

ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS
TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS
ELEKTROS INŽINERIJOS KATEDRA

Algirdas Bertulis

**10 KV LINIJŲ TECHNINIŲ FINANSINIŲ RODIKLIŲ
TYRIMAS**

Magistro darbas

Vadovas

doc.dr. Z. Turauskas

Šiauliai, 2010

ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS
TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS
ELEKTROS INŽINERIJOS KATEDRA

TVIRTINU

Katedros vedėjas

lek. Gediminas Valiulis

2010 06

**10 KV LINIJŲ TECHNINIŲ FINANSINIŲ RODIKLIŲ
TYRIMAS**

Magistro darbas

Vadovas

doc.dr. Z. Turauskas

2010 06

Atliko EM-8 gr. stud.

A. Bertulis

2010 06 25

Recenzentas

ŠU Technologijos fakulteto

Elektros inžinerijos

katedros

doc.dr. T. Šimkevičius

2010 06

Šiauliai, 2010

Bertulis A. Research of 10 kV lines' technical - financial measures: Master thesis of energetics engineer/research advisor Assoc. Prof. Dr. Z. Turauskas; Šiauliai University, Technological Faculty, Electrical Engineering Department. – Šiauliai, 2010. – 62 p.

SUMMARY

In this final paper the 10 kV distributive networks in Radviliskis district has been analysed. According to the data of 2009, the length of 10 kV air route of electricity was 988,62 km and the length of cable route of electricity was 115,6 km. All the air route of electricity has been built using ferroconcrete supports. The density of routes is 0,68 km/ km².

The consumers of electricity experience material harm due to abortion of distribution of electricity. The requirements for distributive networks have been changed when Lithuania joined EU, because all the electricity routes have been built when Lithuania was part of the Soviet Union. We will try to evaluate some parameters of present network and to compare with normative.

In this paper the conclusions about the reliability and further maintenance of electricity network has been formulated. Agreeably with results received, solutions for current network improvement have been given.

TURINYS

LENTELIŲ SĄRAŠAS.....	5
PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS.....	6
ĮVADAS.....	7
1. TIRIAMŲ SKIRSTOMŲJŲ TINKLŲ CHARAKTERISTIKA.....	8
1.1 Elektros linijos.....	8
1.2 Transformatorinės pastotės.....	10
1.3 Linijų ir pastočių apkrautumas	11
2. TINKLO PAGRINDINIAI RODIKLIAI IR PARAMETRAI.....	16
2.1 Įtampos nuostoliai.....	16
2.2 Linijų galios nuostoliai.....	21
2.3 Energijos nuostoliai linijoje.....	25
2.4 Nuostolių elektros tinkluose įkainojimas.....	27
3. VARTOTOJŲ KATEGORIJOS IR SKIRSTOMOJO ELEKTROS TINKLO DARBO PATIKIMUMAS.....	29
3.1 Skirstomųjų elektros tinklų darbo patikimumas.....	29
3.2 Vartotojų aprūpinimo elektra patikimumo kategorijos.....	34
3.3 Patikimumo rodikliai.....	35
3.5 Aprūpinimo elektra patikimumas.....	36
3.6 Nagrinėjamo tinklo patikimumo rodiklių skaičiavimai.....	38
4. ELEKTROS TINKLŲ SCHEMOS.....	43
4.1 Tinklų schemas.....	43
4.2 Nagrinėjamo tinklo schema.....	43
IŠVADOS.....	44
LITERATŪRA.....	45
PRIEDAI.....	46

LENTELIŲ SĄRAŠAS

1.1 lentelė 10kV elektros linijų duomenys.....	8
1.2 lentelė 10kV elektros oro linijų ilgiai.....	10
1.3 lentelė Radviliškio rajono skirstomųjų tinklų transformatorinių duomenys.....	10
1.4 lentelė 10kV linijų apkrovimas iš Baisiogalos TP 35/10	12
1.5 lentelė 10kV linijų apkrovimas iš Šaukoto TP 35/10	13
1.6 lentelė 10kV linijų apkrovimas iš Sidabravo TP 35/10	13
1.7 lentelė 10kV linijų apkrovimas iš Šiaulėnų TP 35/10	13
1.8 lentelė 10kV linijų apkrovimas iš Šeduvos TP 110/35/10	14
1.9 lentelė 10kV linijų apkrovimas iš Radviliškio TP 110/10	14
2.1 lentelė 10kV linijų elektriniai parametrai.....	17
2.2 lentelė 10kV linijų iš Baisiogalos TP 35/10 galios nuostoliai.....	23
2.3 lentelė 10kV linijų iš Šaukotos TP 35/10 galios nuostoliai.....	23
2.4 lentelė 10kV linijų iš Sidabravo TP 35/10 galios nuostoliai.....	23
2.5 lentelė 10kV linijų iš Šiaulėnų TP 35/10 galios nuostoliai.....	24
2.6 lentelė 10kV linijų iš Šeduvos TP 110/35/10 galios nuostoliai.....	24
2.7 lentelė 10kV linijų iš Radviliškio TP 110/10 galios nuostoliai.....	25
2.8 lentelė Nagrinėjamo 10kV tinklo energijos nuostoliai.....	27
2.9 lentelė Nagrinėjamo 10kV tinklo energijos nuostolių kaina, 2009m.....	28
3.1 lentelė Gedimų pasiskirstymas transformatorinėse procentais, penkerių metų laikotarpyje.....	31
3.2 lentelė Gedimų pasiskirstymas orinėse linijose procentais, penkerių metų laikotarpyje.....	31
3.3 lentelė Gedimų pasiskirstymas kabelinėse linijose procentais, penkerių metų laikotarpyje.....	31
3.5 lentelė Ilgų neplanuotų nutraukimų reguliavimo sistemos požymiai ES šalyse.....	38

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1.1 pav. Nagrinėjamų elektros linijų eksploatavimo trukmė.....	9
1.2 pav. Transformatorinių darbo trukmė.....	11
1.3 pav. 10kV linijų apkrautumas, pagal leistinąsias ilgalaikes sroves	15
2.1 pav. 10kV linijų įtampos nuostolių priklausomybė nuo linijų ilgio, esant apkrovimui $0,25I_n$	18
2.2 pav. 10kV linijų įtampos nuostolių priklausomybė nuo linijų ilgio, esant apkrovimui $0,5I_n$	19
2.3 pav. 10kV linijų įtampos nuostolių priklausomybė nuo linijų ilgio, esant apkrovimui $0,75I_n$	20
2.4 pav. 10kV linijų įtampos nuostolių priklausomybė nuo linijų ilgio, esant apkrovimui I_n	21
3.1 pav. 10kV linijų ir 10/0,4 transformatorinių gedimai 2004-2009m. laikotarpiui.....	30
3.2 pav. Nepatiekta elektros energija dėl gedimų.....	33
3.3 pav. Nepateiktos elektros energijos dėl gedimų kaina.....	33
3.4 pav. Sistemos vidutinės nutraukimo trukmės rodiklio grafikas, trečiai vartotojų kategorijai	40
3.5 pav. Sistemos vidutinės nutraukimo trukmės rodiklio grafikas, antrai vartotojų kategorijai	41
3.6 pav. Sistemos nutraukimų vidutinio dažnumo rodiklio grafikas, antrai vartotojų kategorijai	41
3.7 pav. Sistemos nutraukimų vidutinio dažnumo rodiklio grafikas, trečiai vartotojų kategorijai	42

Ivadas

Lietuvos skirstomieji elektros tinklai buvo suprojektuoti ir įrengti pagal buvusios TSRS normas ir taisykles, kuriose atsispindėjo planinės ekonomikos nuostatos. Atkūrus Nepriklausomybę, pereinant prie rinkos ekonomikos ir integruojantis Lietuvai į Europą, keičiasi kai kurie skirstomųjų, elektros tinklų, projektavimo, įrengimo ir eksploatavimo kriterijai ir sąlygos.

Rekonstruojant esamas, arba statant naujas 10kV elektros linijas galima vietoje oro linijų plačiai naudoti oro kabelius gyvenvietėse ir miškingose vietovėse. Požeminės kabelinės linijos, pirmoje eilėje rekomenduotinos miestuose ir gamtos draustiniuose, o esant finansinėms galimybėms ir miesteliuose, bei kompaktiškai užstatytose gyvenvietėse. Jų tikslingumas turi būti pagrįstas ekonomiškai įvertinant investicijas ir būsimas eksploatavimo išlaidas.

Rekonstruojant skirstomuosius elektros tinklus pagrindinis dėmesys turi būti skiriamas jo ilgaamžiškumui ir patikimumui padidinti bei eksploatacijai pagerinti.

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.

Šio darbo tikslas – išanalizuoti pasirinktą 10kV linijų tinklą. Darbo eigoje pabandyti išanalizuoti oro linijų, kabelinių linijų techninius ir ekonominius parametrus. Įvertinti nagrinėjamo tinklo būklę.

1. Tiriamų skirstomųjų elektros tinklų charakteristika

1.1 Elektros linijos

Šiame darbe nagrinėjamas Radviliškio rajono 10 kV skirstomasis tinklas. 2009 m. duomenimis 10 kV elektros oro linijų ilgis buvo 988,62 km ir kabelinių elektros linijų 115,6 km. Visos elektros oro linijos yra statytos su gelžbetoninėmis atramomis. Linijų tankis 0,68 km/km².

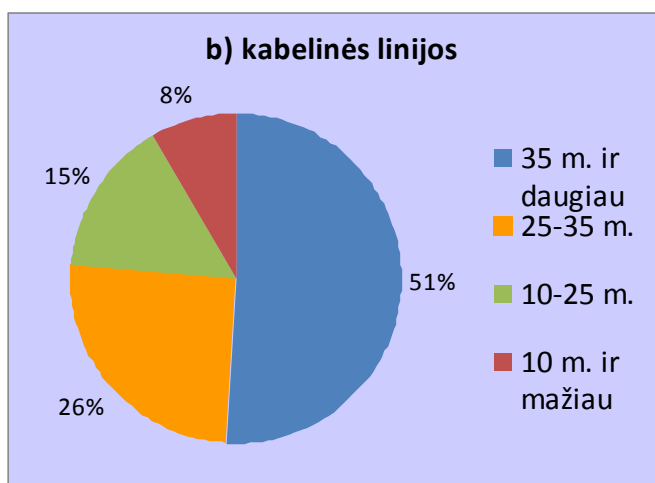
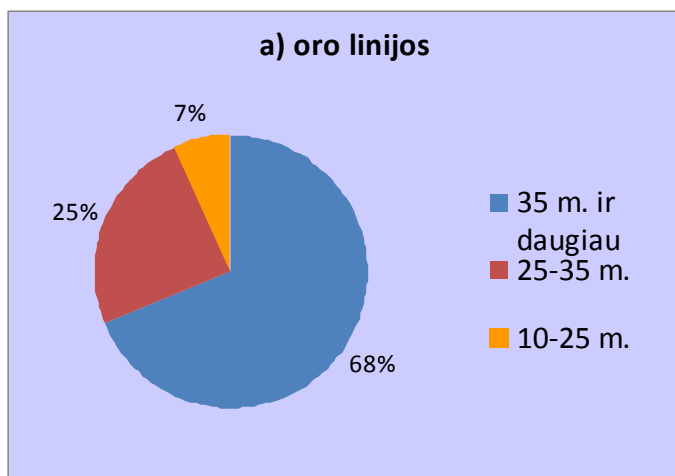
Radviliškio rajono energetinės sistemos balanse 2009 m. esančių oro ir kabelinių linijų duomenys pateikti 1.1 lentelėje.

1.1 lentelė

10kV elektros linijų duomenys

Pavadinimas	Ilgis, km.	Dalis,%
Oro linijos		
Bendras linijų ilgis	988,62	100%
Ilgis pagal tarnavimo amžių:		
35 m. ir daugiau	672,26	68%
25-35 m.	247,16	25%
10-25 m.	69,20	7%
Kabelinės linijos		
Linijų ilgis	115,56	100%
35 m. ir daugiau	58,86	51%
25–35 mm.	29,53	26%
10 –25 m.	17,65	15%
10 m. ir mažiau	9,52	8%

1.1 paveikslėlyje parodytos diagramos, kuriose pateikti linijų duomenys procentais.



1.1 pav. Nagrinėjamų elektros linijų eksploatavimo trukmė:

a) oro linijų ; b) kabelinių linijų.

Iš pirmo paveikslėlio matyti, kad daugiau nei 50 % oro ir kabelinių linijų pastatytos daugiau nei prieš 35m. Remiantis atliktais Kauno technologijos universiteto atliktais tyrimais [1] nustatyta, kad gelžbetoninės atramos po 20-25 m. eksploatavimo tampa nepatikimos. Todėl reikia atkreipti dėmesį į esamų tinklų būklę, norint užtikrinti kokybišką elektros energijos tiekimą.

Nagrinėjamo 10kV tinklo kabelinių linijų ilgiai neviršija 5 km. Orinių linijų su visomis ilgių pasiskirstymas parodytas 2 antroje lentelėje. 10kV linijose naudojami įvairaus skerspjūvio laidai ir kabeliai. Oro linijose: 35 mm², 50 mm², 70 mm², 120 mm² skerspjūvio laidai. Kabelinėse linijose: 35 mm², 50 mm², 70 mm², 95 mm², 120 mm², 150 mm², 185 mm², 240 mm².

Palyginimui galima nurodyti Vokietijos pavyzdį, kur vidutinės įtampos tinkluose naudojami vieno skerspjūvio kabeliai, daugiausia 120 mm² skerspjūvio.

1.2 lentelė

10kV oro linijų ilgiai

Linijos su visomis atšakomis ilgis, km	Vnt.	Dalis,%
Iki 10 km.	11	26 %
Nuo 10 iki 20 km	13	30 %
Nuo 20 iki 30 km	11	26 %
Nuo 30 iki 40 km	7	16 %
Daugiau kaip 40 km	1	2%

Radviliškio rajono 10kV elektros tinklo kabelinių ir orinių linijų charakteristikos pateiktos pirmame ir antrame priede.

1.2 Transformatorinės pastotės

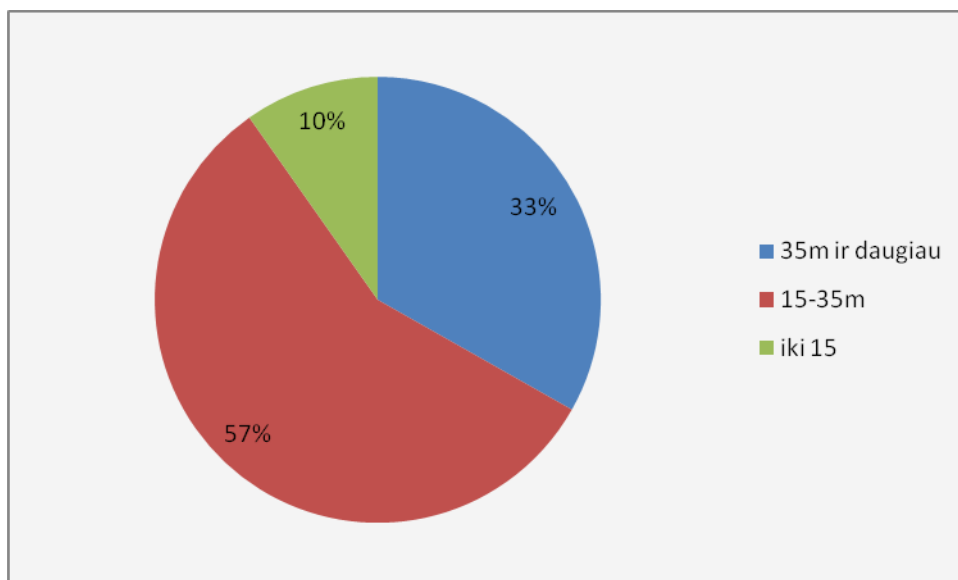
Komunaliniams ir buitiniams elektros energijos vartotojams, kurių dauguma yra nedidelės galios, elektros energija tiekama žemos įtampos linijomis, maitinamomis iš 10/0,4 kV transformatorinių pastočių (TP). Miestuose dauguma TP yra uždaros, arba metalinės komplektinės. Kaimo vietovėse dauguma TP yra komplektinės ir tik nedidelė dalis yra stulpinės. Techniniai transformatorinių duomenys pateikti 1.3 lentelėje.

Radviliškio rajono plotas yra 1635 km². Viena transformatorinė tenka 2,3 km² plotui. 1.2 paveiksle matyti transformatorinių darbo trukmė. Literatūroje teigiama [1], kad transformatorinių techninis darbo trukmė yra apie 29 m.

1.3 lentelė

Radviliškio rajono skirstomųjų elektros tinklų transformatorinių duomenys

Pavadinimas	Viso	Transformatorinių skaičius pagal darbo amžių		
		35 m. ir daugiau	15-35 m.	Iki 15 m.
TP transformatorių galia MVA	156,79	43,483	102,769	10,538
TP kiekis iš viso	696	231	397	68
Stulpinės TP	47	5	6	36
Komplektinės TP	455	191	254	10
TP uždaruose pastatuose	181	35	132	14
MT pastotis	13	-	5	8



1.2 pav. Transformatorinių darbo trukmė.

Pažiūrėjus į 1.2 pav. ir palyginus duomenis paveiksle su duomenimis pateiktais literatūroje galima prieiti išvados, kad apie 40% transformatorinių yra pasenusios ir būtina jas pakeisti. Norint užtikrinti kokybišką energijos tiekimą.

1.3 Linijų ir pastočių apkrautumas

Laikui bėgant linijų apkrova auga. Dauguma 10kv elektros linijų buvo pastatytos, tuomet, kai Lietuva buvo Tarybų sąjungos sudėtyje. Kaimo vietovėse buvo pristatyta gyvulininkystės ūkių. Miestuose vystėsi pramonė. Tuo laikotarpiu buvo daug galingų elektros energijos vartotojų, dėl kurių buvo išplėtotas elektros tinklas. Lietuvai tapus nepriklausoma valstybe, dauguma ūkių buvo uždaryti. Nebeliko galingų elektros vartotojų. Pastatyta linija visuomet turi pralaidumo atsargą apkrovos padidėjimui. Augant apkrovai mažėja pralaidumo galimybė, kol ji visai išnyksta.

Iš priedo (3) surandame aktyvias ir reaktyvias apkrovas. Ir pagal formulę (1.1) surandame pilną galią, kuri tiekama linija.

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} , \quad (1.1)$$

$$S = \sqrt{3}U * I , \quad (1.2)$$

$$I = \frac{S}{\sqrt{3}U}, \quad (1.3)$$

čia S – pilnoji linijos galia;

P – aktyvioji linijos galia;

Q – reaktyvioji linijos galia;

I – srovė linijoje;

U – įtampa linijoje.

Buvo nagrinėjamos 10kV orinės ir kabelinės linijos išeinančios iš rajoninių pastočių. Orinių paplitusios kaimo vietovėse, kur yra neužstatytos teritorijos. Miesteliuose, kur yra užstatyta teritorija, naudojamos kabelinės linijos. Analizuojant 10kV linijas buvo surinkti duomenys apie linijų nominalias apkrovas, leistinas ir realias apkrovas. Buvo nurašyti skaitiklių parodymai esant maksimaliam apkrovimui žiemos metu. Šie duomenys pateikti lentelėse (1.4-1.9).

1.4 lentelė

10kV linijų apkrovimas iš Baisiogalos TP 35/10

Linija	Magistralinis laidas, mm ²	Leistina linijos srovė, A	Linijos nominali apkrova, kVA	Linijos nominali srovė, A	Realios apkrovos pagal skaitiklio parodymus	Srovė, A	Linijos Apkrautumas %
					Maksimali apkrova žiemos metu, kVA		
L-100	AS-50	210	2123	116,9	189	10,4	4,95
L-200	AS-70	265	2440	134,3	287	15,8	5,96
L-300	Al 3x120, AS-70	240, 265	2417	133,1	306	16,8	7,02
L-400	AS-50	210	796	43,8	221	12,2	5,79
L-600	AS-70	265	3967	218,4	427	23,5	8,87
L-700	AS-50	210	2943	162,0	200	11,0	5,24
L-800	Al 3x95, AS-50	205, 210	3528	194,2	782	43,0	21,00
L-900	AS-70	265	1730	95,2	128	7,0	2,66
L-22	Al 3x95	205	1360	74,9	171	9,4	4,59
L-23	Al 3x120	240	1300	71,6	338	18,6	7,75
L-24	Al 3x95	205	563	31,0	10,5	0,6	0,28
L-25	Al 3x95	205	570	31,4	152	8,4	4,08
L-KT8	Al 3x95	205	480	26,4	120	6,6	3,22

10kV linijų apkrovimas iš Šaukoto TP 35/10

Linija	Magistralinis laidas, mm ²	Leistina linijos srovė, A	Linijos nominali apkorva, kVA	Linijos nominali srovė, A	Realios apkrovos pagal skaitiklio parodymus	Srovė, A	Linijos Apkrautumas %
					Maksimali apkrova žiemos metu, kVA		
L-100	AS-50	210	970	53,4	196	10,8	5,14
L-200	AS-50	210	160	8,8	36	3,4	1,63
L-300	AS-50	210	756	41,6	64	6,1	2,90
L-400	AS-50	210	429	23,6	53	5,0	2,40
L-500	AS-50	210	1020	56,2	93	8,9	4,22

10kV linijų apkrovimas iš Sidabravo TP 35/10

Linija	Magistralinis laidas, mm ²	Leistina linijos srovė, A	Linijos nominali apkorva, kVA	Linijos nominali srovė, A	Realios apkrovos pagal skaitiklio parodymus	Srovė, A	Linijos Apkrautumas %
					Maksimali apkrova žiemos metu, kVA		
L-100	AS-50	210	1172	64,5	64	3,5	1,68
L-200	AS-70	265	1825	100,5	142	13,5	5,10
L-300	AS-70	265	1550	85,3	78	7,4	2,80
L-400	AS-70	265	4744	261,2	390	37,1	14,02
L-500	AS-70	265	3802	209,3	239	22,8	8,59

10kV linijų apkrovimas iš Šiaulėnų TP 35/10

Linija	Magistralinis laidas, mm ²	Leistina linijos srovė, A	Linijos nominali apkorva, kVA	Linijos nominali srovė, A	Realios apkrovos pagal skaitiklio parodymus	Srovė, A	Linijos Apkrautumas %
					Maksimali apkrova žiemos metu, kVA		
L-100	AS-70	265	2335	128,5	146	8,0	3,03
L-200	AS-70	265	1664	91,6	173	9,5	3,59
L-300	AS-70	265	1683	92,7	77	4,2	1,77
L-400	AS-35	175	843	46,4	38	2,1	1,20
L-500	AS-35	175	1730	95,2	84	4,6	2,64
L-600	Al 3x95, AS-50	205, 210	1920	105,7	252	13,9	6,77
L-700	AS-35	175	720	39,6	70	3,9	1,88
L-800	Al 3x95, AS-50	205, 210	660	36,3	98	5,4	2,63
L-900	AS-50	210	559	30,8	35	1,9	0,92

10kV linijų apkrovimas iš Šeduvos TP 110/35/10

Linija	Magistralinis laidas, mm ²	Leistina linijos srovė, A	Linijos nominali apkorva, kVA	Linijos nominali srovė, A	Realios apkrovos pagal skaitiklio parodymus	Srovė, A	Linijos Apkrautumas %
					Maksimali apkrova žiemos metu, kVA		
L-100	AS-35	175	2644	145,6	234	12,9	7,36
L-200	AS-50	210	4937	470,2	535	29,5	14,02
L-300	AS-50	210	420	40,0	84	4,6	1,93
L-400	AS-70	265	4610	439,0	478	26,3	9,93
L-600	Al 3x95, AS-50	205, 210	1590	151,4	64	3,5	1,72
L-700	Al 3x95, AS-70	205, 265	2471	235,3	164	9,0	4,40
L-800	AS-50	210	2123	202,2	297	16,4	7,98
L-900	AS-70	265	6875	654,8	591	32,5	12,28
L-2100	AS-50	210	500	47,6	129	7,1	3,38
L-2200	AS-50	210	466	44,4	112	6,2	2,94
L-KT23	Al 3x95	205	160	15,2	26	1,4	0,70
L-KT24	Al 3x95	205	100	9,5	6	0,3	0,16
L-KT25	Al 3x95	205	350	33,3	330	18,2	8,86
L-KT26	Al 3x95	205	1280	121,9	417	23,0	11,20

10kV linijų apkrovimas iš Radviliškio TP 110/10

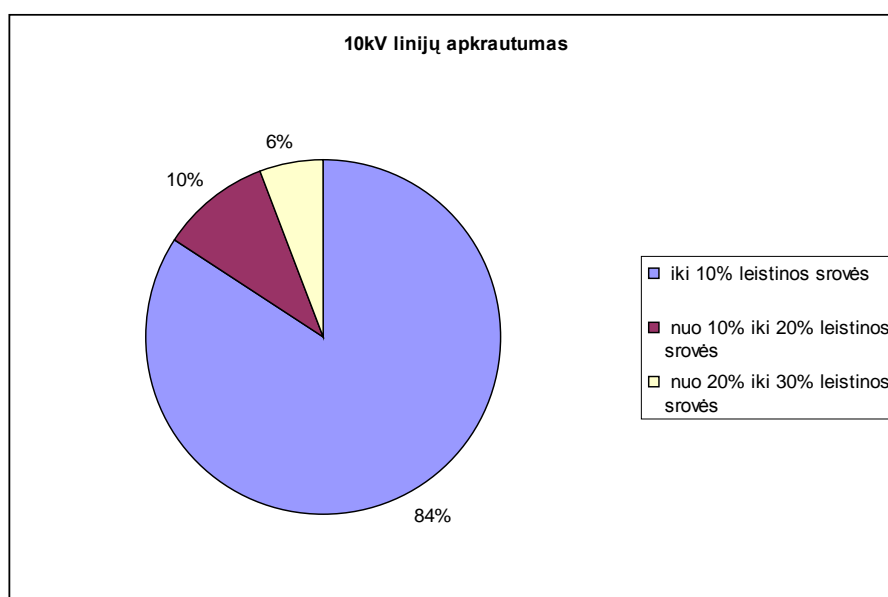
Linija	Magistralinis laidas, mm ²	Leistina linijos srovė, A	Linijos nominali apkorva, kVA	Linijos nominali srovė, A	Realios apkrovos pagal skaitiklio parodymus	Srovė, A	Linijos Apkrautumas %
					Maksimali apkrova žiemos metu, kVA		
L-100	Al 3x95, AS-70	205, 265	2365	130,2	198	10,9	5,32
L-200	Al 3x95, AS-70	205, 265	3061	168,5	652	35,9	17,51
L-300	Al 3x95, AS-70	205, 265	3629	199,8	309	17,0	8,30
L-600	Al 3x95, AS-50	205, 210	5130	282,4	361	19,9	9,69
L-700	Al 3x95, AS-570	205, 265	3125	172,0	269	14,8	7,22
L-800	Al 3x95, AS-50	205, 210	2650	145,9	298	16,4	8,00
L-TR91	Al 3x240	355	820	45,1	221	12,2	3,43
L-TR80	Al 3x185	310	1430	78,7	233	12,8	4,14
L-TR67	Al 3x95	205	7402	407,5	762	41,9	20,46
L-TR65	Al 3x185	310	2260	124,4	437	24,1	7,76
L-KT28	Al 3x120	240	1700	93,6	315	17,3	7,23
L-SP6.1	Al 3x240	355	2110	116,2	688	37,9	10,67
L-SP5.2	Al 3x240	355	660	36,3	7	0,4	0,11
L-SP5.1	Al 3x240	355	320	17,6	164	9,0	2,54
L-SP4.2	Al 3x240	355	3390	186,6	1266	69,7	19,63
L-SP4.1	Al 3x185	310	820	45,1	230	12,7	4,08
L-SP3.2	Al 3x185	310	1870	102,9	451	24,8	8,01
L-SP3.1	Al 3x150	275	4230	232,9	1253	69,0	25,08
L-SP1.2	Al 3x240	355	980	53,9	221	12,2	3,43
L-SP1.1	Al 3x240	355	2580	142,0	907	49,9	14,07
L-MT9.2	Al 3x150	275	400	22,0	140	7,7	2,80
L-MT9.1	Al 3x150	275	1530	84,2	455	25,0	9,11
L-MT66	Al 3x240	355	6880	378,8	1291	71,1	20,02
L-KT33	Al 3x150	275	660	36,3	251	13,8	5,02

Palyginus realius linijų apkrovimus žiemos metu, kai jie yra maksimalūs, su linijų leistinosiomis ilgalaikėmis srovėmis matyti, kad linijos yra nepilnai apkrautos. Linijos apkrautos iki 10% leistinosios linijos srovės sudaro apie 84%, iki 20% apkrautos linijos sudaro 10%, o linijos apkrautos nuo 20% iki 30% sudaro tik 6%. Išmatavus maksimalų linijų apkrovimą žiemos metu, nebuvo nė vienos linijos kuri būtų apkrauta 50%. Paveiksle (1.3) pateikta linijų apkrovimo diagrama, kurioje matosi koks yra linijų pagal apkrautumą pasiskirstymas procentais.

Pažiūrėjus į lenteles ir palyginus nominalius apkrovimus su linijos leistiniais apkrovimais matyti, kad kai kurios linijos negali būti pilnai apkrautos. Yra linijų, prie kurių prijungtų transformatorinių nominali galia gerokai viršiją linijos pralaidumą. Jeigu tokioje linijoje transformatorinės dirbtų pilnai apkrautos, nudegtų magistralinis laidas. Tokios linijos sudaro 7 %.

Pažiūrėjus į įtampos nuostolių priklausomybes paveiksluose (5-8) matyti, kad nagrinėjamo tinklo parametrai pagal įtampos nuostolius atitinka reikalavimus. Kadangi maksimalūs kabelių ilgiai yra iki 5 km. Esant nominaliam kabelinės linijos apkrovimui įtampos nuostoliai neviršija 10%.

Iš analizavus orinių linijų schemas paaiškėjo, kad jose magistralinio laido ilgis dažnu atveju siekia nuo 15 iki 20km. Be to per visą magistralę ne visur laidai yra vienodo skerspjūvio. Laido skerspjūvis turi didelę įtaką linijos pralaidumui. Kadangi linijos nėra trumpos, pralaidumą lemia leistini įtampos nuostoliai. Išanalizavus duomenis iš lentelių matyti, kad pagal esamus orinių linijų realius apkrovimus linijų pralaidumas yra pakankamas. Jeigu padidėtų linijų apkrautumas, reikėtų pakeisti esamus laidus į didesnio skerspjūvio. Išaugus apkrovoms iki leistinų srovių pagal išilimą reikėtų trumpinti 10kV orines linijas pastatant naujas transformatorines pastotes 35/10kV.



2. Tinklo pagrindiniai rodikliai ir parametrai.

2.1 Įtampos nuostoliai

Parametrai daugiausiai apsprendžiantys skirstomojo tinklo struktūrą yra linijos ilgis ir įtampos nuostoliai. Laikui bėgant linijų apkrova auga. Pastatyta linija visuomet turi pralaidumo atsargą apkrovos padidėjimui. Augant apkrovai vyksta du pagrindiniai procesai-didėja nuostoliai ir mažėja pralaidumo galimybė, kol ji visai išnyksta. Išaugus apkrovai tiek, kad linija tampa nepakankamai pralaidi pagal įtampos nuostolius, arba pagal leistinas išilimo sroves, tada liniją reikia rekonstruoti. Labiausiai nutolusiems vartotojams leidžiamas įtampos sumažėjimas 5% nuo vardinės įtampos.

Įtampa linijos gale

$$U_2 = \sqrt{\left(U_1 + \frac{P_1 R + Q_1 X}{U_1}\right)^2 + \left(\frac{P_1 X - Q_1 R}{U_1}\right)^2}, \quad (2.1)$$

Skirstomuosiuose tinkluose skersinė sudaranti įtampos kritimą neįvertinama. Tuomet įtampos kritimas linijoje.

$$\Delta U = \frac{1}{U_1} \left(\sum_1^n P_i R_i + \sum_1^n Q_i X_i \right), \quad (2.2)$$

$$\Delta U = \sqrt{3} \left(\sum_1^n I_{1Q} R_i + \sum_1^n I_{1R} X_i \right), \quad (2.3)$$

čia :

U_1 – įtampa linijos pradžioje;

P_1, Q_1 – aktyvioji ir reaktyvioji galia linijos pradžioje, kW, kvar;

R_i, X_i – aktyvioji reaktyvioji linijos varža, Ω ;

x_0 – reaktyvioji linijos varža, Ω/km ;

I_{1Q}, I_{1R} – srovė

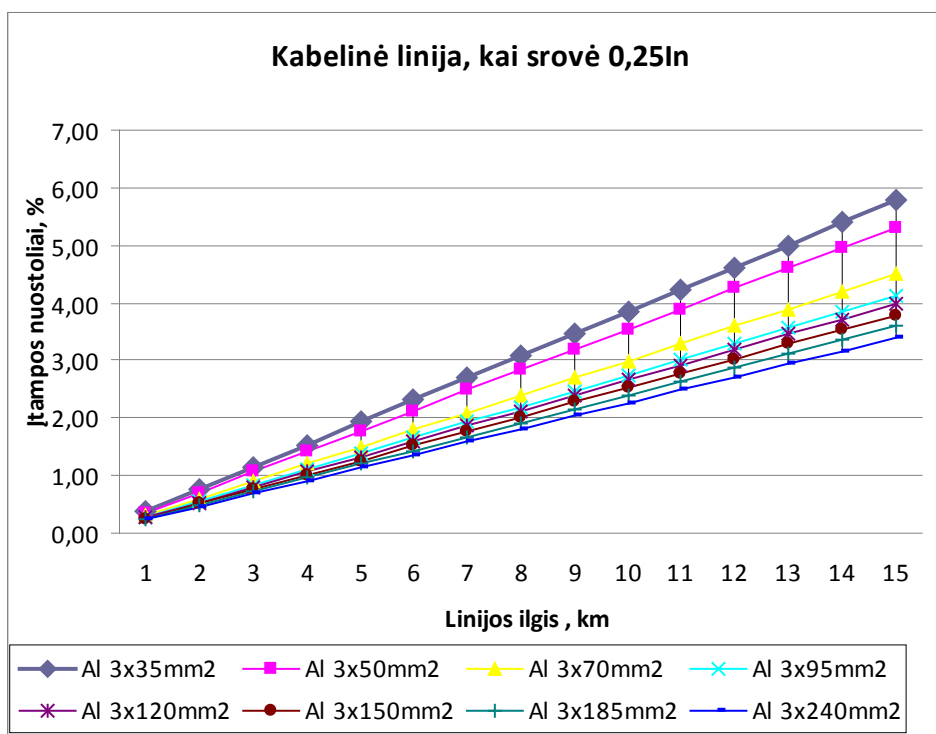
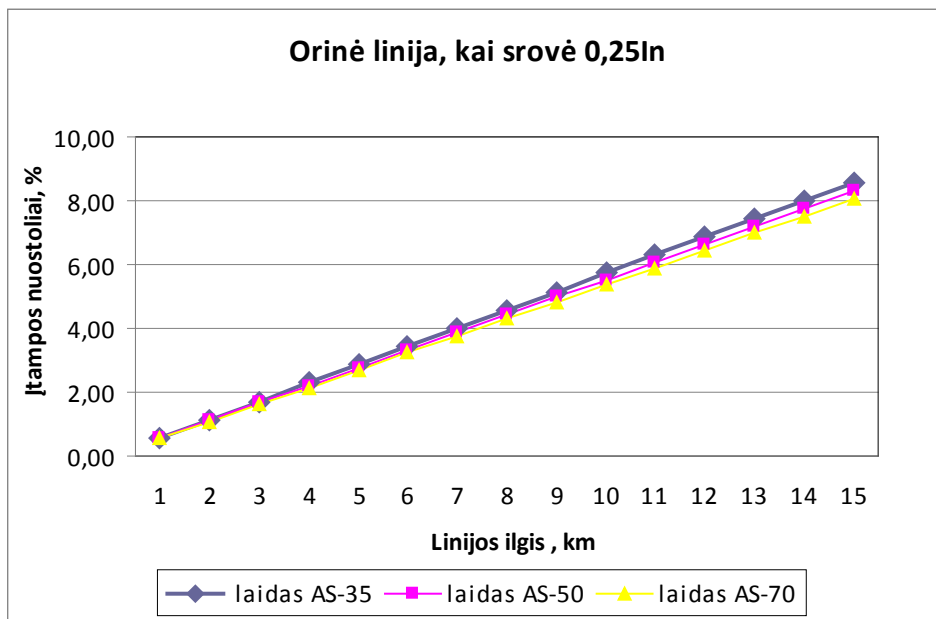
Pasinaudodami (2.3) formule paskaičiuosime įtampos nuostolius nagrinėjamam tinklui prie apkrovų $0,25I_n$; $0,5I_n$; $0,75I_n$ ir I_n . Linijų elektriniai parametrai pateikti 2.1 lentelėje.

2.1 lentelė

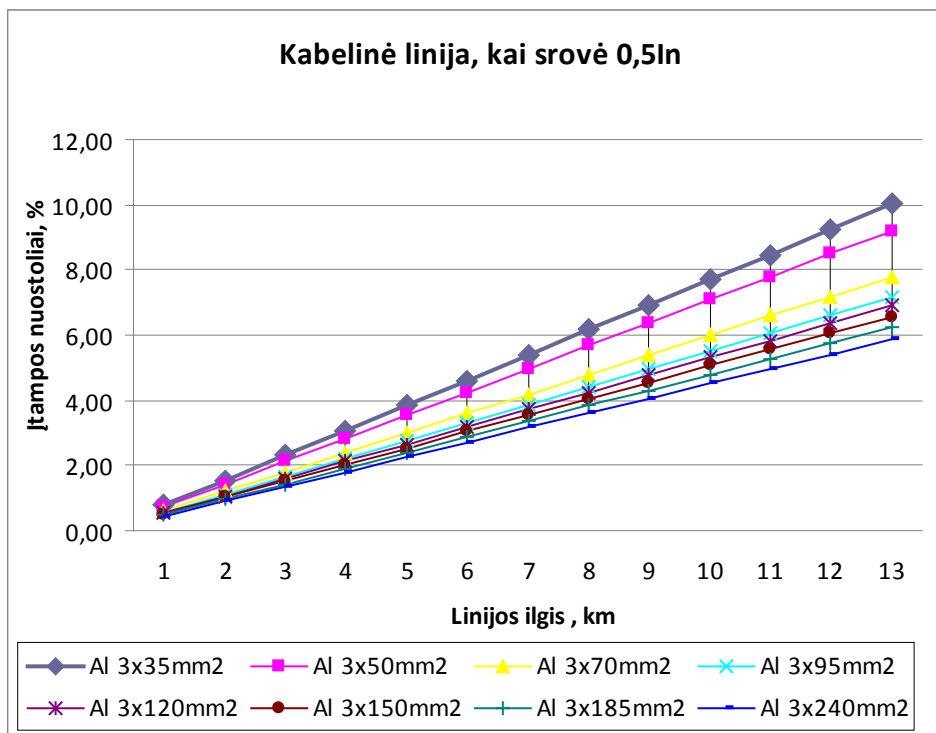
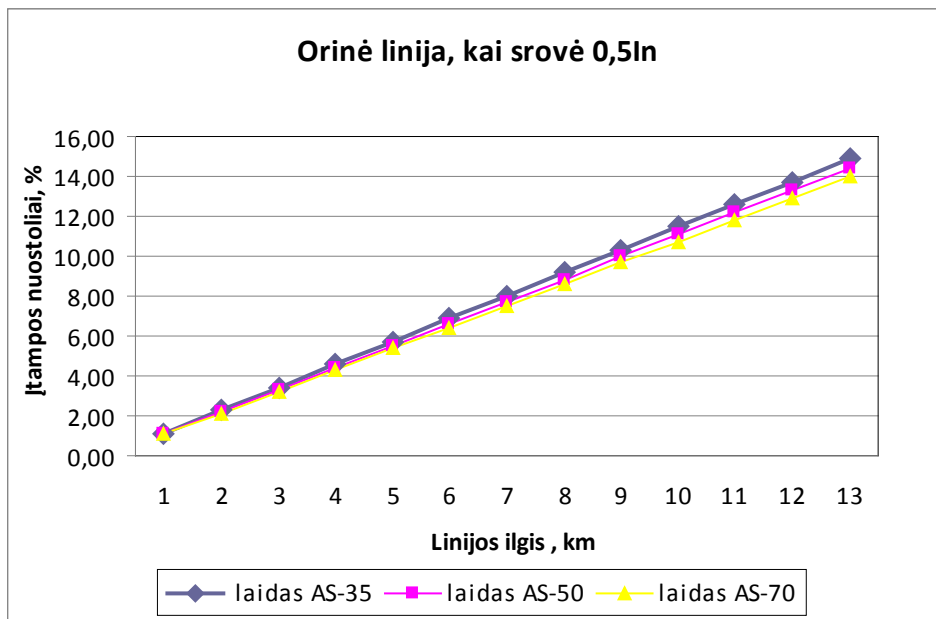
10kv linijų elektriniai parametrai

Laidas	Aktyvi varža $r_0, \Omega/\text{km}$	Reaktyvi varža $x_0, \Omega/\text{km}$
AS-35 mm ²	0,7774	0.25
AS-50 mm ²	0,5951	0.25
AS-70 mm ²	0,4218	0.25
Kabelis		
Al 3x35 mm ²	0,868	0,14
Al 3x50 mm ²	0,641	0,13
Al 3x70 mm ²	0,443	0,12
Al 3x95 mm ²	0,32	0,1
Al 3x120 mm ²	0,253	0,1
Al 3x150 mm ²	0,206	0,09
Al 3x185 mm ²	0,164	0,09
Al3x240 mm ²	0,125	0,09

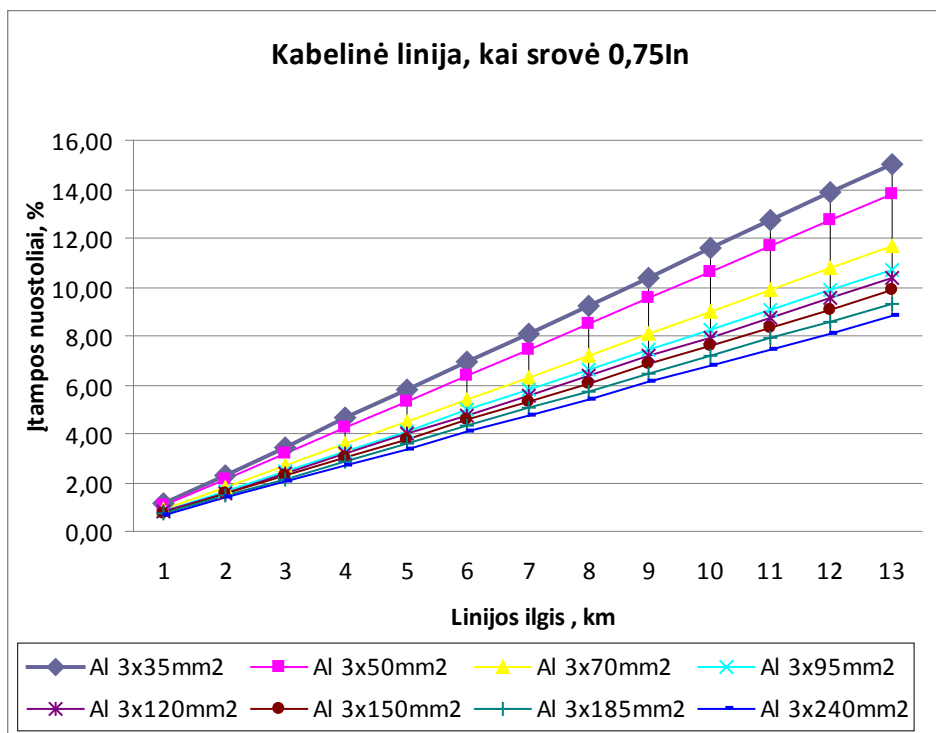
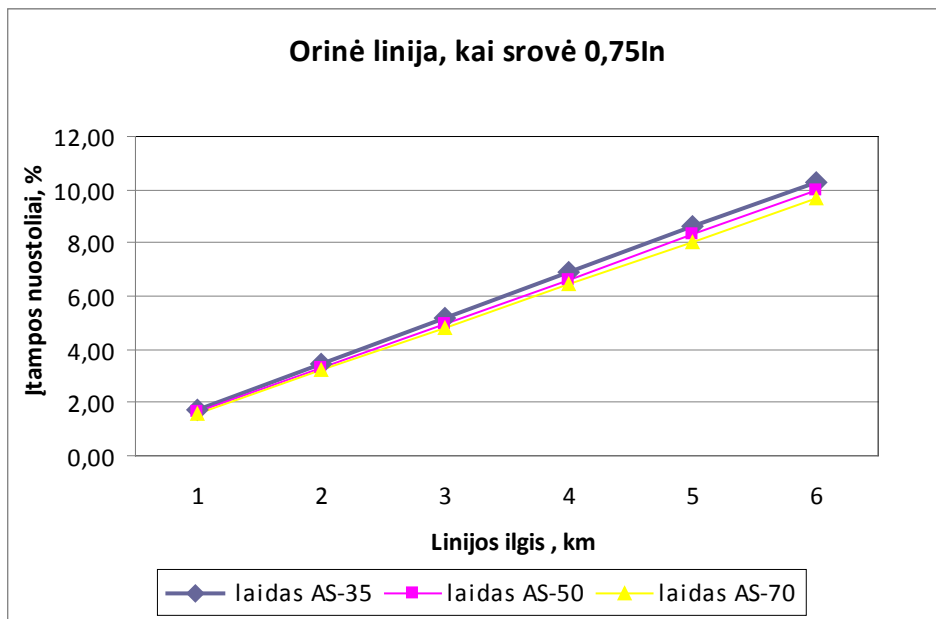
Paveikslėliuose 2.1-2.4 parodytos įtampos nuostolių priklausomybės nuo linijos ilgio esant įvairiam linijų apkrovimui.



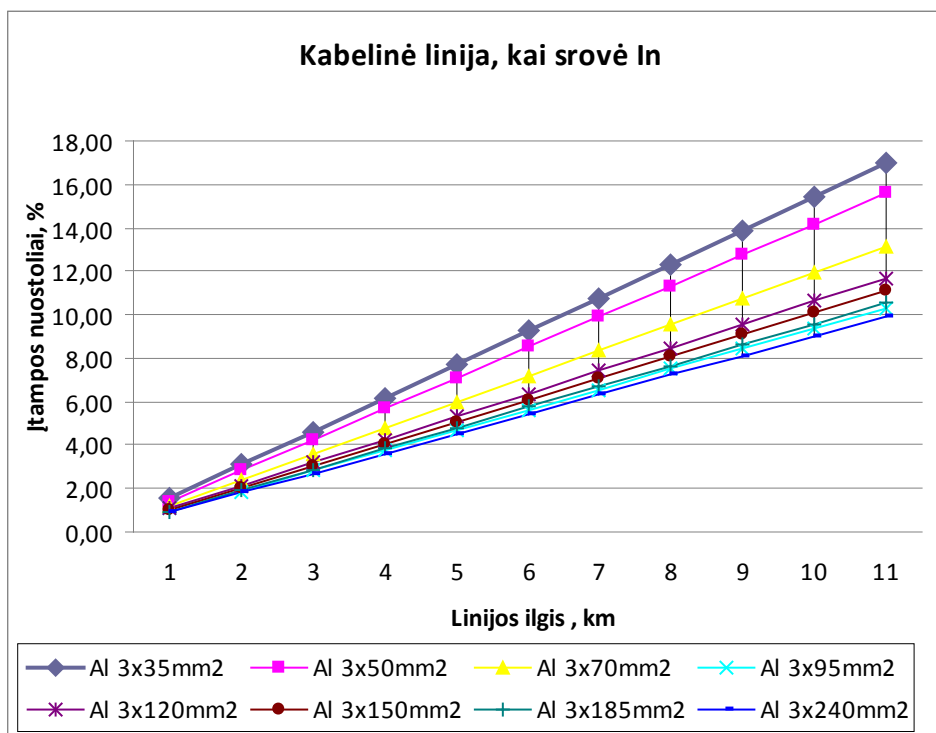
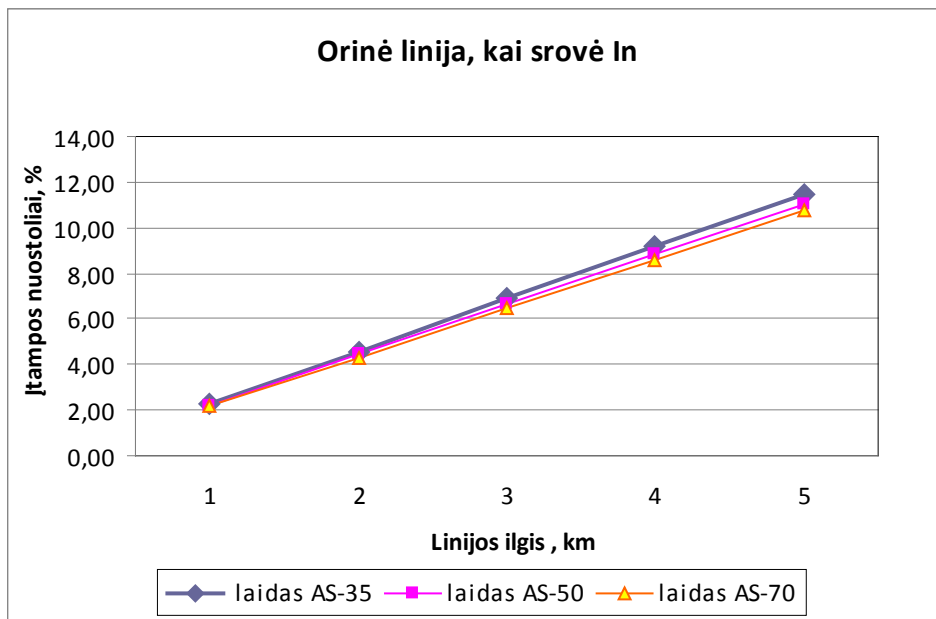
2.1 pav. 10kV linijų įtampos nuostolių priklausomybė nuo linijų ilgio, esant apkrovimui 0,25In.



2.2 pav. 10kV linijų įtampos nuostolių priklausomybė nuo linijų ilgio, esant apkrovimui 0,5In.



2.3 pav. 10kV linijų įtampos nuostolių priklausomybė nuo linijų ilgio, esant apkrovimui 0,75In.



2.4 pav. 10kV linijų įtampos nuostolių priklausomybė nuo linijų ilgio, esant apkrovimui In.

2.2 Linijų galios nuostoliai

Skirstant elektros energiją vartotojams dalis elektros energijos prarandama elektros linijose. Galios nuostoliai linijose pasireiškia linijos išilimu ir magnetinio lauko susidarymu. Tarkime, kad linija, kurios parametrai R_0 , X_0 ir l apkrauta galingumu $S_2 = P_2 + jQ_2$, įtampa linijos pradžioje U_1 , o linijos gale U_2 .

Jei žinoma įtampa linijos gale, galios nuostolius galima apskaičiuoti pagal tokią formulę:

$$\Delta P_L = 3 * I_2^2 * R = \frac{S_2^2}{U_2^2} * R = \frac{P_2^2 + Q_2^2}{U_2^2} * R, \quad (2.4)$$

$$\Delta Q_L = 3 * I_2^2 * X = \frac{S_2^2}{U_2^2} * X = \frac{P_2^2 + Q_2^2}{U_2^2} * X, \quad (2.5)$$

$$\Delta S_L = 3 * I_2^2 * Z = \frac{S_2^2}{U_2^2} * Z = \frac{P_2^2 + Q_2^2}{U_2^2} * Z, \quad (2.6)$$

Jei žinoma įtampa linijos pradžioje, galios nuostolius galima apskaičiuoti pagal tokią formulę:

$$\Delta P_L = 3 * I_2^2 * R = \frac{S_2^2}{U_1^2} * R = \frac{P_2^2 + Q_2^2}{U_1^2} * R, \quad (2.7)$$

$$\Delta Q_L = 3 * I_2^2 * X = \frac{S_2^2}{U_1^2} * X = \frac{P_2^2 + Q_2^2}{U_1^2} * X, \quad (2.8)$$

$$\Delta S_L = 3 * I_2^2 * Z = \frac{S_2^2}{U_1^2} * Z = \frac{P_2^2 + Q_2^2}{U_1^2} * Z, \quad (2.9)$$

čia ΔP_L , ΔQ_L , ΔS_L – galios nuostoliai linijoje;

l – linijos ilgis, km;

I – linijos srovė, A;

R – aktyvioji linijos varža, Ω ;

X – reaktyvioji linijos varža, Ω ;

Z – pilnoji linijos linijos varža, Ω ;

Remiantis šiomis formulėmis apskaičiuojame galios nuostolius mūsų nagrinėjamame tinkle.

2.2 lentelė

10kV linijų iš Baisiogalos TP 35/10 galios nuostoliai

Linija	Galios nuostoliai linijoje ΔS , kW		
	Sn	0,5Sn	0,25Sn
L-100	352	88	22
L-200	552	138	34
L-300	519	130	32
L-400	38	10	2
L-600	2824	706	177
L-700	670	168	42
L-800	1377	344	86
L-900	254	64	16
L-22	27	7	2
L-23	20	5	1
L-24	4	1	0,2
L-25	4	1	0,2
L-KT8	3	1	0,2

2.3 lentelė

10kV linijų iš Šaukoto TP 35/10 galios nuostoliai

Linija	Galios nuostoliai linijoje ΔS , kW		
	Sn	0,5Sn	0,25Sn
L-100	77,9	19,5	4,9
L-200	0,44	0,11	0,03
L-300	56,1	14,0	3,5
L-400	18,2	4,6	1,1
L-500	20,1	5,0	1,3

2.4 lentelė

10kV linijų iš Sidabravo TP 35/10 galios nuostoliai

Linija	Galios nuostoliai linijoje ΔS , kW		
	Sn	0,5Sn	0,25Sn
L-100	101,9	25,5	6,4
L-200	385,39	96,35	24,09
L-300	43,4	10,8	2,7
L-400	3227,5	806,9	201,7
L-500	2359,2	589,8	147,5

2.5 lentelė

10kV linijų iš Šiaulėnų TP 35/10 galios nuostoliai

Linija	Galios nuostoliai linijoje ΔS , kW		
	Sn	0,5Sn	0,25Sn
L-100	2335	166,4	41,6
L-200	832	76,40	19,10
L-300	841,5	65,6	16,4
L-400	421,5	13,1	3,3
L-500	865	36,4	9,1
L-600	960	15	4
L-700	360	8	2
L-800	330	1	0,1
L-900	279,5	8	2

2.6 lentelė

10kV linijų iš Šeduvos TP 110/35/10 galios nuostoliai

Linij	Galios nuostoliai linijoje ΔS , kW		
	Sn	0,5Sn	0,25Sn
L-100	773,6	193,4	48,3
L-200	806,71	806,71	201,68
L-300	1,1	1,1	0,3
L-400	556,8	556,8	139,2
L-600	44,5	44,5	11,1
L-700	152	152	38
L-800	113	113	28
L-900	2168	2168	542
L-2100	0,5	0,5	0,1
L-2200	0,2	0,9	0,2
L-KT23	0,02	0,08	0,02
L-KT24	0,01	0,03	0,01
L-KT25	0,1	0,3	0,1
L-KT26	1,00	4,01	1,00

2.7 lentelė

10kV linijų iš Radviliškio TP 110/10 galios nuostoliai

Linija	Galios nuostoliai linijoje ΔS , kW		
	Sn	0,5Sn	0,25Sn
L-100	618,9	154,7	38,7
L-200	1240,45	310,11	77,53
L-300	324,7	81,2	20,3
L-600	2757,9	689,5	172,4
L-700	687,8	171,9	43,0
L-800	699	175	44
L-TR91	68	17	4
L-TR80	375	94	23
L-TR67	408,4	102,1	25,5
L-TR65	83,6	20,9	5,2
L-KT28	34,60	8,65	2,16
L-SP6.1	53,30	13,33	3,33
L-SP5.2	4,3	1,1	0,3
L-SP5.1	1,00	0,25	0,06
L-SP4.2	483,66	120,91	30,23
L-SP4.1	28,30	7,07	1,77
L-SP3.2	147,17	36,79	9,20
L-SP3.1	753,04	188,26	47,07
L-SP1.2	40,42	10,10	2,53
L-SP1.1	280,14	70,04	17,51
L-MT9.2	6,73	1,68	0,42
L-MT9.1	98,52	24,63	6,16
L-MT66	1992,12	498,03	124,51
L-KT33	18,33	4,58	1,15

Iš aukščiau pateiktų lentelių matyti kokie yra galios nuostoliai linijose esant įvairiai transformatorių apkrovai. Galima sakyti tai yra neperduota galia vartotojui už kuria buvo negautos pajamos. Visiškai nuostolių išvengti neįmanoma, bet galima juos sumažinti. Norint sumažinti nuostolius reikėtų naudoti didesnio skerspjūvio laidus. Reikia, kad apkrovos galios koeficientas būtų kuo didesnis.

2.3 Energijos nuostoliai linijose

Energijos nuostoliai linijose padidina elektros suvartojimą. Dėl to elektrinėse reikia daugiau pagaminti elektros, tam tenka suvartoti daugiau kuro, padidėja jo pristatymo į elektrines išlaidos. Taigi energijos nuostolius reikia įkainoti padidėjusiomis kuro sąnaudomis, kurios priklauso nuo energetinės sistemos struktūros ir nuo jos darbo režimo. Kai žinome kiek galios prarandame elektros tiekimo linijose, galime sužinoti kokie yra energijos nuostoliai tinkle. Energijos nuostolius galime apskaičiuoti, pagal tokią formulę:

$$\Delta A_{LP} = 3 * I_2^2 * R * \tau_{\max} = \frac{S_2^2}{U_1^2} * R * \tau_{\max}, \quad (2.10)$$

$$\Delta A_{LX} = 3 * I_2^2 * X * \tau_{\max} = \frac{S_2^2}{U_1^2} * X * \tau_{\max}, \quad (2.11)$$

$$\tau_{\max} = \left(0.124 + \frac{T_{\max}}{10000} \right)^2 * 8760, \quad (2.12)$$

čia $\Delta A_{LP}, \Delta A_{LQ}$, – aktyviosios ir reaktyviosios energijos nuostoliai linijose;

S_L – pilnoji galia perduodama linijoje, kVA;

U – linijos įtampa, kV;

I – linijos srovė, A;

T_{\max} – metinis valandų skaičius, kai linija apkrauta maksimaliai, val;

τ_{\max} – metinis laikas, kai linija dirba pilnai apkrauta, val;

R, X – aktyvioji, reaktyvioji linijos varža, Ω ;

Be energijos nuostolių linijose dar yra nuostoliai transformatorinėse. Nuostoliu transformatorinėse galima apskaičiuoti pagal tokią formulę:

$$\Delta A_L = \Delta P_{XX} * 8760 + \Delta P_{t,j} * \left(\frac{S_{\max}}{S_{n,T}} \right) * \tau_{\max}, \quad (2.13)$$

čia ΔA_L – energijos nuostoliai transformatorinėse;

S_{\max} – maksimali galia transformatorinėje, kVA;

$S_{n,T}$ – nominali transformatoriaus galia, kVA;

ΔP_{XX} – energijos nuostoliai tuščios eigos metu, kW;

$\Delta P_{t,j}$ – energijos nuostoliai trumpo jungimo metu, kW;

τ_{\max} – metinis laikas per kurį transformatorius maksimaliai apkrautas, val.

Kadangi didžiąją dalį sudaro buitiniai vartotojai, kurie nenaudoja reaktyvios galios, tai savo skaičiavimuose pateiksiu tik aktyviosios galios nuostolius. Žemiau esančioje lentelėje pateikiu energijos nuostolius apskaičiuotus, kai T_{max} 2500 ; 3500; 5000; 7500 val.

2.8 lentelė

Nagrinėjamo 10kV tinklo energijos nuostoliai

T_{max} , val	2500	3500	5000	7500
Energijos nuostoliai, kW	36788,19	59091,08	102408,13	200903,78

2.4 Nuostolių elektros tinkluose įkainojimas

Elektros energetikos veiklos sąnaudos skirstomos pagal technologinius etapus: gamyba, tiekimas, perdavimas, įskaitant sisteminės ir viešuosius interesus atitinkančias paslaugas, ir skirstymas.

Bendru atveju visiems vartotojams elektros energijos kaina susideda iš elektros energijos gamybos, tiekimo paslaugos, atitinkamai perdavimo, įskaitant sisteminės paslaugas ir viešuosius interesus atitinkančias paslaugas, ir skirstymo paslaugų, priklausomai nuo to, iš kurios įtampos tinklų vartotojas gauna elektros energiją, kainų ir skaičiuojama:

$$T_{vid(110,10,04)} = T_g + T_t + T_{110} + T_{10} + T_{04}, \quad (2.14)$$

čia $T_{vid(110,10,04)}$ – vidutinė elektros energijos kaina vartotojams, gaunantiems elektros energiją atitinkamai iš perdavimo, skirstymo vidutinės įtampos ir skirstymo žemos įtampos tinklų, Lt/kWh;

T_g – elektros energijos gamybos (pirkimo) kaina, Lt/kWh ;

T_t – elektros energijos tiekimo (visuomeninio arba nepriklausomo) paslaugos kaina, Lt/kWh;

$T_{(110,10,04)}$ – atitinkamai elektros energijos perdavimo paslaugos, skirstymo paslaugos vidutinės įtampos tinklais ir skirstymo paslaugos žemos įtampos tinklais kainos, LT/kWh.

Kadangi nagrinėjamame tinkle didžioji dalis yra buitiniai vartotojai priimsiu, kad visi vartotojai perka elektros energiją iš 0,4kV tinklo. Remiantis 2010m. elektros energijos kaina, kuri yra 0,45Lt/kWh apskaičiuosiu kiek dėl energijos nuostolių netenkama pinigų.

Nagrinėjamo 10kV tinklo energijos nuostolių kaina, 2009m.

T_{\max} , val	2500	3500	5000	7500
Energijos nuostoliai, kW	36788,19	59091,08	102408,13	200903,78
Energijos kaina Lt/kWh	16.554,69	26.590,99	46.083,66	90.406,70

3. Vartotojų kategorijos ir skirstomojo elektros tinklo darbo patikimumas

1.3 Skirstomųjų elektros tinklų darbo patikimumas

Dėl elektros tiekimo nutraukimų vartotojai patiria materialinę žalą. Jos dydis priklauso nuo gamybos pobūdžio, taip pat nuo tiekimo nutraukimų dažnio ir jų trukmės. Materialinės žalos dydis pas vartotojus netiesiniai priklauso nuo elektros tiekimo nutraukimų trukmės.

Didinant elektros tinklų patikimumą, išlaidų dydis elektros tinklams įrengti auga. Daugeliu atvejų išlaidos elektros tiekimo patikimumui padidinti netiesiniai priklauso nuo tiekimo patikimumo didinimo laipsnio. Kadangi išlaidų dedamoji tinklui įrengti auga (Z_t), o išlaidų dedamoji materialinei žalai pas vartotojus kompensuoti (Z_n) mažėja, todėl duotomis sąlygomis visada egzistuoja optimalus tiekimo patikimumo lygis, kai išlaidų suma yra minimali $Z = Z_t + Z_n \rightarrow \min$.

Pagrindiniai rodikliai, nusakantieji elektros tiekimo patikimumą, yra tiekimo nutraukimų dažnis ir nutraukimų trukmė per sutartinį laiko intervalą, paprastai priimamą lygų vieniems metams. Minėtiems rodikliams nustatyti turi būti žinomi tinklo elementų gedimų rodikliai ir naudojamos vartotojams maitinti tinklų schemas. Didžiausią įtaką vartotojų tiekimo nutraukimams turi nerezervuoti arba dalinai rezervuoti vidutinės ir žemos įtampos tinklai. Vartotojų tiekimo nutraukimų dažnį galima išreikšti:

$$f = f_a L_a + f_z L_z + f_{T1} \cdot n + f_{T2}, \quad (3.1)$$

čia f_a , f_z - lyginamasis gedimų dažnis per metus atitinkamai aukštosios ir žemosios įtampos linijose,

f_{T1} , f_{T2} - tas pat bet transformatorinių aukštos įtampos dalyje iki saugiklių, įskaitant ir jų gedimus ir visų kitų gedimų transformatorinėse dažnį,

L_a , L_z - maitinančių aukštos ir žemos įtampos linijų ilgiai,

n - transformatorių skaičius tinkle.

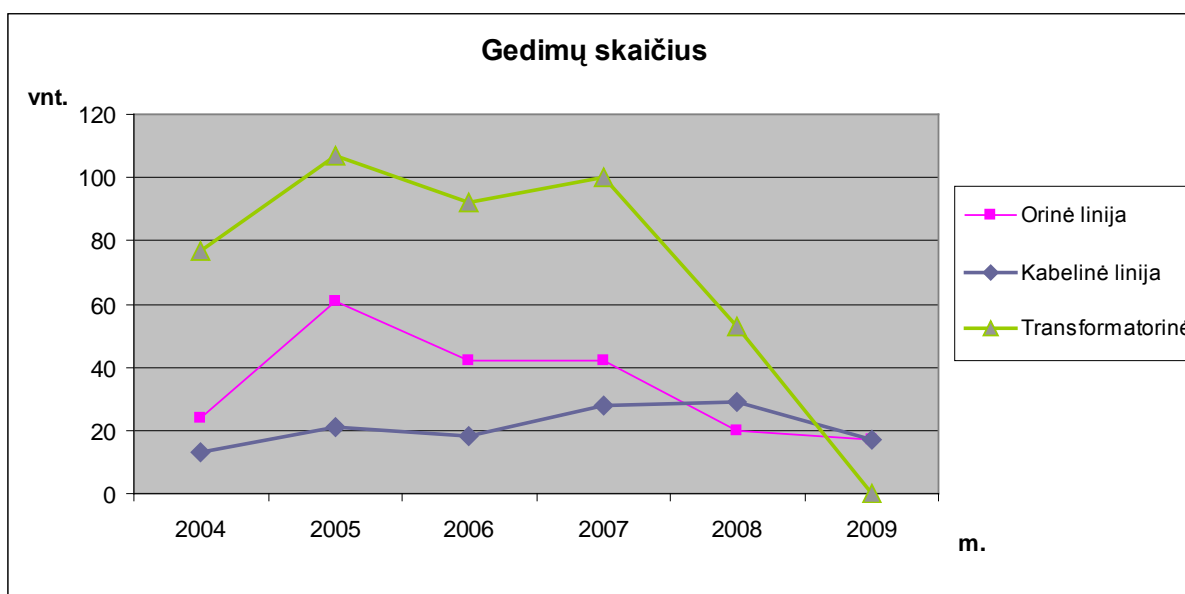
Tiekimo nutraukimų trukmė tinkle be automatinio sekcionavimo įtaisų, priėmus, kad oro linijų transformatorinių elementų remonto (pakeitimo) trukmė vienoda, apskaičiuojama pagal tokią išraišką:

$$T = [f_a(L_a - l_s) + f_{T1}(n - n_1)]\tau_{1a} + (f_a \cdot l_s + f_{T2} \cdot n_1) \tau_{2a} + f_z \cdot L_z \cdot \tau_z, \quad (3.2)$$

čia L_a, L_z - aukštos ir žemos įtampos linijų ilgiai,

l_s - vidutinis tinklo sekcijos ilgis,
 n, n_1 - transformatorių, prijungtų prie aukštos įtampos linijos ir vienos jos sekcijos skaičius,
 τ_{1a} - gedimo vietos suradimo ir pažeisto šio ruožo atskyrimo trukmė aukštosios įtampos tinkle,
 τ_{2a} - pilnoji aukštos įtampos tinklo elementų remonto trukmė,
 τ_z - pilnoji žemos įtampos tinklo elementų remonto trukmė.

Kai kurių dedamųjų, esačių formulėse (3.1) ir (3.2) tikslių statistinių duomenų nėra, todėl naudojamės gedimų statistika 10 kV linijose ir 10/0,4 kV transformatorinėse. 2004-2009 m. laikotarpio duomenys pateikti 3.1 paveiksle.



3.1 pav. 10 kV linijų ir 10/0,4 transformatorinių gedimai 2004-2009m. laikotarpiui.

3.1 paveiksle matosi, koks yra gedimų pasiskirstymas 10 kV linijose 5 metų laikotarpyje. Kaip matyti iš paveikslo, iki 2008m. daugiausia gedimų įvyko transformatorinėse. O 2009 m. nebuvo užregistruotas nė vienas gedimas. Lyginant orines ir kabelines linijas matyti, kad iki 2007 m. vidurio daugiau gedimų įvyko orinėse linijose. O nuo 2007 m. vidurio situacija pasikeitė. Gedimų skaičius kabelinėse linijose išaugo iki 30 gedimų per metus. Tam įtakos ekonomikos pakilimas. Nes pagrindinė kabelinių linijų gedimų priežastis, nutraukti kabeliai vykdant žemės kasimo darbus. Žemiau esančiose lentelėse pateiktas gedimų pasiskirstymas atskiruose 10kV linijų elementuose.

Gedimų pasiskirstymas transformatorinėse procentais, penkerių metų laikotarpyje.

Gedimai transformatorinės	2004 m.	2005 m.	2006 m.	2007 m.	2008 m.	2009 m.
Sudegę saugikliai	74%	75%	82%	71%	71%	neužregistruota
Sudegęs transformatorius	13%	5%	5%	9%	10%	neužregistruota
Pramušti iškrovikliai	8%	13%	12%	58%	18%	neužregistruota
Kiti gedimai	5%	7%	1%	2%	1%	neužregistruota

Gedimų pasiskirstymas orinėse linijose procentais, penkerių metų laikotarpyje.

Gedimai orinėse linijose	2004 m.	2005 m.	2006 m.	2007 m.	2008 m.	2009 m.
Nulaužtos atramos	4%	10%	5%	71%	15%	19%
Nutrukęs laidas	48%	46%	27%	9%	25%	50%
Izoliatorių gedimai	27%	32%	36%	58%	30%	13%
Gedimai skyrieliuose	21%	12%	32%	2%	30%	18%

Gedimų pasiskirstymas kabelinėse linijose procentais, penkerių metų laikotarpyje.

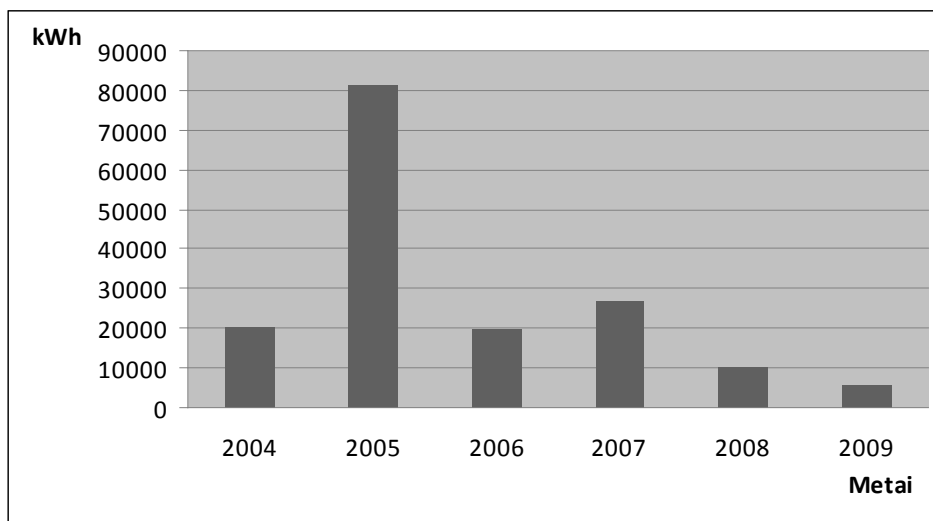
Gedimai kabelinėse linijose	2004 m.	2005 m.	2006 m.	2007 m.	2008 m.	2009 m.
Trumpas jungimas kabelyje	23%	neužregistruota	28%	61%	29%	18%
Gedimas kabelių galūnėse	31%	14%	11%	18%	14%	12%
Kabelių įžemėjimas	7%	24%	17%	14%	11%	12%
Gedimas kabelyje	15%	48%	33%	neužregistruota	7%	5%
Pažeistas kabelis	24%	14%	11%	7%	39%	53%

Kaip matyti iš aukščiau pateiktų lentelių transformatorinėse daugiausiai užfiksuotą gedimų dėl sudegusių saugiklių. Transformatorių gedimai lyginant procentais yra trečioje vietoje. Apie 50% gedimų transformatoriuose yra dėl alyvos vagysčių, kuri naudojama kaip degalai. Transformatorių apsaugai nuo alyvos vagysčių buvo pradėti naudoti priedai. Įpylus tokių priedų į alyvą, ji tampa nebetinkama naudoti kaip kuras transporto priemonėms. Kitas būdas padidinti transformatorių patikimumą yra patikimesnių transformatorių naudojimas. Remiantis literatūra [1] atvirose pastotėse reikėtų įrengti tik hermetinius transformatorius, kuriuose vidaus gedimai labai reti. O vietoje naudojamų kibirkštinių iškroviklių reikėtų naudoti tik metalo oksido viršįtampių ribotuvus, kurie keletą kartų patikimesni.

Oro linijose daugiausiai gedimų įvyksta dėl nutrūkusių laidų ir dėl izoliatorių gedimų. Daugiausia laidų nutrūkimo priežastys buvo dėl užvirtusių medžių ir dėl medžių augusių po oro linija. Norint išvengti tokių gedimų reikėtų geriau prižiūrėti oro linijų trasas. Pagal EIT 10kV oro linijos apsauginė zona yra po 10 m. į abi puses nuo kraštinių linijos laidų. Apsauginė zona turi būti periodiškai valoma nuo priaugusių medžių. Kitas būdas patikimumui padidinti yra patikimesnių laidų naudojimas. Kur yra miškingos vietovės ir ant oro linijų dažnai užvirsta medžiai, bei užstatytose teritorijose reikia plačiau pradėti naudoti izoliuotus laidus. Kaip teigiama literatūroje [1] naudojant izoliuotus 10-20kV įtapos laidus, laidų gedimų praktiškai nebūna, sumažėja ir izoliatorių gedimai. Todėl tokiose linijose bendrą gedimų skaičių galima sumažinti iki 2-2,5 karto.

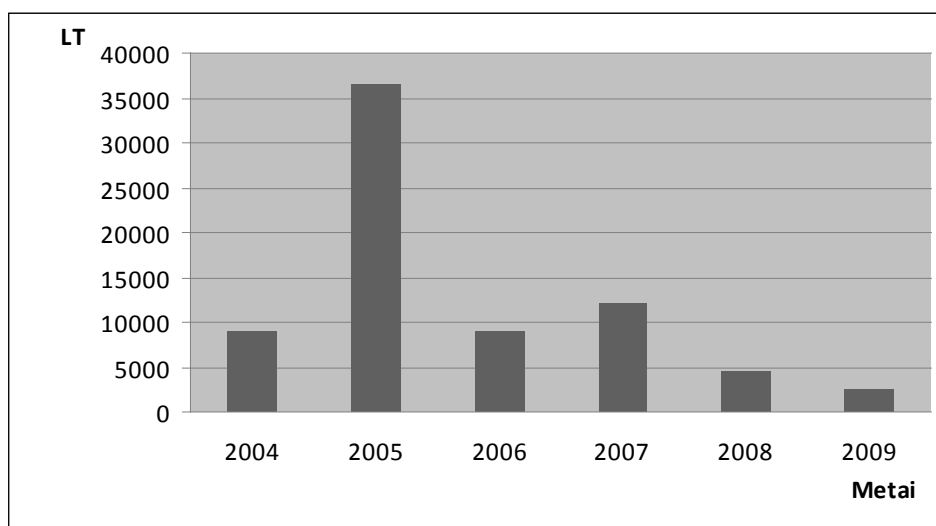
Kabelinėse linijose daugiausiai gedimų užfiksuota, dėl trumpo jungimo kabelyje. Tam daugiausiai įtakos turi kabelių nusidėvėjimas. Kaip matyti iš 1pav. daugiau kaip 50% kabelinių linijų yra 35 m. ir daugiau metų senumo. Kabelių gamybai panaudotos medžiagos laikui einant sensta ir nebeatlieka savo pradinių funkcijų. Kita problema yra kabelių pažeidimas vykdant žemės kasimo darbus. Dažnu atveju nėra tikslios informacijos, kurioje vietoje yra paklotas kabelis, ypač senų kabelinių linijų. Norint išvengti atsitiktinių kabelių pažeidimų reikėtų seniausias kabelines linijas atnaujinti.

Dėl gedimų elektros linijose nepateikta elektros energijos kiekiai parodyti 3.2 paveiksle.



3.2 pav. Nepateikta elektros energija dėl gedimų.

Skaičiuojant nepateiktos elektros energijos kainą 2010m. kainomis, kai už 1kW mokama po 45cent. Galima nepateiktą energiją išreikšti pinigine išraiška. Susumavus gautus duomenis matome, kad per laikotarpį nuo 2004m. iki 2009m. skirstomieji tinklai dėl gedimų elektros linijose neteko 74720 litų.



3.3 pav. Nepateiktos elektros energijos, dėl gedimų, kaina

3.2 Vartotojų aprūpinimo elektra patikimumo kategorijos

Lietuvos Elektros energetikos įstatyme ir poįstatyminiuose teisės aktuose numatyta, kad tinklų operatoriai užtikrina patikimą tinklų (sistemų) darbą ir patikimą vartotojų aprūpinimą elektra. Aprūpinimas elektra yra, energijos persiuntimas perdavimo ir skirstomaisiais tinklais, tiekimas (t.y. pardavimas) vartotojams.

Patikimumo problema Lietuvoje yra labai aktuali, nes didžioji elektros tinklų įrenginių dalis yra 25- 30m.amžiaus.

Vienas iš Lietuvos teisinės bazės ypatumų yra vartotojų ir imtuvų aprūpinimo elektra patikimumo (AEP) kategorijos, kurios riboja vartotojo ar imtuvo didžiausio ilgo neplanuoto nutraukimo trukmę pagal vartotojo ar imtuvo funkcijų ir technologinių procesų svarbą.

Šiuo metu vartotojų aprūpinimo elektra patikimumo kategorijas reglamentuoja elektros energijos tiekimo ir naudojimo, bei elektros įrenginių įrengimo taisyklės. Pagal energijos tiekimo ir naudojimo taisykles yra trys aprūpinimo elektra patikimumo kategorijos :

- *Pirma (I) aprūpinimo elektra patikimumo kategorija.* Operatorius ir vartotojas gali susitarti dėl pirmos (I) aprūpinimo elektra patikimumo kategorijos taikymo. Sutartyje nustatyti, kad iki operatoriaus ir vartotojo elektros tinklų nuosavybės ribos įrengiamos elektros linijos iš dviejų arba daugiau nepriklausomų elektros šaltinių ir aprūpinimas elektros energija ties operatoriaus ir vartotojo elektros tinklų nuosavybės riba turi būti atkurtas nors iš vieno elektros šaltinio per laikotarpį, kuris paprastai turi būti ne ilgesnis nei 2,5 valandos, jei sutartis nenustato kitokio laikotarpio. Operatorius, turi teisę pareikalauti, kad vartotojas įsirengtų nepriklausomą autonominį elektros šaltinį ir atitinkamą automatiką. Nepriklausomų elektros šaltinių remonto metu, nutrūkus aprūpinimui elektra iš likusių kitų nepriklausomų šaltinių, galimas elektros energijos aprūpinimo pertrūkis iki 24 valandų, išskyrus atvejus, kai objektyviai reikalingas ilgesnis laikas gedimui, sutrikimui ar avarijai pašalinti, atliekamas remontas ar ilgesnį laiką nustato teisės aktai arba sutartis. Nepriklausomų elektros šaltinių sąvoka nurodyta Elektros įrenginių įrengimo taisyklėse.
- *Antra (II) aprūpinimo elektra patikimumo kategorija.* Operatorius ir vartotojas gali susitarti dėl antros (II) aprūpinimo elektra patikimumo kategorijos taikymo ir sutartyje numatyti, kad iki operatoriaus ir vartotojo elektros tinklų nuosavybės ribos įrengiamos elektros linijos iš dviejų elektros šaltinių ir aprūpinimas elektros energija ties operatoriaus ir vartotojo elektros tinklų nuosavybės riba turi būti atkurtas nors iš vieno elektros šaltinio per laikotarpį, kuris paprastai turi būti ne ilgesnis nei 6 valandos, jei sutartis nenustato kitokio laikotarpio. Vieno

iš elektros šaltinių remonto metu, nutrūkus aprūpinimui elektra iš likusio kito elektros šaltinio, galimas elektros energijos aprūpinimo pertrūkis iki 24 valandų, išskyrus atvejus, kai objektyviai reikalingas ilgesnis laikas gedimui, sutrikimui ar avarijai pašalinti, atliekamas remontas, ar ilgesnį laiką nustato teisės aktai arba sutartis.

- *Trečia (III) aprūpinimo elektra patikimumo kategorija.* Paprastai aprūpinimas elektros energija turi būti atkurtas per 24 valandas (išskyrus atvejus, kai objektyviai reikalingas ilgesnis laikas gedimui, sutrikimui ar avarijai pašalinti, ar atliekamas remontas), išskyrus teisės aktuose ir sutartyse nustatytus atvejus. Paprastai esant trečiai (III) aprūpinimo elektra patikimumo kategorijai vartotojai aprūpinami elektra iš vieno elektros šaltinio.

3.3 Patikimumo rodikliai

Lietuvoje elektros energijos patikimumą kontroliuoja kainų ir energetikos komisija. Skirstomieji tinklai komisijai turi pateikti ataskaitas, kuriose naudojamos formulės tinklo patikimumo nustatymui. Kadangi siekiama kuo sėkmingiau užtikrinti elektros tiekimą vartotojams, tinklai stebimi naudojantis tam tikrais patikimumo rodikliais.

Patikimumo rodikliai skirstomi į 2 grupes: tinklo vidutinio vartotojo rodikliai ir atskiro vartotojo rodikliai.

Tinklo vidutinio vartotojo rodikliai yra statistiniai rodikliai, būdingi kiekvienam „bevardžiui“ tinklo vartotojui ar visam tinklui (perdavimo, skirstomajam). Jie neparodo atskiro konkretaus vartotojo aprūpinimo būklės.

Atskiro vartotojo rodikliai nurodo vieno konkretaus vartotojo aprūpinimo rodiklius ir geriaugina vartotojo teises nei tinklo vidutinio vartotojo rodikliai.

ES šalys prieš 5 metus pasirinko tinklo vidutinio vartotojo rodiklių sistemą, kurios pagrindą iš 5 rodiklių sudaro amerikietiški patikimumo rodikliai, įsitvirtinę NERC (*North American Electric Reliability Council*) praktikoje. Šių rodiklių sąrašas pateiktas 3.4 lentelėje.

ES šalyse labiausiai paplitę tinklo vidutinio vartotojo patikimumo rodikliai

Eil. Nr.	Rodiklio sutrumpinimas	Pavadinimas		Alternatyvus pavadinimas	Pastaba
		lietuviškas	angliškas		
1.	SAIDI	Sistemos vidutinės nutraukimų trukmės rodiklis. Parodo, kiek vidutiniškai laiko per ataskaitinį laikotarpį elektros energija nebuvo persiunčiama vienam vartotojui.	System Average Interruption Duration Index	Vartotojo nutraukimų minutės per metus Customer Minutes Lost per customer per year (CMLs)	Abiejuose (perdavimo ir skirstomuosiuose tinkluose)
	SAIFI	Sistemos nutraukimų vidutinio dažnumo rodiklis. Parodo, kiek vidutiniškai kartų per ataskaitinį laikotarpį elektros energija nebuvo persiunčiama vienam vartotojui.	System Average Interruption Frequency Index	Vartotojo nutraukimų skaičius per metus Customer Interruptions per 100 customers per year (CIs)	Abiejuose tinkluose
	MAIFI	Vidutinis elektros energijos persiuntimo trumpų nutraukimų dažnumo rodiklis. Parodo, kiek vidutiniškai kartų per ataskaitinį laikotarpį energijos persiuntimas buvo nutrauktas dėl trumpo nutraukimo.	Momentary Average Interruption Frequency Index		Abiejuose tinkluose
	ENS	Nepersiųstos elektros energijos kiekis. Parodo dėl nutraukimų perdavimo tinklu nepersiųstos energijos kiekį per ataskaitinį laikotarpį.	Energy Not Supplied	END <i>Energy not delivered</i>	Abiejuose tinkluose
	AIT	Vidutinis nutraukimo laikas. Parodo vidutinę nutraukimų trukmę per ataskaitinį laikotarpį.	Average Interruption Time		Perdavimo tinklui

3.5 Aprūpinimo elektra patikimumas

Aprūpinimo elektra patikimumas apibūdinamas elektros energijos persiuntimo nutraukimų dažnumu ir trukme.

Elektros energijos nutraukimas gali būti planuotas ir neplanuotas:

Planuotas nutraukimas – nutraukimas, apie kurį vartotojas buvo informuotas teisės aktuose arba sutartyje nustatytu laiku ir būdu.

Neplanuotas nutraukimas – nutraukimas, apie kurį vartotojas nebuvo informuotas arba buvo informuotas vėliau nei teisės aktuose ar sutartyje nustatytu laiku, išskyrus atvejus, kai tai buvo padaryta siekiant užtikrinti visuomenės interesus.

Elektros energijos nutraukimo trukmė yra laikas nuo nutraukimo pradžios iki nutraukimo pabaigos. Nutraukimo trukmė skirstoma į dvi kategorijas: trumpas nutraukimas ir ilgas nutraukimas.

Trumpas nutraukimas – nutraukimas, kurio trukmė ilgesnė nei tinklų automatikos įsijungimo trukmė ir trumpesnė nei 3 minutės.

Ilgas nutraukimas – nutraukimas, kurio trukmė lygi 3 minutėms arba ilgesnė kaip 3 minutės.

Remiantis Lietuvos respublikos ministro įsakymu dėl „Elektros energijos persiuntimo patikimumo ir energijos perdavimo, skirstymo bei tiekimo paslaugų kokybės reikalavimų patvirtinimo“ 10.1 punktu, kiekvieno nutraukimo atveju turi būti nustatoma priežastis. Jos gali būti:

„*Force majeure*“ (nenugalima jėga) priežastys: apima stichinių gamtos reiškinių (potvynio, perkūnijos, apšalo, audros, ižo ir pan.) ir gaisro atvejus; karo, teroristinius veiksmus; sistemos priešavarinės automatikos poveikį (esant gedimui ar avarijai kitose elektros sistemose), valstybės institucijų veiksmus arba nurodymus, ar kitus išimtinus įvykius, dėl kurių paskelbta ekstremali padėtis; klimato pokyčius, dėl kurių buvo viršyti leistini techniniai normatyvai, taip pat kitus įvykius ar aplinkybes, kurie pagal galiojančius teisės aktus gali būti priskiriami „*Force majeure*“ aplinkybėms.

Išorinio poveikio priežastys: apima nutraukimus (ar sutrikimus), kurie įvyko dėl vartotojų kaltės; nutraukimus, kurie įvyko dėl trečios šalies poveikio, tokie kaip elektros įrenginių vagystė ar gadinimas, pašalinių daiktų užmetimas ant orinių elektros linijų ir pan.; gaisrai, sutrikimai, gedimai ar avarijos kito operatoriaus tinkluose, kurie turėjo įtakos nutraukimo atsiradimui. Taip pat kiti gamtos reiškiniai ar įvykiai, dėl kurių nutrūksta elektros energijos persiuntimas.

Operatoriaus ir (ar) tiekėjo atsakomybei priskiriamos priežastys.

Svarbiausiu nutraukimu laikomas ilgas neplanuotas nutraukimas. 6 lentelėje pateikiama jų reguliavimo sistema atskirose šalyse pagal 6 požymius.

Ilgų neplanuotų nutraukimų reguliavimo sistemos požymiai ES šalyse

Šalis	Taisyklės nutraukimams registruoti	Nutraukimų klasifikavimas pagal priežastis	Nenugalimos jėgos apibrėžimas	Auditai	Nutraukimų normatyvai*	Ekonominio skatinimo schema
Austrija	+	+	+			
Belgija		+	+		+	
Čekija	+	+	+		+	
Estija			+		+	+
Ispanija	+	+	+	+	+	
Suomija		+			+	
Prancūzija		+	+	+	+	
D.Britanija	+		+	+	+	+
Graikija						
Vengrija	+	+	+	+	+	+
Airija		Nereguliariai			+	+
Italija	+	+	+	+	+	+
Lietuva		+	+		+	
Latvija						
Norvegija	+			+	Siūlymas	+
Lenkija						
Portugalija	+	+	+	+	+	+
Slovėnija		+				
Švedija	+				+	+

* bet kuris normatyvų tipas (tinklo vidutinio vartotojo arba atskiro vartotojo normatyvas).

3.5 Nagrinėjamo tinklo patikimumo rodiklių skaičiavimai

Lietuvos respublikos ūkio ministro įsakyme, dėl elektros energijos persiuntimo patikimumo ir elektros energijos perdavimo, skirstymo bei tiekimo paslaugų kokybės reikalavimų patvirtinimo, pateiktos tokios formulės apskaičiuoti patikimumo rodikliams:

SAIDI vienam miesto ar ne miesto vartotojui, diferencijuojant pagal persiuntimo nutraukimo trukmę, tipą ir priežastis, apskaičiuojama pagal 3.3 formulę:

$$SAIDI = \sum \frac{n * t}{N}, \quad (3.3)$$

čia n- vartotojų, kuriems nutrauktas elektros energijos persiuntimas, skaičius,

t- energijos persiuntimo nutraukimo trukmė (min) ,

N- visų vartotojų skaičius.

SAIFI vienam miesto ar ne miesto vartotojui, diferencijuojant pagal nutraukimo tipą ir priežastis, apskaičiuojamas pagal 3.4 formulę:

$$SAIFI = \sum \frac{n}{N}, \quad (3.4)$$

čia n - vartotojų, kuriems nutrauktas elektros energijos persiuntimas, skaičius,

N - visų vartotojų skaičius.

MAIFI vienam miesto ar ne miesto vartotojui, diferencijuojant pagal nutraukimo priežastis, apskaičiuojamas pagal 3.5 formulę:

$$MAIFI = \sum \frac{n_t}{N}, \quad (3.5)$$

čia n_t - vartotojų, kuriems elektros energijos persiuntimas nutrauktas dėl trumpo nutraukimo, skaičius,

N - visų vartotojų skaičius.

END, diferencijuojant pagal nutraukimo priežastis, apskaičiuojamas pagal 3.6 formulę:

$$END = \sum P * t \quad (3.6)$$

čia P - elektros energijos nutraukimo metu buvusi galia (MW),

t - energijos persiuntimo nutraukimo trukmė (val) ,

AIT, diferencijuojant pagal nutraukimo priežastis, apskaičiuojamas pagal 3.7 formulę:

$$AIT = \frac{P_N}{P_P} * (1440 * n_d), \quad (3.7)$$

čia P_N - perdavimo tinklų nepersiustos elektros energijos kiekis (MWh),

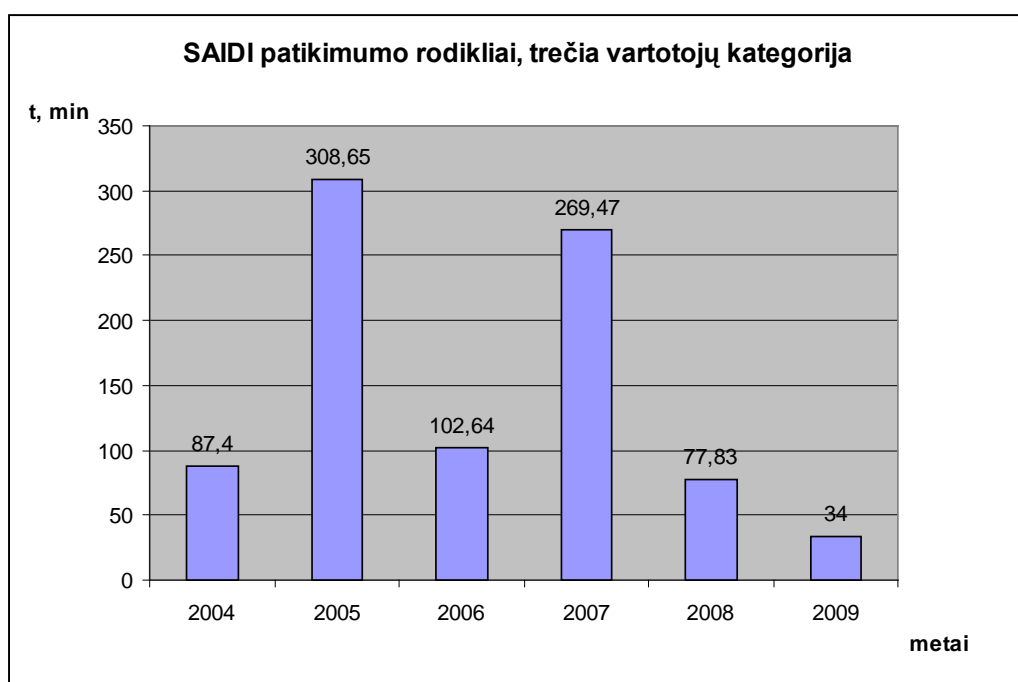
P_{Pc} - per ataskaitinį laikotarpį į perdavimo tinklą persiustos elektros energijos kiekis (MWh),

n_p – ataskaitinio laikotarpio dienų skaičius (min) ,

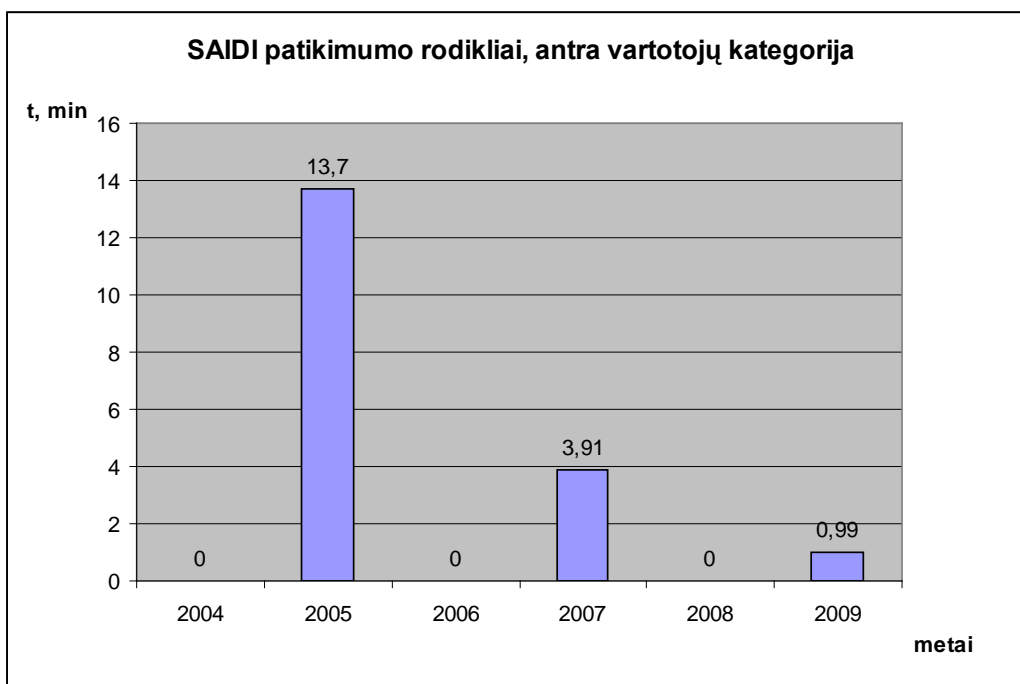
Remiantis surinktais duomenimis ir aukščiau pateiktomis formulėmis apskaičiavau nagrinėjamo tinklo rodiklius. Rezultatus pateikiu žemiau parodytuose grafikuose.

8 pav. parodytas sistemos vidutinės nutraukimų trukmės rodiklio („SAIDI“) grafikas. Šis rodiklis parodo, kiek vidutiniškai laiko per ataskaitinį laikotarpį elektros energija nebuvo

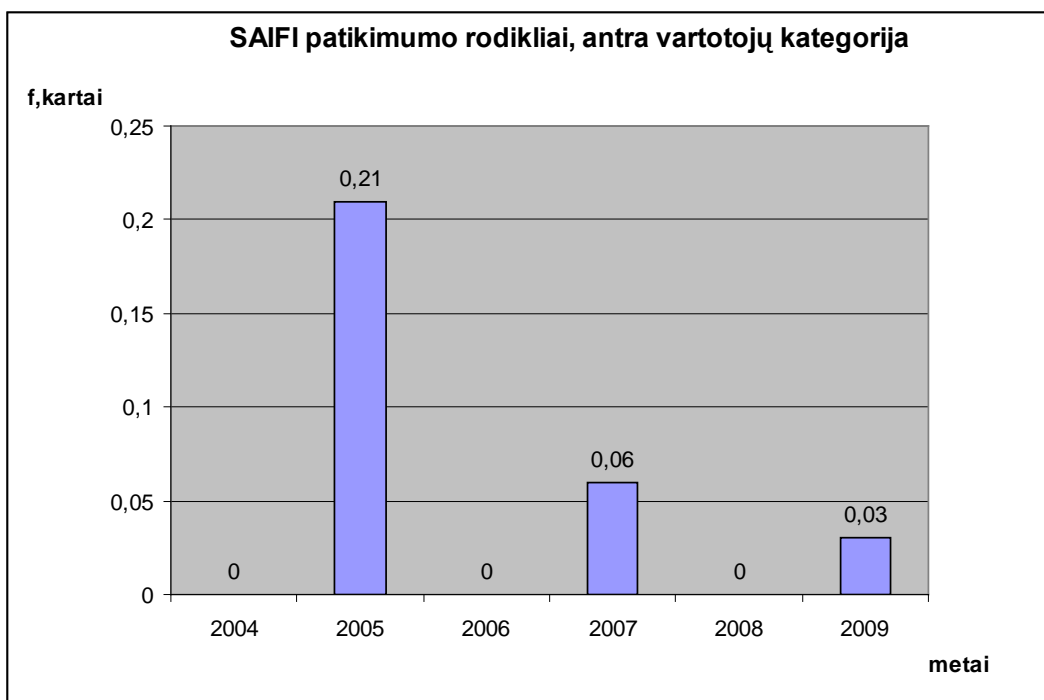
persiunčiama vienam vartotojui. Mano skaičiavimuose ataskaitinis laikotarpis paimtas vieneri metai. Iš grafiko matyti netolygus rezultatų išsibarstimas. Vidutiniškai vienas vartotojas be elektros 2004m. buvo 87,4min. 2005m. matomas didelis skirtumas tarp rezultatų. Čia netiekama elektros energija buvo 308,65 min. Tokiam dideliame skirtumui įtakos turėjo didelis tinklų nusidėvėjimas. Be to, Lietuvai įstojus į Europos Sąjungą buvo didžiulis dėmesys skiriamas elektros energijos perdavimo ir skirstymo tinklų patikimumui užtikrinti. Buvo skiriamos didelės lėšos tinklų renovacijai. Iki 2009m. pastebimas žymus vidutinės nutraukimo trukmės mažėjimas. Tai rodo, kad didėja skirstomojo tinklo patikimumas.



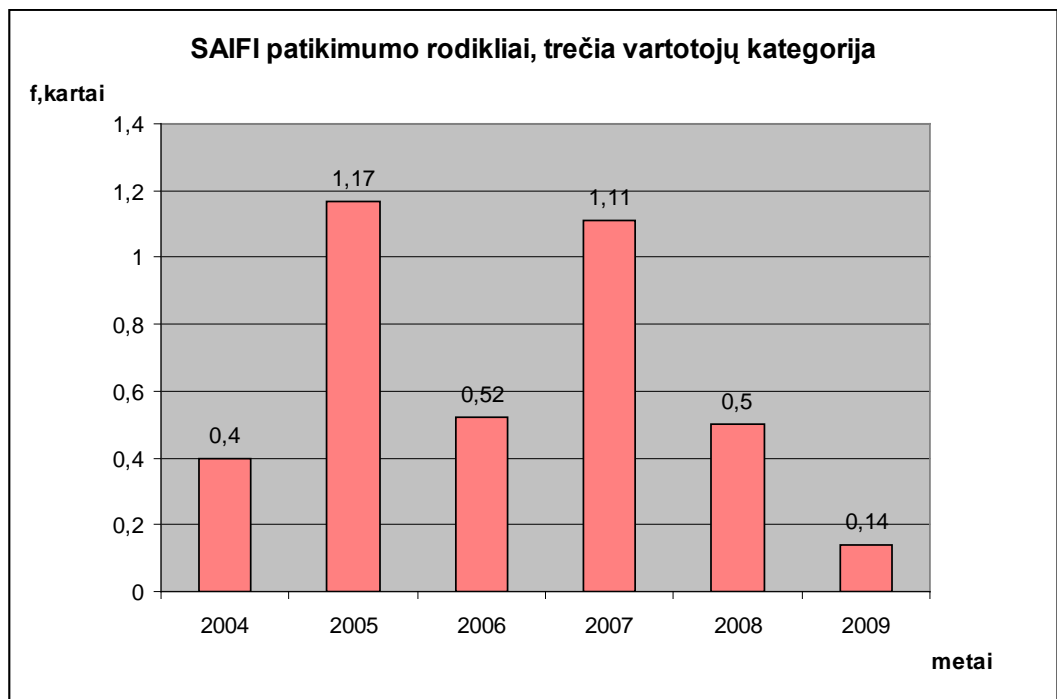
3.4 pav. Sistemos vidutinės nutraukimų trukmės rodiklio grafikas, trečiai vartotojų kategorijai



3.5 pav. Sistemos vidutinės nutraukimų trukmės rodiklio grafikas antrai vartotojų kategorijai



3.6 pav. Sistemos nutraukimų vidutinio dažnumo rodiklio grafikas antrai vartotojų kategorijai. Šis parodo, kiek vidutiniškai kartų per ataskaitinį laikotarpį elektros energija nebuvo persiunčiama vienam vartotojui.



3.7 pav. Sistemos nutraukimų vidutinio dažnumo rodiklio grafikas trečiai vartotojų kategorijai. Šis parodo, kiek vidutiniškai kartų per ataskaitinį laikotarpį elektros energija nebuvo persiunčiama vienam vartotojui.

4 Elektros tinklų schemas.

4.1 Tinklų schemas

Didelę įtaką elektros tinklų patikimumui turi skirstomųjų tinklų schemas. Skirstomieji tinklai gali būti spinduliniai (radialiniai), žiediniai ir mazginiai (daugiašalio maitinimo sudėtingi tinklai).

Spindulinis (radialinis) tinklas yra maitinamas iš vienos pusės ir neturi uždarų grandinių. Tai pigiausia, bet mažiausiai patikima tinklo schema. Bet kuris gedimas palieka be energijos kitus vartojus. Tokiame tinkle didesni perdavimo nuostoliai. Dažniausiai toks tinklas naudojamas ten, kur trumpi atstumai ir didelės apkrovos arba ilgi atstumai, bet mažos apkrovos.

Žiediniame tinkle vartotojai maitinami iš abiejų pusių ir todėl energijos tiekimas yra patikimesnis, nes bet kuri tokio tinklo dalis atsiradus pažeidimui gali būti atjungta ir visi vartotojai gali būti maitinami likusių spinduliniu tinklu. Tai dažniausiai taikoma schema. Tinklas maitinamas dviem linijomis nuo tos pačios šynos nuo dviejų skirtingų sekcijų. Prie žiedo prijungtos pastotės nesaugomos jungtuvais. Naudojami galios skyrikliai. Paprastai tinklas dirba atidarytas viename sekcijonavimo taške. Įvykus gedimui, pažeista linija atjungiama ir sekcijonavimo taškas perkeliamas prie gedimo vietos. Antra žiedo linija tokiu atveju pailgėja.

Uždari (žiediniai) tinklai – bet kuris vartotojas elektrą gauna dviem linijoms, sugedus pastotei arba linijai tinklas visada užtikrina elektros tiekimą. Aukštas tiekimo patikimumas.

Mazginis žiedinis tinklas – iš kelių vietų maitinamas tinklas – didžiausią patikimumą užtikrinanti tinklo sistema su mažiausiais energijos nuostoliais.

4.2 Nagrinėjamo tinklo schema

Mano nagrinėjamas elektros tinklas yra gan sudėtingas. Pagal schemą jis yra žiedinio tipo. Visą tinklą galima palyginti su voratinkliu. Linijos išeinančios iš pastotės vienos šynų sekcijos sugrįžta į kitą šynų sekciją, taip užtikrindamos maitinimą vartotojams iš dviejų vietų. Be to vienos pastotės magistralinės linijos turi keletą ryšių su kitomis rajoninėmis pastotėmis. Tokia išvystyta tinklo schema leidžia atjungti pažeistą tinklo vietą atjungiant kuo mažiau vartotojų. Tai lemia didelį tinklo patikimumą gedimų atveju.

Išvados

1. 40% transformatorinių yra pasenusios ir būtina jas pakeisti naudodami patikimesnius transformatorius. Atvirose pastotėse reikėtų įrengti tik hermetinius transformatorius, kuriuose vidaus gedimai labai reti. O vietoje naudojamų kibirkštinių iškroviklių reikėtų naudoti tik metalo oksido viršįtampių ribotuvus, kurie keletą kartų patikimesni.

2. Daugiausia gedimų oro linijose būna dėl laidų nutrūkimo ir izoliatorių pažeidimų. Mažinant gedimų skaičių reikia geriau prižiūrėti oro linijų trasas. Kitas būdas patikimumui padidinti yra patikimesnių laidų naudojimas. Kur yra miškingos vietovės ir ant oro linijų dažnai užvirsta medžiai, bei užstatytose teritorijose reikia plačiau pradėti naudoti izoliuotus laidus

3. Norint išvengti atsiktinių kabelių pažeidimų reikėtų dirbančias kabelines linijas 35m ir daugiau atnaujinti.

4. Kadangi daugiau, kaip 50% 10kV linijų statytos daugiau kaip prie 35m. jos yra nebe patikimos. Patikimumui padidinti būtina pakeisti senas atramas naujomis.

5. Pagal esamą situaciją elektros linijų pralaidumas yra pakankamas. Jeigu padidėtų linijų apkrautumas, reikėtų pakeisti esamus laidus į didesnio skerspjūvio. Išaugus apkrovoms iki leistinų srovių pagal išilimą reikėtų trumpinti 10kV orines linijas pastatant naujas transformatorines pastotes 35/10kV.

6. Linijų galios nuostoliams didelę įtaką turi linijos skerspjūvis. Norint sumažinti nuostolius reikėtų padidinti linijų pralaidumą. Reikia gerinti galios koeficientą, kad $\cos\phi$ būtų kuo artimesnis vienetui.

7. Sumažinus energijos nuostolius linijose būtų galima sutaupyti pinigų, kuriuos galim investuoti į tinklų renovacijos darbus.

8. Palyginus esamų kabelinių linijų ilgus su paskaičiuotais pagal leistinas apkrovas matome, kad esamos linijos būdamos pilnai apkrautos neviršys leistinų įtampos nuostolių.

9. Orinės linijos negali būti pilnai aprautos, nes jos yra ilgos. Jų pralaidumą riboja įtampos nuostoliai. Dauguma magistralinių laidų yra 15km. Palyginus su skaičiavimais tokias linijas galima apkrauti mažiau negu 0,25I vardinės linijos srovės.

Literatūra

1. A. Bačiauskas. Skirstomojo elektros tinklo vystymo ir valdymo strategija, Kaunas, KTU 1997m.
2. LST EN 50160. Bendrų skirstomųjų elektros tinklų įtampos charakteristikos, 2001m.
3. Elektros įrenginių įrengimo taisyklės, Vilnius 2007m.
4. Elektros energijos tiekimo ir naudojimo taisyklės,
5. Dr. A. Klementavičius. Aprūpinimo elektra patikimumo lygio techninė-ekonominė analizė, rekomendacijų dėl aprūpinimo elektra patikimumo teisinio reglamentavimo, įvertinant ES šalių patirtį, parengimas. Galutinė ataskaita, Kaunas, Lietuvos energetikos institutas 2006m.
6. <http://www.elektroklubas.lt>
7. Algimantas Navickas. Elektros energetikos sistemų patikimumas. Kaunas 2007 m.
8. Gediminas Isoda. Elektros instaliacija. Energetikų mokymo centras, 2004 m.
9. Anzelmas Bačiauskas, Petras Greblikas. Elektros tinklų projektavimas ir eksplotacija. Vilnius, 1988 m.
10. В. Н. Костин, Е. В. Распопов, Е. А. Родченко. Передача и распределение электроэнергии. Санкт – Петербург, 2003г.
11. Ю. Г. Барыбина, Л. Е. Федорова, М. Г. Зименкова, А. Смирнова. Справочник по проектированию электрических сетей и электро-оборудованияю. Москва Энергомиздатб 1991гю

PRIEDAI

NAGRINĖJAMO TINKLO 10KV KABELINIŲ LINIJŲ CHARAKTERISTIKA

Kabelio markė	Skersmuo, mm ²	Linijos įvedimo į eksploataciją metai.	Ilgis, km
AAŠV	35	1983	0,329

Kabelio markė	Skersmuo, mm ²	Linijos įvedimo į eksploataciją metai.	Ilgis, km
AAB	50	1975	0,145
AAB	50	1981	0,089

Kabelio markė	Skersmuo, mm ²	Linijos įvedimo į eksploataciją metai.	Ilgis, km
SB	70	1959	1,949
ASB	70	1982	0,785

Kabelio markė	Skersmuo, mm ²	Linijos įvedimo į eksploataciją metai.	Ilgis, km
ASB	95	1959	2,766
ASB	95	1959	2,003
AAŠV	95	1959	1,599
AAB	95	1959	2,866
ASB	95	1959	4,260
AAB	95	1959	2,833
AAŠV	95	1962	0,200
AAB	95	1962	0,159
TSLE	95	1962	0,116
AAB	95	1962	1,775
AAŠV	95	1963	4,154
ASB	95	1964	2,204
CAABLU	95	1969	2,606
AAŠV	95	1971	0,100
ASB	95	1971	0,196
ASB	95	1972	1,690
AABL	95	1972	0,494
AAŠV	95	1972	2,645
ASB	95	1974	1,023
ASB	95	1974	1,333
AABL	95	1976	1,846
AAŠV	95	1976	0,079
AAB	95	1978	2,540
AAB	95	1979	2,590
AAB	95	1980	0,200
AAB	95	1982	1,96
AABL	95	1982	1,040
AAB	95	1985	0,224
AAŠV	95	1987	1,500
CAABL	95	1988	2,750
AAB	95	2004	1,24
TSLE	95	2005	0,020
AHXAMK-W	95	2007	0,051
AHXAMK-W	95	2007	0,057
AHXAMK-W	95	2007	0,046
AHXAMK-W	95	2007	0,066
AHXAMK-W	95	2007	0,039

AHXAMK-W	95	2007	0,053
AHXAMK-W	95	2007	0,097
AHXAMK-W	95	2007	0,108
AHXAMK-W	95	2007	0,12
AHXAMK-W	95	2007	0,145

Kabelio markė	Skersmuo, mm ²	Linijos įvedimo į eksploataciją metai.	Ilgis, km
SB	120	1962	2,260
AASV	120	1963	5,150
SB	120	1967	2,305
CASB	120	1968	2,091
AASV	120	1971	1,786
ASB	120	1982	0,040
AASV	120	1983	0,260
AAB	120	1985	0,600
ASB	120	1986	2,569
AASV	120	1988	0,13
AASV	120	1989	2,410
AASV	120	1995	1,334
AHXAMK	120	2006	0,183
AHXAMK-W	120	2007	0,181

Kabelio markė	Skersmuo, mm ²	Linijos įvedimo į eksploataciją metai.	Ilgis, km
AAB	150	1981	0,295
ASB	150	1982	3,300
ASB	150	1982	2,204
ASB	150	1982	2,263
AAB	150	1982	0,141
ASB	150	1993	0,950
TSLE	150	2006	0,825
TSLE	150	2006	0,85
TSLE	150	2006	0,26
TSLE	150	2006	0,178
TSLE	150	2006	0,185
TSLE	150	2006	0,183
TSLE	150	2006	0,179
AHXAMK-W	150	2007	0,348
AHXAMK-W	150	2007	0,065

Kabelio markė	Skersmuo, mm ²	Linijos įvedimo į eksploataciją metai.	Ilgis, km
AAB	185	1960	2,704
AAB	185	1973	1,750
AAB	185	1977	1,650
AAB	185	1977	3,94
AAB	185	1987	1,250
AAB	185	1987	3,300
ASB	185	1988	0,765
AHXAMK-W	185	2007	0,247
AAB-10 3x240	185	2007	3,445

Kabelio markė	Skersmuo, mm ²	Linijos įvedimo į eksploataciją metai.	Ilgis, km
AABLU	240	1961	3,842
AABL	240	1980	3,830
ASB	240	1986	2,960
ASB	240	1986	2,990
ASB	240	1986	0,700
TSLE	240	2006	0,177
TSLE	240	2006	0,172

NAGRINĖJAMO TINKLO 10KV ORINIŲ LINIJŲ CHARAKTERISTIKA

Laido markė	Skersmuo, mm ²	Linijos įvedimo į eksploataciją metai.	Ilgis, km
AS	35	1961	24,055
AS	35	1961	19,065
AS	35	1965	40,235
AS	35	1965	28,334
AS	35	1965	13,074
AS	35	1975	20,841
AS	35	1977	12,405
AS	35	1977	28,075
AS	35	1977	16,014

Laido markė	Skersmuo, mm ²	Linijos įvedimo į eksploataciją metai.	Ilgis, km
A	50	1959	24,465
AS	50	1960	18,585
AS	50	1960	17,767
A	50	1961	22,731
AS	50	1961	18,744
AS	50	1961	18,994
AS	50	1961	9,497
AS	50	1961	22,959
AS	50	1961	5,251
ApS	50	1961	3,380
A	50	1961	21,077
A	50	1962	24,047
AS	50	1965	3,408
A	50	1965	48,695
A	50	1965	24,230
AS	50	1965	2,900
AS	50	1973	18,802
AS	50	1974	3,226
A	50	1975	19,515
AS	50	1975	18,230
AS	50	1976	1,665
A	50	1976	15,509
AS	50	1976	3,290
A	50	1978	1,595
AS	50	1982	2,45
AS	50	1982	2,45
AS	50	1982	25,379
AS	50	1989	34,601

Laido markė	Skersmuo, mm ²	Linijos įvedimo į eksploataciją metai.	Ilgis, km
A	70	1959	17,378
A	70	1960	23,140
AS	70	1960	15,676
A	70	1960	17,231
A	70	1961	16,821
A	70	1961	25,951
A	70	1961	38,906
A	70	1961	0,320
AS	70	1964	6,306
AS	70	1965	27,682
A	70	1965	12,3
AS	70	1965	1,030

A	70	1965	12,027
AS	70	1972	2,485
A	70	1972	28,439
A	70	1977	27,606
ApS	70	1977	21,533
ApS	70	1979	18,680
AS	70	1982	7,881
AS	70	1989	4,513
AS	70	1995	1,120

Laido markė	Skersmuo, mm ²	Linijos įvedimo į eksploataciją metai.	Ilgis, km
Ap	120	1988	12,960
Ap	120	1988	13,020

LINIJŲ IR TRANSFORMATORIŲ APKRAUTUMAS

Kontroliniai matavimai

2009.12.16 d. 20 d.

Šaukotas

Val. 16 d.	Įtampa 35 kV	Atš.	T-1				cos φ
			10 kV įvadas				
			U kV	I A	P MW	Q Mvar	
1	35,5	3	10,3	10,83	0,17	0,09	0,89
2	35,5	3	10,3	10,53	0,17	0,08	0,89
3	35,5	3	10,3	10,83	0,17	0,09	0,89
4	35,5	3	10,3	10,73	0,17	0,08	0,90
5	35,5	3	10,3	10,83	0,17	0,09	0,89
6	35,5	3	10,3	11,03	0,18	0,09	0,89
7	35,5	3	10,4	13,31	0,22	0,10	0,90
8	35,5	3	10,4	15,70	0,26	0,12	0,91
9	35,5	3	10,4	16,20	0,26	0,14	0,88
10	35,5	3	10,4	15,73	0,24	0,14	0,86
11	35,5	3	10,4	14,90	0,24	0,13	0,88
12	35,5	3	10,4	14,71	0,23	0,13	0,88
13	35,5	3	10,4	14,13	0,22	0,13	0,86
14	35,5	3	10,4	13,86	0,21	0,13	0,85
15	35,5	3	10,4	13,00	0,20	0,13	0,84
16	35,5	3	10,4	14,48	0,22	0,14	0,84
17	35,5	3	10,4	15,70	0,25	0,14	0,88
18	35,5	3	10,4	15,99	0,26	0,12	0,90
19	35,5	3	10,4	15,40	0,25	0,12	0,91
20	35,5	3	10,4	15,92	0,26	0,11	0,92
21	35,5	3	10,4	14,73	0,24	0,10	0,92
22	35,5	3	10,3	13,37	0,22	0,09	0,92
23	35,5	3	10,3	12,64	0,20	0,10	0,90
24	35,5	3	10,3	11,83	0,19	0,10	0,89

Šaukotas

Val. <i>16d.</i>	10 kV linijos				
	L-100	L-200	L-300	L-400	L-500
	P (MW)	P (MW)	P (MW)	P (MW)	P (MW)
1	0,13	0,002	0,01	0	0,03
2	0,13	0,001	0,01	0	0,03
3	0,12	0,002	0,01	0	0,03
4	0,12	0,001	0,01	0	0,03
5	0,12	0,002	0,01	0	0,03
6	0,13	0,002	0,01	0	0,03
7	0,15	0,002	0,02	0	0,04
8	0,17	0,002	0,03	0	0,06
9	0,16	0,002	0,03	0	0,05
10	0,16	0,003	0,04	0	0,04
11	0,16	0,002	0,03	0	0,04
12	0,16	0,002	0,03	0	0,04
13	0,14	0,002	0,02	0	0,06
14	0,12	0,002	0,03	0	0,06
15	0,12	0,002	0,03	0	0,04
16	0,13	0,002	0,04	0	0,05
17	0,13	0,014	0,03	0	0,06
18	0,15	0,002	0,03	0	0,07
19	0,15	0,003	0,03	0	0,06
20	0,17	0,002	0,03	0	0,06
21	0,16	0,003	0,03	0	0,05
22	0,15	0,002	0,02	0	0,04
23	0,14	0,003	0,02	0	0,03
24	0,14	0,001	0,02	0	0,03

Šiaulėnai

Val. 16d.	Įtampa 35 kV	Atš.	T-1				cos φ
			10 kV įvadas				
			U kV	I A	P MW	Q Mvar	
1	35	3	10,3	28,60	0,38	0,34	0,75
2	35	3	10,2	28,72	0,37	0,35	0,73
3	35	3	10,3	27,72	0,36	0,34	0,73
4	35	3	10,2	27,18	0,36	0,32	0,74
5	35	3	10,1	28,94	0,38	0,33	0,76
6	35	3	10,2	32,81	0,46	0,35	0,79
7	35	3	10,1	38,43	0,56	0,37	0,84
8	35	3	10,1	44,27	0,67	0,39	0,86
9	35	3	10,1	45,33	0,69	0,40	0,87
10	35	3	10,2	42,72	0,65	0,39	0,86
11	35	3	10,1	40,91	0,59	0,40	0,83
12	35	3	10,2	39,88	0,57	0,41	0,81
13	35	3	10,3	37,91	0,55	0,40	0,81
14	35	3	10,3	38,04	0,54	0,41	0,80
15	35	3	10,3	40,16	0,58	0,43	0,80
16	35	3	10,2	40,29	0,58	0,41	0,81
17	35	3	10,1	42,77	0,63	0,40	0,85
18	35	3	10,1	45,21	0,68	0,40	0,86
19	35	3	10,2	45,55	0,69	0,41	0,86
20	35	3	10,3	43,23	0,66	0,40	0,86
21	35	3	10,3	39,02	0,59	0,36	0,85
22	35	3	10,2	36,27	0,53	0,35	0,83
23	35	3	10,2	33,60	0,48	0,35	0,81
24	35	3	10,1	31,26	0,43	0,34	0,78

Šiaulėnai

Val. 16d.	10 kV linijos								
	L-100 P(MW)	L-200 P(MW)	L-600 P(MW)	L-300 P(MW)	L-400 P(MW)	L-700 P(MW)	L-800 P(MW)	L-500 P(MW)	L-900 P(MW)
1	0,04	0,07	0,16	0,02	0,01	0,02	0,03	0,02	0,01
2	0,04	0,07	0,16	0,02	0,01	0,02	0,03	0,02	0,01
3	0,04	0,06	0,16	0,02	0,01	0,02	0,03	0,02	0,01
4	0,05	0,06	0,16	0,02	0,01	0,01	0,03	0,02	0,01
5	0,06	0,06	0,16	0,02	0,01	0,02	0,03	0,02	0,01
6	0,09	0,07	0,16	0,03	0,01	0,03	0,03	0,03	0,01
7	0,09	0,11	0,17	0,04	0,01	0,04	0,05	0,04	0,01
8	0,10	0,14	0,20	0,04	0,02	0,05	0,06	0,04	0,02
9	0,11	0,16	0,21	0,04	0,02	0,04	0,05	0,03	0,01
10	0,09	0,16	0,21	0,04	0,02	0,05	0,05	0,03	0,01
11	0,08	0,14	0,19	0,04	0,02	0,03	0,05	0,04	0,01
12	0,09	0,12	0,19	0,03	0,02	0,02	0,05	0,04	0,01
13	0,07	0,11	0,20	0,03	0,02	0,02	0,05	0,03	0,01
14	0,08	0,10	0,20	0,03	0,02	0,02	0,05	0,04	0,01
15	0,09	0,10	0,22	0,03	0,02	0,02	0,05	0,03	0,02
16	0,09	0,10	0,22	0,03	0,01	0,02	0,06	0,03	0,01
17	0,09	0,11	0,21	0,05	0,01	0,03	0,07	0,04	0,02
18	0,11	0,12	0,19	0,05	0,02	0,04	0,08	0,05	0,02
19	0,11	0,13	0,18	0,06	0,03	0,04	0,09	0,05	0,01
20	0,09	0,13	0,19	0,05	0,02	0,04	0,09	0,04	0,01
21	0,07	0,12	0,17	0,04	0,02	0,05	0,08	0,04	0,01
22	0,06	0,10	0,17	0,03	0,01	0,05	0,06	0,03	0,01
23	0,05	0,09	0,17	0,03	0,01	0,03	0,05	0,03	0,01
24	0,05	0,08	0,16	0,03	0,02	0,02	0,04	0,02	0,01

Baisogala

Val. 16d.	Įtampa 35 kV	Atš.	T-1				cos φ
			10 kV įvadas				
			U kV	I A	P MW	Q Mvar	
1	35,5	3	10,2	98,73	1,55	0,80	0,89
2	35,5	3	10,2	90,69	1,40	0,77	0,88
3	35,5	3	10,2	90,21	1,39	0,78	0,87
4	35,5	3	10,3	93,21	1,46	0,80	0,88
5	35,5	3	10,3	90,95	1,42	0,79	0,87
6	35,5	3	10,2	98,76	1,54	0,82	0,88
7	35,5	3	10,1	116,27	1,82	0,91	0,89
8	35,5	3	10,1	135,38	2,18	0,92	0,92
9	35,5	3	10,2	137,55	2,22	0,99	0,91
10	35,5	3	10,2	133,31	2,14	0,99	0,91
11	35,5	3	10,2	126,39	2,02	0,96	0,90
12	35,5	3	10,2	123,74	1,96	0,96	0,90
13	35,5	3	10,2	121,41	1,92	0,96	0,90
14	35,5	3	10,2	120,20	1,89	0,97	0,89
15	35,5	3	10,2	121,92	1,92	0,98	0,89
16	35,5	3	10,2	126,77	2,00	1,01	0,89
17	35,5	3	10,2	133,28	2,13	1,01	0,90
18	35,5	3	10,2	137,47	2,20	1,02	0,91
19	35,5	3	10,2	142,33	2,30	1,02	0,91
20	35,5	3	10,3	134,91	2,20	0,98	0,91
21	35,5	3	10,3	130,13	2,13	0,93	0,92
22	35,5	3	10,2	120,26	1,95	0,85	0,92
23	35,5	3	10,2	103,79	1,63	0,84	0,89
24	35,5	3	10,2	106,53	1,68	0,86	0,89

Baisogala

Val. 16d.	10 kV linijos											
	L-KT8 P(MW)	L-100 P(MW)	L-KT24 P(MW)	L-600 P(MW)	L-400 P(MW)	L-TR25 P(MW)	L-TR23 P(MW)	L-200 P(MW)	L-300 P(MW)	L-700 P(MW)	L-800 P(MW)	L-900 P(MW)
1	0,07	0,06	0,01	0,18	0,10	0,10	0,14	0,07	0,16	0,08	0,52	0,04
2	0,07	0,05	0,01	0,16	0,10	0,09	0,14	0,07	0,16	0,08	0,42	0,05
3	0,08	0,03	0,01	0,15	0,09	0,09	0,13	0,07	0,16	0,08	0,44	0,05
4	0,08	0,04	0,01	0,15	0,09	0,08	0,12	0,07	0,16	0,07	0,53	0,05
5	0,07	0,03	0,01	0,15	0,09	0,07	0,11	0,09	0,16	0,08	0,48	0,05
6	0,08	0,03	0,01	0,20	0,10	0,06	0,11	0,12	0,17	0,09	0,51	0,05
7	0,11	0,04	0,01	0,29	0,13	0,07	0,16	0,17	0,19	0,10	0,49	0,06
8	0,14	0,05	0,01	0,32	0,15	0,08	0,22	0,20	0,21	0,11	0,60	0,07
9	0,15	0,09	0,01	0,33	0,13	0,07	0,22	0,17	0,26	0,11	0,59	0,07
10	0,14	0,10	0,01	0,32	0,12	0,07	0,21	0,13	0,23	0,10	0,60	0,07
11	0,12	0,08	0,01	0,30	0,11	0,02	0,24	0,12	0,24	0,09	0,58	0,06
12	0,10	0,09	0,01	0,27	0,11	0	0,25	0,12	0,24	0,10	0,59	0,06
13	0,12	0,08	0,01	0,22	0,10	0	0,25	0,13	0,24	0,10	0,57	0,06
14	0,10	0,10	0,01	0,23	0,10	0	0,24	0,11	0,25	0,10	0,58	0,06
15	0,10	0,08	0,01	0,22	0,10	0	0,24	0,12	0,24	0,10	0,60	0,07
16	0,11	0,09	0,01	0,22	0,12	0	0,25	0,14	0,25	0,10	0,61	0,08
17	0,12	0,07	0,01	0,25	0,15	0	0,29	0,17	0,26	0,12	0,58	0,10
18	0,12	0,06	0,01	0,29	0,17	0	0,32	0,21	0,29	0,13	0,47	0,10
19	0,10	0,06	0,01	0,29	0,16	0	0,33	0,21	0,26	0,12	0,63	0,09
20	0,10	0,07	0,01	0,28	0,16	0	0,32	0,19	0,24	0,13	0,60	0,09
21	0,11	0,06	0,01	0,26	0,15	0	0,31	0,18	0,21	0,12	0,61	0,08
22	0,10	0,06	0,01	0,22	0,15	0	0,28	0,14	0,21	0,11	0,60	0,07
23	0,08	0,07	0,01	0,21	0,13	0	0,25	0,11	0,19	0,09	0,38	0,07
24	0,07	0,07	0,01	0,19	0,11	0	0,23	0,09	0,17	0,08	0,58	0,06

Radviliškis

Įtampa 110 kV	T-1					
	Atš.	10 kV įvadas				cos φ
		U kV	I A	P MW	Q Mvar	
116,4	1	10,2	170,77	2,99	0,38	0,99
116,4	1	10,2	159,90	2,79	0,44	0,99
116,4	1	10,3	155,93	2,75	0,45	0,99
116,5	1	10,3	152,89	2,69	0,44	0,99
116,5	1	10,3	151,71	2,67	0,44	0,99
116,5	1	10,2	166,11	2,90	0,48	0,99
116,5	2	10,2	187,26	3,28	0,45	0,99
116,5	2	10,3	248,55	4,38	0,69	0,99
116,5	2	10,3	286,27	5,01	0,99	0,98
116,5	2	10,3	290,66	5,07	1,09	0,98
116,5	2	10,3	299,18	5,19	1,25	0,97
116,5	2	10,2	282,69	4,87	1,12	0,97
116,5	2	10,2	279,06	4,80	1,13	0,97
116,5	2	10,3	282,96	4,91	1,19	0,97
116,5	2	10,3	290,60	5,03	1,25	0,97
116,4	2	10,3	282,14	4,89	1,19	0,97
116,4	2	10,2	296,42	5,12	1,09	0,98
116,4	2	10,2	294,75	5,12	0,98	0,98
116,4	2	10,2	260,15	4,55	0,63	0,99
116,4	2	10,3	248,53	4,40	0,53	0,99
116,4	2	10,3	242,77	4,31	0,47	0,99
116,4	2	10,3	233,77	4,14	0,50	0,99
116,4	2	10,3	209,73	3,71	0,47	0,99
116,5	1	10,3	188,61	3,34	0,43	0,99

Įtampa 110 kV	T-2					
	Atš.	10 kV įvadas				cos φ
		U kV	I A	P MW	Q Mvar	
117,1	1	10,1	167,14	2,90	0,35	0,99
117,1	1	10,1	157,81	2,75	0,29	0,99
117,2	1	10,2	153,59	2,70	0,27	1,00
117,2	1	10,2	152,79	2,69	0,28	0,99
117,2	1	10,3	152,61	2,71	0,29	0,99
117,1	1	10,3	156,71	2,78	0,27	1,00
117,1	2	10,1	210,75	3,67	0,38	0,99
117,1	2	10,1	266,25	4,61	0,70	0,99
117,3	2	10,1	289,77	4,94	1,13	0,98
117,3	2	10,1	301,66	5,12	1,27	0,97
117,3	2	10,3	273,58	4,73	1,22	0,97
117,3	2	10,3	284,71	4,94	1,17	0,97
117,3	2	10,3	261,39	4,56	0,98	0,98
117,3	2	10,2	272,36	4,68	1,12	0,97
117,3	2	10,2	279,56	4,80	1,16	0,97
117,1	2	10,2	278,53	4,79	1,15	0,97
117,1	2	10,1	295,89	5,08	1,01	0,98
117,1	2	10,1	296,74	5,12	0,89	0,99
117,1	2	10,1	302,24	5,22	0,84	0,99
117,1	2	10,1	283,46	4,91	0,68	0,99
117,1	2	10,2	284,53	4,98	0,68	0,99
117,1	2	10,2	271,74	4,76	0,66	0,99
117,1	2	10,2	235,75	4,13	0,52	0,99
117,1	2	10,3	202,22	3,58	0,47	0,99

117,1	1	10,2	148,08	2,60	0,29	0,99
117,1	2	10,3	243,61	4,30	0,63	0,99

2009.12.16d. 20d.

Šeduva

T-2									cos φ	cos φ
Atš.	35 kV įvadas				10 kV įvadas					
	U kV	I A	P MW	Q Mvar	U kV	I A	P MW	Q Mvar		
7	35,4	36,31	1,97	1,03	10,31	88,14	1,47	0,56	0,89	0,93
7	35,41	33,34	1,79	1,00	10,32	86,80	1,44	0,58	0,87	0,93
7	35,39	33,59	1,80	1,01	10,33	84,62	1,40	0,57	0,87	0,93
7	35,27	34,63	1,85	1,03	10,34	84,15	1,40	0,57	0,87	0,93
7	35,26	34,27	1,82	1,04	10,35	83,07	1,37	0,58	0,87	0,92
8	35,25	37,17	2,00	1,08	10,34	90,21	1,50	0,60	0,88	0,93
8	35,6	44,11	2,40	1,27	10,23	111,62	1,85	0,71	0,88	0,93
8	34,85	52,23	2,87	1,31	10,18	128,88	2,15	0,75	0,91	0,94
8	35,16	52,59	2,88	1,41	10,26	132,76	2,19	0,88	0,90	0,93
8	35,59	50,20	2,76	1,40	10,38	132,89	2,17	1,01	0,89	0,91
8	35,72	47,82	2,64	1,34	10,39	132,80	2,18	0,99	0,89	0,91
8	35,29	46,95	2,54	1,33	10,26	138,63	2,24	1,02	0,89	0,91
8	35,43	45,63	2,47	1,32	10,31	136,89	2,24	0,99	0,88	0,91
8	35,24	45,97	2,46	1,35	10,28	141,11	2,27	1,09	0,88	0,90
8	35,25	46,41	2,49	1,35	10,30	141,40	2,27	1,10	0,88	0,90
8	35,3	47,95	2,58	1,39	10,29	135,00	2,18	1,01	0,88	0,91
8	35,51	50,85	2,79	1,41	10,34	138,35	2,30	0,92	0,89	0,93
8	35,33	54,02	2,96	1,47	10,28	146,72	2,45	0,90	0,90	0,94
9	35,4	55,77	3,09	1,47	10,35	144,66	2,44	0,89	0,90	0,94
9	35,42	52,75	2,92	1,40	10,37	143,60	2,42	0,89	0,90	0,94
8	35,67	49,73	2,78	1,30	10,42	137,41	2,33	0,86	0,91	0,94
8	34,85	45,84	2,51	1,17	10,18	127,16	2,11	0,77	0,91	0,94
8	34,81	40,35	2,15	1,13	10,16	115,09	1,89	0,73	0,88	0,93
8	35,29	39,50	2,13	1,13	10,31	100,77	1,67	0,68	0,88	0,93

Sidabras

Val. 16d.	Įtampa 35 kV	Atš.	T-2				cos φ
			10 kV įvadas				
			U kV	I A	P MW	Q Mvar	
1	36	3	10,4	27,14	0,37	0,32	0,75
2	36	3	10,4	26,62	0,35	0,33	0,73
3	36	3	10,3	26,40	0,34	0,33	0,71
4	36	3	10,3	26,41	0,34	0,32	0,73
5	36	3	10,3	27,11	0,34	0,34	0,71
6	36	3	10,3	29,52	0,39	0,35	0,74
7	36	3	10,3	36,93	0,52	0,40	0,79
8	36	3	10,3	39,93	0,59	0,40	0,83
9	36	3	10,3	39,49	0,57	0,41	0,81
10	36	3	10,3	37,74	0,54	0,40	0,80
11	36	3	10,3	36,73	0,52	0,40	0,80
12	36	3	10,3	34,72	0,49	0,38	0,78
13	36	3	10,3	34,15	0,47	0,39	0,77
14	36	3	10,3	35,31	0,48	0,41	0,76
15	36	3	10,3	34,58	0,47	0,40	0,76
16	36	3	10,3	35,25	0,50	0,38	0,79
17	36	3	10,3	38,91	0,57	0,40	0,82
18	36	3	10,4	43,24	0,65	0,43	0,83
19	36	3	10,4	44,53	0,67	0,44	0,84
20	36	3	10,4	40,56	0,61	0,41	0,83
21	36	3	10,4	37,60	0,56	0,38	0,82
22	36	3	10,4	33,65	0,49	0,35	0,81
23	36	3	10,4	31,06	0,44	0,35	0,78
24	36	3	10,4	28,36	0,39	0,33	0,76

Kontroliniai matavimai

2009.12.16.20d.

Sidabravas

Val. 16d.	10 kV linijos				
	L-100 P (MW)	L-200 P (MW)	L-300 P (MW)	L-400 P (MW)	L-500 P (MW)
<i>1</i>	0,02	0,04	0,02	0,19	0,08
<i>2</i>	0,02	0,04	0,02	0,19	0,08
<i>3</i>	0,01	0,04	0,02	0,18	0,08
<i>4</i>	0,02	0,04	0,02	0,18	0,08
<i>5</i>	0,02	0,04	0,02	0,18	0,08
<i>6</i>	0,02	0,05	0,02	0,20	0,09
<i>7</i>	0,03	0,07	0,03	0,24	0,12
<i>8</i>	0,03	0,08	0,04	0,29	0,13
<i>9</i>	0,03	0,08	0,04	0,30	0,13
<i>10</i>	0,02	0,07	0,06	0,30	0,11
<i>11</i>	0,02	0,07	0,04	0,29	0,12
<i>12</i>	0,02	0,07	0,03	0,26	0,11
<i>13</i>	0,02	0,07	0,03	0,24	0,11
<i>14</i>	0,02	0,07	0,03	0,26	0,11
<i>15</i>	0,03	0,07	0,03	0,24	0,12
<i>16</i>	0,03	0,07	0,03	0,27	0,10
<i>17</i>	0,03	0,08	0,04	0,29	0,13
<i>18</i>	0,04	0,11	0,06	0,32	0,14
<i>19</i>	0,04	0,11	0,06	0,34	0,14
<i>20</i>	0,03	0,10	0,06	0,31	0,13
<i>21</i>	0,03	0,08	0,05	0,29	0,12
<i>22</i>	0,03	0,07	0,04	0,26	0,10
<i>23</i>	0,02	0,06	0,03	0,23	0,10
<i>24</i>	0,02	0,05	0,02	0,21	0,09