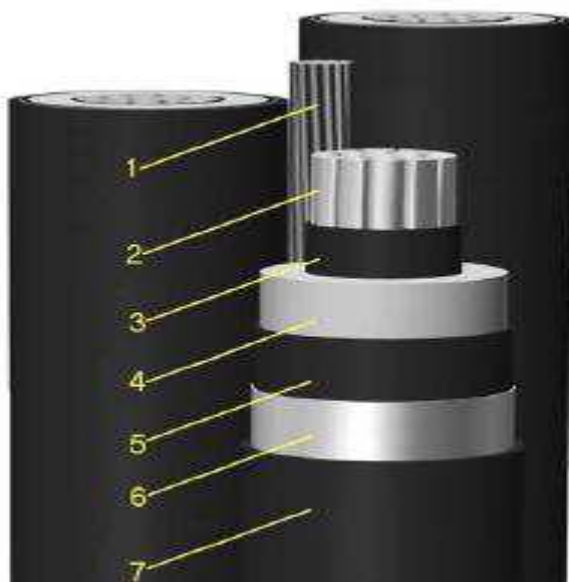
AB LESTO pavaldžiam 10 kV kabeliniame tinkle šio kabelio yra 92755 metrai. Tai sudaro 20 proc. viso AB LESTO 10 kV kabelinio tinklo Šiaulių mieste.

Tai kabelis iš aliuminio su trimis susuktomis fazinėmis gyslomis, polietileno apvalkalu ir viduryje sukta varine žemėjimo gysla, atsparus ultravioletinių spindulių poveikiui, skirtas kloti ore ir žemėje.

Kabelio AHXAMK-W struktūra

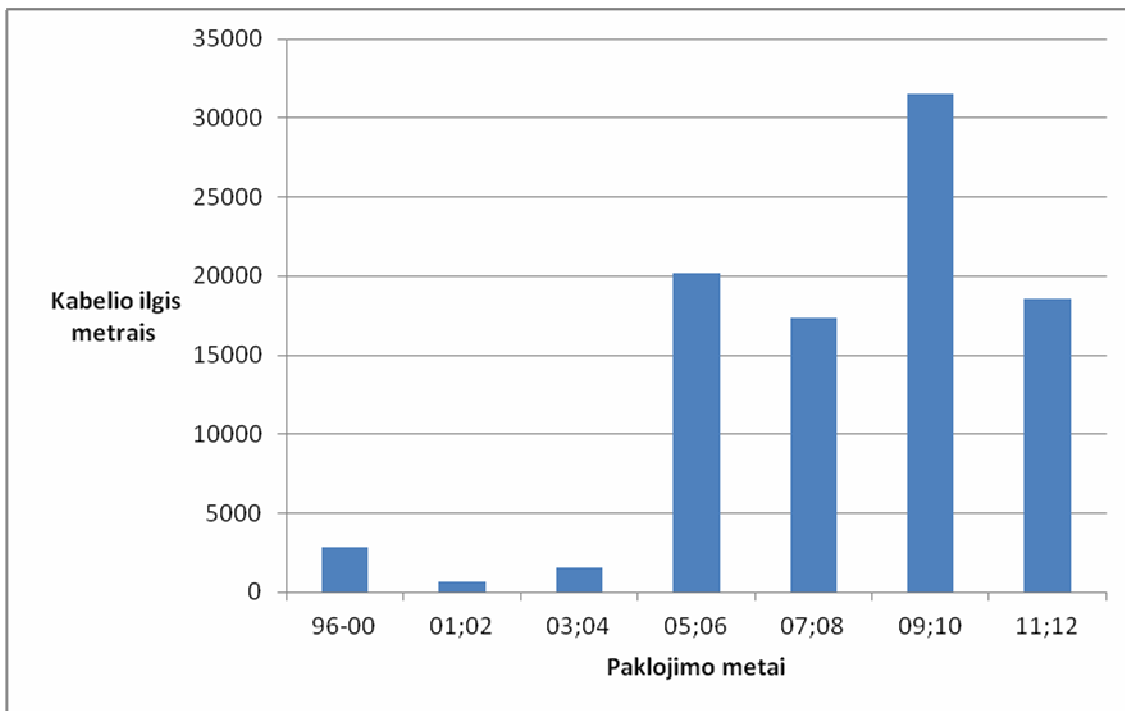
- Kabelio žemėjimo laidininkas – viduryje yra apvalus, daugiavielis presuotas vario laidininkas.
- Kabelio laidininkas – apvalios, vytos, daugiavielės presuotos, apsaugotos nuo vandens aliuminio gyslos.
- Kabelio aliuminės gyslos yra padengtos pusiau laidžia išbrinkstančia pinto polietileno juosta ir prilydyta prie apvalkalo aliuminio folija, sudarančia vandens užtvartą.
- Kabelio išorinė izoliacija – juodas, vandeniui nelaidus metalinis polietileno ekranas, sudarytas iš aliuminio ir plastiko laminato, kuris veikia kaip radialinio vandens barjeras.

Maksimali darbinė temperatūra yra 90 °C. Trumpo jungimo (trukmė maks. 5 s) – 250 °C. Leistina žemiausia klojimo temperatūra yra –20 °C.



2.11 pav. Kabelio AHXAMK–W vaizdas

Šiaulių miesto 10 kV kabelinėse linijose kabelis AHXAMK–W tiesiamas nuo 1996 metų. Vadinas, visas eksploatuojamas kabelio ilgis turi izoliaciją, kurios galiojimo laikas dar nėra pasibaigęs. Remiantis 2012 metų duomenimis, daugiausia šio tipo kabelio ištiesta 2009–2010 metais (plačiau apie kabelio AHXAMK-W tiesimo metus ir eksploatuojamą ilgį žr. 2.12 paveiksle).



2.12 pav. Kabelio AHXAMK–W tiesimo metų ir esamo ilgio charakteristika

TSLE kabelis

AB LESTO pavaldžiam 10 kV kabeliniame tinkle šio kabelio yra 11532 metrai. Tai sudaro 2 proc. viso AB LESTO 10 kV kabelinio tinklo Šiaulių mieste. Šis kabelis, skirtas kloti ore, žemėje, kabeliniuose kanaluose.

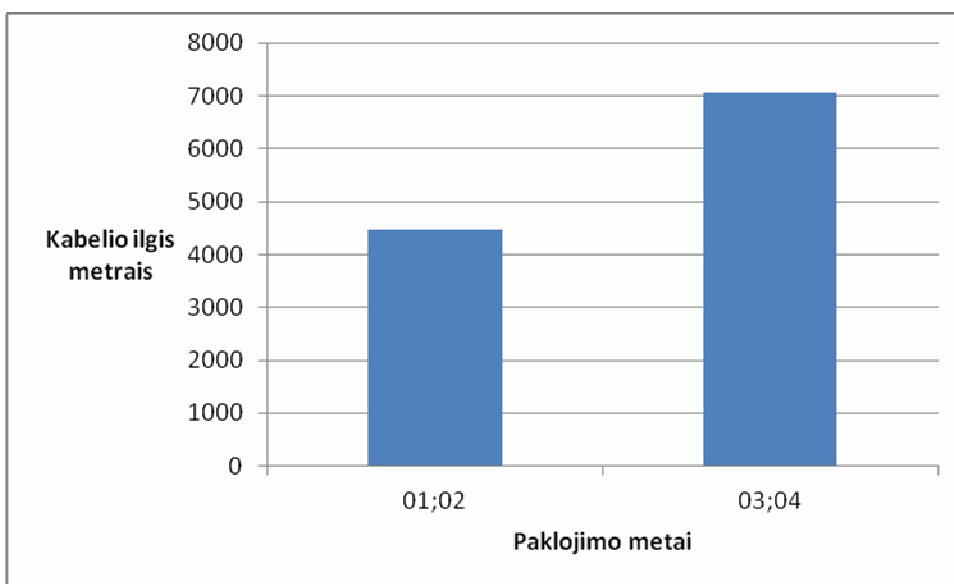
Kabelio TSLE struktūra

- Apvalus, daugiagyslis ir kompaktiškas aliuminio laidininkas. Išilgai apsaugotas nuo vandens.
- Presuotas pusiau laidus laidininko ekranas.
- Pinto polietileno izoliacija. Nominalus storis – 3,4 mm.
- Presuotas pusiau laidus izoliacijos ekranas visiškai prilituotas.
- Pusiau laidus išbrinkstanti juosta.
- Metalinis ekranas: (varinės vielos užsuktos spirale, ant jų užsukta varinė kontaktinė juosta).
- Skiriamoji išbrinkstanti juosta.
- Laminuota aliuminio folija.
- Išorinis juodo polietileno apvalkalas.



2.13 pav. Kabelio TSLE vaizdas

Šiaulių miesto 10 kV kabelinėse linijose kabelis TSLE tiesiamas tik nuo 2001 metų. Vadinasi, kabelio izoliacijos garantinis laikas dar nepasibaigęs. Remiantis 2012 metų duomenimis, nuo 2004 metų naujų šio tipo kabelio atkarpų ištiesta nebuvo (plačiau apie kabelio TSLE tiesimo metus ir eksploatuojamą ilgį žr. 2.14 paveiksle).



2.14 pav. Kabelio TSLE tiesimo metų ir esamo ilgio charakteristika

NA2XS2Y kabelis

AB LESTO pavaldžiam 10 kV kabeliniame tinkle šio kabelio yra 6973 metrai. Tai sudaro 1 proc. viso AB LESTO 10 kV kabelinio tinklo Šiaulių mieste.

Kabelio NA2XS2Y struktūra

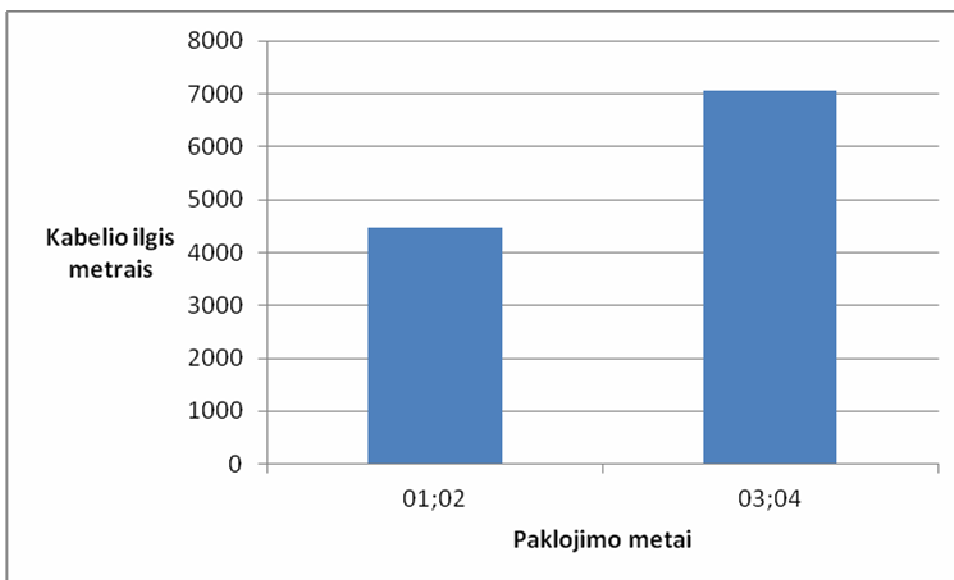
- Apvalus, daugiagyslis ir kompaktiškas aliuminio laidininkas. Išilgai apsaugotas nuo vandens.
- Presuotas pusiau laidus laidininko ekranas.
- Armuoto sukryžminto polietileno polietileno izoliacija. Nominalus storis – 3,4 mm.
- Presuotas pusiau laidus izoliacijos ekranas visiškai prilituotas.
- Pusiau laidus išbrinkstanti juosta.
- Metalinis ekranas: varinės vielos užsuktos spirale, ant jų užsukta varinė kontaktinė juosta.

- Skiriamoji išbrinkstanti juosta.
- Laminuota aliuminio folija.
- Išorinis juodo polietileno apvalkalas.



2.15 pav. Kabelio NA2XS2Y vaizdas

Šiaulių miesto 10 kV kabelinėse linijose kabelis NA2XS2Y pradėtas tiesiti 2001 metais, o po 2004 metų naujų šio tipo kabelio atkarpų ištiesta nebuvo (plačiau apie kabelio NA2XS2Y tiesimo metus ir eksploatuojamą ilgį žr. 2.16 paveiksle).



2.16 pav. Kabelio NA2XS2Y tiesimo metų ir esamo ilgio charakteristika

Kitų markių kabeliai

Kitų markių kabelių Šiaulių miesto 10 kV kabeliniuose tinkluose ištiesta mažiau nei 1 proc. Minėtina, kad yra dar trijų markių kabelių su XLPE izoliacija.

Kabelis AXLJ-F

AB LESTO pavaldžiam Šiaulių miesto 10 kV tinkle kabelio AXLJ-F 2008 metais ištiesta 170 metrų, o 2011 metais – 904 metrai.



2.17 pav. Kabelio AXLJ-F vaizdas

Kabelio AXLJ-F struktūra

Laidininkas – daugiavielis, apvalus ir sutankintas, aliumininis, pagal IEC 60228 2 klasę, su išilgine apsauga nuo vandens.

Laidininko ekranas – presuotas.

Izoliacija – XLPE, minimalus storis = 2,96 mm.

Izoliacijos ekranas – presuotas, suklijuotas.

Juosta – elektrai laidi juosta.

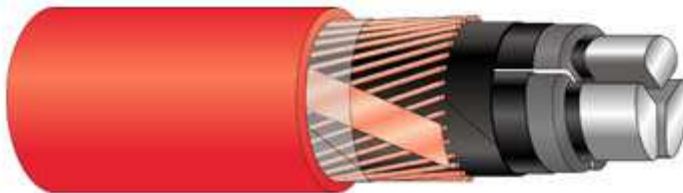
Koncentruotas laidininkas – kaitintos varinės vijos.

Apvalkalas – UV(1) atsparus LLD PE, juodas.

Šiam kabeliui gamintojų suteikta aukščiausia leistinoji ilgalaikio darbo laidininko temperatūra – 90°C.

Kabelis PEX-S-AL

AB LESTO pavaldžiam Šiaulių miesto 10 kV tinkle kabelio PEX-S-AL 2002–2003 metais ištiesta 132 metrai.



2.18 pav. Kabelio PEX-S-AL vaizdas

Kabelio PEX-S-AL struktūra

Laidininkas – pirmos ir antros klasės aliuminio gyslos.

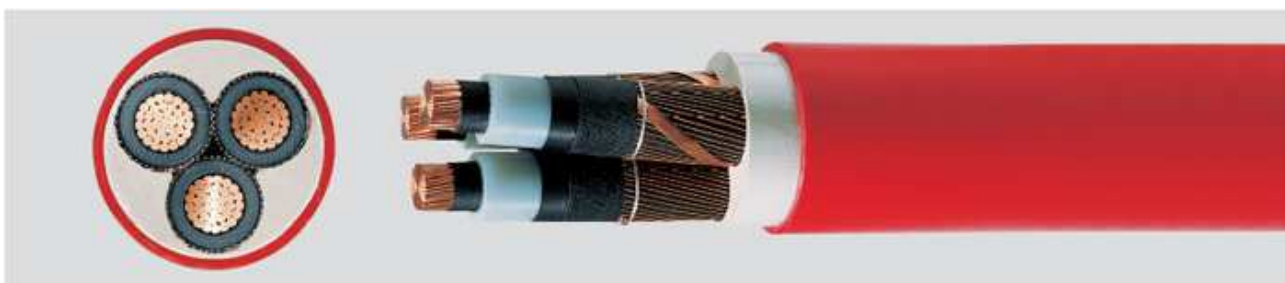
Laidininko ekranas – varinis pintas tinklas.

Izoliacija – XLPE, raudonos spalvos.

Šiam kabeliui gamintojų suteikta aukščiausia leistinoji ilgalaikio darbo laidininko temperatūra – 90°C.

Kabelis N2XSEY

AB LESTO pavaldžiam Šiaulių miesto 10 kV tinkle 2010 metais ištiesta 40 metrų kabelio N2XSEY.



2.19 pav. Kabelio N2XSEY vaizdas

Kabelio N2XSEY struktūra

Laidininkas – trijų gyslų

Laidininko ekranas – varinių laidų ir varinių juostų.

Izoliacija – XLPE.

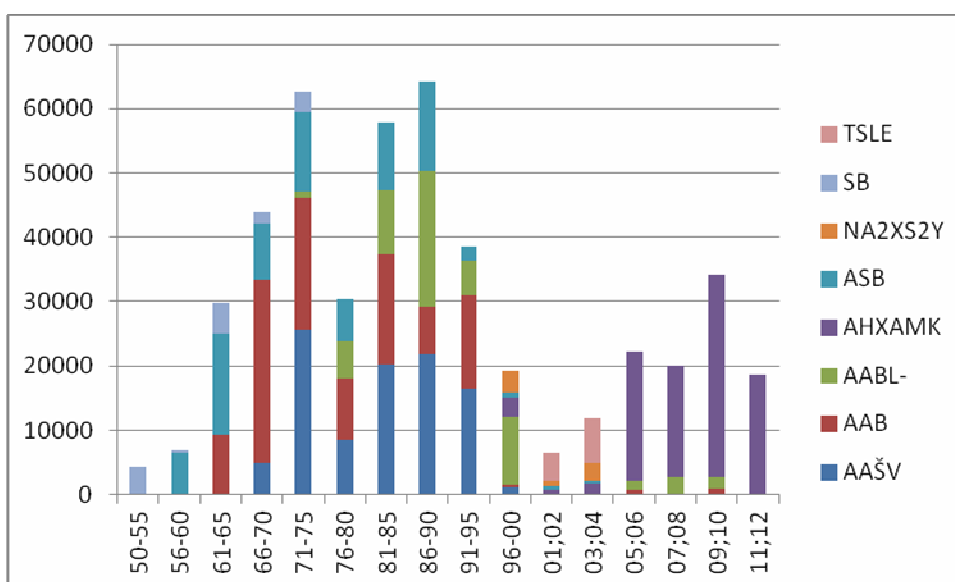
Juosta – iš dalies laidu medžiaga.

Apvalkalas – iš polivinilchlorido.

Šiam kabeliui gamintojų suteikta aukščiausia leistinoji ilgalaikio darbo laidininko temperatūra – 90°C.

Remiantis iš AB LESTO gauta informacija buvo konstatuota, kad nuo 1950 iki 2012 metų Šiaulių mieste buvo ištiesta daugiau nei 470 km kabelių, kuriais perduodama 10 kV įtampa. Iki septintojo praėjusio amžiaus dešimtmečio procesas buvo labai lėtas: 1960 metais tebuvo ištiesta mažiau nei 10 km kabelių – SB ir ASB tipo. Nuo septintojo dešimtmečio pradžios procesas sustiprėjo, tiesiami AAB, ASB, SB tipo kabeliai. Iki 1975 metų ištiesta daugiau nei 60 km

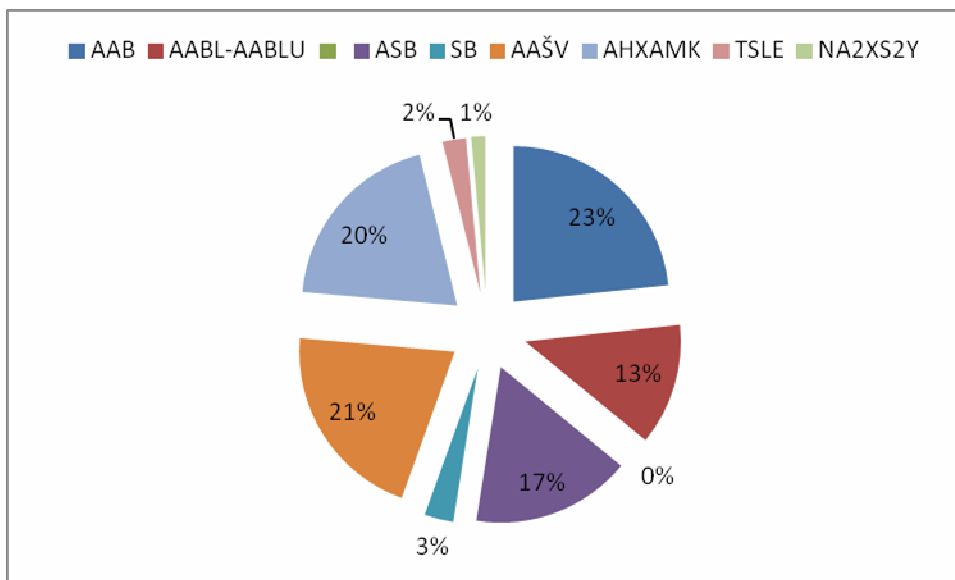
kabėlių. Vyrauja tie patys kabėlių tipai, iš naujų tipų minėtinai pradėti eksploatuoti AABLu tipo kabėliai. Daugiausia kabėlių ištiesta 1986–1990 metais. Po to kabėlių tiesimo mastai intensyviai mažėja iki 21 a. pradžios. Tai galima susieti su bendra Lietuvos situacija. Pasikeitus valstybinei santvarkai vyko ir esminių ekonominio gyvenimo pokyčių. Kaip teigia ekonomistai, „šis laikotarpis Lietuvoje pasižymėjo išskirtine, kelis šimtus (1991 m. – 383 proc.) ir net daugiau nei tūkstantį (1992 m. – 1 163 proc.) procentų per metus siekiančia infliacija ir didžiuliu ūkio nuosmukiu, kurį tiksliai įvertinti trukdo sovietinės ir pirmųjų nepriklausomybės metų oficialiosios statistikos ypatybės“ [9]. Ūkio nuosmukis negalėjo neturėti įtakos ir kabelinių tinklų plėtrai. Nors 1996–2000 metais buvo pradėti naudoti naujesnio tipo kabėliai su XLPE izoliacija (NA2XS2Y, AHXAMK), tačiau 2001–2002 metais nutiesta mažiau nei 10 km kabėlių, t. y. sugrįžta į 20 a. šeštojo dešimtmečio pradžios lygį. Yra esminis skirtumas, kad pradedami tiesti kokybiškai nauji kabėliai su XPLE izoliacija. TSLE tipo kabelis (kartu su kitais) tiesiamas iki 2005 metų. R. Kuodis konstatavo, kad 2004–2007 metai laikytini ekonominio kilimo etapu. Šis teiginys koreliuoja ir su kabėlių tiesimo mastais Šiaulių mieste. 2003–2004 metais kabėlių ištiesta daugiau nei 2001–2002, 2005–2006 metais kabėlių ištiesiama dar daugiau, o 2007–2008 metais, t. y. ekonominės krizės išvakarėse ir jai įsisiūbuojant ištiesių kabėlių ilgis vėl sumažėja. 2004 metais Lietuva įstojo į Europos Sąjungą. Galima daryti prielaidą, kad galbūt dėl to ir tiesiant kabelinius tinklus vis labiau imama orientuotis į gamintojus ne iš Rusijos ar Ukrainos, bet iš Vakarų šalių. Nuo 2005 metų didžiąją dalį visų ištiesių kabėlių sudaro AHXMK tipo kabėliai. Pavyzdžiui, 2011–2012 metais tiesti vien tik šios rūšies kabėliai (apie konkrečiais metais ištiesių kabėlių ilgius ir kabėlių tipus žr. 2.20 paveiksle).



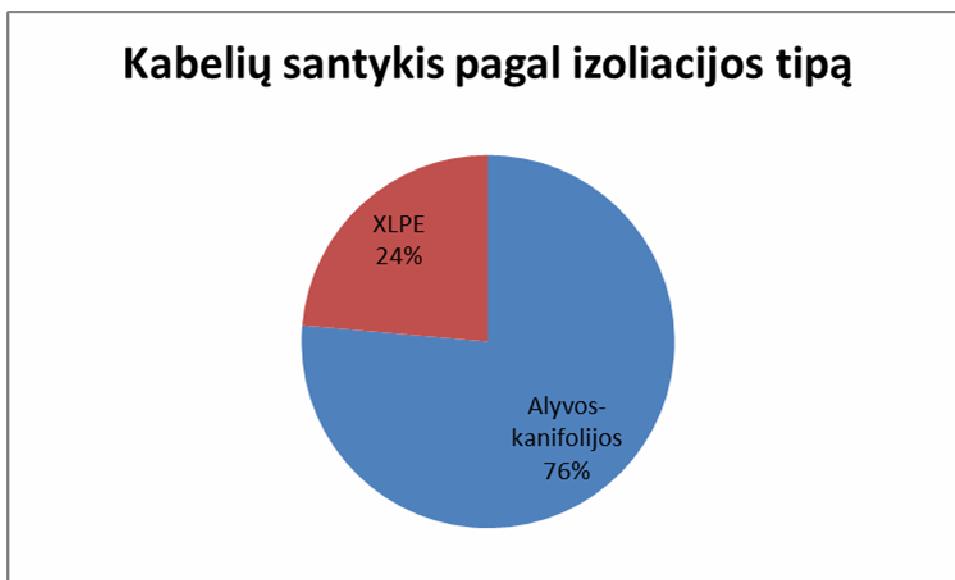
2.20 pav. Visų Šiaulių miesto 10 kV kabėlių linijose eksploatuojamų kabėlių ilgiai pagal metus

Kabėlių tiesimo tendencijos koreliuoja su kai kuriomis dabartinėmis Šiaulių miesto 10 kV kabėlių tinklo charakteristikomis. Labai didelė dalis kabėlių šiuo metu priklauso rizikos grupei: kabėliai eksploatuojami jau daugiau nei 30 metų, t. y. daugiau, nei buvo numatyta gamintojų

suteiktoje garantijoje. Po 2005 tiestiems kabeliams gamintojai yra suteikė ne tik ilgesnį garantinį eksploatacijos laiką, bet ir aukštesnę darbinę temperatūrą. Vadinasi, kabeliai su XPLE izoliacija yra visapusiškai geresni. Atsižvelgiant į tai būtent šių tipų kabeliai pastaraisiais metais naudojami naujoms 10 kV kabelinėms linijoms tiesti (remiantis 2012 metų duomenimis apskaičiuotą Šiaulių miesto 10 kV linijose eksploatuojamų kabelių rūšių santykį žr. 2.21 paveiksle, kabelių su alyvos-kanifolijos izoliacija ir kabelių su XLPE izoliacija santykis pavaizduotas 2.22 paveiksle).



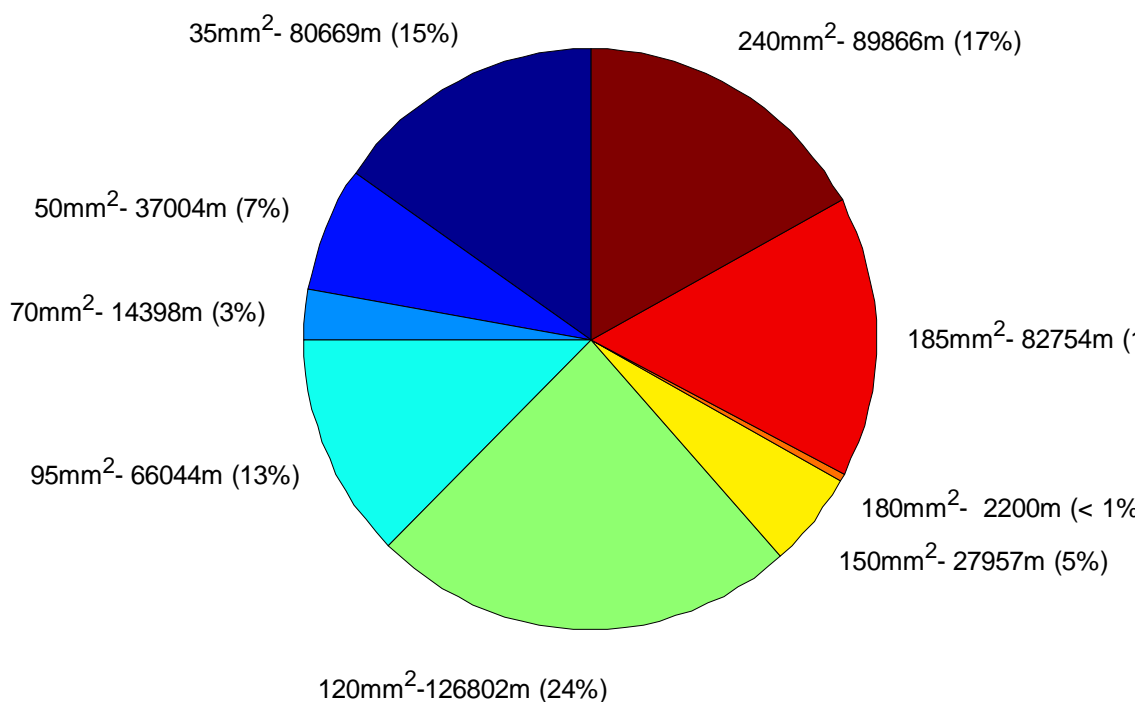
2.21 pav. Šiaulių miesto 10 kV linijose eksploatuojamų kabelių rūšių santykis



2.22 pav. Šiaulių miesto 10 kV linijose eksploatuojamų kabelių santykis pagal izoliacijos tipą

10 kV įtampos srovę Šiaulių mieste perduodantys kabeliai buvo lyginti kabelių skerspjūvio aspektu. „Elektros linijų ir instaliacijos įrengimo taisyklėse“ rašoma, kad „skirtingomis grunto ir aplinkos sąlygomis tiesiamų kabelių tipas ir skerspjūvis turi būti parinktas pagal nepalankiausias (aušinimo, korozijos, grunto slankumo ir pan.) ruožo sąlygas. Jeigu pakankamai ilguose trasos ruožuose yra skirtingos klojimo sąlygos, tai kiekvienam iš jų turi būti parinktas atitinkamas kabelio

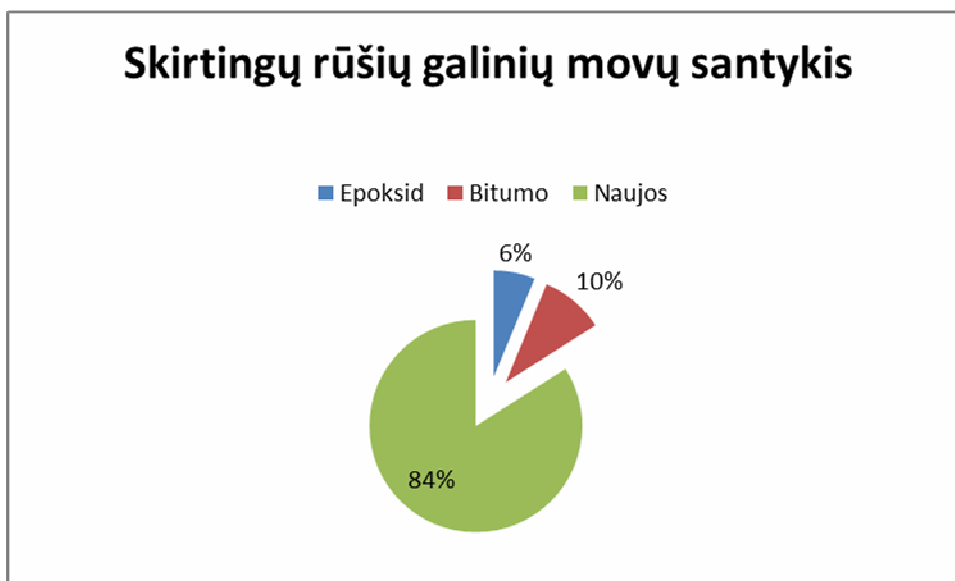
tipas ir skerspjūvis. Skirtingų aušinimo sąlygų trasose klojamų kabelių skerspjūviai turi būti parenkami pagal trasos ruožą, kuriame blogiausios aušinimo sąlygos“ [4]. Yra nustatyta, kokie turi būti minimalūs kabelių skerspjūviai. Šiaulių miesto 10 kV kabelinėse linijose dominuoja 120 mm² skerspjūvio kabeliai. Taip pat nemažą dalį sudaro didesnio skerspjūvio kabeliai (240 mm² – 17 proc., 185 mm² – 15 proc.). Dalies kabelių skersmuo yra mažesnis nei 120 mm² (35 mm² – 15 proc., 95 mm² – 13 proc.). Kuo didesnis yra kabelio skerspjūvis, tuo didesnė jo vardinė srovė. Kitaip tariant, didesnio skerspjūvio kabeliai gali išlaikyti didesnes apkrovas. Jeigu stambių elektros energijos vartotojų skaičius Šiauliuose didės, galima teigti, kad pagrįsta plečiant arba remontuojant 10 kV kabelinius tinklus rinktis kabelius, turinčius didesnį skerspjūvį (remiantis 2012 metų duomenimis apskaičiuotas Šiaulių miesto 10 kV linijose eksploatuojamų kabelių skerspjūvio ploto santykį žr. 2.23 paveiksle). Kita vertus, didesnį skerspjūvį turintys kabeliai yra brangesni, o tai didina investicijų kainą.



2.23 pav Šiaulių miesto 10 kV linijose eksploatuojamų 10 kV kabelių skerspjūvio santykis

2.1.2 Movų charakteristikos

Didelę reikšmę kabelių patikimumui turi galinių ir jungiamųjų movų tipas ir ilgaamžiškumas. Movos parenkamos atsižvelgiant į kabelių skerspjūvį. Movos turi turėti universalią konstrukciją, pritaikytą eksploatuoti vidaus ir lauko sąlygomis, leidžiančią atkurti visus kabelio sluoksnius ir savybes, išlyginti elektrinius laukus. Svarbiausia charakteristika – medžiaga, iš kurios movos pagamintos. Pagrindiniai movos komponentai turi būti termosusitraukiantys ir atsparūs ultravioletinių spindulių poveikiui, erozijai ir trekingui. Movos turi būti išbandytos naudojant kabelį su takia alyva impregnuoto popieriaus izoliacija. Bitumas ir epoksidai – degios medžiagos, tai yra viena iš priežasčių, kodėl bituminės ir epoksidinės movos turėtų būti keičiamos (išsamiau apie movoms keliamus reikalavimus žr. priede *Movoms keliami techniniai reikalavimai*). Šiaulių mieste dar yra seno tipo bituminių ir epoksidinių galinių movų, tačiau dominuoja movos, pagamintos iš modernesnių medžiagų, pavyzdžiui sausos movos RAYCHEM. Šiaulių miesto 10 kV kabeliniuose tinkluose esančių galinių movų rūšių santykis pavaizduotas 2.24 paveiksle. Naujomis movomis paveiksle sąlygiškai vadinamos visos kitos movos, pagamintos ne iš epoksido arba bitumo, o iš tų medžiagų, kurios, veikiant temperatūrai, gali kisti.



2.24 pav. Skirtingų rūšių galinių movų santykis

Šiaulių miesto 10 kV kabeliniai tinklai yra bandomi pagal nustatytas bandymų normas (jos šiame tekste jau buvo aptartos).

Remiantis LESTO parengtu bandymų planu, 2013 m. planuojama išbandyti 25 kabelius, kurių bendras ilgis – daugiau nei 26 km. Tai sudaro mažiau nei 20 proc. Šiaulių miesto 10 kV kabelinių tinklų. Didžioji dalis numatytų išbandyti kabelių yra kabeliai su alyvos-kanifolijos užpildu. Tai AABL, AAB, ASB, AAŠV, SB tipo kabeliai. Bendras jų ilgis – daugiau nei 26 km. Seniausi iš bandomųjų yra SB tipo kabeliai, nes Šiauliuose tiesiant 10 kV linijas šie kabeliai

paskutinį kartą naudoti prieš keturis dešimtmečius. Numatyta, kad bus bandomos ir 6 kabelių su XLPE tipo izoliacija atkarpos. Minėtina, kad visi iš bandomų naujesnių kabelių yra AHXAMK tipo. Remiantis iš AB LESTO gauta informacija, šie kabeliai eksploatuojami mažiau nei 20 metų (plačiau žr. priedą *2013 metų bandymų planas*).

2.2 Šiaulių miesto 10 kV kabelinių linijų gedimų apžvalga

AB LESTO specialistai palygino 2011 ir 2012 metų visų Lietuvos regionų duomenis apie 0,4 kV ir 10 kV kabelinių linijų būklę. Paaiškėjo, kad Šiaulių regione (kaip ir visuose kituose) 10 kV kabelinės linijos genda rečiau nei 0,4 kV. Be to, bendras gedimų skaičius mažėja taip pat beveik visuose regionuose (išskyrus Vilniaus). Šiaulių regiono 10 kV kabelinėse linijose 2011 metais užfiksuoti 1892 gedimai, o 2012 – 1581. Remiantis ankstesnių metų duomenimis, Šiaulių regione 26,9 proc. gedimų įvyko dėl nenustatytos priežasties. 7,5 proc. atvejų dėl gedimų buvo kalta perkūnija, 16,4 proc. – problemos, susijusios su izoliatoriaus veikla. Gyvūnai ir pašaliniai asmenys turi įtakos gedimams atsirasti rečiau (po 3 proc. atvejų atitinkamai). Taip pat nustatyta, kad Šiaulių regione rečiau gedimų įvyksta dėl sutrikusios jungtuvo ar transformatoriaus veiklos [1].

Atsižvelgiant į šią informaciją ir tai, ką galima pasakyti apie Šiaulių miesto 10 kV kabelinių linijų būklę, galima prognozuoti tikėtinų gedimų pobūdį.

Greičiausiai daugiausia gedimų gali būti užfiksuota dėl senos izoliacijos. Kabelių AHXMK, TSLE leidžiama ilgalaikė darbinė temperatūra iki 90 laipsnių, o alyviniams kabeliams iki 50, tik ABLu – iki 70. Nejudinant kabelių, nevykdant šalia žemės kasimo darbų seno tipo (rusų, ukrainiečių) gamybos kabeliai gali tarnauti ir daugiau metų. Rytų Europos gamintojų kabeliams suteikiama tik 30 metų garantija izoliacijai. Šiauliuose tokių kabelių dauguma. Sausiems kabeliams suteikiama 50 metų garantija izoliacijai. Tokie kabeliai Šiauliuose pradėti tiesti tik praėjusio amžiaus pabaigoje – nuo 1996 metų. Vadinasi, silpnomis kabelinių linijų dalimis galima laikyti tas vietas, kuriose 10 kV įtampos kabeliai su alyvos-kanifolijos izoliaciniu užpildu ištiesti prieš 30 ir daugiau metų. Kuo anksčiau kabelis buvo tiestas, tuo didesnė tikimybė, kad jį gali reikėti keisti. Struktūrinėje Šiaulių miesto kabelių schemoje galima pamatyti (žr. priedą *Struktūrinė Šiaulių miesto kabelių schema*), kad tokių vietų Šiauliuose yra daug. Reikia atsižvelgti į nepalankius temperatūrinius faktorius, kabelio apkrovą jo eksploatacijos metu.

Tikėtina, kad gali kilti gedimų dėl mechaninių izoliacijos pažeidimų. Vykdamas statybos ir kasybos darbus būtina atitrasuoti esamus kabelius, kad jie išliktų nepažeisti. Turi būti užtikrinta, kad šį darbą atliktų pakankamai kompetencijos ir patirties turintys žmonės, nes tik taip gali būti išvengta mechaninių kabelių pažeidimų. Reikia atsižvelgti į „Elektros linijų ir instaliacijos įrengimo taisyklių“ reikalavimą, kad „vietose, kur galimi mechaniniai elektros instaliacijos pažeidimai, laidai ir kabeliai turi būti klojami vamzdžiuose, loviuose, atitvarose arba instaliuojami paslėptai. Atvirai klojami laidai ir kabeliai turi būti su mechaniniam poveikiui atspariais apsauginiais apvalkalais“ [4].

Elektros linijų ir instaliacijos įrengimo taisyklėse“ nurodoma, kad „įrengiant KL gruntuose, kuriuose yra kabelių apvalkalus ardančių medžiagų (druskožemiuose, pelkėse, supiltame grunte, kuriame yra šlako, statybos produktų ir pan.), ir zonose, kur yra elektros korozijos pavojus, turi būti naudojami atitinkami kabeliai be metalinių apvalkalų arba kabeliai su švininiais apvalkalais ir sustiprinta apsaugine danga, arba kabeliai su aliumininiais apvalkalais ir sustiprinta apsaugine danga, įtraukti į ištisą drėgmei nepralaidžią atsparią plastmasinę žarną“ [4]. Klimato pokyčių prognozuoti neįmanoma, bet labai aukštos arba labai žemos temperatūros, ilgą laiką veikiančios kabelius, padidėjęs oro drėgnumas gali turėti įtakos kabelių eksploatacijos trukmei.

Išvados

1. Šiaulių miesto 10 kV kabelinių linijų analizė atskleidė kiekybines ir kokybines tinklo charakteristikas: Šiauliuose iš viso yra 805 kabelinės linijos, bendras 10 kV kabelinių linijų ilgis yra daugiau nei 470 km, vidutinis kabelinės linijos ilgis – 585 m. Didžiąją dalį Šiauliuose eksploatuojamų kabelių (76 proc.) sudaro kabeliai su alyvos-kanifolijos izoliacija, 24 proc. – su XLPE izoliacija. Daugiausia Šiauliuose ištiesta AAB tipo kabelio (23 proc.) ir AAŠv –21 proc. Šie abu kabelių tipai yra su alyvos-kanifolijos mišinio izoliacija. Penktadalis (20 proc.) Šiaulių miesto 10 kV kabelinėse linijose eksploatuojamų kabelių yra AHXAMK tipo, t. y. turi XLPE izoliaciją, vadinasi, jų eksploatavimo laikas ir leidžiama eksploatavimo temperatūra, kuriuos suteikė gamintojas, yra ilgesni. Remiantis iš AB LESTO gauta informacija buvo konstatuota, kad Šiaulių miesto 10 kV kabelinėse linijose esama kabelių, kurie ištiesti daugiau nei prieš 50 metų. Kadangi informacija apie atitinkamais metais ištiestus kabelius ir jų tipus apima 1950–2012 metų laikotarpį, padaryta išvada, kad per 62 metus plėtojant Šiaulių miesto 10 kV kabelines linijas panaudota mažiau nei 10 rūšių kabelių, konkrečiais metais ištiestų kabelių ilgis skirtingas. Tai galima sieti ne tik su vartotojų poreikiais, bet ir su bendra šalies ekonomine situacija, nes renkantis medžiagas atsižvelgiama ne tik į kokybę, bet ir į kainą.

2. Atsižvelgiant į literatūroje aprašytas kabelių gedimų priežastis ir Šiaulių miesto 10 kV kabelinių linijų gedimų analizę, kabelinių linijų būklę galima prognozuoti, kad daugiausia gedimų gali kilti dėl nusidėvėjusios kabelių izoliacijos: didžiąją dalį Šiaulių miesto 10 kV kabelinių linijų sudaro kabeliai su alyvos-kanifolijos izoliacija, kuriai gamintojai yra suteikę 30 metų garantiją. Dalis kabelių su alyvos-kanifolijos izoliacija yra pasenę, kiti sensta, izoliacijos nusidėvėjimo procesą gali paankstinti didelės apkrovos, nepalankios gamtinės sąlygos. Norint išvengti šio tipo gedimų būtina pagal galimybes ir situaciją atskirose tinklo atkarpose prieš daugiau nei tris dešimtmečius ištiestus ir senesnius kabelius su alyvos-kanifolijos izoliacija keisti kabeliais su XLPE izoliacija. Tada mažės tinklo atkarpų, kuriose gedimai labiausiai tikėtini dėl pasenusios izoliacijos.

Pakeisti senus kabelius naujais kainuoja daugiau nei pakeisti senas movas naujomis. Didžioji dalis seno tipo galinių movų yra pakeista naujomis, todėl gedimai, susiję su movomis, mažiau tikėtini.

Gedimų dėl mechaninių kabelių arba kabelių movų pažeidimų skaičius, tikėtina, mažesnis, nes tose atkarpose, kuriose yra ištiesti kabeliai, dirbama laikantis atitinkamų saugumo taisyklių, ši darbą atlieka kompetentingi asmenys.

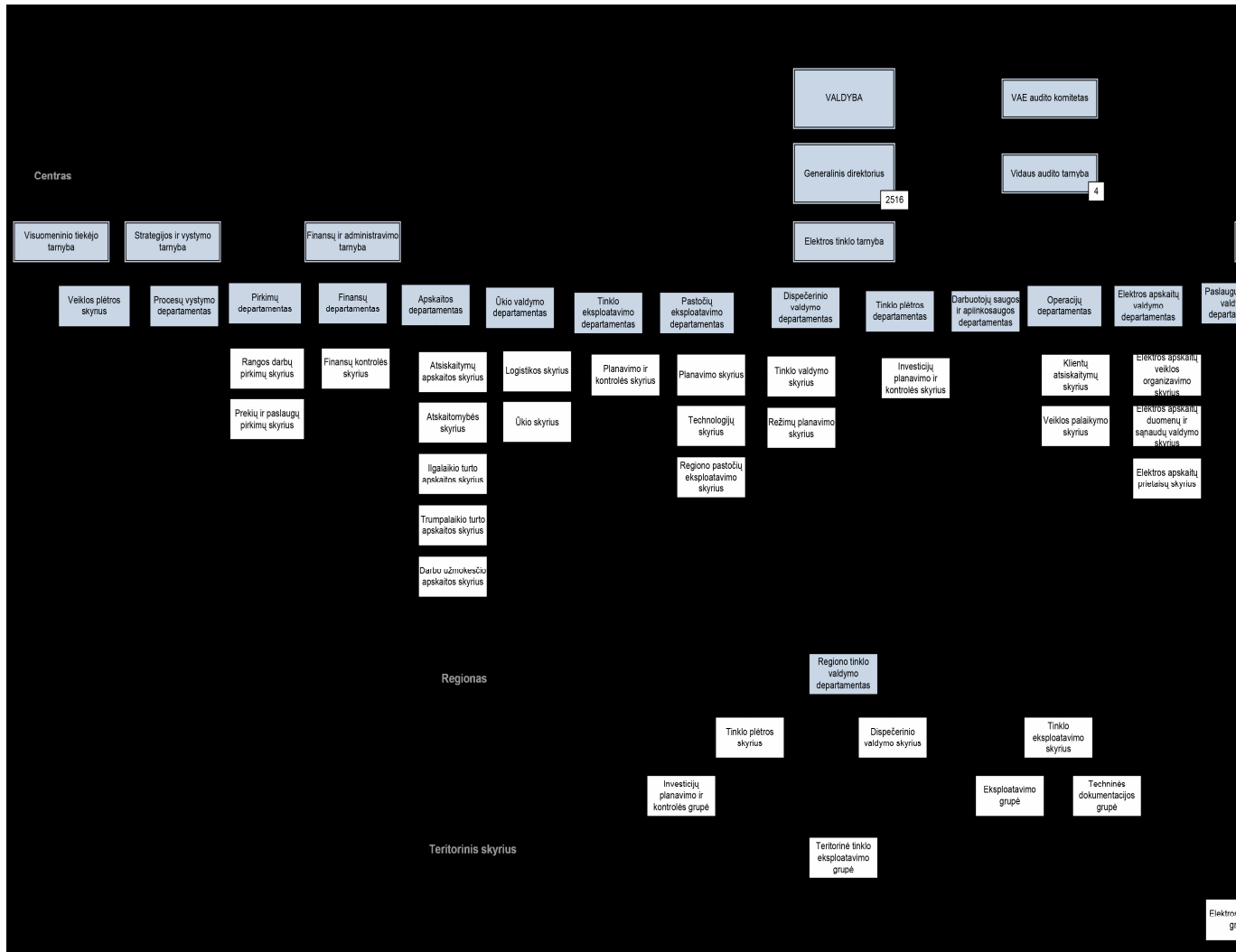
Literatūra

1. AB LESTO <http://www.lesto.lt>
2. *Aiškinamasis elektrotechnikos terminų žodynas*: lietuvių k., vokiečių k., anglų k., prancūzų k., rusų k. / Kauno technologijos universitetas; [žodyno rengimo grupė: Stasys Žebrauskas, Vytis Januševičius, Stanislovas Marcinkevičius, Rimantas Jonas Mukulys, Algimantas Stanislovas Navickas, Algirdas Smilgevičius, Jonas Juozas Stonys, Juozapas Arvydas Virbalis; vyriausiasis redaktorius Stasys Žebrauskas]. – Kaunas: Technologija, 2010
3. *Elektros energijos persiuntimo patikimumo ir paslaugų kokybės reikalavimai* www.regula.lt [žiūrėta 2013-03-19]
4. *Elektros linijų ir instaliacijos įrengimo taisyklės*. http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_l?p_id=416425&p_query=&p_tr2=2 [žiūrėta 2013-03-19]
5. *Elektros tinklų apsaugos taisyklės* http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_l?p_id=368839 [žiūrėta 2013-03-19]
6. *Elektros tinklų naudojimosi taisyklės* http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_l?p_id=428001&p_query=&p_tr2=2
7. Isoda G. *Elektros instaliacija. Bendros žinios ir įrengimas*. Vilnius: VŠĮ Respublikinis energetikų mokymo centras, 2004.
8. Karaliūnas B. 10 kV kabelinių linijų gedimų Vilniaus mieste analizė. *Elektronika ir elektrotechnika*. Kaunas: Technologija, 2006. Nr. 3(67), 51–54.
9. Kuodis R. Lietuvos ekonomikos transformacija 1990–2008: etapai ir pagrindinės ekonominės politikos klaidos. *Pinigų studijos* 2008 (2), 97–105.
10. Lietuvos šilumos tiekėjų asociacija. *0,4–110 kV įtampos kabelių linijų tiesimo techninio reglamento projektas*. Prieiga internete: http://www.lsta.lt/files/studijos/2006/18_Kabeliai_priedas.pdf [žiūrėta 2013-03-19]
11. Mikelionienė I. *Miesto kabelinio tinklo patikimumo tyrimas*. Magistrinio baigiamojo darbo ataskaita. Kaunas: KTU, 2009.
12. *Saugos eksploatuojant elektros įrenginius taisyklės* http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_l?p_id=368840 [žiūrėta 2013-03-19]
13. Šlikienė O. *Skirstomojo tinklo dispečerinio valdymo technologijų tyrimas*. Magistro darbas. Šiauliai: ŠU, 2005.
14. *Tarptautinis standartas IEC 60204-1:2005*, parengtas Tarptautinės technikos komisijos (IEC) technikos komiteto (IEC/TC 44)

15. UAB „Energetika“ galutinė ataskaita 0,4–110 kV įtampos galios kabelių klojimą reglamentuojančių teisės aktų taikymo praktikoje analizę ir rekomendacijų dėl šių kabelių linijų klojimo teisinio reglamentavimo parengimas, 2006.
16. Барышников Д. В. *Экспресс-методы оценки и прогнозирования коммутационных перенапряжений в системах электроснабжения 6–10 КВ промышленных предприятий*. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Красноярск, 2010.
17. Васильев А. П., Турлов А. Г. Средства обеспечения надежности электроснабжения потребителей. *Проблемы энергетики*, 2006, № 3–4, 19–35.
18. Гришин М. В. Эффективный контроль изоляции шахтных кабелей. Научно-технический журнал *Вестник* 2012 2, 58–62
19. Коржов А. В. Методика оценки ресурса изоляции в условиях эксплуатации для формирования эквивалентного цикла работы кабельных линий напряжением 6(10) кВ. *Вестник ЮУрГУ, Серия «Энергетика»*, вып 12 (34), 2009, 12–15.
20. Коржов А. В. Экспериментальная оценка влияния режима работы и условий эксплуатации на состояние изоляции силовых кабелей городских электрических сетей по характеристикам частичных разрядов *Вестник ЮУрГУ. Серия «Энергетика»*, вып. 14 (32), 2010, 4–9
21. Лебедев. Г. М., Бахтин Н. А. Брагинский В. И. Определение дефектов изоляции кабельных линий высокочастотным методом контроля. *Электрика*. 2003. № 7, 37–40.
22. Пономарев Н. В. Анализ методов диагностики состояния силовых высоковольтных кабельных линий. *Вестник КузГТУ: Кузбасский государственный технический университет им. Т. Ф. Горбачева*. 2012 5 (93), 68–71.
23. Привалов Н. *Современные методы и технические средства для испытаний и диагностики силовых кабельных линий номинальным напряжением до 35 кВ включительно*. Учебное пособие. Санкт-Петербург, 2008.

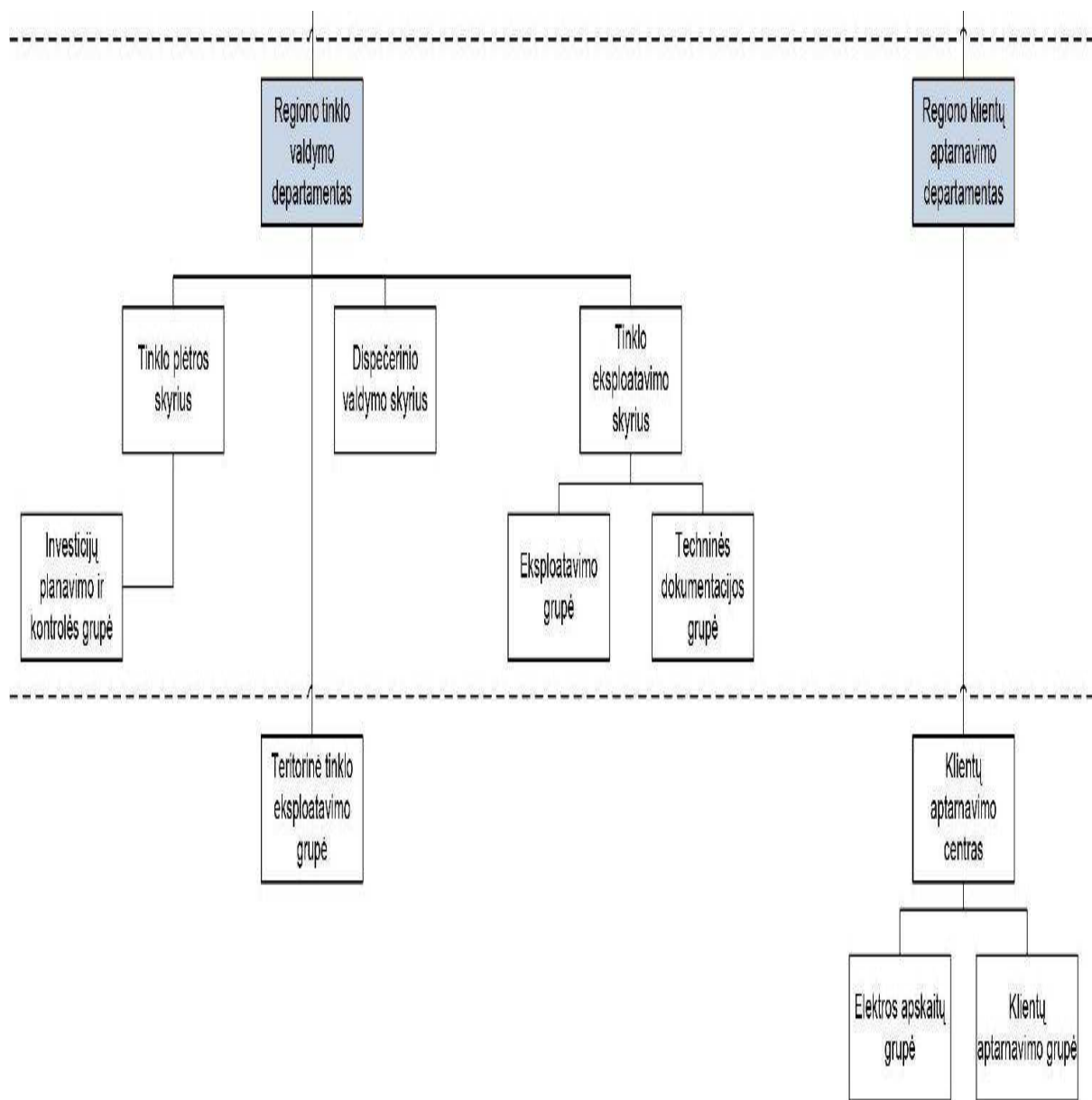
Priedai

1 priedas AB LESTO struktūra



2 priedas

Regiono tinklo struktūra



3 priedas

Struktūrinė Šiaulių miesto 10 kV linijų schema

AB LESTO _____ Šiaulių regiono TVD Šiaulių EG _____ 2013 M.
(regiono, departamento, TĖG/EG pavadinimas)

____ 10kV KL BANDYMO _____ METINIS DARBŲ PLANAS-GRAFIKAS
(planinio remonto)

E i l. N r.	Objekto pavadinimas	Objekto techn. charakt. (tipas, galia, ilgis, km)	Objekto vertė, Lt be PVM	Inventorinis Nr.	Nurodyti mėn kada planuoja vykdyti darb
1	2	3	4	5	7
1	10kV KL SP1-TR323	AABL, 0,525 km.	206,52	711794	2013.04.
2	10kV KL SP3-SP21	AAB, 1,320 km.	206,52	711811	2013.04.
3	10kV KL TPZK-SP4	ASB, 1,300 km.	206,52	711782	2013.05.
4	10kV KL SP5-MT422	AAŠv, AHXAMK-W, 1,490 km.	361,40	711816	2013.05.
5	10kV KL SP6-TR178-2	AAB, 0,430 km.	206,52	711843	2013.08.
6	10kV KL SP6-TR282	AAŠv, 1,280 km.	361,40	711843	2013.09.
7	10kV KL SP8-SP9	ASB, 0,480 km.	206,52	711822	2013.05.
8	10kV KL SP8-SP12	AAB, 0,495 km.	206,52	711822	2013.04.
9	10kV KL TPGB-SP10-2	ASB, 1,02 km.	206,52	711790	2013.09.
10	10kV KL TPŠL-SP11	AAB, 3,20 km.	206,52	711780	2013.05.
11	10kV KL SP13-MT160	AAŠv, AHXAMK-W, 0,165 km.	361,40	711819	2013.09.
12	10kV KL TPGB-SP16-2	ASB, 1,530 km.	206,52	711790	2013.09.
13	10kV KL TPGB-SP19-1	SB, 1,650 km.	206,52	711790	2013.09.
14	10kV KL SP21-TPŠL-2	AABL, AHXAMK-W, 3,500 km.	361,40	711780	2013.05.
15	10kV KL TR23-TR97	AABI, 1,845 km.	206,52	711780	2013.05.
16	10kV KL TPŠL-SP25-3	AABI, 0,460 km.	206,52	711780	2013.09.
17	10kV KL TPGB-SP27-2	ASB, 1,350 km.	206,52	711790	2013.09.
18	10kV KL SP30-TR138	AAŠv, 0,850 km.	206,52	701731	2013.08.
19	10kV KL TPGB-SP33-2	ASB, 0,500 km.	206,52	711790	2013.09.
20	10kV KL SP41-TR312	AABI, 1,465 km.	206,52	711780	2013.04.
21	10kV KL TR80-TR141	AAB, 0,278 km.	206,52	711782	2013.04.
22	10kV KL TR120-TR216	AAB, 0,15 km.	206,52	711780	2013.08.
23	10kV KL TR148-TR320	AAB, AHXAMK-W, 0,310 km.	361,40	711790	2013.08.
24	10kV KL TR49-TR232	AHXAMK-W, 0,315 km.	361,40	711780	2013.05.
25	10kV KL TPBB-TRBB501	AAB, AHXAMK-W, 0,930 km.	361,40	711848	2013.05.

Parengė: vyr. inžinierius Rytis Pangonis

Suderinta: _____

(ŠR EG atsakingas darbuotojas, vardas, pavardė, data)

(Rangovo " atstovo pareigos, vardas, pavardė, data)

Suderinta: Arūnas Navarauskas

(ŠRTVD TES vadovas, vardas, pavardė, data)

5 priedas

Movoms keliami techniniai reikalavimai

PATVIRTINTA
 AB LESTO Elektros tinklo
 tarnybos direktoriaus-generalinio
 direktoriaus pavaduotojo 2012 m.
 gegužės 31 d.
 nurodymu Nr. 220

**10 kV KABELIŲ PEREINAMOSIOS MOVOS.
 TECHNINIAI REIKALAVIMAI**

Eil. Nr.	Techniniai parametrai ir reikalavimai	Dydis, sąlyga
1.	Vardinė įtampa	10 kV
2.	Maksimalioji įtampa	12 kV
3.	Vardinis dažnis	50 Hz
4.	Tipiniai bandymai turi būti atlikti akredituotoje laboratorijoje movai su atitinkamu kabeliu	Pateikti bandymų protokolų kopijas pagal LST HD 629.2 S1, HD 628 S1
5.	Movos technologija	Termosusitraukianti
6.	Eksplotavimo sąlygos	Nustatoma užsakant: <ul style="list-style-type: none"> • žemėje; • atvirame ore; • patalpose
7.	Aplinkos temperatūra	-35 ... +35 °C
8.	Darbinė kabelio temperatūra	≥ +90 °C
9.	Jungiamų kabelių izoliacija	- Taki alyva impregnuotas popierius; - Plastik as
10.	Jungiamų kabelių gyslų skerspjūviai	Nustatomas užsakant: - 35 ÷ 240 mm ²
11.	Plastikinis kabelis	Nustatoma užsakant: - trys viengysliai; - trys viengysliais AHXAMK-W - trigyslis
12.	Alyvinis kabelis	trigyslis su bendru metaliniu apvalkalu;
13.	Movos savybės	<ul style="list-style-type: none"> • turi atstatyti visus kabelio sluoksnius ir savybes; • elektrinių laukų išlyginimas; • atspari išilginiam mechaniniam poveikiui
14.	Sumontuotos movos matmenys	ilgis < 130 cm Ø < 15 cm
15.	Izoliuojančios movos medžiagos, turinčios kontaktą su juostine popierine izoliacija	Atsparios alyvai
16.	Išorinės izoliuojančios medžiagos	Atsparios: <ul style="list-style-type: none"> • atmosferos veiksniams; • agresyvaus grunto poveikiui
17.	Sujungikliai	Varžtiniai su nulūžtančiomis galvutėmis
18.	Įžeminimo sujungimas ir kontaktų atstatymas movoje	Visi kontaktai be litavimo (komplekte turi būti visos tam reikalingos medžiagos)

19.	Gamyklinis nelituojamos įžeminimo armatūros komplektas AHXAMK-W kabeliui	Visi kontaktai be litavimo - komplekte turi būti visos tam reikalingos medžiagos
20.	Pateikiami dokumentai lietuvių kalba	<ul style="list-style-type: none"> • Montavimo instrukcija • Gamyklinis aprašymas
21.	Tarnavimo laikas	> 40 metų
22.	Garantinis laikas	≥ 24 mėnesių
23.	Sandėliavimo laikas	Neribotas

PATVIRTINTA
AB LESTO Elektros tinklo
tarnybos direktoriaus-generalinio
direktoriaus pavaduotojo 2012 m.
gegužės 31 d.
nurodymu Nr. 220

10 kV TRIGYSLIŲ KABELIŲ POPIERINE IZOLIACIJA GALINĖS MOVOS. TECHNINIAI REIKALAVIMAI

Eil. Nr.	Techniniai parametrai ir reikalavimai	Dydis, sąlyga
1.	Tipiniai bandymai turi būti atlikti akredituotoje laboratorijoje	Pateikti bandymų protokolų, sertifikatų kopijas pagal LST HD 629.2 S2 ir GOST 13781.0-86 standartus
2.	Vardinė įtampa	10 kV
3.	Maksimalioji įtampa	12 kV
4.	Vardinis dažnis	50 Hz
5.	Movos technologija	Termosusitraukianti
6.	Eksploatavimo sąlygos	<ul style="list-style-type: none"> • atvira ore; • patalpose;
7.	Aplinkos temperatūra	-35 ... +35 °C
8.	Darbinė kabelio temperatūra	≥ +90 °C
9.	Kabelio izoliacija	Tokia alyva impregnuotas popierius
10.	Kabelio gyslų skaičius	3
11.	Kabelio gyslų skerspjūvis	Nustatoma užsakant: – 25 ÷ 240 mm ²
12.	Movos savybės	<ul style="list-style-type: none"> • universali konstrukcija lauko ir vidaus sąlygoms • Turi atstatyti visus kabelio sluoksnius ir savybes; • elektrinių laukų išlyginimas
13.	Izoliuojančios movos medžiagos, turinčios kontaktą su juostine popierine izoliacija	Atsparios alyvai
14.	Pagrindiniai movos komponentai (išorinė izoliacija, sijonėliai)	Termosusitraukiantys, atsparūs: <ul style="list-style-type: none"> • ultravioletinių spindulių poveikiui; • trekingui; • ilgalaikiai erozijai
15.	Antgaliai	Varžtiniai su nulūžtančiomis galvutėmis
16.	Antgalio kontaktinės ploštumos skylės	Nustatoma užsakant:

	diametras	<ul style="list-style-type: none"> • Ø12 mm varžtams; • Ø16 mm varžtams;
17.	Sijonėlių skaičius vienai fazei movos paviršiuje:	patalpose - 0 atvira ore - 0
18.	Įžeminimo prijungimas ir kontaktų atstatymas movoje	Visi kontaktai be litavimo (komplekte turi būti visos tam reikalingos medžiagos)
19.	Trigysliams kabeliams turi egzistuoti galimybė užsakyti skirtingų gyslų ilgių galines movas	Nustatoma užsakant: – 800 mm – 1200 mm
20.	Pateikiami dokumentai lietuvių kalba	<ul style="list-style-type: none"> • Montavimo instrukcija • Gamyklinis aprašymas
21.	Movos turi būti išbandytos ant kabelio su tokia alyva impregnuoto popieriaus izoliacija	Pateikti bandymo protokolo kopiją
22.	Sandėliavimo laikas	Neribotas
23.	Tarnavimo laikas	> 40 metų
24.	Garantinis laikas	≥ 24 mėnesių

PATVIRTINTA
AB LESTO Elektros tinklo
tarnybos direktoriaus-generalinio
direktoriaus pavaduotojo 2012 m.
gegužės 31 d.
nurodymu Nr. 220

10 kV VIENGYSLIŲ IR TRIGYSLIŲ KABELIŲ PLASTIKINE IZOLIACIJA GALINĖS MOVOS. TECHNINIAI REIKALAVIMAI

Eil. Nr.	Techniniai parametrai ir reikalavimai	Dydis, sąlyga
1.	Tipiniai bandymai turi būti atlikti akredituotoje laboratorijoje	Pateikti bandymų protokolo kopiją pagal LST HD 629.1 S1 standartą
2.	Vardinė įtampa	10 kV
3.	Maksimalioji įtampa	12 kV
4.	Vardinis dažnis	50 Hz
5.	Movos technologija	Termosusitraukianti
6.	Eksplotavimo sąlygos	Nustatoma užsakant: • atvira ore; • patalpose;
7.	Aplinkos temperatūra	-35 ... +35 °C
8.	Darbinė kabelio temperatūra	≥ +90 °C
9.	Kabelio izoliacija	Plastiko
10.	Kabelio gyslų skaičius	Nustatoma užsakant: – 1 – 3
11.	Kabelio gyslų skerspjūvis	Nustatoma užsakant: – 25 ÷ 800 mm ²
12.	Kabelių ekrano konstrukcija	Nustatoma užsakant: – vario vielų; – aliuminio folija (AHXAMK-W) – vario juostos
13.	Movos savybės	<ul style="list-style-type: none"> • Turi atstatyti visus kabelio sluoksnius ir savybes; • elektrinių laukų išlyginimas

14.	Sumontuotos viengyslio kabelio movos matmenys	ilgis ≤ 30 cm $\varnothing < 15$ cm
15.	Pagrindiniai movos komponentai (išorinė izoliacija, el. lauko lyginimo medžiagos, sijonėliai)	Termosusitraukiantys, atsparūs: <ul style="list-style-type: none"> • ultravioletinių spindulių poveikiui; • trekingui; • ilgalaikiai erozijai
16.	Antgaliai	Varžtiniai su nulūžtančiomis galvutėmis
17.	Antgalio kontaktinės ploštumos skylės diametras	Nustatoma užsakant: <ul style="list-style-type: none"> • $\varnothing 12$ mm varžtams; • $\varnothing 16$ mm varžtams; • $\varnothing 20$ mm varžtams;
18.	Trigysliams kabeliams turi egzistuoti galimybė užsakyti skirtingų gyslų ilgių galines movas	Nustatoma užsakant: <ul style="list-style-type: none"> – 450 mm – 1200 mm
19.	Sijonėlių skaičius vienai fazei movos paviršiuje:	Patalpose 0 Atvira ore ≤ 1
20.	Įžeminimo prijungimas ir kontaktų atstatymas movoje	Visi kontaktai be litavimo (komplekte turi būti visos tam reikalingos medžiagos)
21.	Gamyklinis nelituojamos įžeminimo armatūros komplektas AHXAMK-W kabeliui	Užsakomas atskirai nuo movos
22.	Pateikiami dokumentai lietuvių kalba	<ul style="list-style-type: none"> • Montavimo instrukcija • Gamyklinis aprašymas
23.	Sandėliavimo laikas	Neribotas
24.	Tarnavimo laikas	> 40 metų
25.	Garantinis laikas	≥ 24 mėnesių

PATVIRTINTA
AB LESTO Elektros tinklo
tarnybos direktoriaus-generalinio
direktoriaus pavaduotojo 2012 m.
gegužės 31 d.
nurodymu Nr. 220

10 KV TRIGYSLIŲ KABELIŲ POPIERINE IZOLIACIJA JUNGIAMOSIOS MOVOS. TECHNINIAI REIKALAVIMAI

Eil. Nr.	Techniniai parametrai ir reikalavimai	Dydis, sąlyga
1.	Tipiniai bandymai turi būti atlikti akredituotoje laboratorijoje	Pateikti bandymų protokolų, sertifikatų kopijas pagal LST HD 629.2 S2 ir GOST 13781.0-86 standartus
2.	Vardinė įtampa	10 kV
3.	Maksimalioji įtampa	12 kV

4.	Vardinis dažnis	50 Hz
5.	Movos technologija	Termosusitraukianti
6.	Eksplotavimo sąlygos	Nustatoma užsakant: <ul style="list-style-type: none"> • žemėje; • atvirame ore; • patalpose
7.	Aplinkos temperatūra	-35 ... +35 °C
8.	Darbinė kabelio temperatūra	≥ +90 °C
9.	Jungiamų kabelių izoliacija	Tokia alyva impregnuotas popierius
10.	Jungiamų kabelių gyslų skaičius	3
11.	Jungiamų kabelių gyslų skerspjūviai	Nustatomas užsakant: – 35 ÷ 240 mm ²
12.	Movos savybės	<ul style="list-style-type: none"> • Turi atstatyti visus kabelio sluoksnius ir savybes; • elektrinių laukų išlyginimas; • atspari išilginiam mechaniniam poveikiui
13.	Sumontuotos movos matmenys	ilgis < 130 cm Ø < 15 cm
14.	Izoliuojančios movos medžiagos, turinčios kontaktą su juostine popierine izoliacija	Atsparios alyvai
15.	Pagrindiniai movos komponentai (izoliacija, išorinis apvalkalas)	Termosusitraukiantys, atsparūs: <ul style="list-style-type: none"> • atmosferos veiksniams; • agresyvaus grunto poveikiui
16.	Sujungikliai	Varžtiniai su nulūžtančiomis galvutėmis
17.	Įžeminimo sujungimas ir kontaktų atstatymas movoje	Visi kontaktai be litavimo (komplekte turi būti visos tam reikalingos medžiagos)
18.	Pateikiami dokumentai lietuvių kalba	<ul style="list-style-type: none"> • Montavimo instrukcija • Gamyklinis aprašymas
19.	Movos turi būti išbandytos ant kabelių su tokia alyva impregnuoto popieriaus izoliacija	Pateikti bandymo protokolo kopijas
20.	Sandėliavimo laikas	Neribotas
21.	Tarnavimo laikas	> 40 metų
22.	Garantinis laikas	≥ 24 mėnesių

PATVIRTINTA
 AB LESTO Elektros tinklo
 tarnybos direktoriaus-generalinio
 direktoriaus pavaduotojo 2012 m.
 gegužės 31 d.
 nurodymu Nr. 220

**10 kV VIENGYSLIŲ IR TRIGYSLIŲ KABELIŲ PLASTIKINE IZOLIACIJA JUNGIAMOSIOS
 MOVOS.
 TECHNINIAI REIKALAVIMAI**

Eil. Nr.	Techniniai parametrai ir reikalavimai	Dydis, sąlyga
1.	Tipiniai bandymai turi būti atlikti akredituotoje laboratorijoje	Pateikti bandymų protokolo kopiją pagal LST HD 629.1 S2 standartą
2.	Vardinė įtampa	10 kV
3.	Maksimalioji įtampa	12 kV
4.	Vardinis dažnis	50 Hz
5.	Movos technologija	Termosusitraukianti
6.	Eksploataavimo sąlygos	Nustatoma užsakant: – žemėje ir atvira ore; – patalpose
7.	Aplinkos temperatūra	-35 ... +35 °C
8.	Darbinė kabelio temperatūra	≥ +90 °C
9.	Jungiamų kabelių izoliacija	Plastiko
10.	Jungiamų kabelių gyslų skaičius	Nustatoma užsakant: – 1; – 3
11.	Jungiamų kabelių gyslų skerspjūvis	Nustatoma užsakant: – 25 ÷ 800 mm ²
12.	Jungiamų kabelių ekrano konstrukcija	Nustatoma užsakant: – vario vielų; – aliuminio folija (AHXAMK-W) – vario juostų
13.	Movos savybės	<ul style="list-style-type: none"> • Turi atstatyti visus kabelio sluoksnius ir savybes; • Elektrinių laukų išlyginimas; • Atspari išilginiam mechaniniam poveikiui
14.	Sumontuotos movos matmenys	ilgis < 130 cm Ø < 15 cm
15.	Pagrindiniai movos komponentai (izoliacija, el. lauko lyginimo medžiagos, išorinis apvalkalas)	Termosusitraukiantys, atsparūs: <ul style="list-style-type: none"> • atmosferos veiksniams; • agresyvaus grunto poveikiui
16.	Sujungikliai	Varžtiniai A klasės su nulūžtančiomis galvutėmis, pateikti tipinio bandymo pagal LST EN 61238-1 standartą protokolo kopiją
17.	Įžeminimo sujungimas ir kontaktų atstatymas movoje	Visi kontaktai be litavimo (komplekte turi būti visos tam reikalingos medžiagos)
18.	Gamyklinis nelituojamas komplektas AHXAMK-W kabeliui	pateikti nepriklausomo tipinio bandymo ant AHXAMK-W kabelio protokolo kopiją
19.	Pateikiami dokumentai lietuvių kalba	<ul style="list-style-type: none"> • Montavimo instrukcija

		• Gamyklinis aprašymas
20.	Sandėliavimo laikas	Neribotas
21.	Tarnavimo laikas	> 40 metų
22.	Garantinis laikas	≥ 24 mėnesių