

ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS  
TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS  
ELEKTROS INŽINERIJOS KATEDRA

Giedrius Šličius

**SKIRSTOMOJO ELEKTROS TINKLO REKONSTRAVIMO  
EFEKTYVUMO TYRIMAS**

Magistro darbas

**Vadovas**

doc.dr. E. V. Nevardauskas

ŠIAULIAI, 2007

ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS  
TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS  
ELEKTROS INŽINERIJOS KATEDRA

**TVIRTINU**

Katedros vedėjas

doc. dr. T. Šimkevičius

2007 06

SKIRSTOMOJO ELEKTROS TINKLO REKONSTRAVIMO  
EFEKTYVUMO TYRIMAS

Magistro darbas

Vadovas

doc.dr. E. V. Nevardauskas

2007 06

Atliko

EM-5 gr. stud.

G. Šličius

Recenzentas

doc. L. Buivis

2007 06

2007 06

ŠIAULIAI, 2007

Šličius G. The Investigation of Efficiency of Distribution Network Reconstruction: Master thesis of electrical engineer/research advisor Assoc. Dr. E. V. Nevardauskas; Šiauliai University, Technological Faculty, Electrical Engineering Department. – Šiauliai, 2007. – 47p.

## SUMMARY

The theme of Master project of Electrical engineer is actual because electric power losses are inevitable in the processes of generation, transmission, distribution and consumption of electric power. These losses can be defined as a difference between energy supplied to a system and accounted or charged customers energy. Knowing the exact amount of technical electric power losses in the distribution network is an important task of distribution system operator. Accurate calculation of actual and technical electric power losses enables the distribution system operator to evaluate and minimize commercial energy losses (illegal consumption).

In this work I represent as a minimization of energy losses the reconstruction (changing the simple air-route distribution network to the cable network (cabling) and rearranging the air-route network) of the distribution network. It lets to minimize energy losses from 20% at the beginning of project to 5% after reconstruction.

In this paper I research what the most effective reconstruction method is cabling. And main efficient need is necessary of the reconstruction.

## TURINYS

TURINYS	4
ĮŽANGA	9
1. BENDRIEJI REIKALAVIMAI	11
1.1. Kabelinėms linijoms	11
1.2. Orinėms linijoms	12
2. TECHNINIAI RODIKLIAI	13
3. UŽDAVINIAI	14
4. ATLIKTI TYRIMAI	15
5. TECHNOLOGINIŲ SAŃAUDŲ SKAIČIAVIMAS 0,4 KV ĮTAMPOS TINKLE	29
6. ELEKTROS ENERGIJOS SAŃAUDŲ PASISKIRSTYMAS TRANSFORMATORINĖSE	53
7. EKONOMINIS ĮVERTINIMAS	56
7.1. Projekto ekonominis įvertinimas kabelinėje linijoje	58
7.1. Projekto ekonominis įvertinimas orinėje linijoje	62
8. TRUMPŲJŲ JUNGIMŲ SKAIČIAVIMAI	67
9. ELEKTROS ENERGIJOS TECHNOLOGINIŲ SAŃAUDŲ PALYGINIMAS	82
IŠVADOS	85
LITERATŪRA	87
PRIEDAI	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

**PRIEDAI**

1 priedas. 0,4kV OL prieš rekonstrukciją.....	87
2 priedas. 0,4kV KL po rekonstrukcijos.....	88
3 priedas. 0,4kV OL po rekonstrukcijos.....	89

**LENTELĖS**

1. Tyrimas Nr.1 .....	16
2. Tyrimas Nr.2 .....	17
3. Tyrimas Nr.3 .....	18
4. Tyrimas Nr.4 .....	19
5. Tyrimas Nr.5 .....	20
6. Atkarpų varžos prieš projekto įgyvendinimą .....	30
7. Atkarpų varžos po projekto įgyvendinimo KL L-100 .....	31
8. Atkarpų varžos po projekto įgyvendinimo KL L-200 .....	31
9. Atkarpų varžos po projekto įgyvendinimo OL L-100 .....	32
10. Atkarpų varžos po projekto įgyvendinimo OL L-200 .....	32
11. Galios prieš projektą .....	34
12. Galios KL L-100 po rekonstrukcijos .....	35
13. Galios KL L-200 po rekonstrukcijos .....	36
14. Galios OL L-100 po rekonstrukcijos .....	37
15. Galios OL L-200 po rekonstrukcijos .....	37
16. Sąnaudos prieš projekto įgyvendinimą .....	39
17. Sąnaudos po projekto įgyvendinimo KL L-100 .....	40
18. Sąnaudos po projekto įgyvendinimo KL L-200 .....	41
19. Sąnaudos po projekto įgyvendinimo OL L-100 .....	42
20. Sąnaudos po projekto įgyvendinimo OL L-200 .....	42
21. Įtampos nuostoliai linijos atkarpose prieš projektą .....	44
22. Įtampos nuostoliai linijos atkarpose po rekonstrukcijos KL L-100 .....	45
23. Įtampos nuostoliai linijos atkarpose po rekonstrukcijos KL L-200 .....	46
24. Įtampos nuostoliai linijos atkarpose po rekonstrukcijos OL L-100 .....	47
25. Įtampos nuostoliai linijos atkarpose po rekonstrukcijos OL L-200 .....	47
26. Įtampa linijos taškuose, V prieš rekonstrukciją .....	48
27. Įtampa linijos taškuose, V po rekonstrukcijos L-100 .....	49
28. Įtampa linijos taškuose, V po rekonstrukcijos L-200 .....	49
29. Elektros energijos sąnaudų pasiskirstymas transformatorinėse .....	55
30. KL projekto ekonominis įvertinimas .....	58

31. OL projekto ekonominis įvertinimas.....	62
32. Trumpųjų jungimų skaičiavimas prieš rekonstrukciją .....	68
33. Trumpųjų jungimų skaičiavimas po rekonstrukcijos KL L-100 .....	70
34. Trumpųjų jungimų skaičiavimas po rekonstrukcijos KL L-200 .....	71
35. Trumpųjų jungimų skaičiavimas po rekonstrukcijos KL L-100 avarinis režimas.....	72
36. Trumpųjų jungimų skaičiavimas po rekonstrukcijos KL L-200 avarinis režimas.....	74
37. Trumpųjų jungimų skaičiavimas po rekonstrukcijos OL L-100.....	76
38. Trumpųjų jungimų skaičiavimas po rekonstrukcijos OL L-200.....	77

## PAVEIKSLAI

4.1.pav. Analizatoriaus duomenų tyrimo kreivės linijos pradžioje. ....	21
4.2. pav. Analizatoriaus duomenų tyrimo įtampų kreivės linijos pradžioje.....	22
4.3. pav. Analizatoriaus duomenų tyrimo srovių kreivės linijos pradžioje.....	23
4.4. pav. Analizatoriaus duomenų tyrimo galių kreivės linijos pradžioje.....	24
4.5. pav. Analizatoriaus duomenų tyrimo fazinių įtampų kreivės linijos pabaigoje. ....	25
4.6. pav. Analizatoriaus duomenų tyrimo linijinių įtampų kreivės linijos pabaigoje.....	26
4.7. pav. Analizatoriaus duomenų tyrimo galių kreivės linijos pabaigoje.....	27
4.8. pav. Analizatoriaus duomenų tyrimo srovių kreivės linijos pabaigoje.....	28
5.1 pav. Įtampos pasiskirstymas atkarpose . ....	50
5.2 pav. Įtampos pasiskirstymas linijos atkarpose po rekonstrukcijos L-100 . ....	51
5.3 pav. Įtampos pasiskirstymas linijos atkarpose po rekonstrukcijos L-200 . ....	51
7.1. pav. KL projekto esamoji vertė.....	61
7.2 pav. OL projekto esamoji vertė, kai diskonto norma 5%.....	65
7.3 pav. OL projekto esamoji vertė, kai diskonto norma 7%.....	66
8.1 pav. L-100 avarinis režimas.....	73
8.2 pav. L-200 avarinis režimas.....	75
8.3 pav. Trumpųjų jungimų srovių kreivės . ....	79
8.4 pav. Trumpųjų jungimų srovių kreivės oro linijoje prieš rekonstrukciją.....	80
8.5 pav. Trumpųjų jungimų srovių kreivės linijose L-100 po rekonstrukcijos. ....	81
8.6 pav. Trumpųjų jungimų srovių kreivės linijose L-200 po rekonstrukcijos . ....	81
9.1 pav. Elektros energijos technologinių sąnaudų palyginimas.....	84



## IŽANGA

Didelė dalis 0,4-10kV elektros tinklų įrenginių eksploatuojami daugiau kaip 25 metai, todėl jų ekonomišką eksploatavimo laiką pasibaigęs. Dėl energetikos vystymosi ypatumų žemosios įtampos linijos buvo statomos ilgos, jas tiesiant panaudoti mažo skerspjūvio laidai. Vis daugiau naudojant įvairių buitinių prietaisų, natūraliai padidėjo vartotojų poreikiamoji galia. Todėl yra sudėtinga prijungti prie esamų, pasenusių elektros tinklų naujuosius vartotojus. Elektros oro linijos trukdo dirbti žemei ir gadina kraštovaizdį.

Miestuose ir miesteliuose OL eksploatavimas sudėtingas, gyventojai patiria energijos nepatogumų, žalojami želdiniai.

Apšalas ir vėjas dažnai nutraukia laidus, lūžta atramos ir sutrinka elektros energijos tiekimas, didėja eksploatavimo išlaidos. Senstant oro linijoms didėja laidų, izoliatorių ir atramų defektų skaičius. Beveik kas kartą, nutrūkus laidams, atsiranda pavojus žmonėms. Todėl yra gana efektyvu senas, o ir projektuojamas naujas, oro linijas keisti kabelinėmis.

Savo darbe nagrinėju skirstomojo elektros energijos tinklo 0,4kV oro linijos pakeitimą į 0,4kV kabelinį tinklą bei naujos oro linijos statybą Kuršėnų mieste. Mano projekte tiriama skirstomojo tinklo elektros energijos technologinių sąnaudų ir galios nuostolių kitimas. Atlikus skaičiavimus ir padalijus tinklą į dvi dalis ( išskaidžius apkrovas ) pasiekiamas rezultatas, ko pasėkoje sumažinami galios nuostoliai linijoje ir technologinės sąnaudos, kurios orinėje linijoje buvo labai didelės. Pagerėja tiekiamos elektros energijos saugumas ir kokybė. Žymiai pagerėja linijų aptarnavimas. "Nebedarkomas" kraštovaizdis.

Elektros energijos gamyba, perdavimas ir skirstymas sukelia technologines sąnaudas, kurios yra elektros energijos persiuntimo ekonomiškumo rodiklis. Todėl elektros energijos technologinės sąnaudos skaičiuojamos elektros tinklų darbo režimu analizei ir turi įtakos perspektyviam elektros tinklų darbo planavimui. Šių skaičiavimų tikslas yra ne tik nustatyti technologines sąnaudas, bet ir jų dedamąsias, kurios leistų įvertinti elektros tinklų darbo ekonomiškumą, numatyti priemones elektros tinklų režimų ekonomiškumui pagerinti, įvertinti komercinių nuostolių dydį ir koreguoti elektros vartotojų bei tiekėjų atsiskaitymus. Tikslus elektros energijos technologinių sąnaudų nustatymas yra svarbus skirstomųjų tinklų operatoriaus uždavinys, nes faktinių ir skaičiuojamųjų technologinių sąnaudų įvertinimas leidžia nustatyti ir minimizuoti komercinius elektros energijos nuostolius, t. y. energijos vagystes ir kita.

Užsienio šalių elektros tinklų pateiktos informacijos analizė rodo, kad elektros energijos perdavimo ir skirstymo technologinės sąnaudos įvairiose šalyse skiriasi gana žymiai, pvz., Liuksemburge elektros energijos technologinės sąnaudos tesiekia 1,72%, tuo tarpu Vengrijoje ir Rumunijoje atitinkamai 12,74 ir 12,80%. Tai priklauso ne tik nuo realių technologinių sąnaudų, bet ir nuo priimtos skaičiavimo metodikos bei mokesčių sistemos. Pateikta statistika rodo, kad vidutinės elektros tinklų technologinės sąnaudos Europoje yra 6–7% [3].

Atliktas darbas turėtų paspartinti skirstomųjų elektros tinklų rekonstrukcijas, atkreipti dėmesį į pasiekiamus efektyvumo rodiklius, kurie nustatomi atlikus skaičiavimo ir eksperimentinius tyrimus.

## 1.BENDRIEJI REIKALAVIMAI

### 1.1. Kabelinėms linijoms

**Kabėlių linija (KL)** – elektrai arba silpnų srovė signalams perduoti skirta elektros inžinerinio tinklo dalis, kurią sudaro vienas ar keli lygiagretūs oro arba požeminiai kabeliai su jungiamosiomis, užveriamosiomis ir galinėmis movomis, o alyvos pripildytose linijose dar yra alyvos papildymo aparatai ir slėgio signalizavimo sistema;

Kabelinių linijų projektavimas ir įrengimas turi būti pagrįstas techniniais ir ekonominiais skaičiavimais, atsižvelgiant į tinklo išplėtimą, linijos paskirtį ir svarbą, trasos pobūdį, klojimo būdą, kabelių konstrukciją, natūralaus kraštovaizdžio išsaugojimo būtinumą ir pan..

KL turi būti tinkamos eksploatuoti esamomis darbo sąlygomis. Kabelių apsaugai nuo atmosferinių viršįtampių abiejuose KL galuose turi būti pastatyti viršįtampių ribotuvai. Kabeliai taip pat turi būti tinkamai apsaugoti nuo mechaninio ir terminio poveikio ir korozijos. Kabelių konstrukcija (tipas, markė) parenkama projektavimo metu, atsižvelgiant į grunto savybes.

Pagal galiojančias Elektros tinklų apsaugos taisykles virš požeminių KL turi būti išskirtos tokios apsaugos zonos:

- išilgai požeminių KL – žemės juosta, kurios horizontalus plotis abiejuose linijos pusėse nuo KL konstrukcijų kraštų 1 m, o atstumas iki pastatų ir kitų statinių pamatų – 0,6 m;
- išilgai povandeninių KL – vandens sluoksnis, kurio horizontalus plotis abiejuose linijos pusėse nuo kraštinių kabelių – 100 m.

KL trasa turi būti parinkta taip, kad reikėtų kuo trumpesnio kabelio ir kad jis būtų apsaugotas nuo mechaninio poveikio, korozijos, vibracijos ir neperkaistų nuo atsiradusio elektros lanko gretimame kabėlyje. Klojant kabelius, reikia vengti jų tarpusavio sankirtų, sankirtų su vamzdiniais ir pan..

Skirtingomis grunto ir aplinkos sąlygomis įrengiamų KL 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, kiekvienam iš jų turi būti parinktas atitinkamas kabelio tipas ir skerspjūvis.

KL gylis nuo išlyginto žemės paviršiaus iki 1000V įtampos kabeliams turi būti ne mažesnis kaip 0,7 m.

Ariamose žemėse 0,4-35kV įtampos kabeliai turi būti tiesiami ne mažesniame kaip 1 m gylyje.

Tiesiant kabelius tranšėjose, po kabeliu ir virš jo, turi būti pilamas ne mažesnio kaip 10cm storio smėlio arba kitos smulkios frakcijos grunto sluoksnis be akmenų, statybinių šiukšlių ir šlako.

Tranšėjose nutiestų kabelių apsauga nuo mechaninių pažeidimų priklauso nuo kabelių svarbos, įtampos, paklojimo gylio ir vietos. Kabelių apsaugos priemonių mechaninis atsparumas turi būti ne mažesnis kaip 6 MPa.[1]

## 1.2. Orinėms linijoms

**Oro linija (OL)** – elektros inžinerinis tinklas, skirtas elektrai persiųsti atvira ore nutiestais neizoliuotais arba izoliuotais prie atramų izoliatoriais pritvirtintais laidais.

Mechaninis laidų, izoliatorių, tvirtinimo detalių, OL atramų ir jų pamatų atsparumas turi būti skaičiuojamas ribinių būvių metodu pagal faktines apkrovas.

Elektros OL turi būti nutiestos taip, kad atramos neužtvirtėtų įėjimų į pastatus, įvažiavimų į kiemus, nekliudytų pėsčiųjų ir transporto eismui.

Ant OL atramų 1,7-3 m aukštyje nuo žemės turi būti pažymėtas atramos eilės numeris.

OL atramų metalinės konstrukcijos karšto cinkavimo būdu turi būti apsaugotos nuo korozijos.

OL turi būti naudojami daugiavieliai laidai. Išpintų laidų naudoti neleidžiama. Pagal mechaninio atsparumo sąlygą OL reikia naudoti ne mažesnio kaip 25 mm<sup>2</sup> skerspjūvio aliumininius laidininkus.

OL laidai turi būti parenkami pagal gamyklų gamintojų pateiktas fizikines bei mechanines laidų charakteristikas.

Laidų atsparumas turi būti skaičiuojamas, esant didžiausiai išorinei apkrovai ir esant žemiausiai temperatūrai, kai nėra išorinės apkrovos. Skaičiavimuose reikia naudoti gamyklų gamintojų pateiktus leistinuosius laidų mechaninių įtempimų duomenis.

Nulinis laidas turi būti tvirtinamas prie izoliatorių.

Atramų įkasimas ir jų įtvirtinimo būdai turi būti nustatomi atsižvelgiant į atramų aukštį, tvirtinamų laidų skaičių, grunto savybes, taip pat į grunto kasimo būdus.[1]

## 2. TECHNINIAI RODIKLIAI

Rekonstruojamas tinklas – 0,4kV oro linija Kuršėnų mieste, Vydūno gatvėje.

Vartotojų skaičius – 54

Vartotojų bendras instaliuotas galingumas – 270kW (5x54)

Oro linijos laidų tipas ir skerspjūvis – 4xA-35 (35mm<sup>2</sup>)

Oro linijos ilgis – 720 metrų

Oro linijos apkrautumas – 270kW

Maitinimas iš – 10/0,4 kV KT Kš-1313

Transformatorius – TM 10/0,4kV 160kVA

Po projekto įgyvendinimo :

Kabelinės linijos skerspjūvis – 150mm<sup>2</sup>

Kabelinės linijos ilgis:

L-100 – 650metrų, apkrautumas 110kW

L-200 – 760 metrų, apkrautumas 160kW

Esant reikalui (remontas) galimas abiejų linijų sujungimas į vieną (sužiedavimas).

Pateikiamas ir variantas, kai po rekonstrukcijos pastatomas orinis tinklas analogiškas kabeliniam savo struktūra:

Oro linijos laidų skerspjūvis –70 ir 95 mm<sup>2</sup>;

Orinės linijos ilgis:

L-100 – 650metrų, apkrautumas 110kW

L-200 – 760 metrų, apkrautumas 160kW

### **3.UŽDAVINIAI**

1. Ištirti, kaip kinta technologinės sąnaudos prieš ir po rekonstrukcijos.
2. Ištirti, kaip kinta galios nuostoliai.
3. Nustatyti, koks pasiekiamas efektyvumas po rekonstrukcijos.
4. Nustatyti finansinį efektyvumą.
5. Palyginti orinę ir kabelinę linijas.

#### 4.ATLIKTI TYRIMAI

Buvo atlikti tyrimai matuojant įtampas ir srovės transformatorinėje ir linijos taškuose, siekiant išsiaiškinti realią vartotojų išnaudojamąją galią. Tyrimų rezultatai pateikiami lentelėje žemiau.

Matavimų rezultatai parodė, kad vartotojai išnaudoja labai nedaug savo realios turimos galios.

Pagal akcinės bendrovės „VST“ metodiką, įprastam vartotojui yra priskiriama 5kW leistinosios galios (leistinoji naudoti galia – didžiausia galia, kurią vartotojas gali naudoti iš operatoriaus ar tiekėjo tinklo bet kuriuo metu ir kuri nurodoma operatoriaus ar tiekėjo vartotojui išduotoje techninių sąlygų įvykdymo pažymyje ir sutartyje. Buitiniams vartotojams – tai didžiausia galia, kurią jie gali vartoti iš operatoriaus ar tiekėjo tinklo bet kuriuo metu ir kuri atitinka įrengto įvadinio automatinio jungiklio atkabiklio ar saugiklio lyduko vardinei srovei [6] ).

Taipogi atlikti tyrimai elektros energijos kokybės analizatoriumi “Metrel PowerQualityAnalyser MI 2192”. Elektros energijos kokybės analizatorius – daugiafunkcinis nešiojamas prietaisas, skirtas matuoti ir analizuoti trifazės sistemos parametrus. Tyrimas atliktas, siekiant nustatyti linijos apkrautumą. Analizatorius buvo prijungtas transformatorinėje ant “išeinančios” linijos gnybtų bei linijos gale. Analizatoriaus parodymai apdorojami specialia kompiuterine programa “Power Link”.

Matavimo tyrimo metodai remiasi įėjimo signalo diskretizavimu. Kiekvienas įėjimo signalas (3 įtampos ir 3 srovės) atskaitomos 128 kartus per periodą. Šio periodo trukmė priklauso nuo sinchronizuojančio įėjimo dažnio (vienas iš 3 įtampos ar srovės įėjimų). Esant 50 Hz dažniui periodo trukmė yra 20 ms.

Išmatuotos reikšmės paskaičiuojamos periodo pabaigoje ir reikšmės pateikiamos displėjuje arba yra registruojamos.

Reikšmės, kurios skaičiuojamos naudojant greitąją Furje transformaciją (FTT), apskaičiuojamos kas 8 periodą ( kas 160 ms prie 50 Hz).

## Tyrimas Nr.1

TR, KT, ST numeris, dispečerinis pavadinimas					Matavo:		Matuota	
<b>Kš- 1313 Papilės g.</b>					G. Šličius		AK	
<b>S tr (kVA)</b>					160		antradienis	
					2006 09 05		11 00	
Linija	Apkrova (A)				Įtampa (V)			
	A	B	C	0	A	B	C	U <sub>f</sub> vid.(V)
L-100	19	32	21	11	235	237	241	237,67
I bendras (A)	19	32	21	11	I vid. (A) 24,00			
<b>Sm (kVA)</b>	17,11							
<b>Ka</b>	0,11							

Sm (kVA)- pilnoji maksimalioji jėgos transformatoriaus apkrova  
Ka-jėgos transformatoriaus apkrovimo koeficientas  
S tr (kVA)- iėgos transformatoriaus ankrova



## Tyrimas Nr.2

TR, KT, ST numeris, dispečerinis pavadinimas				Matavo:		Matuota		
<b>Kš- 1313 Papilės g.</b>				G. Šličius AK		Data	Laikas	
<b>S tr (kVA)</b>	160			trečiadienis		2006 11 08	17 20	
	Apkrova (A)				Įtampa (V)			
Linija	A	B	C	0	A	B	C	U <sub>f</sub> vid.(V)
L-100	28	64	25	6	228	232	241	233,67
I bendras (A)	28	64	25	6	I vid. (A) 39,00			
<b>Sm (kVA)</b>	27,34							
<b>Ka</b>	0,17							

Sm (kVA)- pilnoji maksimalioji jėgos transformatoriaus apkrova  
Ka-jėgos transformatoriaus apkrovimo koeficientas  
S tr (kVA)- jėgos transformatoriaus apkrova

## Tyrimas Nr.3

TR, KT, ST numeris, dispečerinis pavadinimas				Matavo:		Matuota		
<b>Kš- 1313 Papilės g.</b>				G. Šličius AK		Data	Laikas	
<b>S tr (kVA)</b>	160			antradienis		2007 01 16	18 05	
	Apkrova (A)				Įtampa (V)			
Linija	A	B	C	0	A	B	C	U <sub>f</sub> vid.(V)
L-100	46	68	20	4	229	231	243	234,33
I bendras (A)	46	68	20	4	I vid. (A)	44,67		
<b>Sm (kVA)</b>	31,40							
<b>Ka</b>	0,20							

**Sm (kVA)**- pilnoji maksimalioji jėgos transformatoriaus apkrova

**Ka**-jėgos transformatoriaus apkrovimo koeficientas

**S tr (kVA)**- jėgos transformatoriaus apkrova

## Tyrimas Nr.4

TR, KT, ST numeris, dispečerinis pavadinimas				Matavo:		Matuota		
<b>KŠ- 1313 Papilės g.</b>				G. Šličius AK		Data	Laikas	
S tr (kVA)	160			sekmadienis		2007 04 15	16 00	
Linija	Apkrova (A)				Įtampa (V)			
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>0</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>U<sub>f</sub> vid.(V)</b>
L-100	24	35	20	3	233	235	241	236,33
I bendras (A)	24	35	20	3	I vid. (A)	26,33		
<b>Sm (kVA)</b>	18,67							
<b>Ka</b>	0,12							

**Sm (kVA)**- pilnoji maksimalioji jėgos transformatoriaus apkrova

**Ka**-jėgos transformatoriaus apkrovimo koeficientas

**S tr (kVA)**- jėgos transformatoriaus apkrova

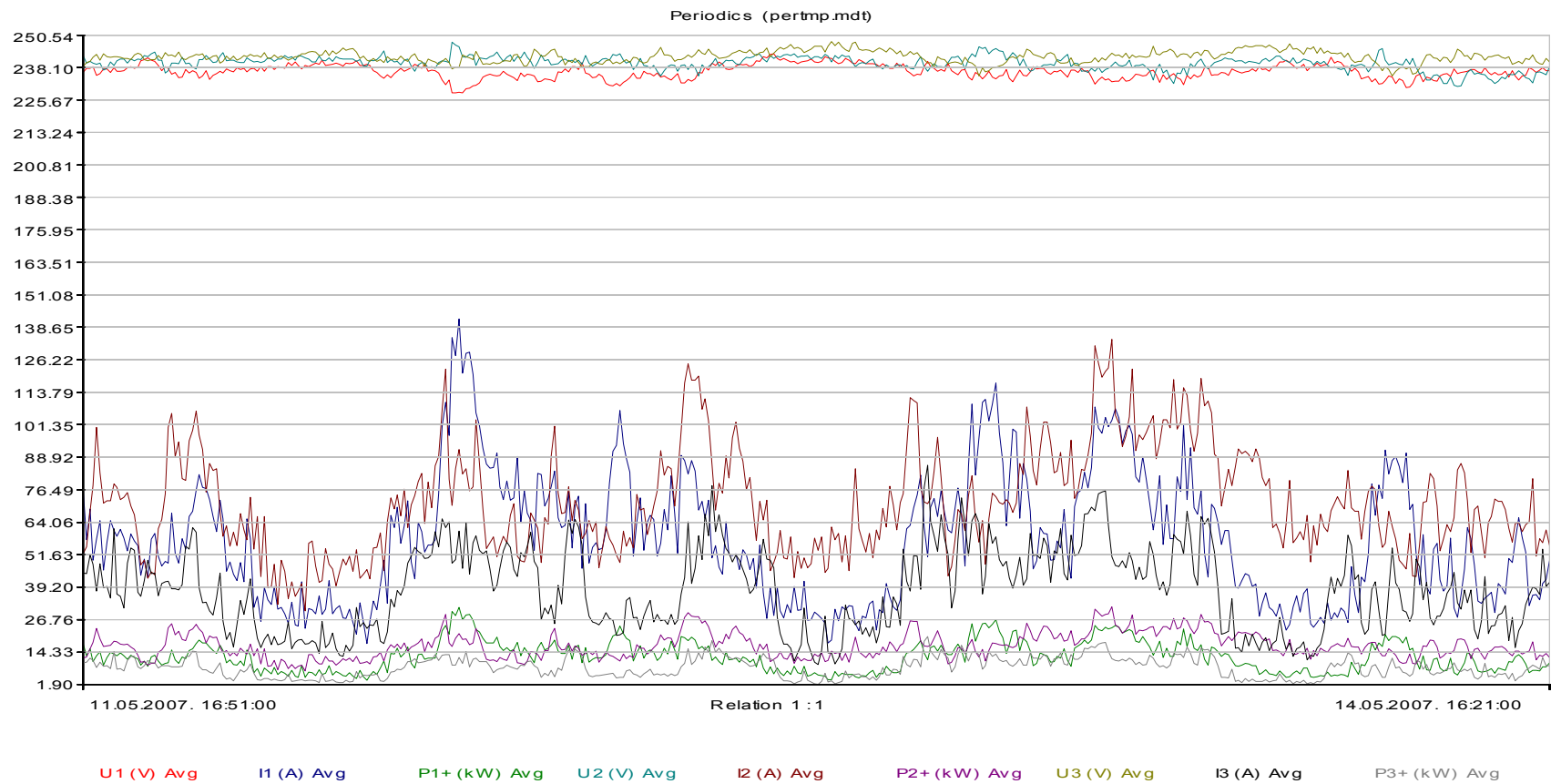
## Tyrimas Nr.5

TR, KT, ST numeris, dispečerinis pavadinimas				Matavo:		Matuota		
<b>KŠ- 1313 Papilės g.</b>				G. Šličius		AK		
<b>S tr (kVA)</b>	160			antradienis		Data	Laikas	
						2006 04 17	20 00	
	Apkrova (A)				Įtampa (V)			
Linija	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>0</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>U<sub>f</sub> vid.(V)</b>
L-100	40	39	16	19	222	237	240	233,00
<b>I bendras (A)</b>	40	39	16	19	<b>I vid. (A)</b>	31,67		
<b>Sm (kVA)</b>	22,14							
<b>Ka</b>	0,14							

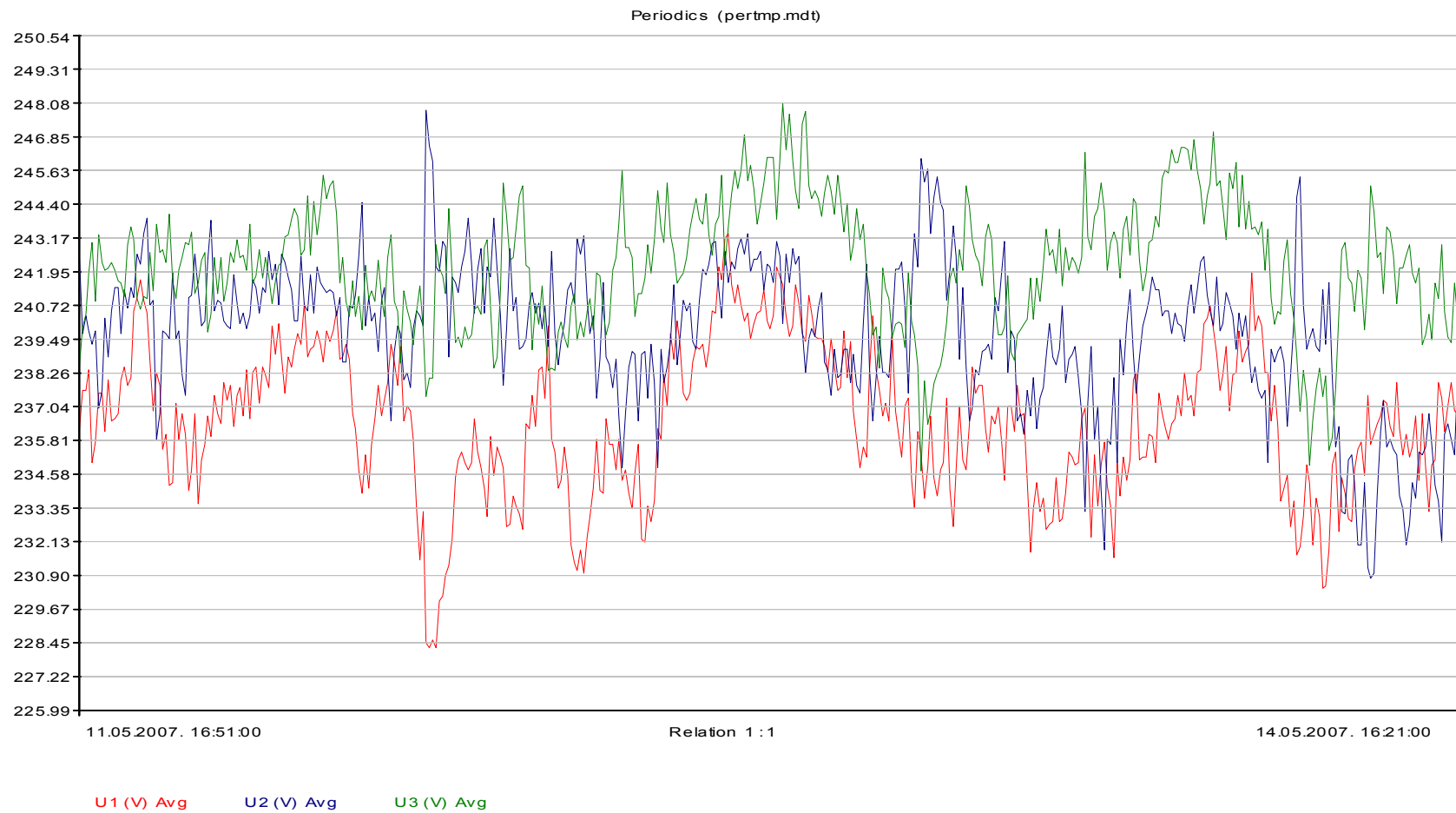
**Sm (kVA)**- pilnoji maksimalioji jėgos transformatoriaus apkrova

**Ka**-jėgos transformatoriaus apkrovimo koeficientas

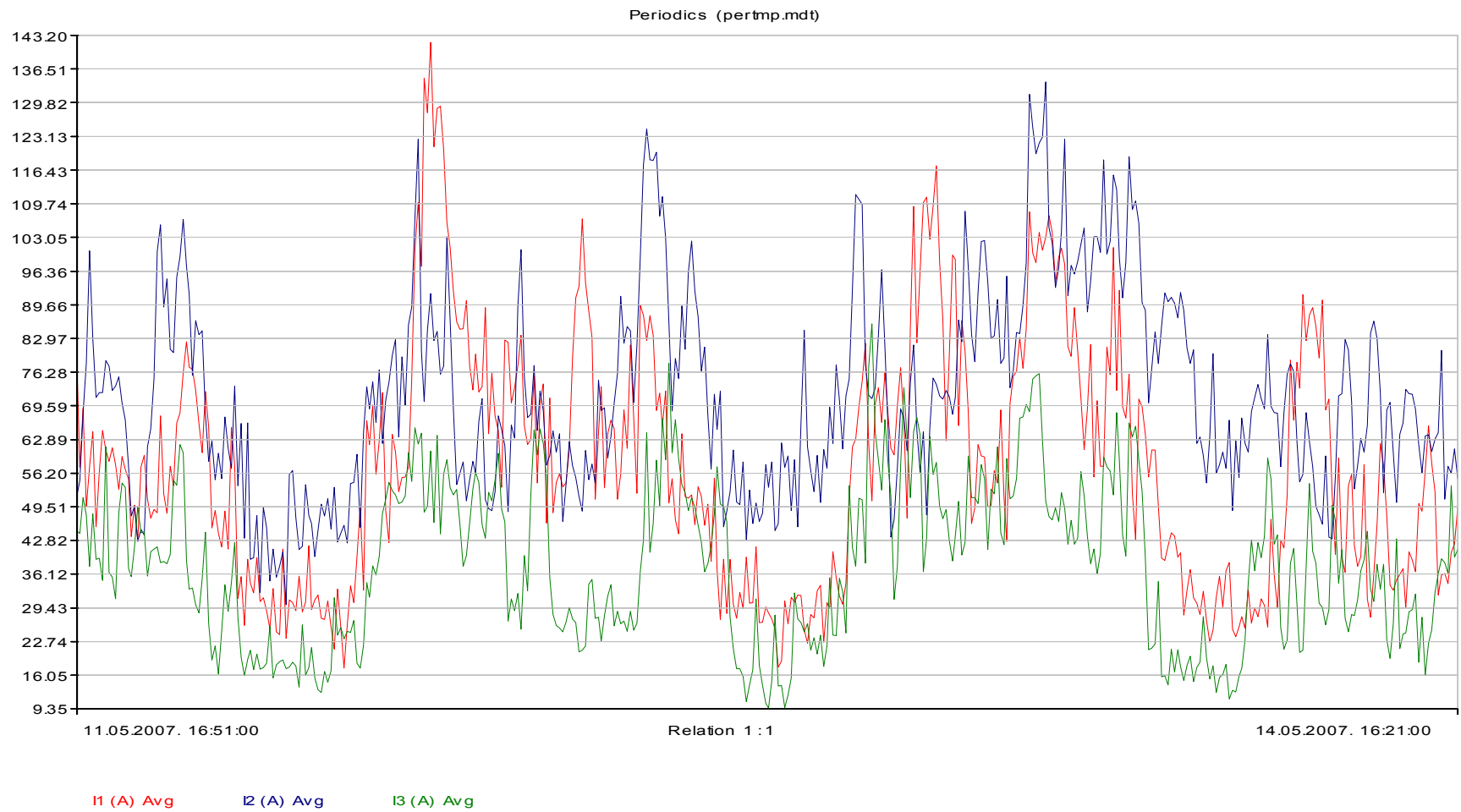
**S tr (kVA)**- jėgos transformatoriaus apkrova



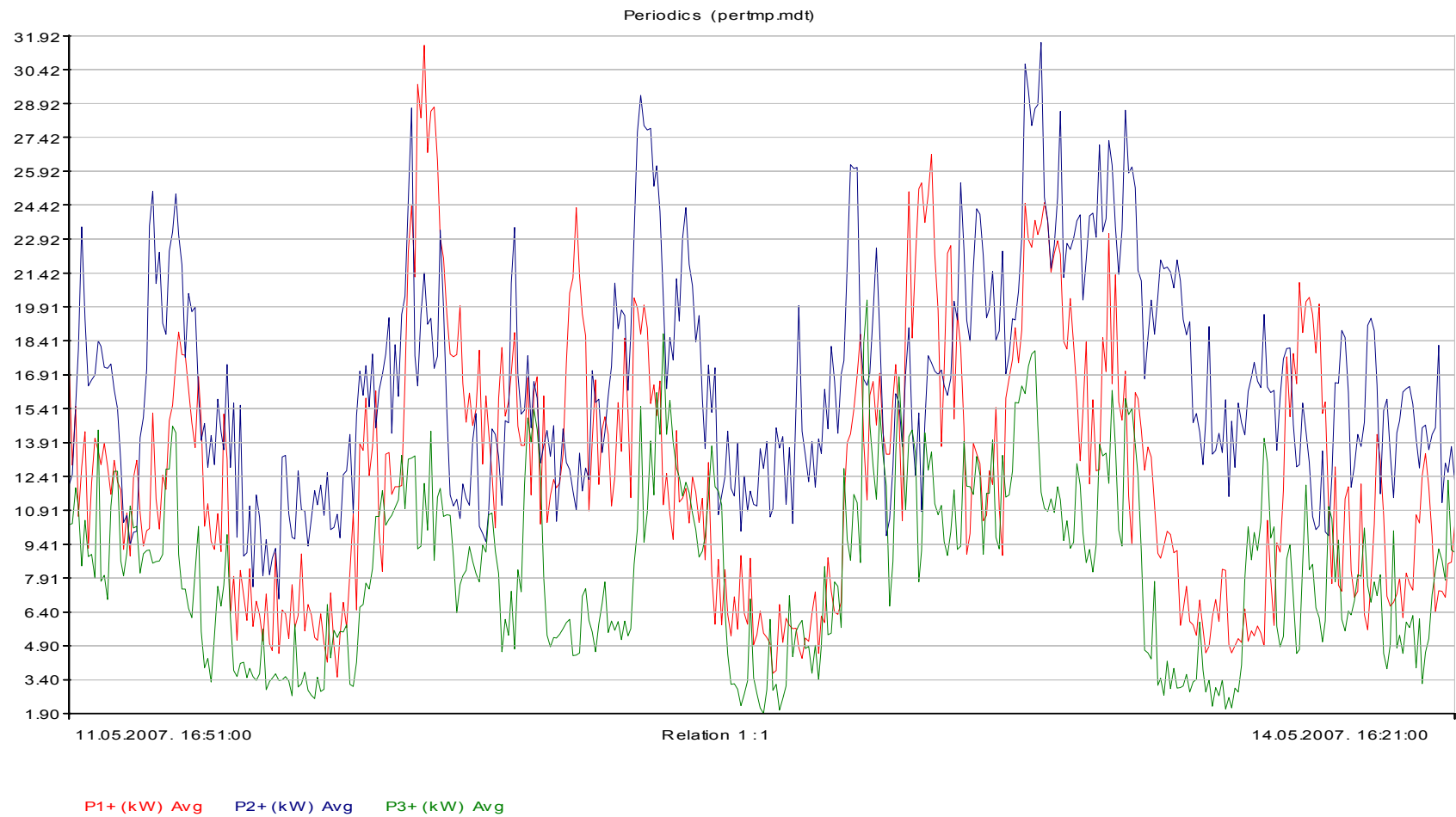
4.1.pav. Analizatoriaus duomenų tyrimo kreivės linijos pradžioje.



4.2. pav. Analizatoriaus duomenų tyrimo įtampų kreivės linijos pradžioje.

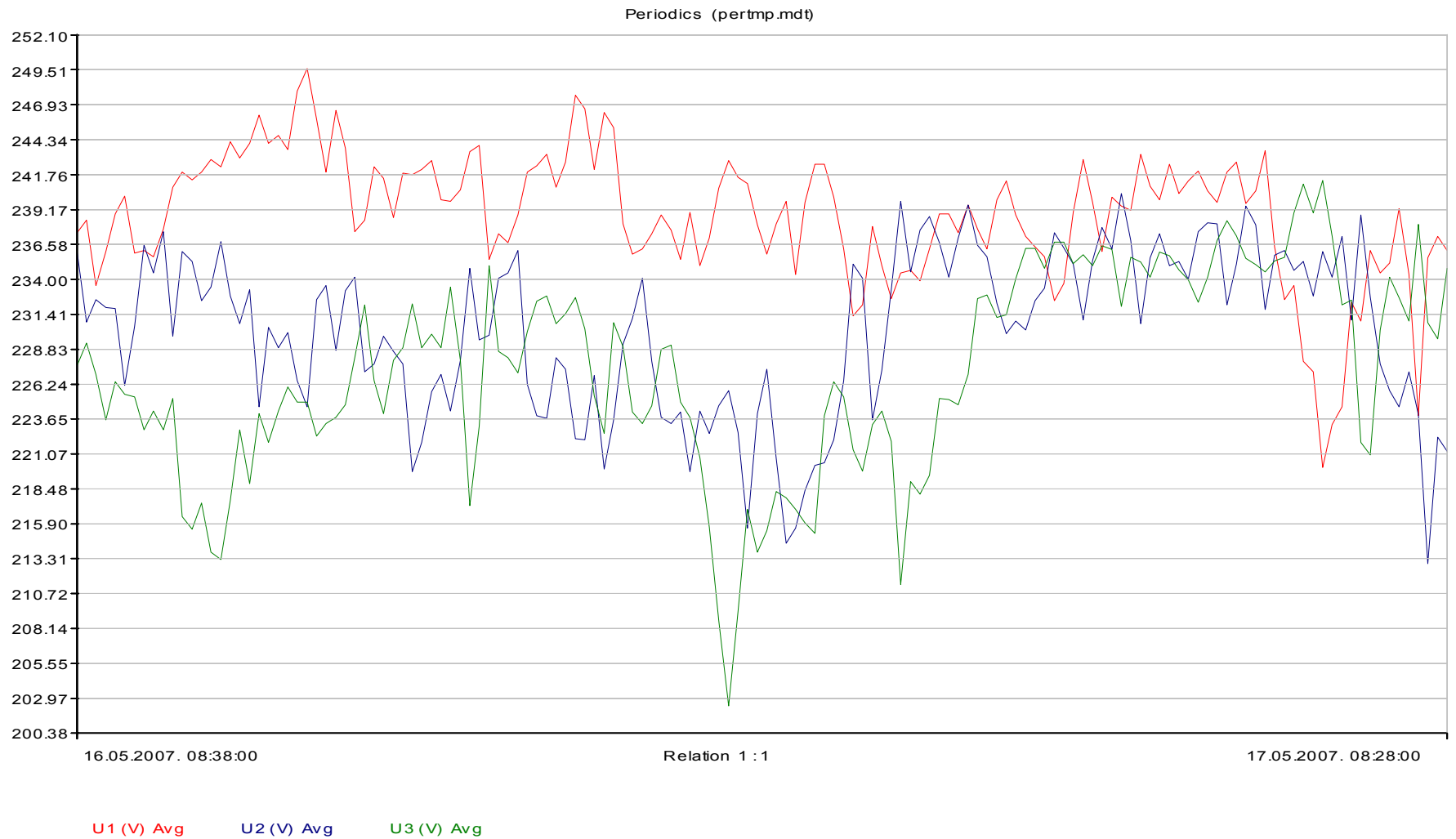


4.3. pav. Analizatoriaus duomenų tyrimo srovių kreivės linijos pradžioje.

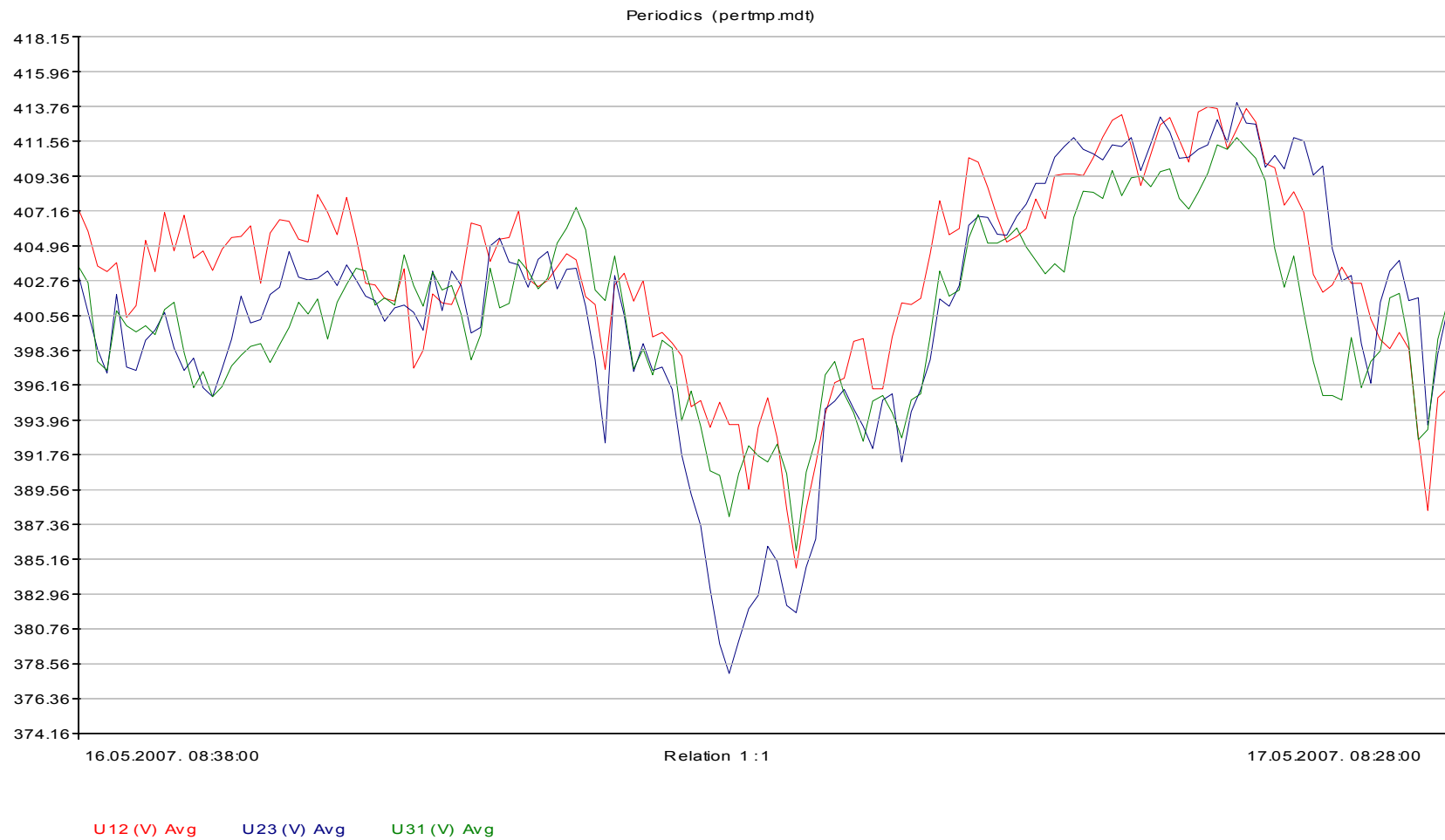


4.4. pav. Analizatoriaus duomenų tyrimo galių kreivės linijos pradžioje.

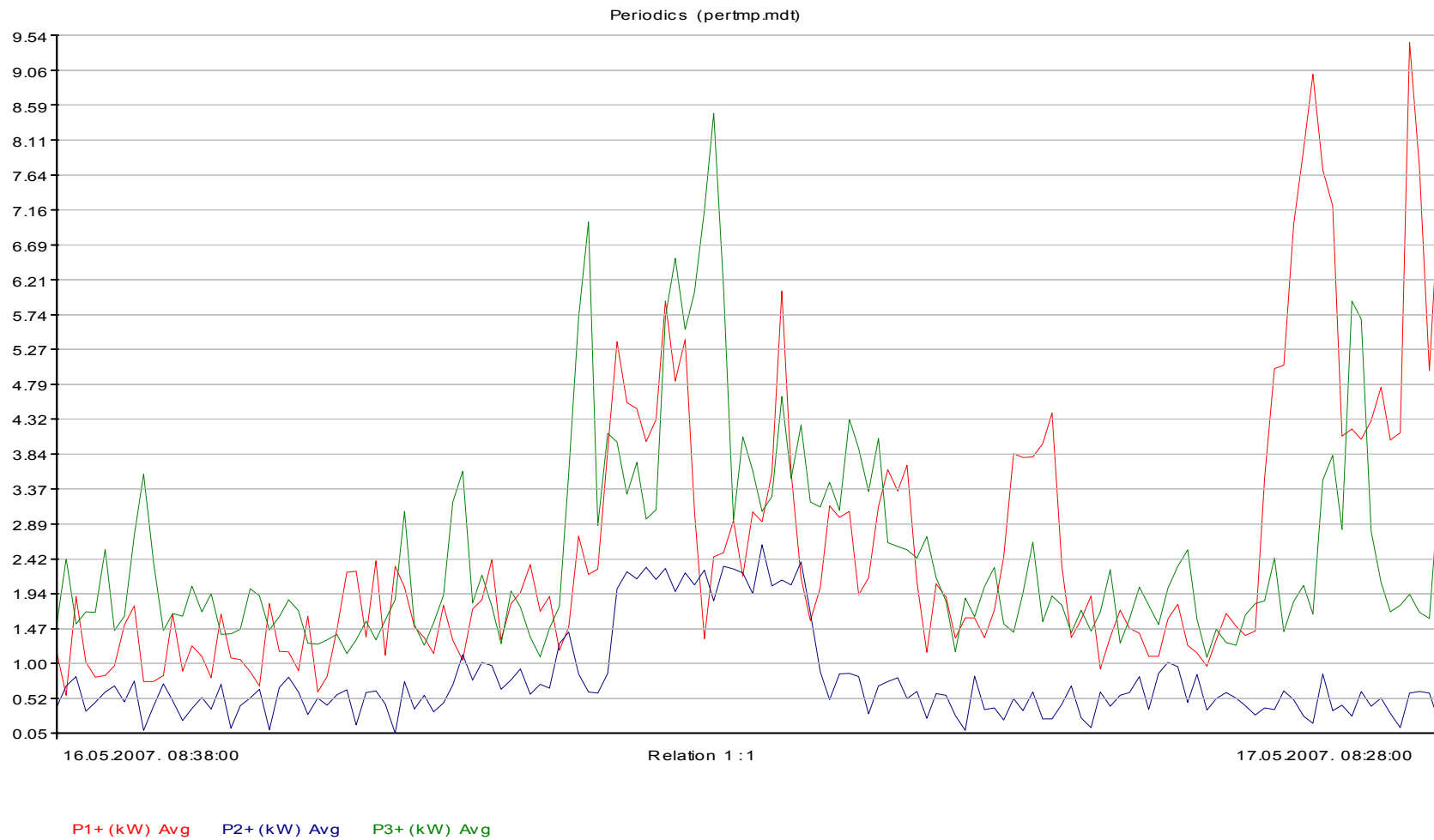




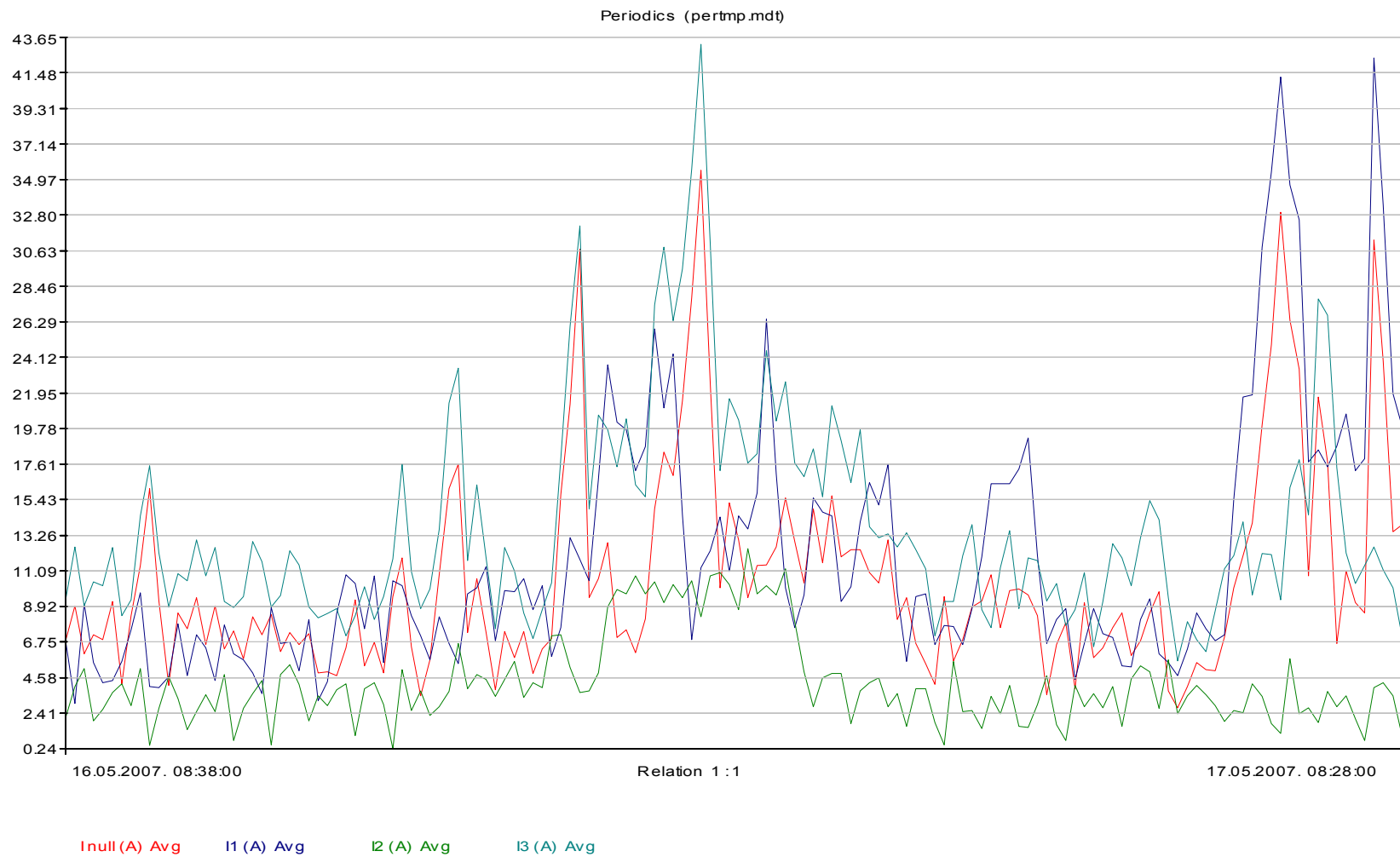
4.5. pav. Analizatoriaus duomenų tyrimo fazinių įtampų kreivės linijos pabaigoje.



4.6. pav. Analizatoriaus duomenų tyrimo linijinių įtampų kreivės linijos pabaigoje.



4.7. pav. Analizatoriaus duomenų tyrimo galių kreivės linijos pabaigoje.



**4.8. pav. Analizatoriaus duomenų tyrimo srovių kreivės linijos pabaigoje.**

## 5. TECHNOLOGINIŲ SĄNAUDŲ SKAIČIAVIMAS 0,4 KV ĮTAMPOS TINKLE

Elektros energijos sąnaudos elektros tinkluose pakankamai tiksliai gali būti apskaičiuotos žinant tinklo elementų techninius ir elektrinius parametrus ir galios bei energijos srautus bei jų apkrovos grafikus visuose tinklo elementuose, taip pat įvertinant sąnaudas antrinėse grandinėse ir elektros energijos praradimus dėl komercinės apskaitos netikslumo. Tačiau realiai elektros energijos technologinių sąnaudų skaičiavimas naudojant klasikinės išraiškas yra komplikuoatas ir neįmanomas dėl nepakankamų skirstomųjų tinklų darbo režimų elektrinių parametrų matavimų ir energijos apskaitos, apkrovos grafikų parametrų stygiaus ir panašiai. Paprastai yra matuojami skirstomojo tinklo linijų pradžių režimo elektriniai parametrai ir žinomi apkrovų grafikai perdavimo ir skirstomojo tinklo sandūroje. Tik kai kurie elektros vartotojai turi šiuolaikinę energijos apskaitą. Todėl tenka naudoti apibendrintas technologinių sąnaudų skaičiavimo elektros linijose ir transformatoriuose išraiškas, įvertinančias suminius kiekvieno skirstomųjų tinklų skyriaus duomenis kaip linijų ilgį, skaičių ir varžą; transformatorių skaičių ir tipus; matavimo grandinių įrenginių skaičių ir pan..

Praktiškai gana sudėtinga nustatyti tikslias apkrovų pasiskirstymo koeficientų reikšmes. Esant normaliai elektros tinklo techninių parametrų ir jo mazgų apkrovų atitikčiai buvo rekomenduojama priimti apkrovų pasiskirstymo koeficiento reikšmę - 0,26. Siekiant tiksliau nustatyti elektros energijos technologines sąnaudas, reikėtų jas atskirai skaičiuoti oro linijose ir kabeliuose, taip pat kiekviename skirstomųjų tinklų poskyryje (pramoniniame, buitiniame, žemės ūkio ir pan.).

Atlikus tyrimus, pastebėta, jog gyventojai išnaudoja apie 10-11% savo leistinosios galios: matuota maksimali apkrova buvo 31 kVA, o vartotojų bendra galia 270kW (5kW x 54vartotojai). Todėl skaičiavimuose naudoju išnaudojimo koeficientą  $k = 0,15$ . Kabeliniame tinkle naudoju 150mm<sup>2</sup> skerspjūvio kabelius, o orinėje naujoje linijoje 50mm<sup>m</sup> laidus.

Linijos atkarpų ilgiai, laidininko markė, naudojami iš schemos (priedas Nr.1); aktyvioji ir reaktyvioji varžos paimtos iš žinyno, remiantis laidininko marke. Atkarpų aktyvioji ir reaktyvioji varžos išskaičiuojamas pagal žemiau pateiktas (5.1) ir (5.2) formules ir rezultatai pateikiami lentelėse Nr.5. Skaičiavimai atliekami prieš (lentelė Nr.5.1) ir po (lentelės Nr. 5.2 ir 5.3 kabeliniam tinklui bei lentelės Nr.5.4 ir 5.5 orinei linijai) rekonstrukcijos:

## 1. Atkarpos aktyvioji varža

$$R_{0atk.} = L \times R_0; \quad (5.1.)$$

čia L – atkarpos ilgis, km  
 $R_0$  – aktyvioji varža,  $\Omega$

## 2. Atkarpos reaktyvioji varža

$$X_{atk.} = L \times X, \quad (5.2.)$$

čia L – atkarpos ilgis, km  
 $X$  – reaktyvioji varža,  $\Omega$

5.1 lentelė

Atkarpų varžos prieš projekto įgyvendinimą

Atkarpa	Ilgis, km	Laidininko markė	Aktyvioji varža, $\Omega$ /km	Reaktyvioji varža, $\Omega$ /km	Atkarpos aktyvioji varža, $\Omega$	Atkarpos reaktyvioji varža, $\Omega$
1	2	3	4	5	6	7
100-100/3	0,12	A-35	0,92	0,34	0,11	0,04
100-100/4	0,16	A-35	0,92	0,34	0,15	0,05
100-100/5	0,18	A-35	0,92	0,34	0,17	0,06
100-100/6	0,2	A-35	0,92	0,34	0,18	0,07
100-100/7	0,24	A-35	0,92	0,34	0,22	0,08
100-100/8	0,28	A-35	0,92	0,34	0,26	0,09
100-100/9	0,32	A-35	0,92	0,34	0,29	0,11
100-100/10	0,36	A-35	0,92	0,34	0,33	0,12
100-100/11	0,4	A-35	0,92	0,34	0,37	0,13
100-100/12	0,44	A-35	0,92	0,34	0,40	0,15
100-100/13	0,48	A-35	0,92	0,34	0,44	0,16
100-102/1	0,52	A-35	0,92	0,34	0,48	0,17
100-102/2	0,56	A-35	0,92	0,34	0,52	0,19
100-102/3	0,6	A-35	0,92	0,34	0,55	0,20
100-102/4	0,64	A-35	0,92	0,34	0,59	0,22
100-102/5	0,68	A-35	0,92	0,34	0,63	0,23
100-102/5-1	0,72	A-35	0,92	0,34	0,66	0,24

Atkarpu varžos po projekto įgyvendinimo KL L-100

Atkarpa	Ilgis, km	Laidininko markė	Aktyvioji varža, $\Omega$ /km	Reaktyvioji varža, $\Omega$ /km	Atkarpos aktyvioji varža, $\Omega$	Atkarpos reaktyvioji varža, $\Omega$
1	2	3	4	5	6	7
(L-100) 0-1	0,16	KL-150	0,206	0,08	0,03	0,01
0-2	0,19	KL-150	0,206	0,08	0,04	0,02
0-3	0,24	KL-150	0,206	0,08	0,05	0,02
0-4	0,29	KL-150	0,206	0,08	0,06	0,02
0-5	0,35	KL-150	0,206	0,08	0,07	0,03
0-6	0,39	KL-150	0,206	0,08	0,08	0,03
0-7	0,42	KL-150	0,206	0,08	0,09	0,03
0-8	0,47	KL-150	0,206	0,08	0,10	0,04
0-9	0,53	KL-150	0,206	0,08	0,11	0,04
0-10	0,58	KL-150	0,206	0,08	0,12	0,05
0-11	0,65	KL-150	0,206	0,08	0,13	0,05

Atkarpu varžos po projekto įgyvendinimo KL  
L-200

Atkarpa	Ilgis, km	Laidininko markė	Aktyvioji varža, $\Omega$ /km	Reaktyvioji varža, $\Omega$ /km	Atkarpos aktyvioji varža, $\Omega$	Atkarpos reaktyvioji varža, $\Omega$
1	2	3	4	5	6	7
(L-200) 0-1	0,15	KL-150	0,206	0,08	0,03	0,01
0-2	0,19	KL-150	0,206	0,08	0,04	0,02
0-3	0,24	KL-150	0,206	0,08	0,05	0,02
0-4	0,29	KL-150	0,206	0,08	0,06	0,02
0-5	0,35	KL-150	0,206	0,08	0,07	0,03
0-6	0,5	KL-150	0,206	0,08	0,10	0,04
0-7	0,55	KL-150	0,206	0,08	0,11	0,04
0-8	0,59	KL-150	0,206	0,08	0,12	0,05
0-9	0,64	KL-150	0,206	0,08	0,13	0,05
0-10	0,68	KL-150	0,206	0,08	0,14	0,05
0-11	0,72	KL-150	0,206	0,08	0,15	0,06
0-12	0,76	KL-150	0,206	0,08	0,16	0,06

Atkarpų varžos po projekto įgyvendinimo OL L-100

Atkarpa	Ilgis, km	Laidininko markė	Aktyvioji varža, $\Omega/\text{km}$	Reaktyvioji varža, $\Omega/\text{km}$	Atkarpos aktyvioji varža, $\Omega$	Atkarpos reaktyvioji varža, $\Omega$
1	2	3	4	5	6	7
(L-100) 0-1	0,16	A-95	0,34	0,30	0,05	0,05
0-2	0,19	A-95	0,34	0,30	0,06	0,06
0-3	0,24	A-95	0,34	0,30	0,08	0,07
0-4	0,29	A-95	0,34	0,30	0,10	0,09
0-5	0,35	A-95	0,34	0,30	0,12	0,11
0-6	0,39	A-70	0,46	0,31	0,18	0,12
0-7	0,42	A-70	0,46	0,31	0,19	0,13
0-8	0,47	A-70	0,46	0,31	0,22	0,15
0-9	0,53	A-70	0,46	0,31	0,24	0,16
0-10	0,58	A-70	0,46	0,31	0,27	0,18
0-11	0,65	A-70	0,46	0,31	0,30	0,20

5.5 lentelė

Atkarpų varžos po projekto įgyvendinimo  
OL L-200

Atkarpa	Ilgis, km	Laidininko markė	Aktyvioji varža, $\Omega/\text{km}$	Reaktyvioji varža, $\Omega/\text{km}$	Atkarpos aktyvioji varža, $\Omega$	Atkarpos reaktyvioji varža, $\Omega$
1	2	3	4	5	6	7
(L-200) 0-1	0,15	A-95	0,34	0,30	0,05	0,05
0-2	0,19	A-95	0,34	0,30	0,06	0,06
0-3	0,24	A-95	0,34	0,30	0,08	0,07
0-4	0,29	A-95	0,34	0,30	0,10	0,09
0-5	0,35	A-95	0,34	0,30	0,12	0,11
0-6	0,5	A-95	0,34	0,30	0,17	0,15
0-7	0,55	A-95	0,34	0,30	0,19	0,17
0-8	0,59	A-95	0,34	0,30	0,20	0,18
0-9	0,64	A-95	0,34	0,30	0,22	0,19
0-10	0,68	A-95	0,34	0,30	0,23	0,20
0-11	0,72	A-95	0,34	0,30	0,24	0,22
0-12	0,76	A-95	0,34	0,30	0,26	0,23



Leistinosios vartotojų galios yra paimtos iš schemos (priedas Nr.1). Vartotojų maksimali apkrova išskaičiuojama pagal (5.3) formulę, kur leistinosios galios išnaudojimas remiantis atliktais matavimais yra priimamas 15%. Vartotojų reaktyvioji galia išskaičiuojama pagal (5.4) formulę, priimant, kad  $\cos(\varphi) = 0,9$ . Galios nuostoliai linijos atkarpose išskaičiuojami remiantis (5.5) formule. Rezultatai pateikiami 5.6 -5.10 lentelėse.

3. Vartotojų maksimali apkrova  $P_{maks.}, kW$

$$P_{maks.} = P_{leist.} \times k ; \quad (5.3)$$

čia  $P_{leist.}$  – leistinoji vartotojų galia linijos atkarpose, kW

$k$  - leistinosios galios išnaudojimas, %

4. Vartotojų reaktyvioji galia  $Q, kvar$

$$Q = \frac{P_{maks.}}{\cos \varphi} \times (\sin(a \cos \varphi)) ; \quad (5.4)$$

Apkrovos  $\cos(\varphi) = 0,9$

6. Galios nuostoliai linijos atkarpose  $\Delta P, kW$

$$\Delta P = \frac{P_{maks.}^2 + Q^2}{U_n^2} \times R_{0.atk.} \times 0,001 \quad (5.5)$$

Kur  $R_{0.atk.}$  - atkarpos aktyvioji varža,  $\Omega$

$U_n = 0,4kV$

## Galios prieš projektą

Leistinoji vartotojų galia ( $P_{leist.}$ ) linijos atkarpose, kW	Vartotojų maksimali apkrova $P_{maks.}$ , kW	Apkrovos $\cos(\varphi)$	Vartotojų reaktyvioji galia Q, kvar	Galios nuostoliai linijos atkarpose $\Delta P$ , kW
1	2	3	4	5
270	40,5	0,9	19,6	1,40
260	39,0	0,9	18,9	1,73
255	38,3	0,9	18,5	1,87
240	36,0	0,9	17,4	1,84
225	33,8	0,9	16,3	1,94
220	33,0	0,9	16,0	2,16
190	28,5	0,9	13,8	1,85
180	27,0	0,9	13,1	1,86
170	25,5	0,9	12,4	1,85
160	24,0	0,9	11,6	1,80
145	21,8	0,9	10,5	1,61
115	17,3	0,9	8,4	1,10
70	10,5	0,9	5,1	0,44
65	9,8	0,9	4,7	0,40
40	6,0	0,9	2,9	0,16
30	4,5	0,9	2,2	0,10
20	3,0	0,9	1,5	0,05
Suminiai	galios	nuostoliai	linijoje:	22,15

**Galios KL L-100 po**      5.7 lentelė  
**rekonstrukcijos**

Leistinoji vartotojų galia ( $P_{leist.}$ ) linijos atkarpose, kW	Vartotojų maksimali apkrova $P_{maks.}$ , kW	Apkrovos $\cos(\varphi)$	Vartotojų reaktyvioji galia Q, kvar	Galios nuostoliai linijos atkarpose $\Delta P$ , kW
1	2	3	4	5
110	16,5	0,9	8,0	0,07
105	15,8	0,9	7,6	0,07
95	14,3	0,9	6,9	0,08
85	12,8	0,9	6,2	0,07
75	11,3	0,9	5,4	0,07
60	9,0	0,9	4,4	0,05
50	7,5	0,9	3,6	0,04
40	6,0	0,9	2,9	0,03
30	4,5	0,9	2,2	0,02
20	3,0	0,9	1,5	0,01
10	1,5	0,9	0,7	0,00
Suminiai	galios	nuostoliai	linijoje:	0,51

## Galios KL L-200 po rekonstrukcijos

Leistinoji vartotojų galia ( $P_{leist.}$ ) linijos atkarpose, kW	Vartotojų maksimali apkrova $P_{maks.}$ kW	Apkrovos $\cos(\varphi)$	Vartotojų reaktyvioji galia Q, kvar	Galios nuostoliai linijos atkarpose $\Delta P$ , kW
1	2	3	4	5
160	24,0	0,9	11,6	0,14
150	22,5	0,9	10,9	0,15
140	21,0	0,9	10,2	0,17
130	19,5	0,9	9,4	0,18
120	18,0	0,9	8,7	0,18
105	15,8	0,9	7,6	0,20
95	14,3	0,9	6,9	0,18
85	12,8	0,9	6,2	0,15
75	11,3	0,9	5,4	0,13
55	8,3	0,9	4,0	0,07
25	3,8	0,9	1,8	0,02
10	1,5	0,9	0,7	0,00
Suminiai	galios	nuostoliai	linijoje:	1,56

**Galios OL L-100 po rekonstrukcijos**

Leistinoji vartotojų galia ( $P_{leist.}$ ) linijos atkarpose, kW	Vartotojų maksimali apkrova $P_{maks.}$ , kW	Apkrovos $\cos(\varphi)$	Vartotojų reaktyvioji galia Q, kvar	Galios nuostoliai linijos atkarpose $\Delta P$ , kW
1	2	3	4	5
110	16,5	0,9	8,0	0,11
105	15,8	0,9	7,6	0,12
95	14,3	0,9	6,9	0,13
85	12,8	0,9	6,2	0,12
75	11,3	0,9	5,4	0,12
60	9,0	0,9	4,4	0,11
50	7,5	0,9	3,6	0,08
40	6,0	0,9	2,9	0,06
30	4,5	0,9	2,2	0,04
20	3,0	0,9	1,5	0,02
10	1,5	0,9	0,7	0,01
				0,92

**Galios OL L-200 po rekonstrukcijos**

Leistinoji vartotojų galia ( $P_{leist.}$ ) linijos atkarpose, kW	Vartotojų maksimali apkrova $P_{maks.}$ , kW	Apkrovos $\cos(\varphi)$	Vartotojų reaktyvioji galia Q, kvar	Galios nuostoliai linijos atkarpose $\Delta P$ , kW
1	2	3	4	5
160	24,0	0,9	11,6	0,23
150	22,5	0,9	10,9	0,25
140	21,0	0,9	10,2	0,28
130	19,5	0,9	9,4	0,29
120	18,0	0,9	8,7	0,30
105	15,8	0,9	7,6	0,33
95	14,3	0,9	6,9	0,29
85	12,8	0,9	6,2	0,25
75	11,3	0,9	5,4	0,21
55	8,3	0,9	4,0	0,12
25	3,8	0,9	1,8	0,03
10	1,5	0,9	0,7	0,00
				2,58

Metinius suvartojamus energijos srautus per linijos atkarpą naudoju iš akcinės bendrovės „VST“ duomenų bazės. Maksimalus apkrovos laikas išskaičiuojamas iš (5.6) formulės. Maksimalus nuostolių laikas per metus apskaičiuojamas remiantis (5.7) formule, priimant, kad metinė elektros energijos tiekimo trukmė yra 8760 valandų. Elektros energijos technologinės sąnaudos apskaičiuojamos pagal (5.8) formulę, kai nesimetriškumo koeficientas, paimtas iš žinyno, yra 1,3 [3]. Bendrai į tinklą patiekta elektros energija suskaičiuojama susumuojant elektros energijos technologines sąnaudas ir metinį visos linijos energijos suvartojimą. Rezultatai pateikiami lentelėse Nr.5.11-5.15.

6. Maksimalus apkrovos laikas per metus  $T_{maks.}$ , h

$$T_{maks.} = \frac{W_{met}}{P_{maks.}} ; \quad (5.6)$$

čia  $W_{met}$  - metinis suvartojamos energijos srautas per linijos atkarpą, kWh

7. Maksimalus nuostolių laikas per metus  $\tau$ , h

$$\tau = (0,124 + T_{maks.} \times 0,0001)^2 \times h_m ; \quad (5.7)$$

čia  $h_m$  - metinė elektros energijos tiekimo trukmė, lygi 8760 val.

8. Elektros energijos technologinės sąnaudos  $E$ , kWh

$$E = \Delta P \times \tau \times k \quad (5.8)$$

čia  $k$  – nesimetriškumo koeficientas, priimu = 1,3

Praktiškai gana sudėtinga nustatyti tikslias fazinių srovių nesimetrijos koeficientų reikšmes. Esant normaliai elektros tinklo techninių parametrų ir jo mazgų apkrovų atitikčiai buvo rekomenduojama priimti fazinių srovių nesimetrijos koeficiento reikšmę žemosios įtampos tinkle intervale nuo 1,05 iki 1,55.

### Sąnaudos prieš projekto įgyvendinimą

Metinis suvartojamos energijos srautas per linijos atkarpą, kWh	Maksimalus apkrovos laikas per metus $T_{maks.}, h$	Maksimalus nuostolių laikas per metus $\tau, h$	Nesimetriškumo koeficientas	Elektros energijos technologinės sąnaudos, kWh	Bendrai į tinklą patiekta elektros energija, kWh	Procentas nuo pratekėjusios energijos, %
1	2	3	4	5	6	7
103772	2562	1266	1,3	2300		
101901	2613	1300	1,3	2920		
100781	2635	1315	1,3	3196		
79652	2213	1044	1,3	2498		
65793	1949	891	1,3	2248		
63479	1924	877	1,3	2467		
50632	1777	797	1,3	1912		
49110	1819	820	1,3	1985		
45822	1797	808	1,3	1939		
41366	1724	769	1,3	1799		
38337	1763	790	1,3	1655		
32340	1875	850	1,3	1214		
15408	1467	642	1,3	366		
13642	1399	610	1,3	321		
9342	1557	685	1,3	146		
7013	1558	686	1,3	87		
3081	1027	450	1,3	27		
103772				27081	130853	20,7%

## Sąnaudos po projekto įgyvendinimo KL L-100

5.12 lentelė

Metinis suvartojamos energijos srautas per linijos atkarpą, kWh	Maksimalus apkrovos laikas per metus $T_{maks.}, h$	Maksimalus nuostolių laikas per metus $\tau, h$	Nesimetriškumo koeficientas	Elektros energijos technologinės sąnaudos, kWh	Bendrai į tinklą patiekta elektros energija, kWh	Procentas nuo pratekėjusios energijos, %
1	2	3	4	5	6	7
31300	1897	862	1,3	78		
30100	1911	870	1,3	85		
27500	1930	880	1,3	89		
22800	1788	803	1,3	78		
18100	1609	711	1,3	65		
15100	1678	746	1,3	49		
11600	1547	680	1,3	33		
7800	1300	565	1,3	20		
5900	1311	570	1,3	13		
3300	1100	480	1,3	5		
600	400	236	1,3	1		
31300				514	31814	1,6%



5.13 lentelė

**Sąnaudos po projekto įgyvendinimo KL L-200**

Metinis suvartojamos energijos srautas per linijos atkarpą, kWh	Maksimalus apkrovos laikas per metus $T_{maks.}, h$	Maksimalus nuostolių laikas per metus $\tau, h$	Nesimetriškumo koeficientas	Elektros energijos technologinės sąnaudos, kWh	Bendrai į tinklą patiekta elektros energija, kWh	Procentas nuo pratekėjusios energijos, %
1	2	3	4	5	6	7
72300	3013	1584	1,3	283		
70500	3133	1675	1,3	333		
51200	2438	1185	1,3	259		
45100	2313	1106	1,3	252		
38800	2156	1010	1,3	237		
32400	2057	952	1,3	244		
27600	1937	884	1,3	204		
25700	2016	929	1,3	184		
22000	1956	895	1,3	150		
15000	1818	819	1,3	78		
8800	2347	1127	1,3	24		
3200	2133	997	1,3	4		
72300				2251	74551	3,0%

5.14 lentelė

## Sąnaudos po projekto įgyvendinimo OL L-100

Metinis suvartojamos energijos srautas per linijos atkarpą, kWh	Maksimalus apkrovos laikas per metus $T_{maks.}, h$	Maksimalus nuostolių laikas per metus $\tau, h$	Nesimetriškumo koeficientas	Elektros energijos technologinės sąnaudos, kWh	Bendrai į tinklą patiekta elektros energija, kWh	Procentas nuo pratekėjusios energijos, %
1	2	3	4	5	6	7
31300	1897	862	1,3	128		
30100	1911	870	1,3	140		
27500	1930	880	1,3	146		
22800	1788	803	1,3	129		
18100	1609	711	1,3	107		
15100	1678	746	1,3	109		
11600	1547	680	1,3	74		
7800	1300	565	1,3	44		
5900	1311	570	1,3	28		
3300	1100	480	1,3	12		
600	400	236	1,3	2		
31300				919	32219	2,9%

5.15 lentelė

## Sąnaudos po projekto įgyvendinimo OL L-200

Metinis suvartojamos energijos srautas per linijos atkarpą, kWh	Maksimalus apkrovos laikas per metus $T_{maks.}, h$	Maksimalus nuostolių laikas per metus $\tau, h$	Nesimetriškumo koeficientas	Elektros energijos technologinės sąnaudos, kWh	Bendrai į tinklą patiekta elektros energija, kWh	Procentas nuo pratekėjusios energijos, %
1	2	3	4	5	6	7
72300	3013	1584	1,3	467		
70500	3133	1675	1,3	550		
51200	2438	1185	1,3	428		
45100	2313	1106	1,3	416		
38800	2156	1010	1,3	391		
32400	2057	952	1,3	403		
27600	1937	884	1,3	337		
25700	2016	929	1,3	304		
22000	1956	895	1,3	247		
15000	1818	819	1,3	129		
8800	2347	1127	1,3	39		
3200	2133	997	1,3	6		
72300				3715	76015	4,9%

Apskaičiuoju maksimalius aktyviosios ir reaktyviosios galios srautus linijos atkarpose, įvertinus nuostolių galią atitinkamai iš (5.9) ir (5.10) formulių. Įtampos kritimas maksimalaus apkrovimo metu išskaičiuojamas iš (5.11) formulės. Rezultatai surašomi į lenteles Nr.5.16-5.20.

9. *Maksimalus aktyviosios galios srautas linijos atkarpose įvertinus nuostolių galią,  $W_P$ , kW*

$$W_P = P_{maks.} + \Delta P; \quad (5.9)$$

10. *Maksimalus reaktyviosios galios srautas linijos atkarpose įvertinus nuostolių galią,  $W_Q$ , kvar*

$$W_Q = \frac{W_P}{\cos \varphi} \times \sin(a \cos \varphi); \quad (5.10)$$

11. *Įtampos kritimas maksimalaus apkrovimo metu  $U$ , V*

$$\Delta U = \frac{W_P \times R_{atk.} + W_Q \times X_{atk.}}{U_n}; \quad (5.11)$$

### Įtampos nuostoliai linijos atkarpose prieš projektą

Atkarpa	Kai apkrova nuo leistinosios galios: <b>15%</b>			
	Maksimalus aktyviosios galios srautas linijos atkarpose įvertinus nuostolių galią, kW	Maksimalus reaktyviosios galios srautas linijos atkarpose įvertinus nuostolių galią, kvar	Įtampos kritimas maksimalaus apkrovimo metu $\Delta U$ , V	Įtampos kritimas maksimalaus apkrovimo metu U, %
1	2	3	4	5
100-100/3	41,9	20,3	13,6	3,40
100-100/4	40,7	19,7	17,6	4,41
100-100/5	40,1	19,4	19,5	4,89
100-100/6	37,8	18,3	20,5	5,12
100-100/7	35,7	17,3	23,2	5,80
100-100/8	35,2	17,0	26,7	6,66
100-100/9	30,3	14,7	26,3	6,57
100-100/10	28,9	14,0	28,1	7,03
100-100/11	27,3	13,2	29,6	7,40
100-100/12	25,8	12,5	30,7	7,68
100-100/13	23,4	11,3	30,4	7,59
100-102/1	18,3	8,9	25,8	6,46
100-102/2	10,9	5,3	16,6	4,15
100-102/3	10,2	4,9	16,5	4,12
100-102/4	6,2	3,0	10,7	2,67
100-102/5	4,6	2,2	8,5	2,12
100-102/5-1	3,0	1,5	5,9	1,48

**Įtampos nuostoliai linijos atkarpose po rekonstrukcijos KL L-100**

Atkarpa	Kai apkrova nuo leistinosios galios:		15%	
	Maksimalus aktyviosios galios srautas linijos atkarpose įvertinus nuostolių galią, kW	Maksimalus reaktyviosios galios srautas linijos atkarpose įvertinus nuostolių galią, kvar	Įtampos kritimas maksimalaus apkrovimo metu U, V	Įtampos kritimas maksimalaus apkrovimo metu U, %
1	2	3	4	5
(L-100) 0-1	16,6	8,0	1,6	0,55
0-2	15,8	7,7	1,8	0,46
0-3	14,3	6,9	2,1	0,52
0-4	12,8	6,2	2,3	0,57
0-5	11,3	5,5	2,4	0,60
0-6	9,1	4,4	2,2	0,54
0-7	7,5	3,7	1,9	0,48
0-8	6,0	2,9	1,7	0,43
0-9	4,5	2,2	1,5	0,37
0-10	3,0	1,5	1,1	0,27
0-11	1,5	0,7	0,6	0,15

**Įtampos nuostoliai linijos atkarpose po rekonstrukcijos KL L-200**

Atkarpa	Kai apkrova nuo leistinosios galios: 15%			
	Maksimalus aktyviosios galios srautas linijos atkarpose įvertinus nuostolių galią, kW	Maksimalus reaktyviosios galios srautas linijos atkarpose įvertinus nuostolių galią, kvar	Įtampos kritimas maksimalaus apkrovimo metu U, V	Įtampos kritimas maksimalaus apkrovimo metu U, %
1	2	3	4	5
(L-200) 0-1	24,1	11,7	2,2	0,55
0-2	22,7	11,0	2,6	0,66
0-3	21,2	10,3	3,1	0,78
0-4	19,7	9,5	3,5	0,87
0-5	18,2	8,8	3,9	0,97
0-6	15,9	7,7	4,9	1,22
0-7	14,4	7,0	4,8	1,21
0-8	12,9	6,2	4,6	1,16
0-9	11,4	5,5	4,4	1,11
0-10	8,3	4,0	3,5	0,86
0-11	3,8	1,8	1,7	0,41
0-12	1,5	0,7	0,7	0,17

**Įtampos nuostoliai linijos atkarpose po rekonstrukcijos OL L-100**

Atkarpa	Kai apkrova nuo leistinosios galios:		15%	
	Maksimalus aktyviosios galios srautas linijos atkarpose įvertinus nuostolių galią, kW	Maksimalus reaktyviosios galios srautas linijos atkarpose įvertinus nuostolių galią, kvar	Įtampos kritimas maksimalaus apkrovimo metu $\Delta U$ , V	Įtampos kritimas maksimalaus apkrovimo metu U,%
1	2	3	4	5
(L-100) 0-1	16,6	8,0	3,2	1,10
0-2	15,9	7,7	3,7	0,91
0-3	14,4	7,0	4,2	1,05
0-4	12,9	6,2	4,5	1,13
0-5	11,4	5,5	4,8	1,21
0-6	9,1	4,4	5,4	1,35
0-7	7,6	3,7	4,9	1,21
0-8	6,1	2,9	4,3	1,09
0-9	4,5	2,2	3,7	0,92
0-10	3,0	1,5	2,7	0,67
0-11	1,5	0,7	1,5	0,37

**Įtampos nuostoliai linijos atkarpose po rekonstrukcijos OL L-200**

Atkarpa	Kai apkrova nuo leistinosios galios:		15%	
	Maksimalus aktyviosios galios srautas linijos atkarpose įvertinus nuostolių galią, kW	Maksimalus reaktyviosios galios srautas linijos atkarpose įvertinus nuostolių galią, kvar	Įtampos kritimas maksimalaus apkrovimo metu $\Delta U$ , V	Įtampos kritimas maksimalaus apkrovimo metu U,%
1	2	3	4	5
(L-200) 0-1	24,2	11,7	4,4	1,10
0-2	22,8	11,0	5,2	1,31
0-3	21,3	10,3	6,2	1,55
0-4	19,8	9,6	7,0	1,74
0-5	18,3	8,9	7,8	1,94
0-6	16,1	7,8	9,8	2,44
0-7	14,5	7,0	9,7	2,43
0-8	13,0	6,3	9,3	2,33
0-9	11,5	5,6	8,9	2,23
0-10	8,4	4,1	6,9	1,73
0-11	3,8	1,8	3,3	0,82
0-12	1,5	0,7	1,4	0,35

Toliau suskaičiuojama, kokia įtampa yra taškuose ir kokia bus po rekonstrukcijos, remiantis (5.12) formule. Ir rezultatai surašomi į 5.21 -5.25 lenteles.

12. Įtampa taškuose, įvertinus įtampos kritimą maksimalaus apkrovimo metu  $U_{\text{var.}}, V$

$$U_{\text{var.}} = U_n - \Delta U ; \quad (5.12)$$

5.21 lentelė

**Įtampa linijos taškuose, V prieš rekonstrukciją**

Taškas	Įtampa taškuose
0	400
100-100/3	386
100-100/4	382
100-100/5	380
100-100/6	380
100-100/7	377
100-100/8	373
100-100/9	374
100-100/10	372
100-100/11	370
100-100/12	369
100-100/13	370
100-102/1	374
100-102/2	383
100-102/3	384
100-102/4	389
100-102/5	392
100-102/5-1	394



5.22 lentelē

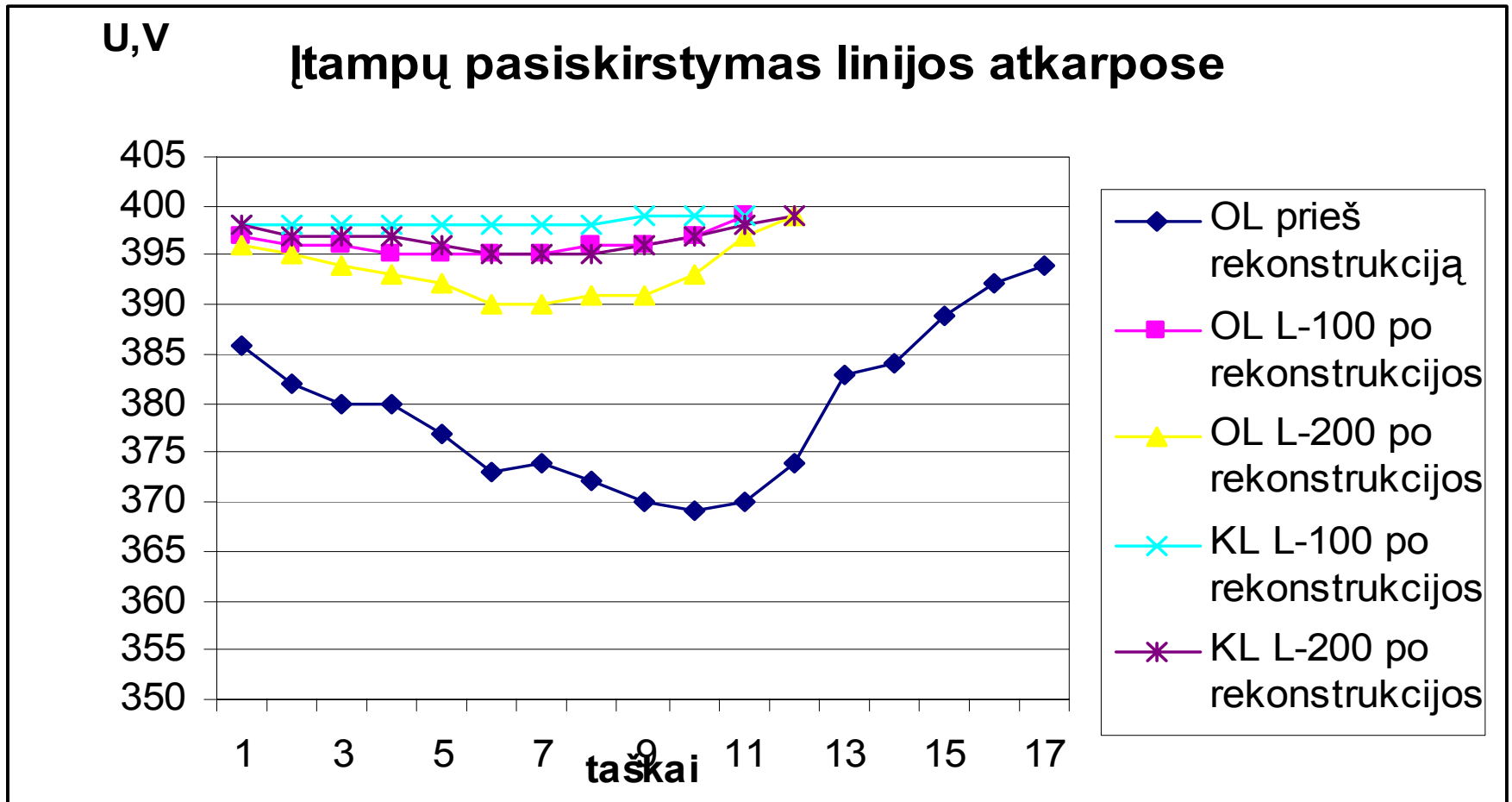
**Ītampa linijas taškuose, V po rekonstrukcijas L-100**

Taškas	Ītampa taškuose	
	L-100 OL	KL L-100
<b>0</b>	<b>400</b>	<b>400</b>
(L-100) 0-1	397	398
0-2	396	398
0-3	396	398
0-4	395	398
0-5	395	398
0-6	395	398
0-7	395	398
0-8	396	398
0-9	396	399
0-10	397	399
0-11	399	399

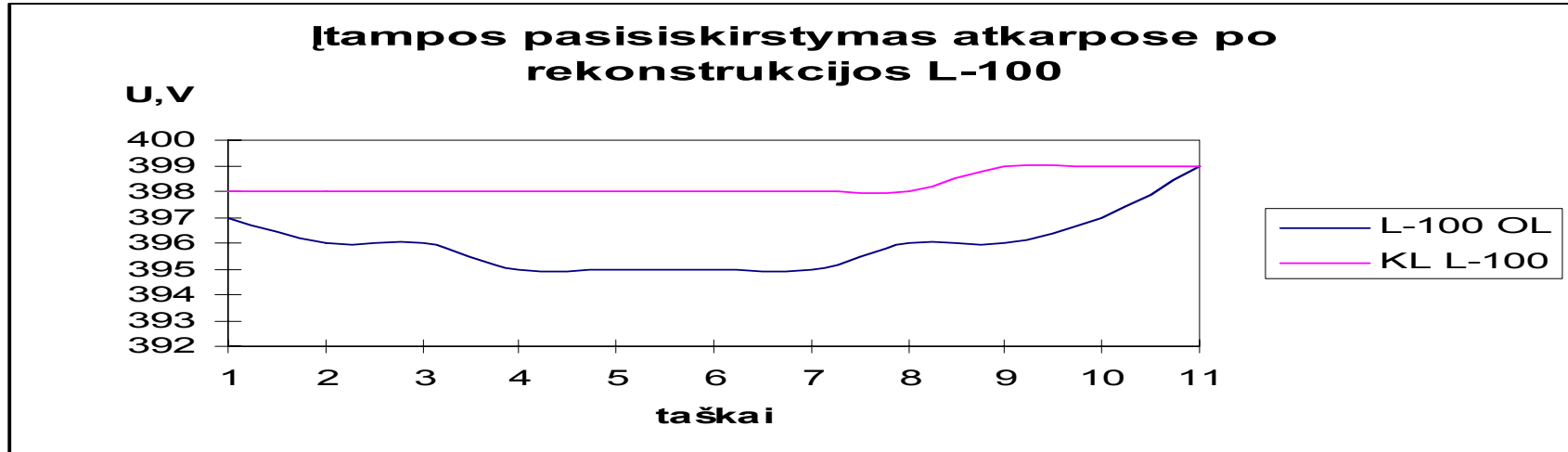
5.23 lentelē

**Ītampa linijas taškuose, V po rekonstrukcijas L-200**

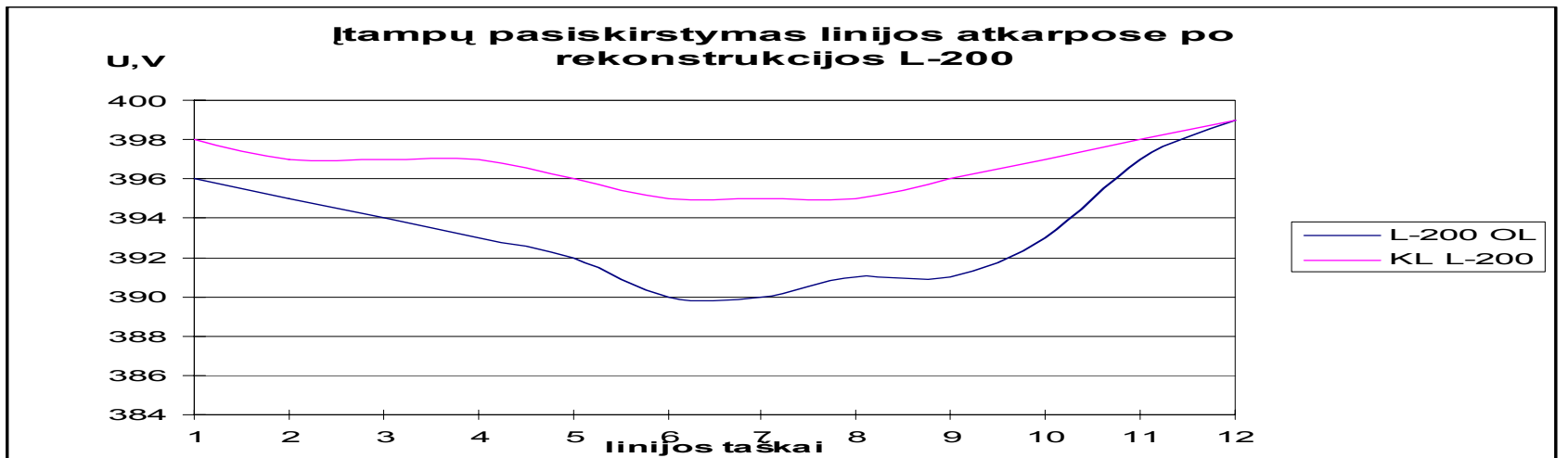
Taškas	Ītampa taškuose	
	L-200 OL	KL L-200
<b>0</b>	<b>400</b>	<b>400</b>
(L-100) 0-1	396	398
0-2	395	397
0-3	394	397
0-4	393	397
0-5	392	396
0-6	390	395
0-7	390	395
0-8	391	395
0-9	391	396
0-10	393	397
0-11	397	398
0-12	399	399



5.1 pav. Įtampos pasiskirstymas atkarpose .



5.2 pav. Įtampos pasiskirstymas linijos atkarpose po rekonstrukcijos L-100 .



5.3 pav. Įtampos pasiskirstymas linijos atkarpose po rekonstrukcijos L-200 .

5.1-5.3 paveiksluose pateikimas grafinis įtampų pasiskirstymas linijų atkarpose. Ir kaip matyti iš pateiktų paveikslų, kabelinė linija daug efektingesnė, nes joje įtampa pasiskirsto daug tolygiau, nedideli kritimai. Pradinėje linijoje įtampos svyravimai siekia 25 Voltus, o kabelinėje vos 1-4 V; naujoje orinėje svyravimai kiek didesni nuo 4 iki 9 V.

Tikslų energijos matavimų duomenų trūkumas įvairiuose skirstomojo tinklo lygiuose yra svarbi elektros energijos technologinių sąnaudų skaičiavimo tikslumą lemianti problema, nes sudėtinga apskaičiuoti maksimalios apkrovos trukmę, didžiausių sąnaudų laiką arba apkrovos grafiko formos koeficientą. Todėl siekiant sprendinio tenka naudoti žinomus paros apkrovos valandinius perdavimo ir skirstomojo tinklo sandūros energijos srauto grafikus.

## 6.ELEKTROS ENERGIJOS SAŃAUDŲ PASISKIRSTYMAS TRANSFORMATORINĖSE

Atlieku skaičiavimus, siekdamas nustatyti, kaip pasiskirsto elektros energijos sąnaudos transformatorinėje. Naudoju šias formules:

1. Maksimalus apkrovos laikas per metus  $T_{maks.}$ , h

$$T_{maks.} = \frac{W_{met}}{P_{maks.}} \quad (6.1)$$

čia  $W_{met.}$  - metinis suvartojamos energijos srautas per linijos atkarpą, kWh

2. Maksimalus nuostolių laikas per metus  $\tau$ , h

$$\tau = (0,124 + T_{maks.} \times 0,0001)^2 \times h_m ; \quad (6.2)$$

čia  $h_m$  - metinė elektros energijos tiekimo trukmė, lygi 8760 val.

7. Pastoviosios energijos sąnaudos,  $W_{ast.}$ , kWh

$$W_{past.} = P_0 \times h_m ; \quad (6.3)$$

čia  $P_0$  - Tuščiosios veikos galia, kW (160kVA transformatoriuje = 0,41 [ ])

8. Kintamosios energijos sąnaudos,  $W_{int.}$ , kWh

$$W_{k.int.} = \frac{S^2}{S_{tr}^2} \times P_k \times \tau ; \quad (6.4)$$

čia  $S$  – transformatoriaus apkrova, kVA

$$S = \frac{P_{nuost}}{\cos \varphi} ; \quad (6.5)$$

$$\cos \varphi = 0,9;$$

$$P_{\text{nuost.}} = P_{15\%} + \Delta P; \quad (6.6)$$

čia  $P_{15\%}$  - vartotojų galia esant 15% apkrovimui

$\Delta P$  – galios nuostoliai linijoje

$S_{\text{tr}}$  - transformatoriaus galia, kVA

$P_k$  - trumpojo jungimo aktyvioji galia, kW (=2,65 iš žinyno)

9. Bendrosios el. energijos sąnaudos galios transformatoriuje,  $W_{\text{ndr.}}$  kWh

$$W_{\text{bendr.}} = W_{\text{kint}} + W_{\text{past}}; \quad (6.7)$$

Skaičiavimų rezultatai pateikiami lentelėje Nr. 6.1.

### Elektros energijos sąnaudų pasiskirstymas transformatorinėse

Transformatorinės dispečerinės NR.	Transformatorių markė	Transformatoriaus galia, kVA	Tuščiosios veikos galia, $P_0$ (kW)	Trumpojo jungimo aktyvioji galia, $P_k$ (kW)	Vartotojų apkrovos galia nuo leistinosios galios (įvertinus galios nuostolius 0,4 kV tinkle),		Transformatoriaus apkrova, kVA	Per transformatorių pratekėjusi energija, kWh	Maksimalus apkrovos laikas per metus $T_{maks.}, h$	Maksimalus nuostolių laikas per metus $\tau, h$	Pastoviosios energijos sąnaudos, kWh	Kintamosios energijos sąnaudos, kWh	Bendrosios el. energijos sąnaudos galios transformatoriuje, kWh
					%	kW							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

#### Prieš projekto įgyvendinimą

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
KT Kš-1313	TM-160/10	160	0,41	2,65	15%	62,7	69,6	130853	2089	971	3591,6	487	4078
													4078

#### Po projekto įgyvendinimo KL

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
KT Kš-1313	TM-160/10	160	0,41	2,65	15%	42,6	47,3	106365	2496	1223	3591,6	284	3875
													3875

#### Po projekto įgyvendinimo OL

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
KT Kš-1313	TM-160/10	160	0,41	2,65	15%	44,0	48,9	108234	2460	1199	3591,6	297	3888
													3888

## 7. EKONOMINIS ĮVERTINIMAS

Projektų ekonominiam įvertinimui naudoju projekto esamosios vertės metodą. Taikant šį metodą, visi tam tikro alternatyvaus investicinio projekto būsimieji pinigų srautai perskaičiuojami į ekvivalentišką pinigų kiekį dabartiniu laiko momentu. Tokios operacijos atlikimas išryškina vieno alternatyvaus projekto pranašumą prieš kitą alternatyvą. Esamoji investicinio projekto pinigų vertė apskaičiuojama pagal tokią formulę:

$$NPV = \sum_{i=0}^n \frac{CF_t}{(1+k)^t}; \quad (7.1)$$

čia:

NPV – projekto esamoji vertė;

$CF_t$  – laisvieji pinigų srautai;

$k$  - diskonto norma (Diskonto norma (ang. *discount rate*) – finansų matematikos terminas, naudojamas skaičiuoti palūkanų normą ne pagal pradinės investicijos, bet pagal susigražinamą vertę. Diskonto norma atsiranda dėl pinigų vertės pasikeitimo laike, pinigai dabar yra vertingesni negu pinigai ateityje. Jis parodo kokią pinigų dalį mes linkę paaukoti, kad pinigus, kuriuos gausime ateityje gautume dabar. Diskonto norma suteikia galimybę diskontuoti, arba ateityje laukiamo kapitalo vertę perskaičiuoti į kapitalo vertę dabartiniu laiku. Diskonto norma naudojama apskaičiuojant investicijas.[10]) ;

$t$  – projekto gyvavimo metai.

Projekto pinigų srautų esamosios vertės skaičiavimui taikau žemiausią leidžiamą, 5% diskonto normą. Prognozuojami investicinio projekto srautai pateikiami įrenginio naudingo eksploatavimo laikotarpiui. 0,4kV kabelinėms linijoms tai būtų 40 metų, o orinėms linijoms 30 metų.

Atlikus skaičiavimus ir įvertinus tiek orinį tiek kabelinį tinklą atskirai, nustatyta, kad projektuojamas kabelinis tinklas pradės duoti pelną po 22 metų. Tuo tarpu orinis tinklas atsipirks po 21 metų. Atlikti skaičiavimai su 5 % diskonto norma pateikti 7.1-7.2 lentelėse ir 7.1-7.2 paveiksluose. Kaip jau minėjau, tiek oriniam tiek kabeliniam tinklui taikiau 5% diskonto normą, tačiau įvertinus



riziką, manau, kad orinis tinklas yra daug rizikingesnis, nes jame dažnesni žmogiškojo faktoriaus veiksniai (lengviau pavogti laidus nei kabelius, terorizmas, netyčiniai veiksniai), atmosferiniai veiksniai (lietus, sniegas, audra), dažniau genda. Manau orinei linijai reiktų taikyti didesnę diskonto normą. Todėl perskaičiavau ekonominį įvertinimą orinėje linijoje esant 7 % diskonto normai. Situacija pasikeitė, atsiperkamumas tik po 30 metų, kai tinklas jau turės būti nurašytas. Rezultatas pateikiamas 7.3 paveiksle.

## 7.1. Projekto ekonominis įvertinimas kabelinėje linijoje

7.1. lentelė

## KL projekto ekonominis įvertinimas

1	Metai	0	1	2	3	4
2	<b>Pajamos</b>		<b>16 404</b>	<b>16 404</b>	<b>16 404</b>	<b>16 404</b>
3	Už sutaupomą elektros energiją technologiniuose bei savų reikmių įrenginiuose		4 904	4 904	4 904	4 904
4	Dėl eksploataavimo kaštų sumažėjimo		5 000	5 000	5 000	5 000
5	Dėl elektros energijos vartojimo didėjimo		5 000	5 000	5 000	5 000
6	Dėl gedimų metų neparduotos elektros energijos kiekio sumažinimo		1 000	1 000	1 000	1 000
7	Atstatymo išlaidų ekonomija (demonuotiems įrenginiams būtinos remonto išlaidos)		500	500	500	500
8						
9	<b>Veiklos pinigų srautai</b>	<b>0</b>	<b>16 404</b>	<b>16 404</b>	<b>16 404</b>	<b>16 404</b>
10	<b>Kapitaliniai įdėjimai</b>	<b>230 000</b>				
11	<b>Laisvasis pinigų srautas</b>	<b>-230 000</b>	<b>16 404</b>	<b>16 404</b>	<b>16 404</b>	<b>16 404</b>
12	<b>Laisvasis pinigų srautas, įvertinus diskonto norma<sup>a</sup></b>	<b>-230 000</b>	<b>15 623</b>	<b>14 879</b>	<b>14 170</b>	<b>13 496</b>
13	<b>Projekto esamoji vertė</b>	<b>-230 000</b>	<b>-214 377</b>	<b>-199 498</b>	<b>-185 328</b>	<b>-171 832</b>
	* lygi 5 %					

7.1 lentelės tęsinys kitame puslapyje

7.1 lentelės tęsinys

5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
<b>16 404</b>	<b>16 404</b>	<b>16 404</b>	<b>16 404</b>	<b>16 404</b>	<b>16 404</b>	<b>16 404</b>	<b>16 404</b>	<b>19 404</b>	<b>19 404</b>	<b>19 404</b>	<b>19 404</b>	<b>19 404</b>
4 904	4 904	4 904	4 904	4 904	4 904	4 904	4 904	4 904	4 904	4 904	4 904	4 904
5 000	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000
5 000	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000	8 000	8 000	8 000	8 000	8 000
1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000
500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
<b>16 404</b>	<b>16 404</b>	<b>16 404</b>	<b>16 404</b>	<b>16 404</b>	<b>16 404</b>	<b>16 404</b>	<b>16 404</b>	<b>19 404</b>	<b>19 404</b>	<b>19 404</b>	<b>19 404</b>	<b>19 404</b>
<b>16 404</b>	<b>16 404</b>	<b>16 404</b>	<b>16 404</b>	<b>16 404</b>	<b>16 404</b>	<b>16 404</b>	<b>16 404</b>	<b>19 404</b>	<b>19 404</b>	<b>19 404</b>	<b>19 404</b>	<b>19 404</b>
<b>12 853</b>	<b>12 241</b>	<b>11 658</b>	<b>11 103</b>	<b>10 574</b>	<b>10 071</b>	<b>9 591</b>	<b>9 134</b>	<b>10 290</b>	<b>9 800</b>	<b>9 334</b>	<b>8 889</b>	<b>8 466</b>
<b>-158 979</b>	<b>-146 738</b>	<b>-135 080</b>	<b>-123 977</b>	<b>-113 403</b>	<b>-103 333</b>	<b>-93 742</b>	<b>-84 607</b>	<b>-74 317</b>	<b>-64 517</b>	<b>-55 183</b>	<b>-46 294</b>	<b>-37 828</b>

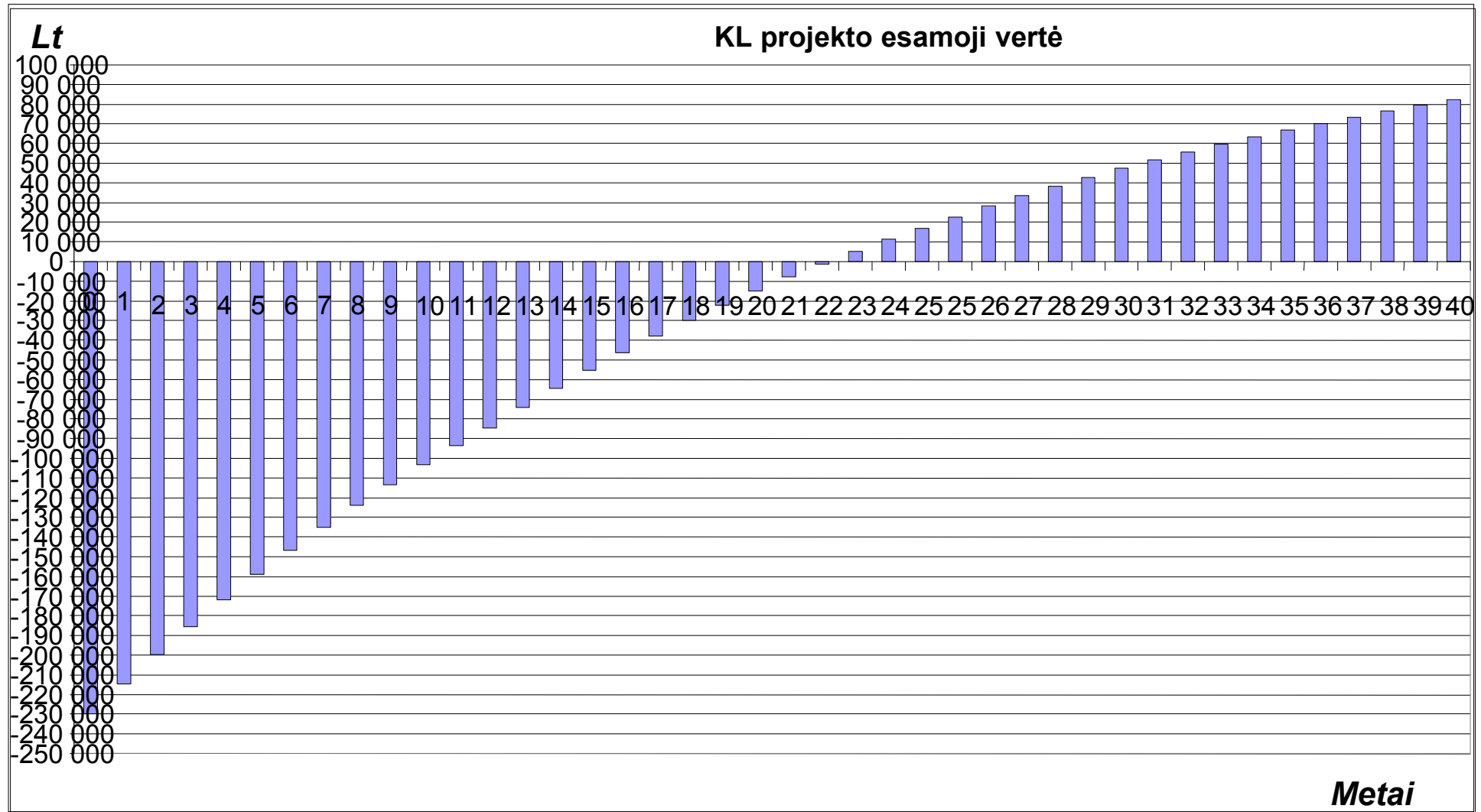
7.1 lentelės tęsinys

18	19	20	21	22	23	24	25	25	26	27	28	29
<b>19 404</b>	<b>19 404</b>	<b>19 404</b>	<b>19 404</b>	<b>19 404</b>	<b>19 404</b>	<b>19 404</b>	<b>19 404</b>	<b>19 404</b>	<b>19 404</b>	<b>19 404</b>	<b>19 404</b>	<b>19 404</b>
4 904	4 904	4 904	4 904	4 904	4 904	4 904	4 904	4 904	4 904	4 904	4 904	4 904
5 000	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000
8 000	8 000	8 000	8 000	8 000	8 000	8 000	8 000	8 000	8 000	8 000	8 000	8 000
1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000
500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
<b>19 404</b>	<b>19 404</b>	<b>19 404</b>	<b>19 404</b>	<b>19 404</b>	<b>19 404</b>	<b>19 404</b>	<b>19 404</b>	<b>19 404</b>	<b>19 404</b>	<b>19 404</b>	<b>19 404</b>	<b>19 404</b>
<b>19 404</b>	<b>19 404</b>	<b>19 404</b>	<b>19 404</b>	<b>19 404</b>	<b>19 404</b>	<b>19 404</b>	<b>19 404</b>	<b>19 404</b>	<b>19 404</b>	<b>19 404</b>	<b>19 404</b>	<b>19 404</b>
<b>8 063</b>	<b>7 679</b>	<b>7 313</b>	<b>6 965</b>	<b>6 633</b>	<b>6 317</b>	<b>6 017</b>	<b>5 730</b>	<b>5 730</b>	<b>5 457</b>	<b>5 197</b>	<b>4 950</b>	<b>4 714</b>
<b>-29 765</b>	<b>-22 086</b>	<b>-14 773</b>	<b>-7 808</b>	<b>-1 175</b>	<b>5 143</b>	<b>11 159</b>	<b>16 889</b>	<b>22 619</b>	<b>28 076</b>	<b>33 274</b>	<b>38 224</b>	<b>42 938</b>

7.1 lentelės tęsinys kitame puslapyje

7.1 lentelės tęsinys

30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
<b>19 404</b>	<b>19 404</b>	<b>19 404</b>	<b>19 404</b>	<b>19 404</b>	<b>19 404</b>	<b>19 404</b>	<b>19 404</b>	<b>19 404</b>	<b>19 404</b>	<b>19 404</b>
4 904	4 904	4 904	4 904	4 904	4 904	4 904	4 904	4 904	4 904	4 904
5 000	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000
8 000	8 000	8 000	8 000	8 000	8 000	8 000	8 000	8 000	8 000	8 000
1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000
500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
<b>19 404</b>	<b>19 404</b>	<b>19 404</b>	<b>19 404</b>	<b>19 404</b>	<b>19 404</b>	<b>19 404</b>	<b>19 404</b>	<b>19 404</b>	<b>19 404</b>	<b>19 404</b>
<b>19 404</b>	<b>19 404</b>	<b>19 404</b>	<b>19 404</b>	<b>19 404</b>	<b>19 404</b>	<b>19 404</b>	<b>19 404</b>	<b>19 404</b>	<b>19 404</b>	<b>19 404</b>
<b>4 490</b>	<b>4 276</b>	<b>4 072</b>	<b>3 878</b>	<b>3 694</b>	<b>3 518</b>	<b>3 350</b>	<b>3 191</b>	<b>3 039</b>	<b>2 894</b>	<b>2 756</b>
<b>47 427</b>	<b>51 703</b>	<b>55 775</b>	<b>59 654</b>	<b>63 347</b>	<b>66 865</b>	<b>70 215</b>	<b>73 406</b>	<b>76 445</b>	<b>79 339</b>	<b>82 095</b>



7.1. pav. KL projekto esamoji vertė

## 7.1. Projekto ekonominis įvertinimas orinėje linijoje

7.2 lentelė

## OL projekto ekonominis įvertinimas

1	Metai	0	1	2	3	4
2	<b>Pajamos</b>		<b>13 827</b>	<b>13 827</b>	<b>13 827</b>	<b>13 827</b>
3	Už sutaupomą elektros energiją technologiniuose bei savų reikmių įrenginiuose		4 527	4 527	4 527	4 527
4	Dėl eksploataavimo kaštų sumažėjimo		3 000	3 000	3 000	3 000
5	Dėl elektros energijos vartojimo didėjimo		5 000	5 000	5 000	5 000
6	Dėl gedimų metų neparduotos elektros energijos kiekio sumažinimo		1 000	1 000	1 000	1 000
7	Atstatymo išlaidų ekonomija (demonuotiems įrenginiams būtinos remonto išlaidos)		300	300	300	300
8	<b>Veiklos pinigų srautai</b>	<b>0</b>	<b>13 827</b>	<b>13 827</b>	<b>13 827</b>	<b>13 827</b>
9	<b>Kapitaliniai įdėjimai</b>	<b>190 000</b>				
10	<b>Laisvasis pinigų srautas</b>	<b>-190 000</b>	<b>13 827</b>	<b>13 827</b>	<b>13 827</b>	<b>13 827</b>
11	<b>Laisvasis pinigų srautas , įvertinus diskonto normą<sup>a</sup></b>	<b>-190 000</b>	<b>13 169</b>	<b>12 541</b>	<b>11 944</b>	<b>11 376</b>
12	<b>Projekto esamoji vertė</b>	<b>-190 000</b>	<b>-176 831</b>	<b>-164 290</b>	<b>-152 346</b>	<b>-140 970</b>
	* lygi 5 %					

7.2 lentelės tęsinys kitame puslapyje

7.2 lentelės tęsinys

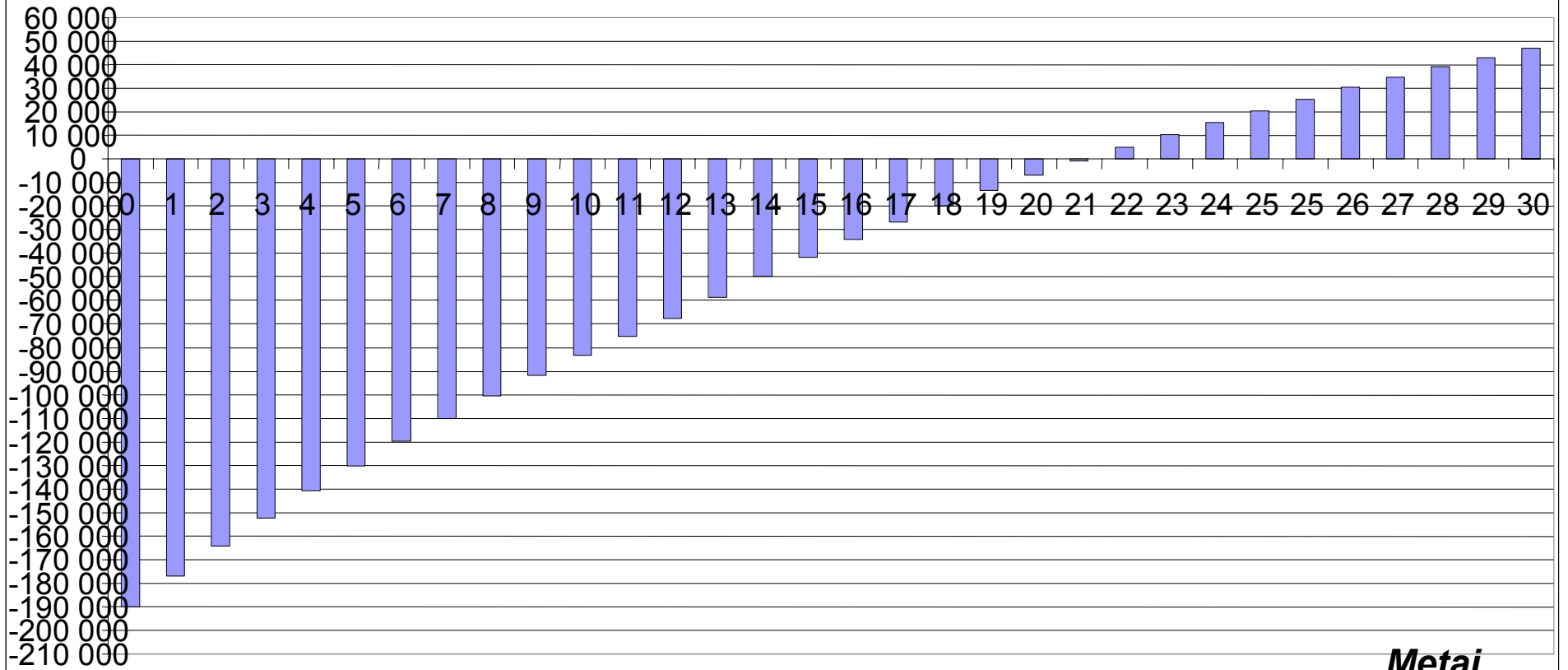
5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
<b>13 827</b>	<b>13 827</b>	<b>13 827</b>	<b>13 827</b>	<b>13 827</b>	<b>13 827</b>	<b>13 827</b>	<b>13 827</b>	<b>16 827</b>	<b>16 827</b>	<b>16 827</b>	<b>16 827</b>	<b>16 827</b>
4 527	4 527	4 527	4 527	4 527	4 527	4 527	4 527	4 527	4 527	4 527	4 527	4 527
3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000
5 000	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000	8 000	8 000	8 000	8 000	8 000
1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000
300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
<b>13 827</b>	<b>13 827</b>	<b>13 827</b>	<b>13 827</b>	<b>13 827</b>	<b>13 827</b>	<b>13 827</b>	<b>13 827</b>	<b>16 827</b>	<b>16 827</b>	<b>16 827</b>	<b>16 827</b>	<b>16 827</b>
<b>13 827</b>	<b>13 827</b>	<b>13 827</b>	<b>13 827</b>	<b>13 827</b>	<b>13 827</b>	<b>13 827</b>	<b>13 827</b>	<b>16 827</b>	<b>16 827</b>	<b>16 827</b>	<b>16 827</b>	<b>16 827</b>
<b>10 834</b>	<b>10 318</b>	<b>9 827</b>	<b>9 359</b>	<b>8 913</b>	<b>8 489</b>	<b>8 084</b>	<b>7 699</b>	<b>8 924</b>	<b>8 499</b>	<b>8 094</b>	<b>7 709</b>	<b>7 342</b>
<b>-130 136</b>	<b>-119 818</b>	<b>-109 992</b>	<b>-100 633</b>	<b>-91 720</b>	<b>-83 232</b>	<b>-75 147</b>	<b>-67 448</b>	<b>-58 524</b>	<b>-50 025</b>	<b>-41 931</b>	<b>-34 223</b>	<b>-26 881</b>

7.2 lentelės tęsinys

18	19	20	21	22	23	24	25	25	26	27	28	29	30
<b>16 827</b>	<b>16 827</b>	<b>16 827</b>	<b>16 827</b>	<b>16 827</b>	<b>16 827</b>	<b>16 827</b>	<b>16 827</b>	<b>16 827</b>	<b>16 827</b>	<b>16 827</b>	<b>16 827</b>	<b>16 827</b>	<b>16 827</b>
4 527	4 527	4 527	4 527	4 527	4 527	4 527	4 527	4 527	4 527	4 527	4 527	4 527	4 527
3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000
8 000	8 000	8 000	8 000	8 000	8 000	8 000	8 000	8 000	8 000	8 000	8 000	8 000	8 000
1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000
300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
<b>16 827</b>	<b>16 827</b>	<b>16 827</b>	<b>16 827</b>	<b>16 827</b>	<b>16 827</b>	<b>16 827</b>	<b>16 827</b>	<b>16 827</b>	<b>16 827</b>	<b>16 827</b>	<b>16 827</b>	<b>16 827</b>	<b>16 827</b>
<b>16 827</b>	<b>16 827</b>	<b>16 827</b>	<b>16 827</b>	<b>16 827</b>	<b>16 827</b>	<b>16 827</b>	<b>16 827</b>	<b>16 827</b>	<b>16 827</b>	<b>16 827</b>	<b>16 827</b>	<b>16 827</b>	<b>16 827</b>
<b>6 992</b>	<b>6 659</b>	<b>6 342</b>	<b>6 040</b>	<b>5 752</b>	<b>5 478</b>	<b>5 218</b>	<b>4 969</b>	<b>4 969</b>	<b>4 732</b>	<b>4 507</b>	<b>4 292</b>	<b>4 088</b>	<b>3 893</b>
<b>-19 889</b>	<b>-13 230</b>	<b>-6 888</b>	<b>-848</b>	<b>4 904</b>	<b>10 382</b>	<b>15 600</b>	<b>20 569</b>	<b>25 538</b>	<b>30 271</b>	<b>34 778</b>	<b>39 070</b>	<b>43 158</b>	<b>47 052</b>

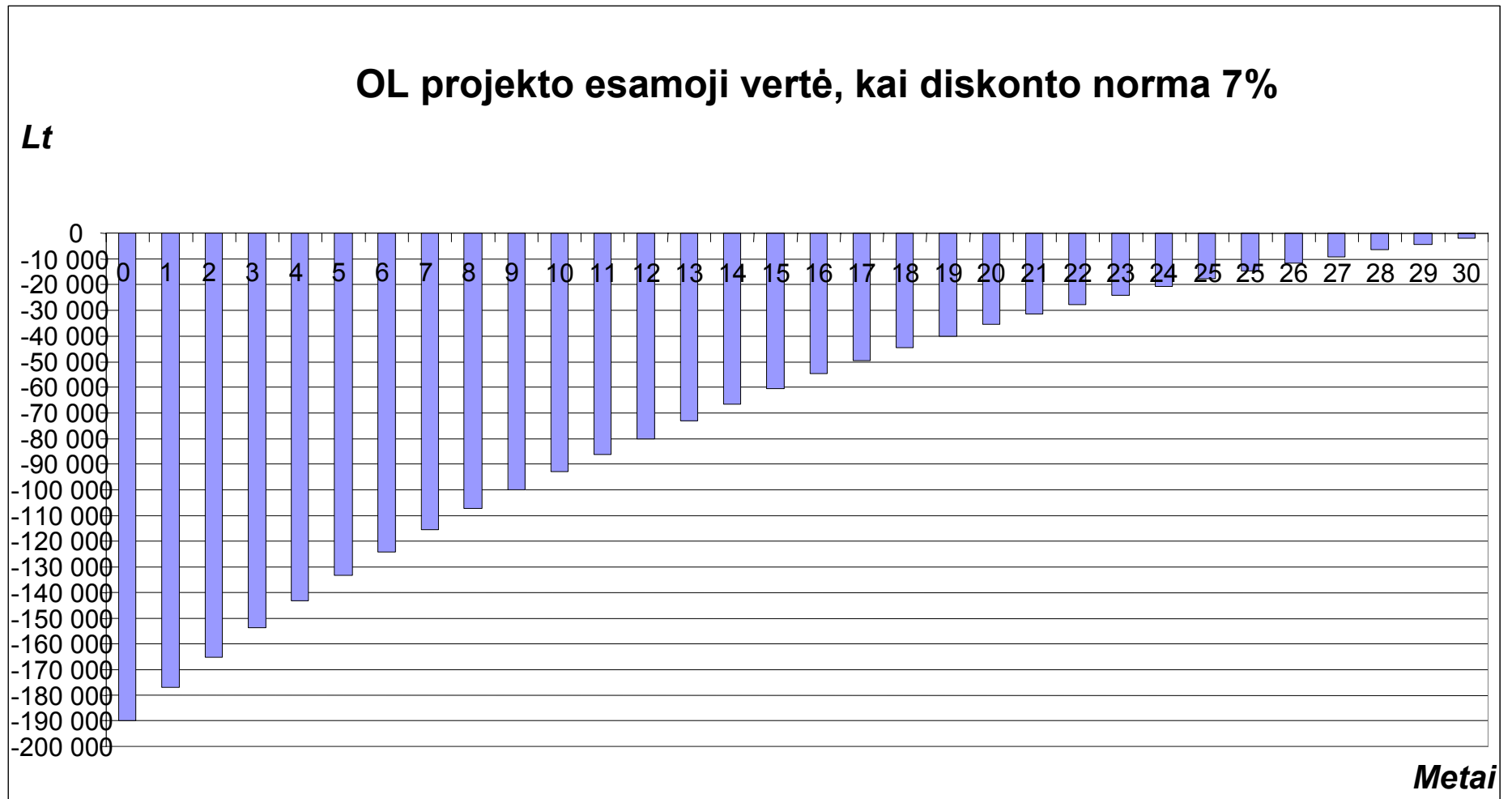
## OL projekto esamoji vertė, kai diskonto norma 5%

*Lt*





7.2 pav. OL projekto esamoji vertė, kai diskonto norma 5%.



**7.3 pav. OL projekto esamoji vertė, kai diskonto norma 7%**

## 8. TRUMPŪJŲ JUNGIMŲ SKAIČIAVIMAI

Trumpųjų jungimų skaičiavimus atlieku su specialia programa, skirta 0,4kV tinklo parametrų apskaičiuoti: „0,4kV tinklo skaičiavimai“. Programa sukurta akcinės bendrovės „VST“ dispečerinio valdymo departamento (DVD). Skaičiavimuose įvertinamas apkrovos nevienalaikiškumas bei jos padidėjimo ar sumažėjimo koeficientas, bei galios koeficientas ( $\cos \varphi$ ). Programa leidžia įvertinti dideles vienetines apkrovas. Programa suskaičiuoja vienfazio trumpo jungimo srovę, darbo srovę, įtampos ir galios nuostolius, parenka transformatorinės įvado ir linijinius saugiklius, nurodo silpnąsias tinklo vietas.

Rezultatai pateikiami lentelėse 8.1-8.7.

### Trumpųjų jungimų skaičiavimas prieš rekonstrukciją

Schema **Kš-1313 L-100 prieš rekonstrukciją**

Transformatorius (kVA) **160**      **200**      Apkrovos koeficientas **1.00**

Trumpo jungimo srovė (A) **1416**      **40**      Cosφ **0.9**

Tipas: oro linija, aliuminis

Eilės Nr.	Linija						Apkrova		Darbo srovė (A)	Vienfazio trumpo j. srovė (A)	Atkarpos įtampos nuost. (%)	Suminiai įtampos nuost. (%)	Sum.galios nuost. (kW)
	Atkarpos pradžia	Atkarpos galas	Ilgis (m)	Fazės	Fazė (mm)	Nulis (mm)	Galo apkrova (kW)	Vartotojai					
1	Kš-1313 L-100	100/3	120,0	3	35	35	5	1	105,1	554	5,62	5,62	10,49
2	100/3	101/2-1	120,0	3	35	35	5	1	1,8	354	0,09	5,72	0
3	100/3	100/4	40,0	3	35	35	5	1	101,5	466	1,81	7,43	6,71
4	100/4	100/5	40,0	3	35	35	5	1	99,7	403	1,77	9,21	5,53
5	100/5	100/5-1	30,0	3	35	35	10	2	3,6	365	0,04	9,26	0
6	100/5	100/6	20,0	3	35	35	10	2	94,2	377	0,84	10,05	4,4
7	100/6	100/6-1	23,0	3	35	35	15	3	5,4	351	0,05	10,1	0
8	100/6	100/7	40,0	3	35	35	5	1	85,2	334	1,51	11,57	3,89
9	100/7	100/8	40,0	3	35	35	10	2	83,4	300	1,48	13,05	3,06
10	100/8	100/8-1	37,0	3	35	35	5	1	14,5	275	0,23	13,29	0,04
11	100/8-1	100/8-2	37,0	3	35	35	5	1	12,7	253	0,2	13,5	0,02
12	100/8-2	100/8-3	25,0	1	35	35	10	2	10,9	240	0,24	13,75	0
13	100/8	100/9	40,0	3	35	35	10	2	65,2	273	1,16	14,22	2,22
14	100/9	100/10	40,0	3	35	35	10	2	61,6	250	1,09	15,32	1,74
15	100/10	100/11	40,0	3	35	35	10	2	57,9	230	1,03	16,35	1,31
16	100/11	100/12	40,0	3	35	35	15	3	54,3	213	0,96	17,32	0,92
17	100/12	100/13	40,0	3	35	35	10	2	48,9	199	0,87	18,19	0,59

8.1 lentelės tęsinys kitame puslapyje

8.1 lentelės tęsinys

Eilės Nr.	Linija						Apkrova		Darbo srovė (A)	Vienfazio trumpo j. srovė (A)	Atkarpos įtampos nuost. (%)	Suminiai įtampos nuost. (%)	Sum. galios nuost. (kW)
	Atkarpos pradžia	Atkarpos galas	Ilgis (m)	Fazės	Fazė (mm)	Nulis (mm)	Galo apkrova (kW)	Vartotojai					
18	100/13	100/14	40,0	3	35	35	10	2	7,2	186	0,12	18,32	0
19	100/14	100/16	58,0	3	35	35	10	2	3,6	171	0,09	18,41	0
20	100/13	102/1	40,0	3	35	35	0		38,0	186	0,67	18,87	0,31
21	102/1	102/1-1	38,0	3	35	35	10	2	5,4	176	0,09	18,96	0
22	102/1-1	102/1-2	38,0	3	35	35	5	1	1,8	166	0,03	18,99	0
23	102/1	103/1	37,0	3	35	35	10	2	10,8	176	0,17	19,05	0,01
24	103/1	103/2	37,0	3	35	35	10	2	7,2	167	0,11	19,17	0
25	103/2	103/3	37,0	3	35	35	5	1	3,6	159	0,05	19,23	0
26	103/3	103/4	37,0	3	35	35	5	1	1,8	151	0,02	19,26	0
27	102/1	102/2	40,0	3	35	35	5	1	21,7	175	0,38	19,26	0,12
28	102/2	102/3	40,0	3	35	35	5	1	19,9	165	0,35	19,61	0,06
29	102/3	102/3-1	16,0	3	35	35	10	2	3,6	162	0,02	19,64	0
30	102/3	102/3-2	33,0	3	35	35	10	2	3,6	158	0,05	19,67	0
31	102/3	102/4	40,0	3	35	35	10	2	10,8	157	0,19	19,81	0,02
32	102/4	102/5	40,0	3	35	35	10	2	7,2	149	0,12	19,94	0
33	102/5	102/5-1	40,0	3	35	35	10	2	3,6	<u>142</u>	0,06	20	0

### Trumpųjų jungimų skaičiavimas po rekonstrukcijos KL L-100

Schema		Kš-1313 po rekonstrukcijos KL L-100													
Transformatorius (kVA)		160		Įvadinis saugiklis (A)		200		Apkrovos koeficientas		1.0					
Trumpo jungimo srovė (A)		1416		Linijinis saugiklis (A)		160		Cosφ		0.9					
Eilės Nr.	Linija			Laidininkas					Apkrova		Darbo srovė (A)	Vienfazio trumpo j. srovė (A)	Atkarpos įtampos nuost. (%)	Suminiai įtampos nuost. (%)	Sum. galios nuost. (kW)
	Atkarpos pradžia	Atkarpos galas	Ilgis (m)	Tipas		Fazės	Fazė (mm)	Nulis (mm)	Galo apkrova (kW)	Vartotojai					
1	Kš-1313 L-100	KS-1-1	160,0	Aliuminis	Kabelis	3	150	150	5	1	54,3	907	0,86	0,86	0,61
2	KS-1-1	KS-1-2	30,0	Aliuminis	Kabelis	3	150	150	10	2	51,8	861	0,15	1,02	0,3
3	KS-1-2	KS-1-3	50,0	Aliuminis	Kabelis	3	150	150	10	2	46,9	794	0,23	1,25	0,24
4	KS-1-3	KS-1-4	50,0	Aliuminis	Kabelis	3	150	150	10	2	41,9	737	0,21	1,46	0,17
5	KS-1-4	KS-1-5	60,0	Aliuminis	Kabelis	3	150	150	15	3	37,0	678	0,22	1,68	0,11
6	KS-1-5	KS-1-6	40,0	Aliuminis	Kabelis	3	150	150	10	2	29,6	644	0,11	1,8	0,06
7	KS-1-6	KS-1-7	30,0	Aliuminis	Kabelis	3	150	150	10	2	24,6	621	0,07	1,88	0,03
8	KS-1-7	KS-1-8	50,0	Aliuminis	Kabelis	3	150	150	10	2	19,7	585	0,09	1,98	0,02
9	KS-1-8	KS-1-9	60,0	Aliuminis	Kabelis	3	150	150	10	2	14,8	548	0,08	2,06	0,01
10	KS-1-9	KS-1-10	50,0	Aliuminis	Kabelis	3	150	150	10	2	9,8	520	0,04	2,11	0
11	KS-1-10	KS-1-11	70,0	Aliuminis	Kabelis	3	150	150	10	2	4,9	<u>485</u>	0,03	2,15	0

### Trumpųjų jungimų skaičiavimas po rekonstrukcijos KL L-200

Schema		<b>Kš-1313 po rekonstrukcijos KL L-200</b>													
Transformatorius (kVA)		<b>160</b>	Įvadinis saugiklis (A)		<b>200</b>	Apkrovos koeficientas		<b>1.00</b>							
Trumpo jungimo srovė (A)		<b>1416</b>	Linijinis saugiklis (A)		<b>140</b>	Cosφ		<b>0.9</b>							
Eilės Nr.	Linija			Laidininkas					Apkrova		Darbo srovė (A)	Vienfazio trumpo j. srovė (A)	Atkarpų įtampų nuost. (%)	Suminiai įtampų nuost. (%)	Sum. galios nuost. (kW)
	Atkarpos pradžia	Atkarpos galas	Ilgis (m)	Tipas		Fazės	Fazė (mm)	Nulis (mm)	Galo apkrova (kW)	Vartotojai					
1	Kš-1313 L-200	KS-2-1	150,0	Aliuminis	Kabelis	3	150	150	10	2	69,5	923	1,03	<b>1,03</b>	1,29
2	KS-2-1	KS-2-2	40,0	Aliuminis	Kabelis	3	150	150	10	2	65,1	861	0,26	<b>1,29</b>	0,81
3	KS-2-2	KS-2-3	50,0	Aliuminis	Kabelis	3	150	150	10	2	60,8	794	0,3	<b>1,6</b>	0,69
4	KS-2-3	KS-2-4	50,0	Aliuminis	Kabelis	3	150	150	10	2	56,5	737	0,28	<b>1,88</b>	0,57
5	KS-2-4	KS-2-5	60,0	Aliuminis	Kabelis	3	150	150	15	3	52,1	678	0,31	<b>2,19</b>	0,46
6	KS-2-5	KS-2-6	150,0	Aliuminis	Kabelis	3	150	150	10	2	45,6	566	0,67	<b>2,87</b>	0,35
7	KS-2-6	KS-2-7	50,0	Aliuminis	Kabelis	3	150	150	10	2	41,2	537	0,2	<b>3,08</b>	0,14
8	KS-2-7	KS-2-8	40,0	Aliuminis	Kabelis	3	150	150	10	2	36,9	515	0,14	<b>3,23</b>	0,09
9	KS-2-8	KS-2-9	50,0	Aliuminis	Kabelis	3	150	150	10	2	32,5	490	0,16	<b>3,39</b>	0,05
10	KS-2-9	KS-2-14	76,0	Aliuminis	Kabelis	3	150	150	10	2	4,3	457	0,03	<b>3,42</b>	0
11	KS-2-9	KS-2-10	40,0	Aliuminis	Kabelis	3	150	150	20	4	23,9	472	0,09	<b>3,49</b>	0,01
12	KS-2-10	KS-2-13	16,0	Aliuminis	Kabelis	3	150	150	10	2	4,3	465	0	<b>3,49</b>	0
13	KS-2-10	KS-2-11	40,0	Aliuminis	Kabelis	3	150	150	15	3	10,8	455	0,04	<b>3,53</b>	0
14	KS-2-11	KS-2-12	40,0	Aliuminis	Kabelis	3	150	150	10	2	4,3	<u>440</u>	0,01	<b>3,55</b>	0

### Trumpųjų jungimų skaičiavimas po rekonstrukcijos KL L-100 avarinis režimas

Schema		Kš-1313 KL L-100 avarinis režimas													
Transformatorius (kVA)		160	Įvadinis saugiklis (A)		200	Apkrovos koeficientas		1.0							
Trumpo jungimo srovė (A)		1416	Linijinis saugiklis (A)		100	Cosφ		0.9							
Eilės Nr.	Linija			Laidininkas					Apkrova		Darbo srovė (A)	Vienfazio trumpo j. srovė (A)	Atkarpos įtampos nuost. (%)	Suminiai įtampos nuost. (%)	Sum. galios nuo-ST. (kW)
	Atkarpos pradžia	Atkarpos galas	Ilgis (m)	Tipas	Fazės	Fazė (mm)	Nulis (mm)	Galo apkrova (kW)	Vartotojai						
1	Kš-1313 L-100	KS-1-1	160,0	Aliuminis	Kabelis	3	150	150	5	1	97,8	907	1,55	1,55	3,17
2	KS-1-1	KS-1-2	30,0	Aliuminis	Kabelis	3	150	150	10	2	96,0	861	0,29	1,84	2,15
3	KS-1-2	KS-1-3	50,0	Aliuminis	Kabelis	3	150	150	10	2	92,4	794	0,46	2,3	1,96
4	KS-1-3	KS-1-4	50,0	Aliuminis	Kabelis	3	150	150	10	2	88,7	737	0,44	2,75	1,68
5	KS-1-4	KS-1-5	60,0	Aliuminis	Kabelis	3	150	150	15	3	85,1	678	0,51	3,26	1,42
6	KS-1-5	KS-1-6	40,0	Aliuminis	Kabelis	3	150	150	10	2	79,7	644	0,32	3,58	1,12
7	KS-1-6	KS-1-7	30,0	Aliuminis	Kabelis	3	150	150	10	2	76,1	621	0,23	3,81	0,95
8	KS-1-7	KS-1-8	50,0	Aliuminis	Kabelis	3	150	150	10	2	72,4	585	0,36	4,17	0,84
9	KS-1-8	KS-1-9	60,0	Aliuminis	Kabelis	3	150	150	10	2	68,8	548	0,41	4,59	0,66
10	KS-1-9	KS-1-10	50,0	Aliuminis	Kabelis	3	150	150	10	2	65,2	520	0,32	4,91	0,47
11	KS-1-10	KS-1-11	70,0	Aliuminis	Kabelis	3	150	150	10	2	3,6	485	0,02	4,94	0
12	KS-1-10	KS-2-14	20,0	Aliuminis	Kabelis	3	150	150	10	2	57,9	509	0,11	5,03	0,33
13	KS-2-14	KS-2-9	76,0	Aliuminis	Kabelis	3	150	150	10	2	54,3	474	0,41	5,44	0,28
14	KS-2-9	KS-2-10	40,0	Aliuminis	Kabelis	3	150	150	20	4	19,9	457	0,08	5,52	0,01
15	KS-2-10	KS-2-13	16,0	Aliuminis	Kabelis	3	150	150	10	2	3,6	450	0	5,53	0
16	KS-2-10	KS-2-11	40,0	Aliuminis	Kabelis	3	150	150	15	3	9,0	441	0,03	5,56	0

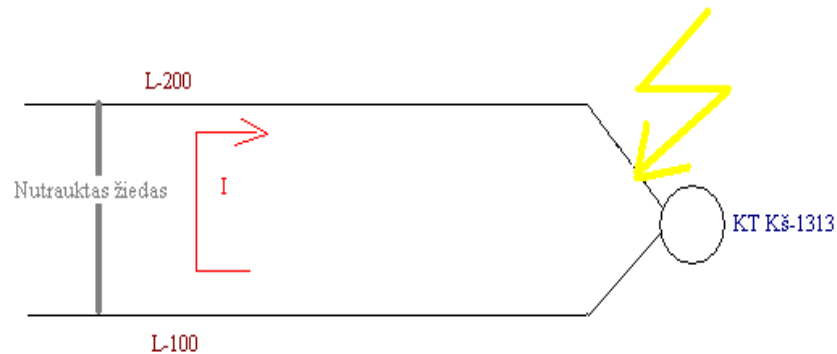
8.4 lentelės tęsinys kitame puslapyje



8.4 lentelės tęsinys

Eilės Nr.	Linija			Laidininkas				Apkrova		Darbo srovė (A)	Vienfazio trumpojo srovė (A)	Atkarpos įtampos nuost. (%)	Suminiai įtampos nuost. (%)	Sum. galios nuost. (kW)	
	Atkarpos pradžia	Atkarpos galas	Ilgis (m)	Tipas	Fazės	Fazė (mm)	Nulis (mm)	Galo apkrova (kW)	Varotojai						
17	KS-2-11	KS-2-12	40,0	Aliuminis	Kabelis	3	150	150	10	2	3,6	426	0,01	5,57	0
18	KS-2-9	KS-2-8	50,0	Aliuminis	Kabelis	3	150	150	10	2	30,8	453	0,15	5,6	0,12
19	KS-2-8	KS-2-7	40,0	Aliuminis	Kabelis	3	150	150	10	2	27,1	437	0,1	5,71	0,09
20	KS-2-7	KS-2-6	50,0	Aliuminis	Kabelis	3	150	150	10	2	23,5	419	0,11	5,82	0,07
21	KS-2-6	KS-2-5	150,0	Aliuminis	Kabelis	3	150	150	15	3	19,9	374	0,29	6,12	0,05
22	KS-2-5	KS-2-4	60,0	Aliuminis	Kabelis	3	150	150	10	2	14,4	358	0,08	6,21	0,01
23	KS-2-4	KS-2-3	50,0	Aliuminis	Kabelis	3	150	150	10	2	10,8	346	0,05	6,26	0
24	KS-2-3	KS-2-2	50,0	Aliuminis	Kabelis	3	150	150	10	2	7,2	334	0,03	6,3	0
25	KS-2-2	KS-2-1	40,0	Aliuminis	Kabelis	3	150	150	10	2	3,6	<u>326</u>	0,01	6,31	0

Avarinis režimas L-100 yra paskaičiuotas tokiu atveju, jei reiktų sujungti abi kabelines linijas pradedant nuo L-100 ir pereinant į L-200, ir trumpas jungimas įvyktų linijos L-200 pradžioje (pav.7.1.). Tai reiškia, kad dvigubas krūvis tektų L-100, o L-200 „maitintūsi“ iš L-100 pusės, sujungus nutrauktą žiedą .



8.1 pav. L-100 avarinis režimas

### Trumpųjų jungimų skaičiavimas po rekonstrukcijos KL L-200 avarinis režimas

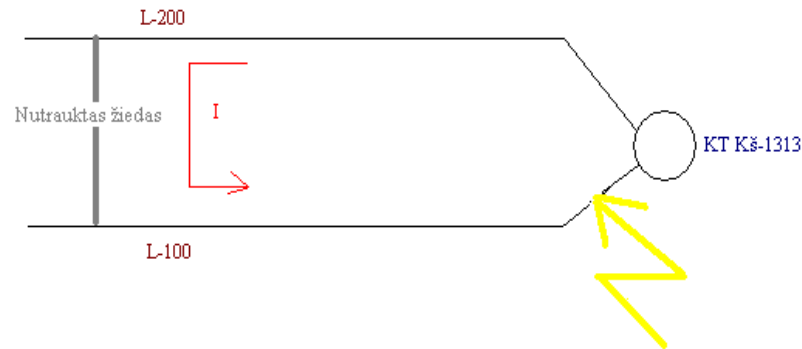
Schema		Kš-1313 KL L-200 avarinis režimas													
Transformatorius (kVA)		160	Įvadinis saugiklis (A)		200	Apkrovos koeficientas		1.0 0							
Trumpo jungimo srovė (A)		1416	Linijinis saugiklis (A)		100	Cosφ		0.9							
Eilės Nr.	Linija			Laidininkas					Apkrova		Darbo srovė (A)	Vienfazio trumpo j. srovė (A)	Atkarpos įtampos nuost. (%)	Suminiai įtampos nuost. (%)	Sum. galios nuost. (kW)
	Atkarpos pradžia	Atkarpos galas	Ilgis (m)	Tipas		Fazės	Fazė (mm)	Nulis (mm)	Galo apkrova (kW)	Varotojai					
1	Kš-1313 L-200	KS-2-1	150,0	Aliuminis	Kabelis	3	150	150	10	2	97,8	923	1,45	1,45	3,32
2	KS-2-1	KS-2-2	40,0	Aliuminis	Kabelis	3	150	150	10	2	94,2	861	0,37	1,83	2,36
3	KS-2-2	KS-2-3	50,0	Aliuminis	Kabelis	3	150	150	10	2	90,6	794	0,45	2,29	2,13
4	KS-2-3	KS-2-4	50,0	Aliuminis	Kabelis	3	150	150	10	2	86,9	737	0,43	2,72	1,85
5	KS-2-4	KS-2-5	60,0	Aliuminis	Kabelis	3	150	150	15	3	83,3	678	0,49	3,22	1,6
6	KS-2-5	KS-2-6	150,0	Aliuminis	Kabelis	3	150	150	10	2	77,9	566	1,16	4,38	1,32
7	KS-2-6	KS-2-7	50,0	Aliuminis	Kabelis	3	150	150	10	2	74,3	537	0,37	4,75	0,72
8	KS-2-7	KS-2-8	40,0	Aliuminis	Kabelis	3	150	150	10	2	70,6	515	0,28	5,04	0,53
9	KS-2-8	KS-2-9	50,0	Aliuminis	Kabelis	3	150	150	10	2	67,0	490	0,33	5,37	0,4
10	KS-2-9	KS-2-14	76,0	Aliuminis	Kabelis	3	150	150	10	2	43,4	457	0,32	5,7	0,23
15	KS-2-14	KS-1-10	20,0	Aliuminis	Kabelis	3	150	150	10	2	39,8	449	0,08	5,78	0,14
16	KS-1-10	KS-1-11	70,0	Aliuminis	Kabelis	3	150	150	10	2	3,6	423	0,02	5,81	0
17	KS-1-10	KS-1-9	50,0	Aliuminis	Kabelis	3	150	150	10	2	32,6	430	0,16	5,95	0,11
18	KS-1-9	KS-1-8	60,0	Aliuminis	Kabelis	3	150	150	10	2	28,9	410	0,17	6,12	0,08
19	KS-1-8	KS-1-7	50,0	Aliuminis	Kabelis	3	150	150	10	2	25,3	394	0,12	6,25	0,05

8.5 lentelės tęsinys kitame puslapyje

8.5 lentelės tęsinys

Eilės Nr.	Linija			Laidininkas				Apkrova		Darbo srovė (A)	Vienfazio trumpojo srovė (A)	Atkarpos įtampos nuost. (%)	Suminiai įtampos nuost. (%)	Sum. galios nuost. (kW)	
	Atkarpos pradžia	Atkarpos galas	Ilgis (m)	Tipas	Fazės	Fazė (mm)	Nulis (mm)	Galo apkrova (kW)	Varotojai						
20	KS-1-7	KS-1-6	30,0	Aliuminis	Kabelis	3	150	150	10	2	21,7	385	0,06	6,31	0,02
21	KS-1-6	KS-1-5	40,0	Aliuminis	Kabelis	3	150	150	15	3	18,1	374	0,07	6,39	0,01
22	KS-1-5	KS-1-4	60,0	Aliuminis	Kabelis	3	150	150	10	2	12,6	358	0,07	6,46	0,01
23	KS-1-4	KS-1-3	50,0	Aliuminis	Kabelis	3	150	150	10	2	9,0	346	0,04	6,51	0
24	KS-1-3	KS-1-2	50,0	Aliuminis	Kabelis	3	150	150	10	2	5,4	334	0,02	6,54	0
25	KS-1-2	KS-1-1	30,0	Aliuminis	Kabelis	3	150	150	5	1	1,8	<u>328</u>	0	6,54	0
11	KS-2-9	KS-2-10	40,0	Aliuminis	Kabelis	3	150	150	20	4	19,9	472	0,08	5,45	0,01
12	KS-2-10	KS-2-13	16,0	Aliuminis	Kabelis	3	150	150	10	2	3,6	465	0	5,46	0
13	KS-2-10	KS-2-11	40,0	Aliuminis	Kabelis	3	150	150	15	3	9,0	455	0,03	5,49	0
14	KS-2-11	KS-2-12	40,0	Aliuminis	Kabelis	3	150	150	10	2	3,6	440	0,01	5,5	0

Avarinis režimas L-200 yra paskaičiuotas tokiu atveju, jei reiktų sujungti abi kabelines linijas pradedant nuo L-200 ir pereinant į L-100, ir trumpas jungimas įvyktų linijos L-100 pradžioje (pav.7.2.). Tai reiškia, kad dvigubas krūvis tektų L-200, o L-100 „maitintųsi“ iš L-200 pusės, sujungus nutrauktą žiedą.



8.2 pav. L-200 avarinis režimas.

### Trumpųjų jungimų skaičiavimas po rekonstrukcijos OL L-100

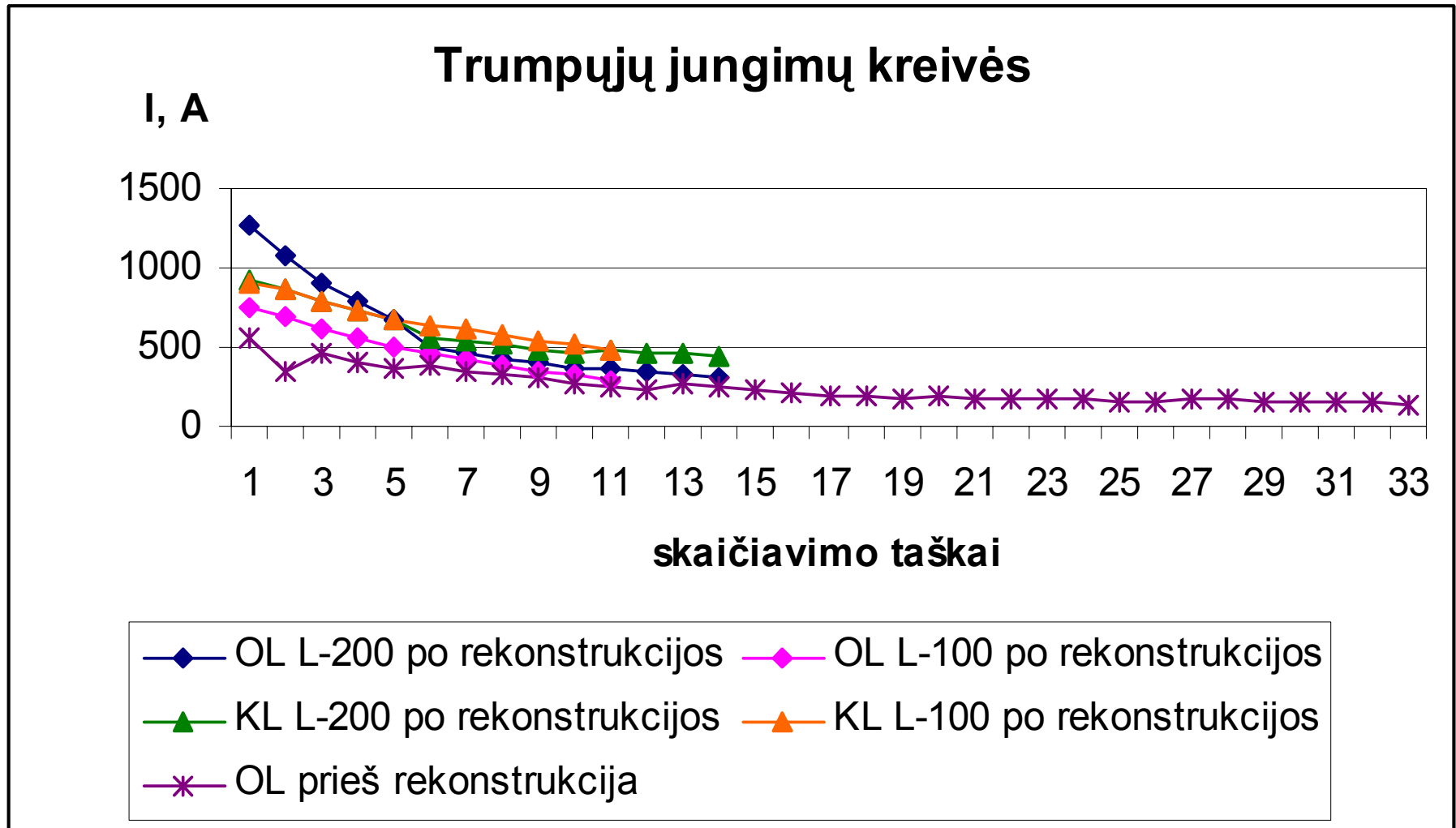
Schema		Kš-1313 L-100 po rekonstrukcijos OL L-100													
Transformatorius (kVA)		160	Įvadinis saugiklis (A)		200	Apkrovos koeficientas		1.00							
Trumpo jungimo srovė (A)		1416	Linijinis saugiklis (A)		90	Cosφ		0.9							
Eilės Nr.	Linija			Laidininkas					Apkrova		Darbo srovė (A)	Vienfazio trumpo j. srovė (A)	Atkarpas įtampos nuost. (%)	Suminiai įtampos nuost. (%)	Sum. galios nuost. (kW)
	Atkarpos pradžia	Atkarpos galas	Ilgis (m)	Tipas		Fazės	Fazė (mm)	Nulis (mm)	Galo apkrova (kW)	Vartotojai					
1	Kš-1313 L-100	100/4	160,0	Aliuminis	Oro linija	3	95	95	5	1	52,7	744	1,78	1,78	0,98
2	100/4	100/5	30,0	Aliuminis	Oro linija	3	95	95	5	1	50,1	690	0,31	2,1	0,52
3	100/5	100/7	50,0	Aliuminis	Oro linija	3	95	95	10	2	47,6	615	0,5	2,61	0,44
4	100/7	100/8	50,0	Aliuminis	Oro linija	3	95	95	10	2	42,6	555	0,45	3,06	0,32
5	100/8	100/9	60,0	Aliuminis	Oro linija	3	95	95	15	3	37,6	497	0,47	3,54	0,22
6	100/9	100/10	40,0	Aliuminis	Oro linija	3	70	70	10	2	30,1	456	0,31	3,85	0,13
7	100/10	100/11	30,0	Aliuminis	Oro linija	3	70	70	10	2	25,0	430	0,19	4,05	0,08
8	100/11	100/12	50,0	Aliuminis	Oro linija	3	70	70	10	2	20,0	392	0,26	4,31	0,05
9	100/12	100/13	60,0	Aliuminis	Oro linija	3	70	70	10	2	15,0	354	0,23	4,55	0,02
10	100/13	100/14	50,0	Aliuminis	Oro linija	3	70	70	10	2	10,0	328	0,13	4,68	0
11	100/14	100/16	70,0	Aliuminis	Oro linija	3	70	70	10	2	5,0	<u>297</u>	0,09	4,78	0

### Trumpųjų jungimų skaičiavimas po rekonstrukcijos OL L-200

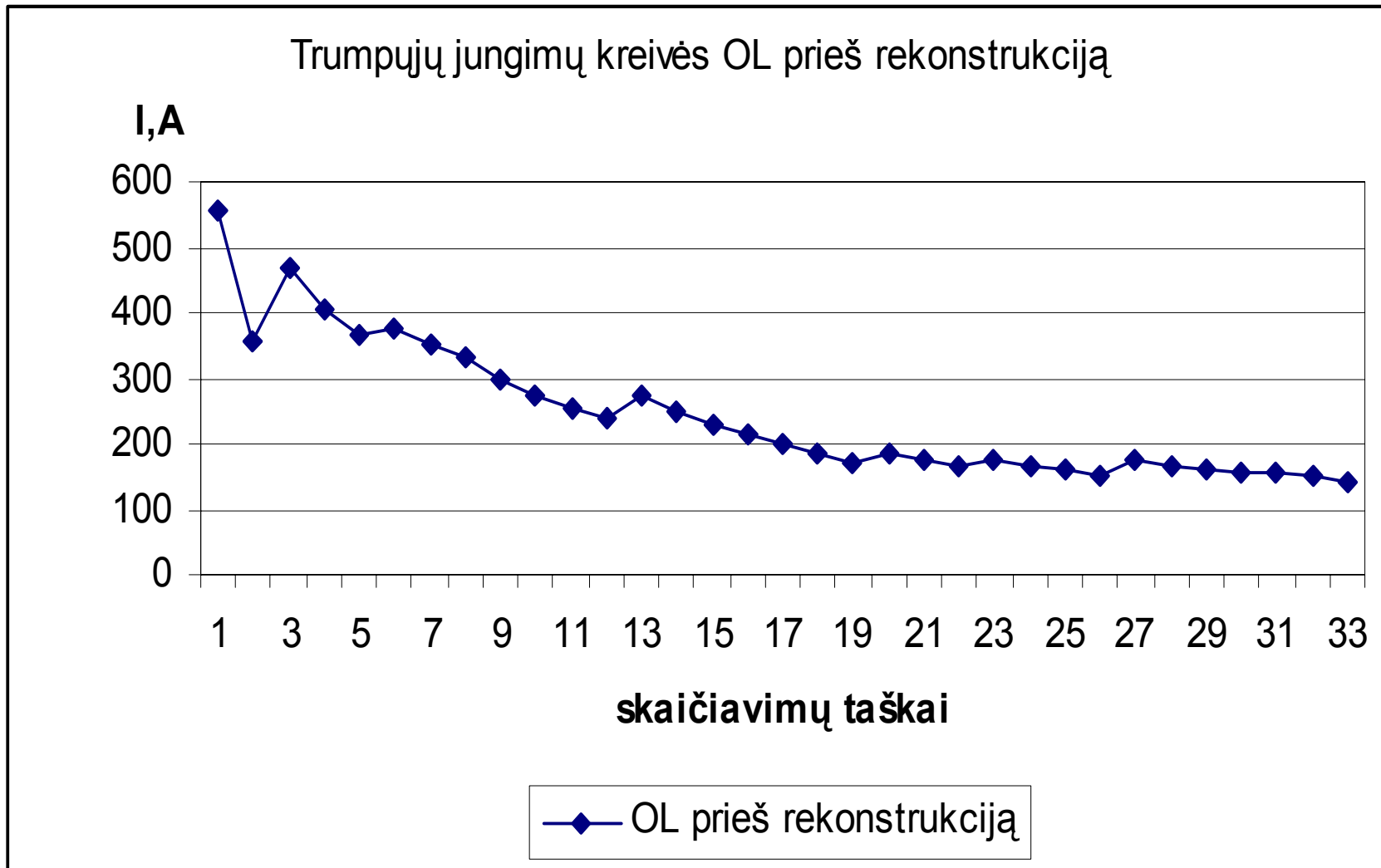
Schema		Kš-1313 po rekonstrukcijos OL L-200													
Eilės Nr.	Linija			Laidininkas					Apkrova		Darbo srovė (A)	Vienfazio trumpo j. srovė (A)	Atkarpos įtampos nuost. (%)	Suminiai įtampos nuost. (%)	Sum. galios nuost. (kW)
	Atkarpos pradžia	Atkarpos galas	Ilgis (m)	Tipas	Fazės	Fazė (mm)	Nulis (mm)	Galo apkrova (kW)	Vartotojai						
	Transformatorius (kVA)	160	Įvadinis saugiklis (A)	200	Apkrovos koeficientas	1.00									
	Trumpos jungimo srovė (A)	1416	Linijinis saugiklis (A)	100	Cosφ	0.9									
1	Kš-1313 L-200	200/4	150,0	Aliuminis Oro linija	3	95	95	10	2	69,5	1261	0	0	1,3	
2	200/4	200/5	40,0	Aliuminis Oro linija	3	95	95	10	2	65,1	1080	0,55	0,55	1,3	
3	200/5	200/6	50,0	Aliuminis Oro linija	3	95	95	10	2	60,8	909	0,64	1,19	1,12	
4	200/6	200/7	50,0	Aliuminis Oro linija	3	95	95	10	2	56,5	785	0,59	1,79	0,93	
5	200/7	200/8	60,0	Aliuminis Oro linija	3	95	95	15	3	52,1	674	0,66	2,45	0,76	
6	200/8	200/11	150,0	Aliuminis Oro linija	3	95	95	10	2	45,6	497	1,45	3,9	0,59	
7	200/11	200/12	50,0	Aliuminis Oro linija	3	95	95	10	2	41,2	457	0,43	4,34	0,26	
8	200/12	200/13	40,0	Aliuminis Oro linija	3	95	95	10	2	36,9	430	0,31	4,65	0,17	
9	200/13	200/14	50,0	Aliuminis Oro linija	3	95	95	10	2	32,5	400	0,34	5	0,11	
10	200/14	200/14-2	76,0	Aliuminis Oro linija	3	95	95	10	2	4,3	361	0,06	5,07	0	
11	200/14	200/16	80,0	Aliuminis Oro linija	3	95	95	20	4	23,9	359	0,4	5,41	0,05	
12	200/16	200/16-1	16,0	Aliuminis Oro linija	3	95	95	10	2	4,3	352	0,01	5,42	0	
13	200/16	200/18	80,0	Aliuminis Oro linija	3	95	95	15	3	10,8	326	0,18	5,59	0,01	
14	200/18	200/19	40,0	Aliuminis Oro linija	3	95	95	10	2	4,3	312	0,03	5,63	0	

Remiantis trumpųjų jungimų skaičiavimų lentelėmis 8.1-8.7, sudaromos trumpojo jungimo srovių kreivės palyginumui. Kreivės pateikiamos 8.3-8.6 paveiksluose. Patyrinėjus matosi, kad ir šiuo atveju efektingesnis yra kabelinis tinklas, nes čia trumpojo jungimo srovės didesnės.

Atlikus skaičiavimus minėta programa, galime matyti, kokio skerspjūvio laidus ar kabelius reikia naudoti linijose. Tai labai pagreitina darbą.

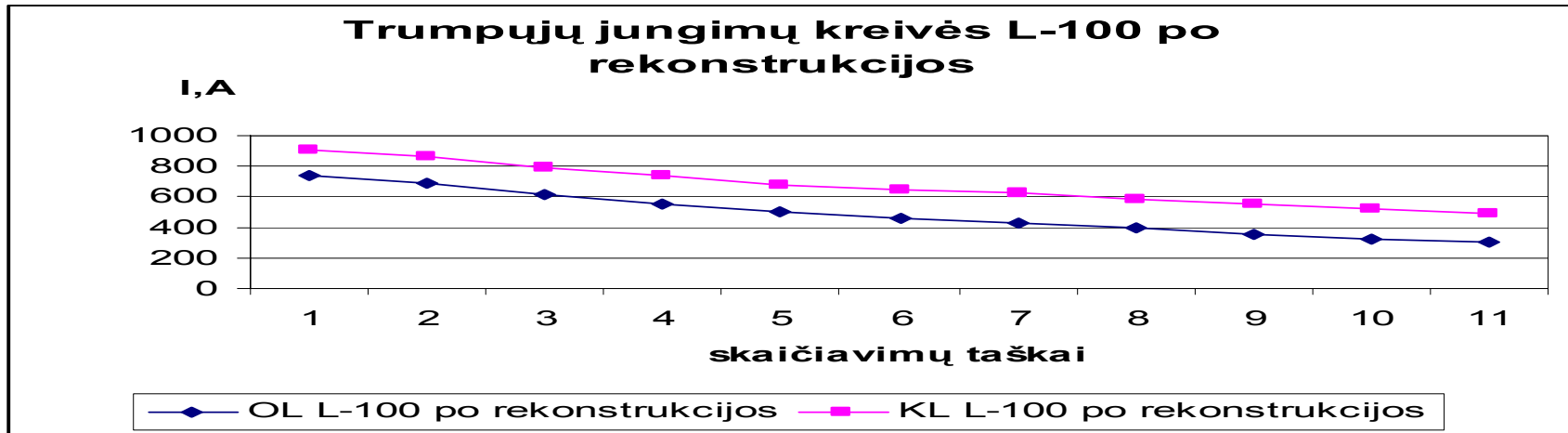


8.3 pav. Trumpųjų jungimų srovių kreivės

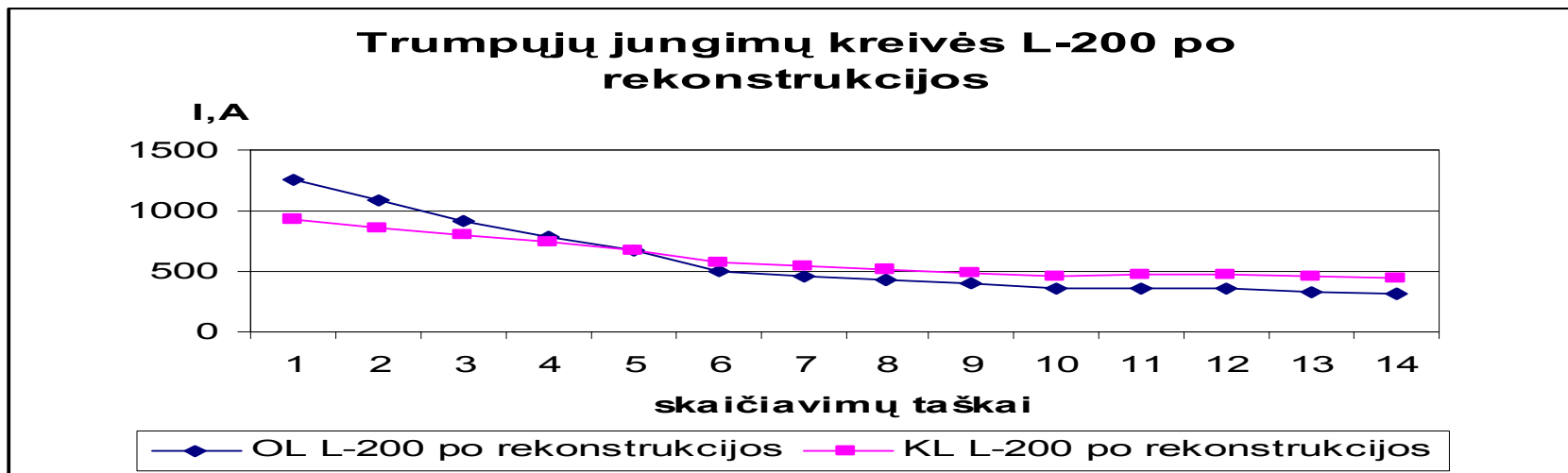


8.4 pav. Trumpųjų jungimų srovių kreivės oro linijoje prieš rekonstrukciją





8.5 pav. Trumpųjų jungimų srovių kreivės linijose L-100 po rekonstrukcijos.



8.6 pav. Trumpųjų jungimų srovių kreivės linijose L-200 po rekonstrukcijos

## 9. ELEKTROS ENERGIJOS TECHNOLOGINIŲ SĄNAUDŲ PALYGINIMAS

Kaip matyti iš pateiktos lentelės Nr.9.1, elektros energijos technologinės sąnaudos po rekonstrukcijos sumažėjo labai žymiai. Galios nuostoliai buvo sumažinti paklojus storesnius kabelius, bei linijos apkrovimą išskaidžius į dvi vietoje buvusios vienos linijos.

Elektros energijos technologinės sąnaudos dabartinėje orinėje linijoje yra 20,7%.

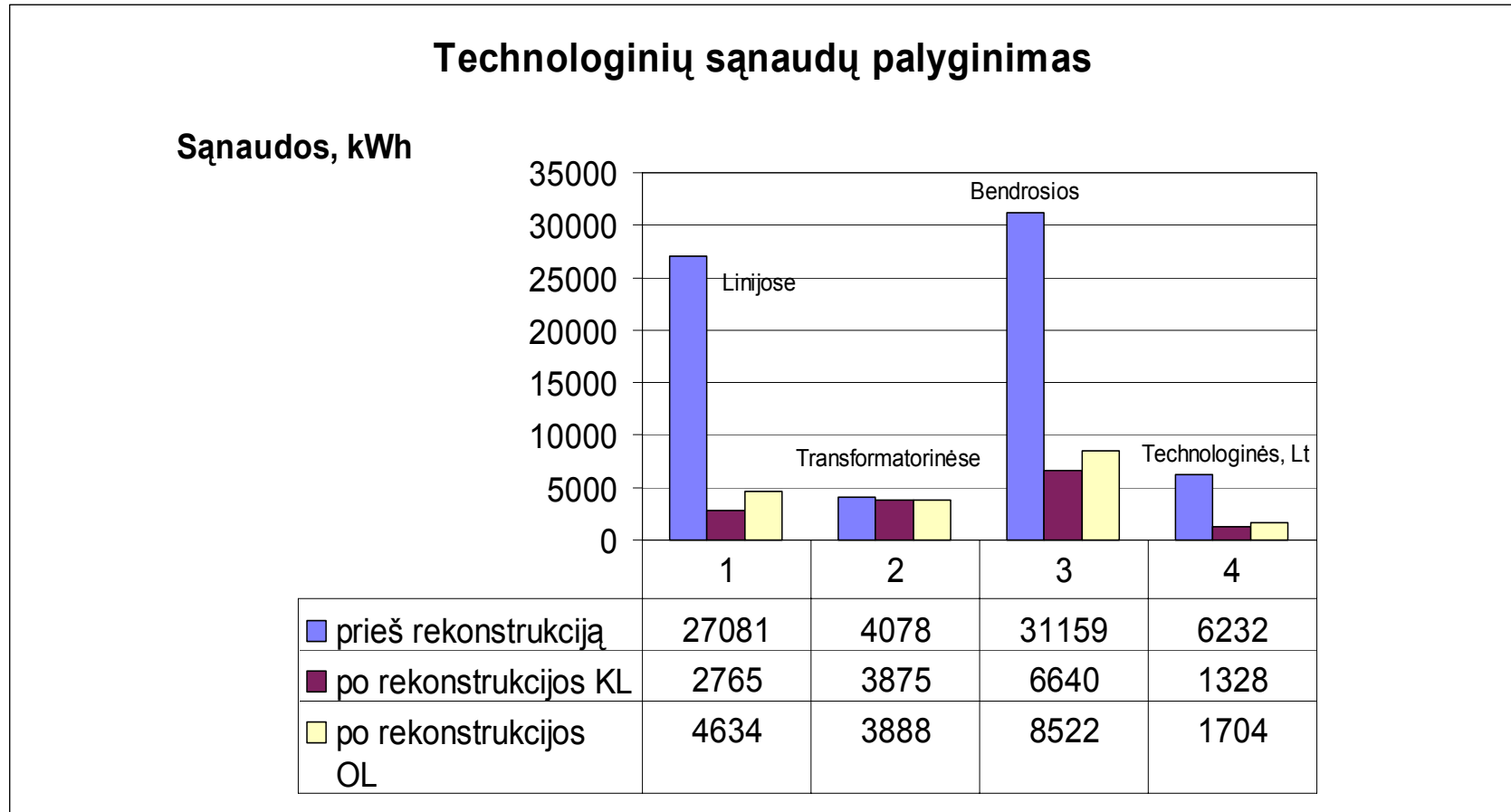
Paklojus kabelius, kabelinėse linijose sudarytų atitinkamai 1,6% ir 3%; viso : 4,6%. Sąnaudos transformatorinėje sumažėtų 4,98%. Sąnaudos linijose sumažėtų 89,79%. Bendrosios sąnaudos sumažėtų 78,69%.

Pastačius naują oro liniją, oro linijose sudarytų atitinkamai 2,9% ir 4,9%; viso: 7,8%. Sąnaudos transformatorinėje šiuo atveju sumažėtų 4,66%. Sąnaudos linijose sumažėtų 82,89%. Bendrosios sąnaudos sumažėtų 72,65%

Kaip matyti iš lentelių Nr.5.16-5.20, didelius galios nuostolius prieš rekonstrukciją lėmė didelis linijos apkrautumas. Po rekonstrukcijos išskaidžius esamą liniją į dvi, vietoj buvusio 270kW teorinio apkrovimo, dabar linijose yra atitinkamai L-100 110kW apkrova, o L-200 160kW apkrova. Taigi, vien jau apkrovos išdalijimas sumažina žymiai galios nuostolius ir pasiekiamas aukštas efektyvumas.

### Elektros energijos technologinių sąnaudų palyginimas

	Elektros energijos sąnaudos prieš projekto įgyvendinimą	Elektros energijos sąnaudos po projekto įgyvendinimo		Palyginimas (sutaupoma)	
		KL	OL	KL	OL
Elektros energijos sąnaudos linijose, kWh	27081	2765	4634	24316	22447
Elektros energijos sąnaudos transformatorinėse, kWh	4078	3875	3888	203	190
<b>Bendrosios sąnaudos, kWh</b>	<b>31159</b>	<b>6640</b>	<b>8522</b>	<b>24519</b>	<b>22637</b>
Taikomas tarifas, ct	20				
Technologinės sąnaudos, Lt	6232	1328	1704	4904	4527



9.1 pav. Elektros energijos technologinių sąnaudų palyginimas

## IŠVADOS

Elektros tinklų užduotis - patikimai ir ekonomiškai aprūpinti vartotojus kokybiška elektra. Per skirstomuosius elektros tinklus didžioji elektros energijos dalis pasiekia vartotojus. Vakarų šalių patirtis rodo, kad didžioji elektros tinklų išlaidų dalis tenka skirstomiesiems elektros tinklams. Taigi, gerinant elektros tinklų darbo kokybę, siekiant ekonomiško, pastebimą efektą galima pasiekti didesnę dėmesį skiriant skirstomiesiems elektros tinklams.

Atlikus tyrimus ir skaičiavimus projekte, buvo pastebėta, kad būtina elektros energijos vartotojai sunaudoja labai nedaug elektros energijos. Susidaro dideli galios nuostoliai dėl nesutapimo tarp deklaruoto elektros energijos suvartojimo ir realiai suvartoto. Didelę dalį energijos nuostolių sudaro ir senos oro linijos. Kaip pateikta mano skaičiavimo tyrimuose aukščiau, rekonstravus oro liniją į kabelinę pasiekiamas didelis efektyvumo rodiklis. Taipogi efektyvumas pasiektas ir pakeičiant seną oro liniją nauja, bet mažesnis. Tai paaiškėja tyrimų ir skaičiavimų metu. Tačiau pagrindinė šio projekto esmė yra pačios rekonstrukcijos (nesvarbu kokios) efektyvumo tyrimas. Ir be to, mano nuomone, rekonstruojant linijas mieste yra labai neekonomiška vėl statyti oro linijas. Čia nekalbama apie „kosmetinį“ linijos remontą, o būtent apie linijos pilną rekonstrukciją. Yra linijų, kurios yra jau atgyvenusios savo amžių ir reikia jas renovuoti iš pagrindų, nes atramos ištrupėjusios, stovi gyventojų kiemuose (nesaugu ir paprasčiausiai negražu), laidai ploni ir sudurstyti išties. O sudurstymai „atneša“ papildomus linijų nuostolius.

Labai akivaizdus rekonstravimo efektyvumo įrodymas yra 9.1 paveikslas, sudarytas remiantis projektiniais skaičiavimais.

Tyrimo metu nustatyti efektyvumo rodikliai:

1. Galios nuostoliai mažesni kabelinėje linijoje.
2. Trumpojo jungimo srovės didesnės kabelinėje linijoje.
3. Įtampų kritimai mažesni kabelinėje linijoje.
4. Technologinės sąnaudos linijose mažesnės kabelinėje linijoje.
5. Sąnaudos transformatorinėje po rekonstrukcijos panašios tiek OL, tiek KL, bet mažesnės nei prieš rekonstrukciją.
6. Tarnavimo laikas kabelinėje linijoje (40 metų) ilgesnis nei orinėje (30 metų).
7. Įvertinus remonto sąnaudas ir diskonto normą, atsipirkimo laikas daug ilgesnis orinėje linijoje.

Remiantis šiais punktais, galima drąsiai teigti, kad bet kokia rekonstrukcija yra efektyvu, o kabelinė linija efektingesnė už orinę.