



**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
ELEKTROS IR ELEKTRONIKOS FAKULTETAS**

Žygimantas Kidikas

**110 kV transformatorių pastočių apkrovų įtaka Lietuvos elektros
energetikos sistemos apkrovai**

Baigiamasis magistro projektas

Vadovė

Lekt. dr. Birutė Linkevičiūtė

KAUNAS, 2016

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
ELEKTROS IR ELEKTRONIKOS FAKULTETAS
ELEKTROS ENERGETIKOS SISTEMŲ KATEDRA

**110 kV transformatorių pastočių apkrovų įtaka Lietuvos elektros
energetikos sistemos apkrovai**

Baigiamasis magistro projektas
Elektros energetikos sistemos (621H63005)

Vadovė

(parašas) Lekt. dr. Birutė Linkevičiūtė
(data)

Recenzentas

(parašas) Doc. dr. Gytis Svinkūnas
(data)

Projektą atliko

(parašas) Žygimantas Kidikas
(data)

KAUNAS, 2016



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS

Elektros ir elektronikos fakultetas

(Fakultetas)

Žygimantas Kidikas

(Studento vardas, pavardė)

Elektros energetikos sistemos (621H63005)

(Studijų programos pavadinimas, kodas)

Baigiamojo projekto „110 kV transformatorių pastočių apkrovų įtaka Lietuvos elektros energetikos sistemos apkrovai“

AKADEMINIO SAŽININGUMO DEKLARACIJA

20 16 m. gegužės 23 d.
Kaunas

Patvirtinu, kad mano **Žygimanto Kidiko** baigiamasis projektas tema „110 kV transformatorių pastočių apkrovų įtaka Lietuvos elektros energetikos sistemos apkrovai“ yra parašytas visiškai savarankiškai, o visi pateikti duomenys ar tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai. Šiame darbe nei viena dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose. Įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.

Aš suprantu, kad išaiškėjus nesąžiningumo faktui, man bus taikomos nuobaudos, remiantis Kauno technologijos universitete galiojančia tvarka.

(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

(parašas)

Kidikas, Žygimantas. „110 kV transformatorių pastočių apkrovų įtaka Lietuvos elektros energetikos sistemos apkrovai“. *Magistro* baigiamasis projektas / vadovė lekt. dr. Birutė Linkevičiūtė; Kauno technologijos universitetas, Elektros ir elektronikos fakultetas, Elektros energetikos sistemų katedra.

Kaunas, 2016. 73 psl.

SANTRAUKA

Visa elektros energetikos sistemos plėtra neįmanoma be ilgalaikio planavimo ir prognozavimo. Atliekant elektros tinklų ilgalaikį planavimą yra atliekama elektros energijos ir didžiausios galios poreikių, elektrinių galių, 110 kV transformatorių pastočių apkrovų prognozės ir kt. Šių prognozių rezultatų pagrindu yra atliekama elektros rinkos analizė bei perdavimo tinklo elektriniai skaičiavimai.

Pagrindinis darbo tikslas yra ištirti labiausiai apkrautų 110 kV transformatorių pastočių apkrovų įtaką visos Lietuvos elektros energetikos sistemos didžiausiai apkrovai. Darbo metu, apžvelgiami apkrovų tyrimų ir prognozavimo metodai. Pateikiamos Lietuvos elektros energetikos sistemos didžiausios apkrovos kitimas 110 kV įtampos tinkle. Ištiriamos vidutinės metinės 110 kV transformatorių pastočių apkrovos. Nustatomos labiausiai apkrautos Lietuvos elektros energetikos sistemos 110 kV įtampos transformatorių pastotės. Tyrimo metu, naudojant MATLAB programą, sukuriamas skaičiavimo modelis, leidžiantis ištirti 110 kV įtampos transformatorių pastočių apkrovų įtaką visos sistemos didžiausiai apkrovai.

Reikšminiai žodžiai (iki 8 žodžių):

Elektros energetikos sistema, transformatorių pastotė, apkrova, prognozė

Kidikas, Žygimantas. „110 kV transformer substation load impact on the Lithuanian power system load“. Final project of *Master qualification degree* / supervisor lect. dr. Birutė Linkevičiūtė; Kaunas University of Technology, Faculty of Electrical and Electronics Engineering, Department of Electrical Power systems.

Kaunas, 2016. 73 pages.

SUMMARY

All electrical power system development is impossible without a long-term planning and forecasting. In a long-term power grid planning of electrical energy, also the peak power needs and 110 kV substations load forecast are made. These forecasts are made on the basis of the electricity market analysis and transmission of electrical calculations.

The main objective is to explore the most loaded 110 kV transformer substation loads of influence at Lithuanian power system peak load. During analysis, an overview of load research and forecasting methods are made. Presented Lithuanian power system peak load variation of 110 kV network. Examined the annual average of 110 kV transformer substation load. Identified the most loaded Lithuanian power system 110 kV transformers substations. During the study, using MATLAB program, was created a computing model, that allows to explore the 110 kV transformer substations influence to maximum coefficient value formation.

Keywords (up to 8 words):

Electrical energy system, transformer substation, load, forecast

TURINYS

ĮVADAS	15
1. APŽVALGINĖ DALIS	16
1.1 Darbo aktualumas	16
1.2 Lietuvos ir kaimyninių šalių elektros energetikos sistemų apkrovų apžvalga	19
1.3 110 kV transformatorių pastočių apkrautumas.....	21
1.4 Elektros energijos ir apkrovų prognozavimo metodai.....	24
1.5 Literatūros apžvalgos apibendrinimas	25
2. LIETUVOS ELEKTROS ENERGIJOS PERDAVIMO TINKLO	26
APKROVŲ ANALIZĖ	26
2.1 Duomenų analizė	26
2.2 Apkrovų apžvalga regioniniu mastu.....	26
2.3 Faktinės vidutinės metinės apkrovos	29
2.4 Lietuvos EES didžiausios apkrovos metu labiausiai apkrautų 110 kV TP apkrovos	36
3. METODINĖ TYRIMO DALIS.....	40
3.1 Įvesties duomenys ir pastočių duomenų bazė	40
3.2 Duomenų nuskaitymas	40
3.3 Pastotės maksimalios metinės apkrovos $P_{TP, didž.}$ ir $K_{maks.}$ radimas	42
3.4 Duomenų gretinimas pagal geografinę padėtį	42
4. TYRIMO REZULTATŲ DALIS	43
4.1 Alytaus ET	43
4.2 Kauno ET.....	45
4.3 Klaipėdos ET	48
4.4 Panevėžio ET	51
4.5 Šiaulių ET	53
4.6 Utenos ET	55

4.7 Vilniaus ET.....	56
4.8 Rezultatų aptarimas	60
IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS.....	68
LITERATŪROS SĄRAŠAS.....	69
1 PRIEDAS	71

SANTRUMPŲ SĄRAŠAS

- AET – Alytaus elektros tinklai;
- ANN – dirbtinis neuronų tinklas;
- DB – transformatorių duomenų bazė;
- EES – elektros energetikos sistema;
- GA – genetinis algoritmas;
- KET – Kauno elektros tinklai;
- KLET – Klaipėdos elektros tinklai;
- n_{TP} – charakteringų pastočių skaičius;
- $P_{didž.}$ – elektros energetikos sistemos didžiausia apkrova;
- $P_{didž.}\%$ – procentinė regiono apkrova, visos sistemos atžvilgiu;
- $P_{maž.}$ – elektros energetikos sistemos mažiausia apkrova;
- $P_{m.vid.}$ – TP vidutinė metinė apkrova;
- P_{nTP} – charakteringų pastočių vidutinė apkrova;
- $P_{r.didž.}$ – regiono didžiausia apkrova;
- $P_{r.m.vid.}$ – regiono vidutinė metinė apkrova;
- $P_{r.}\%$ – charakteringų pastočių procentinė dalis visos sistemos apkrovoje;
- $P_{TP.didž.}$ – transformatorių pastotės didžiausia apkrova;
- $P_{TP}(t_{Pdidž.})$ – transformatorių pastotės apkrova, sistemos didžiausios apkrovos susidarymo laiku;
- PET – Panevėžio elektros tinklai;
- PTO – perdavimo tinklo operatorius;
- ρ_x – koreliacijos koeficientas;
- SET – Šiaulių elektros tinklai;
- TP – transformatorių pastotė;
- $t_{Pdidž.}$ – sistemos didžiausios apkrovos susidarymo laikas;
- UET – Utenos elektros tinklai;
- VET – Vilniaus elektros tinklai.

LENTELIŲ SĄRAŠAS

1.1 lentelė. 2010 – 2014 metų Lietuvos ir kaimyninių šalių pikinės apkrovos.....	20
2.1 lentelė. 2010 metų, regioninių apkrovų duomenys	28
2.2 lentelė. 2011 metų, regioninių apkrovų duomenys	28
2.3 lentelė. 2012 metų, regioninių apkrovų duomenys	29
2.4 lentelė. 2013 metų, regioninių apkrovų duomenys	29
2.5 lentelė. 2014 metų, regioninių apkrovų duomenys	29
2.6 lentelė. 2010 – 2011 metų, Alytaus regiono labiausiai apkrautos 110 kV TP ir jų nominalios galios.....	30
2.7 lentelė. 2012 – 2014 metų, Alytaus regiono labiausiai apkrautos 110 kV TP.....	30
2.8 lentelė. 2010 – 2011 metų, Kauno regiono labiausiai apkrautos 110 kV TP ir jų nominalios galios.....	31
2.9 lentelė. 2012 – 2014 metų, Kauno regiono labiausiai apkrautos 110 kV TP.....	31
2.10 lentelė. 2010 – 2011 metų, Klaipėdos regiono labiausiai apkrautos 110 kV TP ir jų nominalios galios.....	32
2.11 lentelė. 2012 – 2014 metų, Klaipėdos regiono labiausiai apkrautos 110 kV TP	32
2.12 lentelė. 2010 – 2011 metų, Panevėžio regiono labiausiai apkrautos 110 kV TP ir jų nominalios galios.....	33
2.13 lentelė. 2012 – 2014 metų, Panevėžio regiono labiausiai apkrautos 110 kV TP.....	33
2.14 lentelė. 2010 – 2011 metų, Šiaulių regiono labiausiai apkrautos 110 kV TP ir jų nominalios galios.....	33
2.15 lentelė. 2012 – 2014 metų, Šiaulių regiono labiausiai apkrautos 110 kV TP.....	34
2.16 lentelė. 2010 – 2011 metų, Utenos regiono labiausiai apkrautos 110 kV TP ir jų nominalios galios.....	34

2.17 lentelė. 2012 – 2014 metų, Utenos regiono labiausiai apkrautos 110 kV TP.....	34
2.18 lentelė. 2010 – 2011 metų, Vilniaus regiono labiausiai apkrautos 110 kV TP ir jų nominalios galios.....	35
2.19 lentelė. 2012 – 2014 metų, Utenos regiono labiausiai apkrautos 110 kV TP	35
2.20 lentelė. 2010 – 2014 metų, Lietuvos EES didžiausios pikinės apkrovos ($P_{didž.}$) susidarymo laikai.....	36
2.21 lentelė. 2010 – 2014 metų, Alytaus regiono TP apkrovos metu $t_{P_{didž.}}$	36
2.22 lentelė. 2010 – 2014 metų, Kauno regiono TP apkrovos metu $t_{P_{didž.}}$	37
2.23 lentelė. 2010 – 2014 metų, Klaipėdos regiono TP apkrovos metu $t_{P_{didž.}}$	37
2.24 lentelė. 2010 – 2014 metų, Panevėžio regiono TP apkrovos metu $t_{P_{didž.}}$	38
2.25 lentelė. 2010 – 2014 metų, Šiaulių regiono TP apkrovos metu $t_{P_{didž.}}$	38
2.26 lentelė. 2010 – 2014 metų, Utenos regiono TP apkrovos metu $t_{P_{didž.}}$	38
2.27 lentelė. 2010 – 2014 metų, Vilniaus regiono TP apkrovos metu $t_{P_{didž.}}$	39
4.1.1 lentelė. 2011 metų Alytaus regiono 110kV TP apkrovų parametrai.....	43
4.1.2 lentelė. 2011 metų Alytaus regiono 110kV TP parametrai.....	43
4.1.3 lentelė. 2012 metų Alytaus regiono 110kV TP apkrovų parametrai.....	43
4.1.4 lentelė. 2012 metų Alytaus regiono 110kV TP parametrai.....	44
4.1.5 lentelė. 2013 metų Alytaus regiono 110kV TP apkrovų parametrai.....	44
4.1.6 lentelė. 2013 metų Alytaus regiono ir 110kV TP parametrai	44
4.1.7 lentelė. 2014 metų Alytaus regiono 110kV TP apkrovų parametrai.....	44
4.1.8 lentelė. 2014 metų Alytaus regiono 110kV TP parametrai.....	44
4.2.1 lentelė. 2011 metų Kauno regiono 110kV TP apkrovų parametrai	45
4.2.2 lentelė. 2011 metų Kauno regiono 110kV TP parametrai.....	45

4.2.3 lentelė. 2012 metų Kauno regiono 110kV TP apkrovų parametrai	45
4.2.4 lentelė. 2012 metų Kauno regiono TP parametrai	46
4.2.5 lentelė. 2013 metų Kauno regiono 110kV TP apkrovų parametrai	46
4.2.6 lentelė. 2013 metų Kauno regiono 110kV TP parametrai.....	46
4.2.7 lentelė. 2014 metų Kauno regiono 110kV TP apkrovų parametrai	47
4.2.8 lentelė. 2014 metų Kauno regiono 110kV TP parametrai.....	47
4.3.1 lentelė. 2011 metų Klaipėdos regiono 110kV transformatorių pastočių apkrovų parametrai	48
4.3.2 lentelė. 2011 metų Klaipėdos regiono 110kV TP parametrai	48
4.3.3 lentelė. 2012 metų Klaipėdos regiono 110kV TP apkrovų parametrai	49
4.3.4 lentelė. 2012 metų Klaipėdos regiono 110kV TP parametrai	49
4.3.5 lentelė. 2013 metų Klaipėdos regiono 110kV TP apkrovų parametrai	49
4.3.6 lentelė. 2013 metų Klaipėdos regiono 110kV TP parametrai	50
4.3.7 lentelė. 2014 metų Klaipėdos regiono 110kV TP apkrovų parametrai.....	50
4.3.8 lentelė. 2014 metų Klaipėdos regiono 110kV TP parametrai	50
4.4.1 lentelė. 2011 metų Panevėžio regiono 110kV transformatorių pastočių apkrovų parametrai	51
4.4.2 lentelė. 2011 metų Panevėžio regiono 110kV TP parametrai.....	51
4.4.3 lentelė. 2012 metų Panevėžio regiono 110kV TP apkrovų parametrai.....	51
4.4.4 lentelė. 2012 metų Panevėžio regiono 110kV TP parametrai.....	51
4.4.5 lentelė. 2013 metų Panevėžio regiono 110kV TP apkrovų parametrai.....	52
4.4.6 lentelė. 2013 metų Panevėžio regiono ir 110kV TP parametrai	52
4.4.7 lentelė. 2014 metų Panevėžio regiono 110kV TP apkrovų parametrai.....	52

4.4.8 lentelė.	2014 metų Panevėžio regiono 110kV TP parametrai.....	52
4.5.1 lentelė.	2011 metų Šiaulių regiono 110kV TP apkrovų parametrai.....	53
4.5.2 lentelė.	2011 metų Šiaulių regiono 110kV TP parametrai.....	53
4.5.3 lentelė.	2012 metų Šiaulių regiono 110kV TP apkrovų parametrai.....	53
4.5.4 lentelė.	2012 metų Šiaulių regiono 110kV TP parametrai.....	53
4.5.5 lentelė.	2013 metų Šiaulių regiono 110kV TP apkrovų parametrai.....	54
4.5.6 lentelė.	2013 metų Šiaulių regiono 110kV TP parametrai.....	54
4.5.7 lentelė.	2014 metų Šiaulių regiono 110kV TP apkrovų parametrai.....	54
4.5.8 lentelė.	2014 metų Šiaulių regiono 110kV TP parametrai.....	54
4.6.1 lentelė.	2011 metų Utenos regiono 110kV TP apkrovų parametrai.....	55
4.6.2 lentelė.	2011 metų Utenos regiono 110kV TP parametrai.....	55
4.6.3 lentelė.	2012 metų Utenos regiono 110kV TP apkrovų parametrai.....	55
4.6.4 lentelė.	2012 metų Utenos regiono 110kV TP parametrai.....	55
4.6.5 lentelė.	2013 metų Utenos regiono 110kV TP apkrovų parametrai.....	55
4.6.6 lentelė.	2013 metų Utenos regiono 110kV TP parametrai.....	56
4.6.7 lentelė.	2014 metų Utenos regiono 110kV TP apkrovų parametrai.....	56
4.6.8 lentelė.	2013 metų Utenos regiono 110kV TP parametrai.....	56
4.7.1 lentelė.	2011 metų Vilniaus regiono 110kV TP apkrovų parametrai	56
4.7.2 lentelė.	2011 metų Vilniaus regiono 110kV TP parametrai.....	57
4.7.3 lentelė.	2012 metų Vilniaus regiono 110kV TP apkrovų parametrai	57
4.7.4 lentelė.	2012 metų Vilniaus regiono 110kV TP parametrai.....	58
4.7.5 lentelė.	2013 metų Vilniaus regiono 110kV TP apkrovų parametrai	58

4.7.6 lentelė. 2013 metų Vilniaus regiono 110kV TP parametrai.....	59
4.7.7 lentelė. 2014 metų Vilniaus regiono 110kV TP apkrovų parametrai	59
4.7.8 lentelė. 2014 metų Vilniaus regiono ir 110kV TP parametrai	60
4.8.1 lentelė. Koreliacijos koeficiento regionuose kitimas 2011-2014 metais	63

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1 pav. Baltijos šalių didžiausios pikinės galios kitimas 2010 – 2014 metais.....	19
2 pav. Tyrimo programos blokinė schema.....	41
3 pav. Alytaus regiono labiausiai apkrautų TP, $K_{maks.}$ kitimas 2011 – 2014 metais.....	63
4 pav. Kauno regiono labiausiai apkrautų TP, $K_{maks.}$ kitimas 2011 – 2014 metais.....	64
5 pav. Klaipėdos regiono labiausiai apkrautų TP, $K_{maks.}$ kitimas 2011 – 2014 metais.....	64
6 pav. Panevėžio regiono labiausiai apkrautų TP, $K_{maks.}$ kitimas 2011 – 2014 metais.....	65
7 pav. Šiaulių regiono labiausiai apkrautų TP, $K_{maks.}$ kitimas 2011 – 2014 metais.....	65
8 pav. Utenos regiono labiausiai apkrautų TP, $K_{maks.}$ kitimas 2011 – 2014 metais.....	66
9 pav. Vilniaus regiono labiausiai apkrautų TP, $K_{maks.}$ kitimas 2011 – 2014 metais.....	66
10 pav. Nagrinėjamų regionų TP koreliacijos koef. kitimas, 2011 – 2014 metais.....	67

IVADAS

Elektros perdavimo tinklai yra labai sudėtinga elektros energetikos sistema. Elektros perdavimo tinklai yra pagrindinė elektros energetikos sistemos dalis, elektros energijos perdavime iš generavimo taškų į apkrovas. Siekiant planuoti elektrinių generaciją ateityje ir numatyti reikalingą elektros energijos kiekį vartotojams, būtina planuoti transformatorių pastočių būsimas apkrovas. Tam tikslui yra atliekama sistemos didžiausios apkrovos prognozė.

Daugiausiai išvystyti ir didžiausių transformatorių pastočių (TP) ir elektros perdavimo linijų (EPL) skaičių turintys elektros perdavimo tinklai – 110 kV vardinės įtampos. Vien Lietuvoje jie sudaro 5069,7 km EPL (iš kurių 4984,2 km oro linijų ir 85,5 km kabelių linijų) bei įrengtos ir veikiančios 218 transformatorių pastotės [1]. Akivaizdu, kad elektros energetikos sistemos (EES) apkrovą galima stebėti, analizuojant elektros tinklų pastočių darbą.

Tiriamąjį darbo **tikslas**:

- Ištirti labiausiai apkrautų 110 kV transformatorių pastočių apkrovų įtaką visos Lietuvos elektros energetikos sistemos didžiausiai ($P_{\text{didž.}}$) apkrovai.

Tiriamajame darbe išsikelti **uždaviniai**:

1. Atlikti apkrovų tyrimų ir prognozavimo metodų apžvalgą;
2. Sukurti skaičiavimo modelį, leidžiantį ištirti 110 kV TP apkrovų įtaką sistemos didžiausiai apkrovai nustatant maksimumo koeficientą ($K_{\text{maks.}}$);
3. Nustatyti Lietuvos EES didžiausios apkrovos ($P_{\text{didž.}}$) metu labiausiai apkrautų 110 kV TP realias apkrovas;
4. Pateikti išvadas ir rekomendacijas.

1. APŽVALGINĖ DALIS

1.1 Darbo aktualumas

Visa elektros energetikos sistemos plėtra neįmanoma be ilgalaikio planavimo ir prognozavimo. Atliekant elektros tinklų ilgalaikį planavimą yra atliekama elektros energijos ir didžiausios galios poreikių, elektrinių galių, 110 kV transformatorių pastočių apkrovų prognozės ir kt. Šių prognozių rezultatų pagrindu yra atliekama elektros rinkos analizė bei perdavimo tinklo elektriniai skaičiavimai. Remiantis elektriniais skaičiavimais nustatomos „silpnos“ elektros tinklų vietos. Perdavimo sistemos operatorius atlikdamas elektrinius skaičiavimus, naudoja skaičiuojamąjį modelį, kuris sudarytas programinio paketo PSS/E formatu. Modelyje yra vertinami visi Lietuvos elektros energetikos sistemos elementai, turintys įtakos galios srautų pasiskirstymui elektros perdavimo linijose bei įtampų lygiams transformatorių pastotėse, taip pat vartojimo lygis, t. y. paskirstoma planuojama metinė sistemos didžiausia apkrova (poreikis) pagal prognozuojamas perdavimo tinklo regionų ir atskirų transformatorių pastočių apkrovas, ir kt. Todėl galima teigti, kad bendras šalies elektros energijos poreikis (didžiausia sistemos apkrova), jo prognozė, turi didelę reikšmę planuojant visą elektros energetikos sistemą.

Sudėtinga sudaryti tinkamą ir teisingą apkrovų modelį kiekvienai pastotei, kai tų pastočių skaičius yra didžiulis ir kalbama apie didelę elektros energetikos sistemą. Daugelis skirtingų sričių specialistų ir įmonių kuria kompiuterines sistemas ir sudėtingų sistemų simulatorius, kad būtų galima tinkamai valdyti ir planuoti EES patikimą darbą. Vieni jų, perdavimo tinklo operatoriai (PTO), kurie atsakingi už patikimą elektros energijos perdavimą ir planavimą bei visos EES plėtrą visoje šalyje ar regione. Daugelio šalių PTO, paskutiniu metu susiduria su vis daugiau energetinio stabilumo problemų tinkluose, dėl padidėjusių įrengtų vėjo ir saulės elektrinių skaičiaus, su nepastoviais generacijos periodais. Todėl, išsamus prognozavimas reikalingas, siekiant nuoseklaus EES planavimo ir vystimo.

Perdavimo tinklo operatoriai, turi spręsti pikinės apkrovos ($P_{\text{didž.}}$) arba ($P_{\text{maž.}}$) ir jos susidarymo geografinę problemą. Naujos perdavimo tinklo pastotės galia ir įrengimo vieta priklauso nuo daugelio faktorių, tokių kaip apkrovos dydžio, jos tankio, geografinių apribojimų ir t. t. Didelėje EES, galimų pasirinkimo variantų gali būti labai daug. Norint prognozuoti ir tiksliai nustatyti mažiausias naujos sistemos išlaidas, kuri atitiktų susidariusios apkrovos sąlygas, nėra lengva.

Perdavimo tinklo apkrovos modelis yra vienas iš svarbiausių veiksnių, siekiant suprasti sistemos tikslų veikimą, bei darantis didžiausią įtaką EES modeliavimo tikslumui ir labiausiai darantis poveikį gaunamiems rezultatams [2]. Apkrovos modeliavimas ir prognozavimas yra svarbus rengiant trumpalaikes elektros energijos gamybos prognozes, kai sudaromi elektros generacijos grafikai parai į priekį, tai savo ruožtu stipriai paliečia EES ekonominę dalį, todėl elektros energija turi būti patiekta kokybiškai, patikimai ir laiku, be jokių trikdžių [3].

Pagrindinis apkrovos modeliavimo tikslas - sukurti kompleksinį ir racionalų apkrovos modelį su realiais procesų parametrais bei tiksliai perteikiama, realia elektros energetikos sistema. Praktiškai prognozuojant apkrovas, išskiriamos dvi pagrindinės problemos [4]:

1. Apkrovos priklausomybė nuo regiono. Skirtingų regionų apkrovos dažniausiai skiriasi nuo to, kaip ir kiek tame regione išvystyta pramonė. Regiono apkrovos modelis negali būti sudarytas atsitiktinai pasirenkant bet kurią pastotę ir tuo labiau, kad pasirinktos pastotės sudarytas apkrovos modelis negali tiksliai aprašyti kitų pastočių apkrovų;
2. Apkrovų kitimas laiko atžvilgiu. Kompleksinis apkrovos dydis, nagrinėjamu laikotarpiu, niekada nebus pastovus, todėl apkrovos modelis turi atitinkamai kisti keičiantis apkrovai. Apkrovos dydis nuolat keičiasi per dieną, tačiau galima įžvelgti apkrovos dydžio sezoniškumą metų laikotarpyje. Todėl, sudarytas apkrovos modelis konkrečiu metu, negali aprašyti pastotės apkrovos charakteristikos praėjus laiko tarpui.

Apžvelgus literatūrą, galima teigti, kad didžiausias prieštaravimas kyla tarp praktiškumo ir tikslumo, kadangi kiekvienam regionui reikalinga vis kitokia tikslumo klasė, kurią dar taip pat įtakoja ir apkrovos dinaminis kitimas. Pagrindinis būdas šiai problemai spręsti, gali būti regionų klasifikacijos sudarymas, pagal kiekvienam regionui būdingus požymius [4].

Apžvelgiant naujesnius mokslininkų darbus, pastebima, kad juose pritariama tai pačiai nuomonei, jog problemas, susijusias su pastočių apkrovų analize, galima skirstyti į dvi dalis [5]:

1. Daugiausiai dėmesio skiriama regionų šališkumo problemai. Todėl norint tikslingai įvertinti perdavimo tinklo pastotėms tenkančias apkrovas, reikia klasifikuoti kiekvieną regioną, pagal jam būdingus požymius;

2. Po nuolatinių apkrovos kreivių ir pastočių apkrovų analizavimo 110 kV arba aukštesnės įtampos tinkluose, gali būti sudarytas apkrovos modelis bei jo dinamika kiekvienoms pastotėms, priklausomai nuo regiono. Atsižvelgiant į sisteminės apkrovos sudėtinės dalis, pastotės klasifikuojamos pagal tai, kiek jos lemia pačių apkrovų dydį [5]. Spręsdžiant laiko kitimo problemą, arba dinamiką, pastočių apkrovos gali būti klasifikuojamos ir pagal pastotėms kylančius trigdžius, keičiančius apkrovos kreivę ar dydį, sudarant apkrovų charakteristikų klasifikaciją. Todėl, tai galėtų apibendrinti esminius skirtumus kylančius tarp skirtingų regionų, tuo pačiu metu atsirandančių apkrovų ir regionų esančių skirtingose klasėse [6].

Apkrovų charakteristikų klasifikacija – tai, apkrovų su vienodomis charakteristikomis ir koeficientais klasifikacija apkrovų mazgų (šiuo atveju 110 kV TP) atžvilgiu, taip pat tas charakteristikas ir koeficientus suskirstant į klases, pagal įtaką mazgo apkrovai ir taip sudarant modelį tinkantį konkrečiam regionui ir tam tikru laiku. Tačiau norint tai padaryti, būtina išspręsti tris pagrindines praktines problemas [4]:

1. Kaip tinkamai suklasifikuoti išmatuotas apkrovų charakteristikas;
2. Kaip pagal suklasifikuotas tos pačios klasės apkrovų charakteristikas gauti bendruosius apkrovos modelio parametrus;
3. Kaip suklasifikuoti naujus apkrovų parametrus, prie jau esamai suklasifikuotų, su galimybe paprastai redaguoti senuosius duomenis ir apdoroti vis didėjanti apkrovų skaičių.

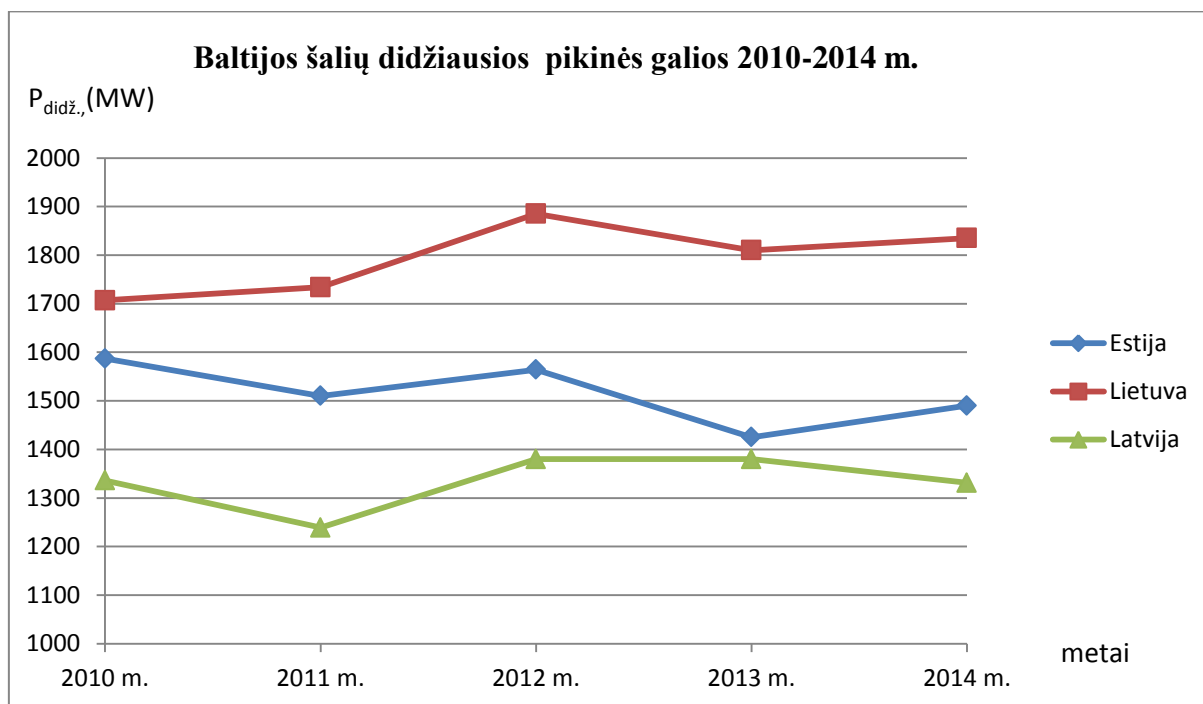
Kaip jau buvo minėta, perdavimo tinklas yra sudėtinga sistema. Aptariant 110 kV TP apkrovas ir žvelgiant iš planavimo pusės, prognozuoti tokį tinklą darosi vis sunkiau, dėl vis daugiau įdiegiamų paskirstytosios generacijos šaltinių, taip pat darosi sudėtingesnis ir perdavimo tinklo valdymas. Analizuojant 110 kV TP apkrovas, galima lengviau suprasti sistemos elgseną ir nustatyti galimus generuojamus galios srautus EES. Norint sukurti idealiausią apkrovų modelį, tinkantį visoms pastotėms, reikia atsižvelgti į tai, kad apkrovų modelis turi būti tinkamas ir tikslus, nepriklausomai, koku laiku jis taikomas [7].

Lietuvos ir kaimyninių šalių elektros perdavimo sistemose išskiriami du pagrindiniai laikotarpiai, kada tinklo apkrova pasiekia mažiausią ir didžiausią vertes. Dažniausiai didžiausia pikinė apkrova pasiekiamą žiemos mėnesiais, o minimali pikinė apkrova – vasaros.

1.2 Lietuvos ir kaimyninių šalių elektros energetikos sistemų apkrovų apžvalga

Nagrinėjant Lietuvos ir kaimyninių šalių EES apkrovas, dėmesys atkreipiamas į Baltijos šalis (Latvija, Estija), su kuriomis Lietuva turi glaudžius energetinius ryšius, taip pat į šalis, su kuriomis nuo 2016 m. Lietuva turi naujus ryšius, t. y. tarpsteminės jungtys su Lenkija ir Švedija.

Visų trijų Baltijos šalių, 2013 metais, momentinės didžiausios pikinės ($P_{\text{didž.}}$) ir minimalios pikinės ($P_{\text{maž.}}$) apkrovos svyravo nuo ~1380 MW iki ~1810 MW. Didžiausia pikinė apkrova Latvijoje buvo 1380 MW, minimali – 436 MW, didžiausia pikinė apkrova Estijoje buvo 1425 MW, minimaliausia – 486 MW. Kalbant apie Lietuvą, čia didžiausia maksimali pikinė apkrova 2013 metais buvo 1810 MW, mažiausia – 745 MW [8] (lentelė 1.1). Apžvelgiant tuos pačius parametrus 2014-iems metams, apkrovos Estijoje ir Lietuvoje, tiek mažiausia ($P_{\text{maž.}}$), tiek didžiausios ($P_{\text{didž.}}$) padidėjo: Estijoje $P_{\text{didž.}}$ buvo 1490 MW, $P_{\text{maž.}}$ – 492 MW; Lietuvoje $P_{\text{didž.}}$ buvo 1835 MW, $P_{\text{maž.}}$ – 755 MW. Latvijoje, 2014 metais, didžiausios ($P_{\text{didž.}}$) pikinė apkrova, lyginant su 2013 metais, sumažėjo ir buvo 1331 MW, o mažiausia ($P_{\text{maž.}}$) padidėjo, t. y. $P_{\text{maž.}}$ buvo 453 MW [9]. Ankstesnių 2010-2012 metų duomenys ir jų kitimas pateiktas (lentelėje 1.1) ir (1 pav.)



1 pav. Baltijos šalių didžiausios pikinės galios kitimas 2010–2014 metais

Apžvelgiant sistemes apkrovas Lenkijoje ir Švedijoje, šalys su kuriomis Lietuva turi naujas tarpvietines jungtis, nustatyta, kad 2013 metais didžiausia pikinė apkrova Lenkijoje buvo lygi 22680 MW, o mažiausia – 10206 MW. Švedijoje tais pačiais 2013 metais $P_{\text{didž.}}$ buvo 26871 MW, o $P_{\text{maž.}}$ – 8813 MW [8]. Sekančiais, t. y. 2014 metais, Lenkijoje $P_{\text{didž.}}$ buvo 23715 MW, $P_{\text{maž.}}$ – 9761 MW; Švedijoje $P_{\text{didž.}}$ buvo 24872 MW, $P_{\text{maž.}}$ – 8754 MW (lentelė 1.1) [9].

1.1 lentelė. 2010 – 2014 metų Lietuvos ir kaimyninių šalių pikinės apkrovos

2010 m.	Estija	Lietuva	Latvija	Lenkija	Švedija
$P_{\text{maž.}}$ (MW)	459	637	384	9540	8920
$P_{\text{didž.}}$ (MW)	1587	1707	1336	23447	26713
2011 m.					
$P_{\text{maž.}}$ (MW)	446	703	370	9476	9261
$P_{\text{didž.}}$ (MW)	1510	1734	1239	22755	26015
2012 m.					
$P_{\text{maž.}}$ (MW)	499	655	384	10179	9175
$P_{\text{didž.}}$ (MW)	1564	1885	1380	23728	26229
2013 m.					
$P_{\text{maž.}}$ (MW)	486	745	436	10206	8813
$P_{\text{didž.}}$ (MW)	1425	1810	1380	22680	26871
2014 m.					
$P_{\text{maž.}}$ (MW)	492	755	453	9761	8754
$P_{\text{didž.}}$ (MW)	1490	1835	1331	23715	24872

Analizuojant pateiktus duomenis apie Lietuvos ir kaimyninių šalių EES apkrovas, nepakanka žinoti vien tų apkrovų dydžių, svarbu taip pat nustatyti konkretų laiką, kuriuo sistemoje susidarė tiek $P_{\text{didž.}}$, tiek $P_{\text{maž.}}$. Išanalizavus 2013 metų duomenis nustatyta, kad Estijos elektros energetinėje sistemoje didžiausia pikinė apkrova $P_{\text{didž.}}$ susidarė: sausio mėn. 18 d., 17:00 h., $P_{\text{maž.}}$ susidarė liepos mėn. 07 d. 04:00 h. Latvijos EES apkrovų laikas: $P_{\text{didž.}}$ susidarė: sausio mėn. 14 d., 16:00 h., $P_{\text{maž.}}$ susidarė liepos mėn. 22 d. 04:00 h. Nagrinėjant Lietuvos EES, apkrovų laikas 2013 metais: $P_{\text{didž.}}$ buvo: sausio mėn. 21 d., 09:00 h., $P_{\text{maž.}}$ – liepos mėn. 21 d. 05:00 h. [8]. Švedijos ir Lenkijos EES apkrovų laikai bei 2010–2014 metų apkrovų laikai pateikiami lentelėje 1.2 [9].

1.2 lentelė. 2010 – 2014 metų Lietuvos ir kaimyninių šalių pikinių apkrovų susidarymo laikai

2010 m.	Estija	Lietuva	Latvija	Lenkija	Švedija
$P_{maž.,t}$ (mėn;diena;val)	07-11; 05:00	06-27; 06:00	06-24; 05:00	05-03; 06:00	07-24; 05:00
$P_{didž.,t}$ (mėn;diena;val)	01-28; 17:00	12-22; 18:00	01-27; 17:00	01-26; 18:00	12-22; 17:00
2011 m.					
$P_{maž.,t}$ (mėn;diena;val)	06-24; 04:00	06-26; 05:00	06-24; 04:00	04-25; 06:00	07-23; 07:00
$P_{didž.,t}$ (mėn;diena;val)	02-23; 09:00	02-25; 10:00	02-23; 09:00	12-22; 18:00	02-23; 10:00
2012 m.					
$P_{maž.,t}$ (mėn;diena;val)	06-25; 03:00	05-27; 05:00	06-03; 05:00	05-06; 06:00	07-29; 07:00
$P_{didž.,t}$ (mėn;diena;val)	02-06; 03:00	02-06; 11:00	12-19; 16:00	02-06; 18:00	12-13; 17:00
2013 m.					
$P_{maž.,t}$ (mėn;diena;val)	07-07; 04:00	07-21; 05:00	07-22; 04:00	05-05; 06:00	07-27; 06:00
$P_{didž.,t}$ (mėn;diena;val)	01-18; 17:00	01-21; 09:00	01-14; 16:00	12-10; 17:00	01-25; 19:00
2014 m.					
$P_{maž.,t}$ (mėn;diena;val)	07-20; 05:00	07-06; 05:00	06-24; 04:00	04-21; 06:00	07-20; 06:00
$P_{didž.,t}$ (mėn;diena;val)	01-30; 18:00	01-23; 10:00	01-30; 17:00	01-29; 18:00	01-13; 17:00

Iš pateiktų duomenų matyti, kad visų šalių, išskyrus Lenkijos, tiek didžiausios pikinės galios, tiek mažiausios pikinės galios laikai sutampa mėnesių atžvilgiu. Valandų atžvilgiu taip pat matome, kad didžiausia pikinė galia pasiekama ryte, tarp 09:00 h. ir 10:00 h. bei vakare, tarp 16:00 h. ir 18:00 h. Mažiausia pikinė galia sistemose pasiekama anksti ryte, tarp 04:00 h. ir 06:00 h. [9].

1.3 110 kV transformatorių pastočių apkrautumas

Galios transformatorius yra vienas iš brangiausių ir strategiškai svarbiausių 110 kV TP įrenginių. Jis svarbus sujungiant EES perdavimo tinklus su skirstymo tinklais. Praktiškai, 110 kV TP transformatorius, yra vienas iš didžiausias rizikas patiriančių EES įrenginių. Rizikas transformatoriui sukelia žalingi darbiniai parametrai, susieti su įvairiomis tinklo veikimo aplinkybėmis. Tai: aukštos temperatūros, avarinės ir nenumatytos perkrovos virš vardinių

parametrų, veikimas lauko sąlygomis [11]. Šios sąlygos lemia nenumatytus galios transformatoriaus sutrikimus. Transformatoriaus sutrikimai tiesiogiai veikia visos EES patikimumą [12]. Transformatorių gedimai gali sukelti EES trikdžius, sutrikdyti nenutrūkstamą elektros energijos perdavimą. Transformatorių gedimai, elektros energetikos sistemose, gali kainuoti labai brangiai, o jų veikimo atnaujinimas gali pratęsti įrenginio ilgesnį darbą. Gedimai sukelia ne vien ekonominius nuostolius, bet ir padidina vartotojų nepasitenkinimą elektros tinklų operatoriais [11].

Dažniausiai transformatoriaus sklandų veikimą sutrikdo apkrova, kurios dydis viršija nominalią nustatytą transformatoriaus vardinę galią. Šis reiškinys vadinamas - transformatoriaus perkrova. Transformatorius perkrautas gali dirbti tik nustatytą laiką. Transformatoriaus perkrovimą būtina valdyti. Perkrovos valdymas transformatoriuose pasiskirsto į tris dalis. Pirmoji dalis susijusi temperatūros įtaką transformatoriaus tarnavimo laikui [13]. Antroji dalis apima pikinės apkrovos transformatorinių pastočių transformatoriuose įvertinimą. Individualus kiekvieno transformatoriaus stebėjimas, yra geriausias perkrovos valdymo metodas, tačiau šis metodas praktiškai neįgyvendinamas dėl labai didelio transformatorių skaičiaus sistemoje, taip pat dėl pačių transformatorių įvairovės bei skirtingų parametrų. Taigi, daugelis perdavimo ir skirstymo tinklų operatorių transformatorių pikinę apkrovą nustato individualiai, remiantis apkrovų prognozavimo metodais [14]. Taip pat plačiai taikomas metodas pikinės apkrovos nustatymui pagal diversiškumo koeficientą D_f (1.1) ir konversiškumo koeficientą (kai kWh verčiama į pikinę kW apkrovą) C_f (1.2) [15]:

$$D_f = \frac{\sum P_{TP.didž.}}{P_{r.didž.}}; \quad (1.1)$$

$$C_f = \frac{\sum P_{TP.didž.}}{\sum Q}; \quad (1.2)$$

čia:

$P_{TP.didž.}$ – didžiausia vienos TP pikinė apkrova, (MW);

$P_{r.didž.}$ – didžiausia regiono pikinė apkrova, (MW);

Q – perduotas energijos kiekis vartotojams, (MWh).

Tada pikinė apkrova, konkrečiai pastotei gali būti apskaičiuota pagal sekančią lygybę :

$$P(m, n, k) = E \times \frac{C_f(m, n, k)}{D_f(N, m, n, k)}; \quad (1.3)$$

čia:

P – pikinė apkrova, (MW);

E – grupės vartotojų elektros energijos suvartojimas, (MWh);

C_f – konversijos koeficientas;

D_f – diversiškumo koeficientas;

m – mėnuo, n – dienos tipas (darbo ar ne), k – regiono klasė, N – vartotojų skaičius.

Analizuojant individualių transformatorių pastočių apkrovas yra skaičiuojamas apkrovų faktorius, kitaip dar vadinamas maksimumo koeficientu, kuris parodo atskirų TP dalyvavimą didžiausioje EES apkrovoje ($P_{didž.}$), tai TP maksimalios metinės apkrovos ($P_{TP.didž.}$) ir TP apkrovos (P_{TP}), susidariusios laiku ($t_{P_{didž.}}$) santykis [16]:

$$K_{maks.} = \frac{P_{TP.didž.}}{P_{TP}(t_{P_{didž.}})}; \quad (1.4)$$

čia:

$K_{maks.}$ – TP pastočių maksimumo koeficientas;

$P_{TP.didž.}$ – maksimali metinė TP aktyvioji apkrova;

$P_{TP}(t_{P_{didž.}})$ – momentinė TP aktyvioji apkrova, susidariusi didžiausios sisteminės apkrovos metu $t_{P_{didž.}}$.

Apžvelgiant 110 kV transformatorių pastočių apkrovas galima padaryti išvadą, kad pagrindinis veiksnys įtakančių transformatorių gedimus yra jų perkrova. Didžiausia perkrova TP pasiekama tada, kai sistemoje susidaro didžiausia apkrova $P_{didž.}$. Todėl labai svarbu tinkamai prognozuoti kokia apkrova gali susidaryti pastotėse, kad būtų galima tinkamai suvaldyti transformatorių perkrovas ir tai, kad sistema liktų stabilus veikimo ribose, nebūtų sutrikdytas elektros energijos tiekimas.

1.4 Elektros energijos ir apkrovų prognozavimo metodai

Elektros energetinės sistemos apkrovos prognozavimo modeliai, svarbūs daugeliui sistemos parametrų nustatymui. Energijos poreikių ir apkrovų prognozėms nustatyti naudojami įvairūs metodai. Vieni jų yra kokybinio pobūdžio, o kiti – kiekybinio pobūdžio, kurie remiasi statistikos principais. Dauguma prognozavimo metodų yra bazinių metodų kombinacijos. Pagal apibrėžimą, visus prognozavimo metodus galima suskirstyti į intuityvius ir formalizuotus [17].

Intuitivieji prognozavimo metodai remiasi subjektyvia, individualia ekspertų nuomone arba kolektyvine ekspertų nuomone, tačiau nuo subjektyvumo čia nenuolstama.

Formalizotieji prognozavimo metodai skirstomi į statistinius ir asociatyvinius. Statistiniai energijos prognozavimo metodai yra [18]:

- Ekstrapoliacija;
- Laiko eilutės;
- Ekonometriniai modeliai.

Pagrindinis iš statistinių energijos poreikių prognozės metodų yra ekstrapoliacija. Metodiškai, ekstrapoliacija yra vienas iš pagrindinių kiekvienos prognozės instrumentų. Išskiriama formalioji ir prognozinė ekstrapoliacija. Formalioji ekstrapoliacija remiasi tuo, kad būsimas energijos suvartojimo augimas tęs buvusį energijos suvartojimą trumpos ir vidutinės trukmės prognozėje, todėl formalioji ekstrapoliacinė prognozė dažniausiai būna tiesinė. Prognozinė ekstrapoliacija apjungia faktinį energijos augimą su žiniomis apie nagrinėjamo proceso raidą ir jo loginę prasmę [18].

Laiko eilutėmis laikomi kokių nors objektą apibūdinančių duomenų rinkiniai, surūšiuoti laiko atžvilgiu. Analizuojant laiko eilutes patogiausia įžvelgti būdingus duomenų kitimo bruožus: ciklinius svyravimus, sezoninius svyravimus, pasikeitimus [18].

Ekonometrinė prognozė sieja ekonomikos teoriją ir ekonominę statistiką bei matematinių-statistinių metodų pagalba pateikia kiekybinius įvertinimus energijos prognozavimo formuluočiams. Ekonometrinis modelis aprašo energijos poreikius ir tarpusavyje susijusius veiksnus, kintančius laikui bėgant [17].

Literatūros apžvalga parodė, kad daugelis apkrovos prognozavimo tyrimų buvo grindžiami dirbtiniais neuroniniais tinklais (angl. *Artificial Neural Network*, ANN) [19],

netiesinio modeliavimo metodais, ir panašiais skaičiavimais, tokiais kaip genetiniai algoritmai (GA) [20], ypač kai apkrova prognozuojama trumpam periodui (Ling, et al., 2003). Empiriniai, vadinamieji „juodosios – dėžės“ (angl. „*black – box*“) metodai (ANN, GA), prognozavimo kaip ir kūrimo požiūriu yra paprasti, taip pat, nesunku kurti modelius ir juos keisti. Pateikiant realius praktinius duomenis, šie modeliai nesunkiai adaptuojasi ir apsimoko, tačiau jau atkreiptas dėmesys į juos, dėl jų pritaikomumo, kadangi modeliai veikiantys „juodosios – dėžės“ principu, tik pateikia atsakymus, nepateikdami svarbių tarpinių ar kitų rezultatų. Šie modeliai tik pateikia atsakymus, bet priežasčių nepasako. Todėl, apkrovos prognozės modelis turi būti informatyvesnis [21].

Apkrovos prognozavimo esmė gali būti apibūdinta, kaip indentifikavimo sistemos užduotis, pagrįsta išmatuotais ir statistiniais duomenimis. Apkrovos charakteristikų klasifikavimo problemos gali būti suskirstytos į dvi dalis. Pirma, tai dinaminės apkrovos charakteristikos klasifikavimas, tai reiškia, surinktus apkrovos dinaminis duomenis skirtingu laiku palyginti su kita panašia apkrovos charakteristika iš kitos pastotės, taip sudarant bendrą apkrovos lygtį. Šis metodas dažniausiai naudojamas norint išspręsti didelį apkrovos kitimą laiko atžvilgiu [22].

1.5 Literatūros apžvalgos apibendrinimas

Apžvelgus literatūrą, nustatyta kad yra sukurtų nemažai metodų leidžiančių prognozuoti TP apkrovas. Tačiau nėra sudaryta ar sukurta metodų, atliktų tyrimų, kurie leistų elektros tinklų operatoriams lengviau apdoroti statistinius TP apkrovų duomenis ar nustatyti kokią įtaką kiekvienos TP apkrova turi visos sistemos apkrovai.

Perdavimo tinklo operatoriui iš viso priklauso 218 vnt. 110 kV TP. Kauno regionui priklauso 58 TP, Klaipėdos – 44 TP, Utenos – 42 TP, Vilniaus – 40 TP, Šiaulių – 34 TP [1].

Didžiausia sistemos apkrova susideda pagrindinių dedamųjų: individualių 110 kV transformatorių pastočių apkrovų bei tinklų technologinių nuostolių (nuostoliai perdavimo ir skirstomajame tinkle. Todėl turint metines pastočių apkrovų duomenis, apdorojus juos, galima būtų nustatyti pastočių apkrovų dalyvavimo sistemos didžiausios apkrovos maksimume koeficientą.

2. LIETUVOS ELEKTROS ENERGIJOS PERDAVIMO TINKLO APKROVŲ ANALIZĖ

Siekiant kuo tiksliau apžvelgti elektros energijos perdavimo sistemos maksimalias 110 kV transformatorių pastočių apkrovas, reikia įvertinti kiekvienos TP apkrovos dydį regiono ir šalies atžvilgiu, bei tos pačios TP įrengtos galios atžvilgiu. Apkrovų analizėje naudojami 2010–2014 metų 110 kV transformatorių pastočių apkrovų duomenys.

2.1 Duomenų analizė

Pateikiant duomenis apie labiausiai apkrautas 110 kV transformatorių pastotes, buvo pasirinktas toks pateikimo variantas: nagrinėtos regioninių elektros perdavimo tinklų pastotės, turinčios didžiausią įtaką bendrai visos Lietuvos didžiausiai apkrovai. Regionai suskirstyti pagal procentinę dalį, sudarančią nuo visos maksimalios sistemos apkrovos. Tai reiškia, kad kuo didesnė regioninė pikinė ar vidutinė apkrova, visos šalies dalies atžvilgiu, tuo daugiau pastočių paimama iš to regiono.

Analizuojant Lietuvos 110 kV TP, atkreipiamas dėmesys ir į TP įrengtąją galią. Atliekamas palyginimas 110 kV TP įrengtosios galios su vidutine faktine metine pastotės apkrova. Analizuojamos faktinės Lietuvos 110 kV transformatorių pastočių apkrovos pagal įrengtąsias TP galias ir pagal didžiausią įtaką, didžiausiai Lietuvos EES apkrovai ($P_{\text{didž.}}$).

Nustatytos ir pateiktos, 2010-2014 metų laikotarpio, labiausiai apkrautų 110 kV transformatorių pastočių, faktinės vidutinės metinės apkrovos ir Lietuvos EES didžiausios apkrovos susidarymo metu labiausiai apkrautų 110 kV TP realios apkrovos.

2.2 Apkrovų apžvalga regioniniu mastu

Lietuvos elektros energijos sistemos perdavimo tinklą sudaro 400 kV, 33 kV ir 110 kV transformatorių pastotės. Tyrimui yra naudojami tik 110 kV TP apkrovos, kaip labiausiai įtakos turinčios sistemos didžiausiai apkrovai. Apkrovų dydžiai pastotėse labai skirtingi, priklausomai nuo regiono dydžio, pramonės išsivystymo ir kitų apkrovą įtakojančių aspektų. Todėl, prieš pradėdant apžvelgti Lietuvos EES apkrovų kitimą labiausiai apkrautose 110 kV transformatorių pastotėse, būtina išanalizuoti regionines apkrovas.

Lietuvos elektros energijos perdavimo tinklą sudaro 5 regionai: Kauno (KET), Klaipėdos (KLET), Šiaulių (SET), Utenos (UET), Vilniaus (VET). Tačiau analizuojant apkrovų duomenis ir surinkinėjant 110 kV TP apkrovas papildomai priskiriami dar 2 regionai: Alytaus (AET) ir Panevėžio (PET). Analizuojant 2010–2014 m. TP apkrovas, įvertiname

kiekvieno regiono dydžio suminę didžiausią ($P_{r.didž.}$) apkrovą ir vidutinę metinę regiono apkrovą ($P_{r.m.vid.}$). Pagal didžiausios regiono apkrovos santykį su didžiausia Lietuvos EES apkrova, nustatome regiono procentinę įtaką ($P_{didž.}$) didžiausiai sistemos apkrovai ($P_{didž.}$):

$$P_{didž.} = \frac{P_{didž.}}{P_{r.didž.}} \cdot 100\%; \quad (2.1)$$

čia:

$P_{didž.}$ – didžiausios metinės regioninės apkrovos dalis, didžiausioje sistemos metinėje apkrovoje, (%);

$P_{didž.}$ – didžiausia metinė Lietuvos EES 110 kV TP apkrova, (MW);

$P_{r.didž.}$ – didžiausia regiono metinė apkrova, (MW).

Kadangi regionuose nevienodas pastočių apkrautumas ir TP skaičius, norint apibendrinant pateikti labiausiai apkrautas regionines 110 kV TP, pasirinkta pateikti 50 labiausiai apkrautų TP. Pagal apskaičiuotą regioninės apkrovos dydį ir jos dalį sisteminėje apkrovoje, paskaičiuota kiek charakteringų pastočių pasirinkta duomenų analizei:

$$n_{TP} = 0,5 \cdot P_{didž.}\%; \quad (2.2)$$

čia:

n_{TP} – charakteringų pastočių skaičius iš regiono;

Siekiant, kad pasirinktų duomenų skaičius teisingai atvaizduotų esančią būklę ir matytusi bendra sistemos tendencija, reikalinga nustatyti, kokį dydį Lietuvos EES apkrovos apžvelgs pasirinktos pastotės, todėl pagal skaičiavimus nustatome pasirinktų pastočių vidutinių metinių apkrovų sumą:

$$P_{nTP.} = \sum_{i=0}^{n_{TP}} P_{m.vid.}; \quad (2.3)$$

čia:

$P_{nTP.}$ – regiono charakteringų transformatorių pastočių vidutinė apkrova, (MW);

$P_{m.vid.}$ – TP vidutinė metinė apkrova, (MW);

i – pastočių skaičius.

Nustačius vidutinę charakteringų pastočių metinę apkrovą, galima nustatyti, kokią procentinę dalį regiono metinės vidutinės apkrovos, apžvelgia pasirinktos charakteringos TP:

$$P_{r.\%} = \frac{1}{P_{r.m.vid.} \cdot P_{nTP.}} \cdot 100\%; \quad (2.4)$$

čia:

$P_{r.\%}$ – charakteringų pastočių apkrovų dalis, visos sistemos apkrovoje, (%);

$P_{r.m.vid.}$ – regiono vidutinė metinė apkrova, (MW).

Remiantis realiais 110 kV TP duomenimis, pateikti 2010 – 2014 metų, Lietuvos EES regionų duomenis, (2.1 – 2.5 lentelės).

2.1 lentelė. 2010 metų, regioninių apkrovų duomenys

2010 m.	$P_{r.didž.}$, (MW)	$P_{r.m.vid.}$, (MW)	$P_{r.didž.\%}$, (%)	$n_{TP.}$	$P_{nTP.}$ (MW)	$P_{r.\%}$ (%)
PAS_AET	122,36	75,2	7,92	4	32,69	43,47
PAS_KET	287,83	172,96	18,63	9	90,16	52,13
PAS_KLET	273,63	176,46	17,71	9	98,44	55,79
PAS_PET	142,73	89,74	9,24	5	49,57	55,24
PAS_SET	165,23	100,86	10,7	5	47,51	47,1
PAS_UET	93,88	51	6,08	3	23,82	46,71
PAS_VET	459,16	276,04	29,72	15	201,33	72,94

2.2 lentelė. 2011 metų, regioninių apkrovų duomenys

2011 m.	$P_{r.didž.}$, (MW)	$P_{r.m.vid.}$, (MW)	$P_{r.didž.\%}$, (%)	$n_{TP.}$	$P_{nTP.}$ (MW)	$P_{r.\%}$ (%)
PAS_AET	119,16	77,27	8,19	4	35,42	45,84
PAS_KET	276,65	173,98	19,01	9	102,36	58,83
PAS_KLET	247,69	167,28	17,02	9	94,15	56,28
PAS_PET	137,1	91,47	9,42	5	52,15	57,01
PAS_SET	155,76	100,07	10,70	5	47,91	47,88
PAS_UET	91,21	57,66	6,27	3	28,09	48,72
PAS_VET	427,77	270,46	29,39	15	185,77	68,69

2.3 lentelė. 2012 metų, regioninių apkrovų duomenys

2012 m.	P _{r.didž.} , (MW)	P _{r.m.vid.} , (MW)	P _{r.didž.%} , (%)	n _{TP.}	P _{nTP.} (MW)	P _{r.%} (%)
PAS_AET	132,96	80,48	8,33	4	36,5	45,35
PAS_KET	303,97	175,06	19,05	9	97,25	55,55
PAS_KLET	269,15	172,26	16,87	9	95,66	55,53
PAS_PET	145,23	94,6	9,10	5	53,14	56,17
PAS_SET	172,39	101,08	10,81	5	47,49	46,98
PAS_UET	102,01	58,78	6,39	3	29,31	49,86
PAS_VET	469,62	280,67	29,44	15	192,98	68,76

2.4 lentelė. 2013 metų, regioninių apkrovų duomenys

2013 m.	P _{r.didž.} , (MW)	P _{r.m.vid.} , (MW)	P _{r.didž.%} , (%)	n _{TP.}	P _{nTP.} (MW)	P _{r.%} (%)
PAS_AET	122,87	79,32	8,15	4	37,72	47,55
PAS_KET	282,68	175,5	18,75	9	99,13	56,48
PAS_KLET	263,67	167,88	17,49	9	95,56	56,92
PAS_PET	141,73	94,58	9,40	5	53,61	56,68
PAS_SET	157,08	95,68	10,42	5	42,94	44,88
PAS_UET	91,88	57,4	6,09	3	28,17	49,08
PAS_VET	447,94	283,82	29,71	15	194,33	68,47

2.5 lentelė. 2014 metų, regioninių apkrovų duomenys

2014 m.	P _{r.didž.} , (MW)	P _{r.m.vid.} , (MW)	P _{r.didž.%} , (%)	n _{TP.}	P _{nTP.} (MW)	P _{r.%} (%)
PAS_AET	127,76	81,07	8,11	4	38,15	47,06
PAS_KET	291,47	179,11	18,51	9	102,78	57,38
PAS_KLET	278,88	163,89	17,71	9	95,69	58,39
PAS_PET	149,17	97,51	9,47	5	57,79	59,27
PAS_SET	157,51	96,98	10,00	5	43,9	45,27
PAS_UET	96,81	58,8	6,15	3	28,19	47,94
PAS_VET	473,33	289,7	30,05	15	198,48	68,51

2.3 Faktinės vidutinės metinės apkrovos

Apžvelgus regionuose susidarančias apkrovas, ir siekiant toliau analizuoti esmines, charakteringas transformatorių pastotes, buvo nustatytas jų skaičius kiekvienam regionui.

Pagal paskaičiuotus duomenis (2.1 – 2.5 lentelės) matome, kad regionų apkrovos labai skirtingos, todėl iš regionų turinčių didesnes apkrovas reikalinga parinkti daugiau charakteringų pastočių. Didesniuose regionuose taip pat daugiau apkrautos pastotės ir tos apkrovos didesnės.

Nagrinėjant labiausiai apkrautas regionines Lietuvos EES 110 kV transformatorių pastotes, pateikta iš kiekvieno regiono po n_{TP} didžiausių vidutinę metinę apkrovą turinčių pastočių. Taip pat, pateikiamos kiekvienos TP transformatorių nominalios galios.

Alytaus ET

Alytaus regiono elektros perdavimo tinklams (AET) priklausančios labiausiai apkrautos 110 kV transformatorių pastotės 2010 – 2014 metais (2.6, 2.7 lentelės).

2.6 lentelė. 2010 – 2011 metų, Alytaus regiono labiausiai apkrautos 110 kV TP ir jų nominalios galios

AET	TR galia. (MVA)	2010 m.		2011 m.	
		$P_{TP, didž.}$ (MW)	$P_{m, vid.}$ (MW)	$P_{TP, didž.}$ (MW)	$P_{m, vid.}$ (MW)
AET_1	50,00	18,69	9,62	19,62	9,76
AET_2	32,00	14,96	8,58	14,07	8,50
AET_3	32,00	14,04	8,20	17,89	10,29
AET_4	32,00	10,80	6,26	11,71	6,85

2.7 lentelė. 2012 – 2014 metų, Alytaus regiono labiausiai apkrautos 110 kV TP

AET	2012 m.		2013 m.		2014 m.	
	$P_{TP, didž.}$ (MW)	$P_{m, vid.}$ (MW)	$P_{TP, didž.}$ (MW)	$P_{m, vid.}$ (MW)	$P_{TP, didž.}$ (MW)	$P_{m, vid.}$ (MW)
AET_1	20,06	10,19	20,79	10,68	21,38	10,87
AET_2	15,03	8,69	14,08	8,61	14,36	8,47
AET_3	15,54	11,15	15,46	10,95	15,56	10,84
AET_4	12,27	7,54	12,49	7,46	13,34	7,95

Kauno ET

Kauno regiono elektros perdavimo tinklams (KET) priklausančios labiausiai apkrautos 110 kV transformatorių pastotės 2010 – 2014 metais (2.8, 2.9 lentelės).

2.8 lentelė. 2010 – 2011 metų, Kauno regiono labiausiai apkrautos 110 kV TP ir jų nominalios galios

KET	TR galia. (MVA)	2010 m.		2011 m.	
		P _{TP.didž.} (MW)	P _{m.vid.} (MW)	P _{TP.didž.} (MW)	P _{m.vid.} (MW)
KET_1	80,00	38,15	18,48	31,42	18,39
KET_2	80,00	27,65	15,20	27,47	15,27
KET_3	75,00	29,31	14,97	26,43	13,89
KET_4	50,00	20,17	12,33	19,97	12,81
KET_5	41,00	24,38	6,42	22,82	12,78
KET_6	50,00	11,33	6,19	11,79	5,99
KET_7	32,00	9,31	5,45	10,07	5,81
KET_8	60,00	14,86	5,58	11,01	5,54
KET_9	32,00	10,27	5,44	9,99	5,41

2.9 lentelė. 2012 – 2014 metų, Kauno regiono labiausiai apkrautos 110 kV TP

KET	2012 m.		2013 m.		2014 m.	
	P _{TP.didž.} (MW)	P _{m.vid.} (MW)	P _{TP.didž.} (MW)	P _{m.vid.} (MW)	P _{TP.didž.} (MW)	P _{m.vid.} (MW)
KET_1	33,55	18,71	36,14	19,18	38,19	21,26
KET_2	27,32	15,16	26,75	15,33	27,12	15,24
KET_3	24,72	13,63	26,06	13,57	30,95	15,08
KET_4	21,99	13,31	21,23	13,49	21,12	13,64
KET_5	27,24	12,61	24,17	13,22	25,16	12,33
KET_6	12,54	6,19	12,97	5,98	11,22	5,89
KET_7	9,80	5,36	9,89	5,56	11,49	5,83
KET_8	10,85	5,86	10,43	6,06	12,32	7,14
KET_9	10,09	5,25	9,85	5,37	10,27	5,89

Klaipėdos ET

Klaipėdos regiono elektros perdavimo tinklams (KLET) priklausančios labiausiai apkrautos 110 kV transformatorių pastotės 2010 – 2014 metais (2.10, 2.11 lentelės).

2.10 lentelė. 2010 – 2011 metų, Klaipėdos regiono labiausiai apkrautos 110 kV TP ir jų nominalios galios

KLET	TR galia. (MVA)	2010 m.		2011 m.	
		P _{TP.didž.} (MW)	P _{m.vid.} (MW)	P _{TP.didž.} (MW)	P _{m.vid.} (MW)
KLET_1	114,00	27,75	17,51	28,90	16,48
KLET_2	50,00	18,44	11,37	17,39	11,46
KLET_3	50,00	20,68	11,37	19,20	7,98
KLET_4	50,00	15,69	11,08	17,05	11,26
KLET_5	50,00	18,67	10,67	19,56	10,68
KLET_6	50,00	18,16	9,55	17,37	9,17
KLET_7	32,00	13,65	9,219	13,57	9,30
KLET_8	32,00	14,29	8,94	15,20	9,46
KLET_9	50,00	9,40	8,69	9,25	7,98

2.11 lentelė. 2012 – 2014 metų, Klaipėdos regiono labiausiai apkrautos 110 kV TP

KLET	2012 m.		2013 m.		2014 m.	
	P _{TP.didž.} (MW)	P _{m.vid.} (MW)	P _{TP.didž.} (MW)	P _{m.vid.} (MW)	P _{TP.didž.} (MW)	P _{m.vid.} (MW)
KLET_1	27,21	16,54	25,40	16,85	25,25	16,12
KLET_2	18,16	11,61	17,46	11,01	18,78	11,07
KLET_3	20,30	8,73	19,99	9,40	19,32	7,97
KLET_4	16,46	11,84	17,97	11,97	17,80	11,81
KLET_5	18,56	10,36	18,12	10,08	18,39	9,97
KLET_6	19,19	9,50	16,74	9,15	18,07	9,85
KLET_7	14,65	9,81	14,80	10,03	15,55	10,02
KLET_8	16,84	8,94	15,35	8,49	16,59	8,98
KLET_9	9,74	8,30	9,35	8,47	9,73	8,16

Panevėžio ET

Panevėžio regiono elektros perdavimo tinklams (PET) priklausančios labiausiai apkrautos 110 kV transformatorių pastotės 2010 – 2014 metais (2.12, 2.13 lentelės).

2.12 lentelė. 2010 – 2011 metų, Panevėžio regiono labiausiai apkrautos 110 kV TP ir jų nominalios galios

PET	TR galia. (MVA)	2010 m.		2011 m.	
		P _{TP.didž.} (MW)	P _{m.vid.} (MW)	P _{TP.didž.} (MW)	P _{m.vid.} (MW)
PET_1	95,00	25,75	12,93	21,81	14,40
PET_2	41,00	14,59	9,69	14,53	9,84
PET_3	50,00	16,61	9,62	15,07	9,53
PET_4	166,00	16,95	9,54	16,52	9,29
PET_5	50,00	16,74	8,41	15,63	9,43

2.13 lentelė. 2012 – 2014 metų, Panevėžio regiono labiausiai apkrautos 110 kV TP

PET	2012 m.		2013 m.		2014 m.	
	P _{TP.didž.} (MW)	P _{m.vid.} (MW)	P _{TP.didž.} (MW)	P _{m.vid.} (MW)	P _{TP.didž.} (MW)	P _{m.vid.} (MW)
PET_1	24,53	14,27	22,84	15,30	28,70	17,98
PET_2	15,71	10,14	14,71	9,89	15,51	10,29
PET_3	16,74	10,04	19,42	10,30	19,63	10,64
PET_4	16,86	9,42	17,91	9,55	19,03	9,75
PET_5	16,45	9,24	17,07	8,82	16,33	9,10

Šiaulių ET

Šiaulių regiono elektros perdavimo tinklams (ŠET) priklausančios labiausiai apkrautos 110 kV transformatorių pastotės 2010 – 2014 metais (2.14, 2.15 lentelės).

2.14 lentelė. 2010 – 2011 metų, Šiaulių regiono labiausiai apkrautos 110 kV TP ir jų nominalios galios

SET	TR galia. (MVA)	2010 m.		2011 m.	
		P _{TP.didž.} (MW)	P _{m.vid.} (MW)	P _{TP.didž.} (MW)	P _{m.vid.} (MW)
SET_1	80,00	25,57	13,36	25,26	13,80
SET_2	41,00	15,85	9,92	16,22	10,01
SET_3	50,00	15,82	8,68	15,88	8,80
SET_4	32,00	12,82	8,01	12,24	7,96
SET_5	32,00	15,44	7,54	12,92	7,64

2.15 lentelė. 2012 – 2014 metų, Šiaulių regiono labiausiai apkrautos 110 kV TP

SET	2012 m.		2013 m.		2014 m.	
	P _{TP.didž.} (MW)	P _{m.vid.} (MW)	P _{TP.didž.} (MW)	P _{m.vid.} (MW)	P _{TP.didž.} (MW)	P _{m.vid.} (MW)
SET_1	27,28	11,92	24,02	7,16	24,86	7,41
SET_2	15,91	10,26	16,88	10,42	17,14	10,78
SET_3	16,93	9,23	16,57	9,16	17,19	9,54
SET_4	12,54	7,29	11,55	7,21	12,47	7,27
SET_5	19,21	8,47	15,61	8,97	15,80	8,85

Utenos ET

Utenos regiono elektros perdavimo tinklams (UET) priklausančios labiausiai apkrautos 110 kV transformatorių pastotės 2010 – 2014 metais (2.16, 2.17 lentelės).

2.16 lentelė. 2010 – 2011 metų, Utenos regiono labiausiai apkrautos 110 kV TP ir jų nominalios galios

UET	TR galia. (MVA)	2010 m.		2011 m.	
		P _{TP.didž.} (MW)	P _{m.vid.} (MW)	P _{TP.didž.} (MW)	P _{m.vid.} (MW)
UET_1	50,00	17,60	9,79	16,50	10,14
UET_2	50,00	18,14	9,62	20,08	10,68
UET_3	50,00	13,11	4,39	13,26	7,25

2.17 lentelė. 2012 – 2014 metų, Utenos regiono labiausiai apkrautos 110 kV TP

UET	2012 m.		2013 m.		2014 m.	
	P _{TP.didž.} (MW)	P _{m.vid.} (MW)	P _{TP.didž.} (MW)	P _{m.vid.} (MW)	P _{TP.didž.} (MW)	P _{m.vid.} (MW)
UET_1	18,48	10,58	17,82	10,16	16,52	9,87
UET_2	18,78	11,03	19,78	10,97	21,55	11,24
UET_3	14,20	7,69	12,06	7,02	12,36	7,07

Vilniaus ET

Vilniaus regiono elektros perdavimo tinklams (VET) priklausančios labiausiai apkrautos 110 kV transformatorių pastotės 2010 – 2014 metais (2.18, 2.19 lentelės).

2.18 lentelė. 2010 – 2011 metų, Vilniaus regiono labiausiai apkrautos 110 kV TP ir jų nominalios galios

VET	TR galia. (MVA)	2010 m.		2011 m.	
		P _{TP.didž.} (MW)	P _{m.vid.} (MW)	P _{TP.didž.} (MW)	P _{m.vid.} (MW)
VET_1	126,00	40,04	22,49	37,40	22,66
VET_2	80,00	42,18	22,20	39,57	21,23
VET_3	79,00	34,13	17,59	24,35	13,74
VET_4	50,00	29,28	15,84	28,43	15,68
VET_5	80,00	32,11	15,58	28,05	13,46
VET_6	50,00	28,88	14,25	26,78	13,51
VET_7	50,00	25,52	12,86	23,10	12,51
VET_8	50,00	23,92	12,68	22,20	12,08
VET_9	50,00	21,14	11,79	18,85	11,17
VET_10	50,00	18,04	10,28	16,99	9,82
VET_11	79,00	11,36	10,03	13,08	6,93
VET_12	41,00	18,38	9,78	16,77	9,42
VET_13	32,00	11,80	8,84	11,43	8,18
VET_14	50,00	13,98	8,01	13,51	7,69
VET_15	32,00	11,17	7,41	10,62	7,38

2.19 lentelė. 2012 – 2014 metų, Utenos regiono labiausiai apkrautos 110 kV TP

VET	2012 m.		2013 m.		2014 m.	
	P _{TP.didž.} (MW)	P _{m.vid.} (MW)	P _{TP.didž.} (MW)	P _{m.vid.} (MW)	P _{TP.didž.} (MW)	P _{m.vid.} (MW)
VET_1	39,52	22,94	40,11	23,21	40,96	22,78
VET_2	41,93	22,94	42,87	21,99	40,74	21,54
VET_3	28,98	14,67	26,09	13,66	25,18	12,64
VET_4	29,82	15,70	27,23	14,56	31,66	16,27
VET_5	33,54	14,90	32,92	16,30	34,36	17,54
VET_6	26,79	12,14	23,01	13,29	26,87	13,65
VET_7	26,67	11,96	23,97	12,28	21,85	11,61
VET_8	26,31	13,50	25,02	13,60	27,05	14,18
VET_9	20,97	12,40	19,29	11,85	20,41	12,31
VET_10	18,71	10,62	18,69	11,10	20,83	12,62
VET_11	14,05	7,14	13,01	7,74	12,77	7,69
VET_12	20,39	10,61	18,59	10,27	18,81	9,99
VET_13	11,05	8,13	11,91	8,73	12,18	8,80
VET_14	14,36	7,27	12,76	7,73	14,16	8,51
VET_15	11,97	8,01	11,75	7,93	13,09	8,03

2.4 Lietuvos EES didžiausios apkrovos metu labiausiai apkrautų 110 kV TP apkrovos

Analizuojant Lietuvos EES 110 kV TP apkrovas, nustatomos didžiausios apkrovos susidariusios kiekviename regione ir parinktose tų regionų charakteringose transformatorių pastotėse. Svarbus ne tik susidariusios apkrovos maksimalus dydis, bet ir susidarymo laikas, kadangi, susidarius didžiausiai Lietuvos EES apkrovai $P_{\text{didž.}}$, individualių pastočių apkrovos arba visų regionų apkrovos nebūtinai būna pasiekusios savo apkrovų piką.

Pateikiant išanalizuotus 110 kV transformatorių pastočių duomenis, pirmiausia nustatome sistemoje laiką, kuriuo susidarė didžiausia pikinė apkrova $P_{\text{didž.}}$. Svarbi mėnesio diena ir valanda. Bendra Lietuvos EES didžiausia pikinė apkrova $P_{\text{didž.}}$, 2010 – 2014 metų laikotarpiui pateikta (1.1 lentelė) [8].

2.20 lentelė. 2010 – 2014 metų, Lietuvos EES didžiausios pikinės apkrovos ($P_{\text{didž.}}$) susidarymo laikai

	2010 m.	2011 m.	2012 m.	2013 m.	2014 m.
$t_{\text{P}_{\text{didž.}}}$, (mėn; val; h)	12:22; 18:00	02:25; 10:00	02:06; 11:00	01:21; 09:00	01:23; 10:00

2.21–2.27 lentelėse pateikti 7 regionų ir visų 50 pasirinktų charakteringų 110 kV transformatorių pastočių momentinės apkrovos, susidariusias sistemos pikinės apkrovos ($P_{\text{didž.}}$) metu $t_{\text{P}_{\text{didž.}}}$.

Alytaus ET. Alytaus elektros perdavimo tinklams (AET) priklausančios labiausiai apkrautos 4-ios, 110 kV transformatorių pastotės 2010 – 2014 metais, laiku $t_{\text{P}_{\text{didž.}}}$ pateiktos 2.21 lentelėje.

2.21 lentelė. 2010 – 2014 metų, Alytaus regiono TP apkrovos metu $t_{\text{P}_{\text{didž.}}}$.

	$P_{\text{TP}}(t_{\text{P}_{\text{didž.}}})$ (MW)				
	2010 m.	2011 m.	2012 m.	2013 m.	2014 m.
AET_1	15,05	17,70	9,87	16,42	18,86
AET_2	13,64	13,05	11,62	13,34	13,34
AET_3	8,99	11,35	13,66	8,25	14,10
AET_4	7,33	9,17	10,92	9,91	11,07

Kauno ET. Kauno elektros perdavimo tinklams (KET) priklausančios labiausiai apkrautos 9-ios, 110 kV transformatorių pastotės 2010 – 2014 metais, laiku $t_{pdidž.}$ pateiktos 2.22 lentelėje.

2.22 lentelė. 2010 – 2014 metų, Kauno regiono TP apkrovos metu $t_{pdidž.}$

	$P_{TP}(t_{pdidž.})$ (MW)				
	2010 m.	2011 m.	2012 m.	2013 m.	2014 m.
KET_1	30,03	27,74	30,96	30,19	34,59
KET_2	25,88	20,70	22,76	21,98	21,02
KET_3	22,99	22,93	24,72	23,95	26,00
KET_4	18,42	18,98	21,99	19,52	20,47
KET_5	20,67	19,68	24,52	20,89	20,41
KET_6	9,38	8,35	11,25	9,69	9,19
KET_7	8,59	7,84	8,73	7,03	8,47
KET_8	9,34	4,88	9,19	7,78	9,01
KET_9	9,79	9,65	9,74	9,59	10,10

Klaipėdos ET Klaipėdos elektros perdavimo tinklams (KLET) priklausančios labiausiai apkrautos 9-ios, 110 kV transformatorių pastotės 2010 – 2014 metais, laiku $t_{pdidž.}$ pateiktos 2.23 lentelėje.

2.23 lentelė. 2010 – 2014 metų, Klaipėdos regiono TP apkrovos metu $t_{pdidž.}$

	$P_{TP}(t_{pdidž.})$ (MW)				
	2010 m.	2011 m.	2012 m.	2013 m.	2014 m.
KLET_1	25,61	22,01	27,21	24,32	24,05
KLET_2	17,84	15,71	17,42	16,19	17,16
KLET_3	19,14	10,05	16,43	17,61	17,96
KLET_4	12,51	13,89	14,77	15,67	14,90
KLET_5	17,01	17,80	17,65	16,68	17,86
KLET_6	17,90	13,70	16,13	14,47	11,21
KLET_7	13,31	12,71	16,53	13,06	17,96
KLET_8	11,64	13,53	13,98	8,93	11,21
KLET_9	9,00	5,63	8,38	9,01	9,37

Panevėžio ET. Panevėžio elektros perdavimo tinklams (PET) priklausančios labiausiai apkrautos 5-ios, 110 kV transformatorių pastotės 2010 – 2014 metais, laiku $t_{\text{Pdidž}}$. pateiktos 2.24 lentelėje.

2.24 lentelė. 2010 – 2014 metų, Panevėžio regiono TP apkrovos metu $t_{\text{Pdidž}}$.

	$P_{\text{TP}}(t_{\text{Pdidž}})$ (MW)				
	2010 m.	2011 m.	2012 m.	2013 m.	2014 m.
PET_1	16,55	19,29	19,69	20,09	22,91
PET_2	13,53	13,66	15,18	13,42	14,29
PET_3	15,64	13,14	15,03	13,17	14,60
PET_4	15,05	15,78	16,75	13,90	18,81
PET_5	12,92	14,44	15,79	12,44	13,23

Šiaulių ET. Šiaulių elektros perdavimo tinklams (ŠET) priklausančios labiausiai apkrautos 5-ios, 110 kV transformatorių pastotės 2010 – 2014 metais, laiku $t_{\text{Pdidž}}$. pateiktos 2.25 lentelėje.

2.25 lentelė. 2010 – 2014 metų, Šiaulių regiono TP apkrovos metu $t_{\text{Pdidž}}$.

	$P_{\text{TP}}(t_{\text{Pdidž}})$ (MW)				
	2010 m.	2011 m.	2012 m.	2013 m.	2014 m.
SET_1	23,83	23,17	27,28	14,88	16,31
SET_2	15,59	14,45	15,49	15,98	16,43
SET_3	12,88	15,33	16,56	15,44	16,56
SET_4	11,99	11,25	11,89	10,32	11,16
SET_5	11,36	12,49	13,97	13,21	14,71

Utenos ET. Utenos elektros perdavimo tinklams (UET) priklausančios labiausiai apkrautos 3, 110 kV transformatorių pastotės 2010 – 2014 metais, laiku $t_{\text{Pdidž}}$. pateiktos 2.26 lentelėje.

2.26 lentelė. 2010 – 2014 metų, Utenos regiono TP apkrovos metu $t_{\text{Pdidž}}$.

	$P_{\text{TP}}(t_{\text{Pdidž}})$ (MW)				
	2010 m.	2011 m.	2012 m.	2013 m.	2014 m.
UET_1	14,47	14,74	18,26	16,50	15,51
UET_2	16,00	16,92	18,78	18,41	18,41
UET_3	12,25	11,00	13,22	10,22	10,50

Vilniaus ET. Vilniaus elektros perdavimo tinklams (VET) priklausančios labiausiai apkrautos 15, 110 kV transformatorių pastotės 2010 – 2014 metais, laiku $t_{\text{Pdidž}}$. pateiktos 2.27 lentelėje.

2.27 lentelė. 2010 – 2014 metų, Vilniaus regiono TP apkrovos metu t._{pdidž.}

	P _{TP} (t. _{pdidž.}) (MW)				
	2010 m.	2011 m.	2012 m.	2013 m.	2014 m.
VET_1	36,96	34,76	38,74	34,63	37,70
VET_2	37,79	27,74	33,94	30,70	29,36
VET_3	25,95	21,77	28,98	20,27	21,86
VET_4	26,53	25,47	29,17	17,82	25,94
VET_5	23,52	25,07	28,15	29,70	32,22
VET_6	24,40	19,04	21,37	17,07	19,63
VET_7	21,56	19,36	25,41	19,33	20,36
VET_8	20,64	21,51	25,18	23,40	25,36
VET_9	16,11	16,97	20,84	17,37	19,57
VET_10	15,61	15,32	17,81	16,90	19,83
VET_11	10,21	9,55	10,75	10,34	11,08
VET_12	17,15	14,15	17,91	15,67	16,69
VET_13	10,41	10,93	8,97	10,10	10,02
VET_14	12,87	12,58	13,33	9,76	13,42
VET_15	8,46	10,83	10,42	10,26	11,49

3. METODINĖ TYRIMO DALIS

Šioje dalyje pateikiama metodinė tyrimo atlikimo metodika, kurią galima pritaikyti kitiems, analogiškiems apkrovų analizės tyrimams.

Tyrimė naudotas „MATLAB R2013a“ programinis paketas. „MATLAB“ aplinkoje, sukurta programa (1 priedas), kurios pagalba nagrinėjami užfiksuoti apkrovų dydžiai. Blokinė supaprastinta ir apibendrinta veikimo schema pavaizduota 5 paveiksle.

3.1 Įvesties duomenys ir pastočių duomenų bazė

Duomenų apdorojimo dalyje (punkturas „Statistinių duomenų apdorojimas“) nustatoma įvedama analizuojamų metų sistemoje susidariusi didžiausia Lietuvos EES apkrovą ($P_{didž.}$) ir jos buvimo laikas $t_{P_{didž.}}$.

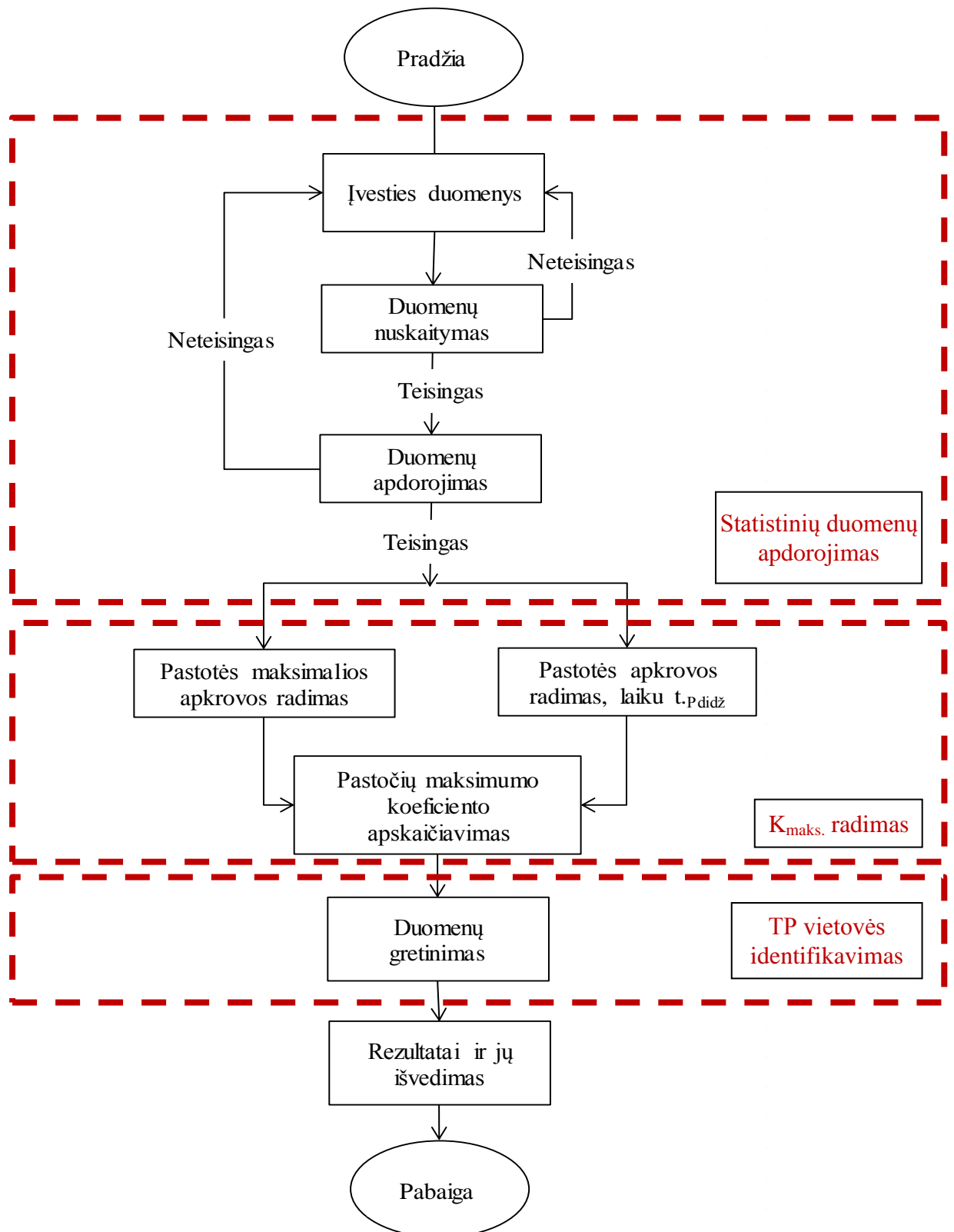
Nurodomas duomenų failas, kuriame surinkti tų metų apkrovų faktiniai duomenys. Nustatoma ir įrašoma, kiek tais metais buvo dienų t. y. 365 dienos ar keliamaisiais metais – 366. DB sudaroma remiantis geografiniais duomenimis, pagal tai, kokia yra TP buvimo vieta. Sudarant duomenų bazę, pastočių buvimo vietos suskirstomos 2 aspektais, remiantis Lietuvos Respublikos įstatymu, teritorijos administracinių vienetų ir jų ribų įstatyme [22]:

- miesto transformatorių pastotė, kai vietovė kurioje yra TP, turi daugiau, kaip 3000 nuolatinių gyventojų;
- rajoninė transformatorių pastotė, kai vietovė kurioje yra TP, turi iki 3000 nuolatinių gyventojų.

3.2 Duomenų nuskaitymas

Šiame etape, programa pradeda pirminį įvestų duomenų ir apkrovų failo tikrinimą, ar nėra klaidų, kurios klaidintų jos veikimą ir nebūtų pateikti klaidingi duomenys. Pirmajame etape, programa tikrina ar teisingai įvesta data, kurioje metai turėtų sutapti su TP apkrovų faile analizuojamais metais ir ar teisingu formatu įvestas laikas. Jeigu duomenys įvesti klaidingai, programa yra automatiškai stabdoma ir rankiniu būdu reikia ištaisyti klaidą.

Toliau programa tikrina patį transformatorių pastočių apkrovų failą, ar jame pačiame nėra klaidų ir duomenys esantys jame surašyta tinkama tvarka. Apkrovų faile esantys duomenys padalinami matricomis, kad būtų patogesnė analizė. Jeigu TP apkrovų faile, skirtingų transformatorių pastočių kartotinis neatitinka metuose esančių dienų skaičiaus, programa praneša apie šį neatitikimą ir programa stabdoma, iki kol bus pataisyti duomenys.



2 pav. Tyrimo programos blokinė schema

3.3 Pastotės maksimalios metinės apkrovos $P_{TP.didž}$ ir $K_{maks.}$ radimas

Antroje dalyje (5 pav. „ $K_{maks.}$ radimas“ punktyras), programa išanalizuotus atskirų transformatorių pastočių apkrovų duomenis sulygina su metuose esančių dienų ir valandų, kuriose fiksuotos apkrovos, dydžiais. Taip darydama, programa suranda maksimalų apkrovos dydį ($P_{TP.didž}$), tenkantį konkrečiai pastotei. Taip pat, programa nustato, kokią mėnesio dieną ir valandą susidarė toks apkrovos dydis konkrečioje pastotėje.

Programa pagal įvestus maksimalios apkrovos susidarymo transformatorių pastotėje datas ir laikus, analizuoja apkrovų duomenis. Tyrimo metu, programa analizuoja konkrečią dieną ir valandą (t. y. $t_{Pdidž}$) susidariusią maksimalią sistemine viso 110 kV įtampos, Lietuvos elektros perdavimo tinklo apkrovą. Būtent tuo metu $t_{Pdidž}$, kai visoje Lietuvos EES susidaro maksimali apkrova ($P_{didž}$), programa išveda kiekvienos transformatorių pastotės momentinę apkrovą P_{TP} .

Atsižvelgiant pagal programos rastus transformatorių pastočių duomenis (TP maksimalios metinės apkrovos ($P_{TP.didž}$) ir TP apkrovos, susidariusios laiku $t_{Pdidž}$), programa nustato TP maksimumo koeficientą ($K_{maks.}$) kiekvienai pastotei ir kiekvienam Lietuvos EES regionui atskirai konkrečioms metams, pagal formulę:

$$K_{maks.} = \frac{P_{TP.didž}}{P_{TP}(t_{Pdidž})}; \quad (3.1)$$

čia:

$K_{maks.}$ – TP pastočių maksimumo koeficientas;

$P_{TP.didž}$ – maksimali metinė TP aktyvioji apkrova;

$P_{TP}(t_{Pdidž})$ – momentinė TP aktyvioji apkrova, susidariusi didžiausios sisteminės apkrovos metu $t_{Pdidž}$.

3.4 Duomenų gretinimas pagal geografinę padėtį

Šioje programos dalyje, gauti duomenys, pagal sudarytą pastočių duomenų bazę yra gretinami, identifikuojamos 110 kV TP buvimo vietos. Duomenų gretinimo etape („TP vietovės identifikavimas“ punktyras), nustatyti maksimumo koeficientai, kurie leidžia identifikuoti ar nagrinėjama TP yra rajono ar miesto ribose ir turi miesto ar kaimo požymį.

Galutiniame programos etape pateikiami rezultatai, kurie yra išsaugomi.

4. TYRIMO REZULTATŲ DALIS

Kaip jau buvo minėta ankstesniuose skyriuose, tyrimas atliktas remiantis statistiniais 110 kV TP duomenimis. Atliekant tyrimą nustatyta, kad analizuojant 2010 metų apkrovų duomenų failus, juose TP apkrovų duomenys buvo užregistruoti netinkamu formatu, pateikiant apkrovų reikšmes klaidingais matavimo vienetais, kas neleido sukurtai programai sėkmingai startuoti. 2011–2014 metų apkrovų duomenų failuose registravimo klaidų nepasitaikė.

Sukurtos programos pagalba, suformuotos lentelės (4.1.1-4.7.8 lentelės), kuriose pateikiama tyrimui reikalinga informacija.

4.1 Alytaus ET

2011 metų Alytaus regiono (AET) 110 kV TP parametrai (4.1.1; 4.1.2 lentelės).

4.1.1 lentelė. 2011 metų Alytaus regiono 110kV TP apkrovų parametrai

Pastotė	$t_{TP.didž.}$; (metai.mėn.diena)	$P_{TP.didž.}$; (MW)	Valanda	$t_{Pdidž.}$; (metai.mėn.diena)	Valanda	$P_{TP(t.Pdidž.)}$; (MW)
AET_1	2011.04.13	19,62	10	2011.02.25	10	17,70
AET_2	2011.12.14	17,89	10	2011.02.25	10	11,35
AET_3	2011.12.23	14,07	18	2011.02.25	10	13,05
AET_4	2011.03.21	12,66	20	2011.02.25	10	8,78

4.1.2 lentelė. 2011 metų Alytaus regiono 110kV TP parametrai

Pastotė	$K_{maks.}$	Vietovė
AET_1	0,90	miestas
AET_2	0,63	rajonas
AET_3	0,92	miestas
AET_4	0,69	miestas

2012 metų Alytaus regiono (AET) 110 kV transformatorių pastočių parametrai (4.1.3; 4.1.4 lentelės).

4.1.3 lentelė. 2012 metų Alytaus regiono 110kV TP apkrovų parametrai

Pastotė	$t_{TP.didž.}$; (metai.mėn.diena)	$P_{TP.didž.}$; (MW)	Valanda	$t_{Pdidž.}$; (metai.mėn.diena)	Valanda	$P_{TP(t.Pdidž.)}$; (MW)
AET_1	2012.03.12	20,03	11	2012.02.06	11	18,85
AET_2	2012.02.08	15,54	12	2012.02.06	11	14,82
AET_3	2012.11.12	15,03	18	2012.02.06	11	14,39
AET_4	2012.02.14	13,77	19	2012.02.06	11	10,07

4.1.4 lentelė. 2012 metų Alytaus regiono 110kV TP parametrai

Pastotė	$K_{maks.}$	Vietovė
AET_1	0,94	miestas
AET_2	0,95	rajonas
AET_3	0,96	miestas
AET_4	0,73	miestas

2013 metų Alytaus regiono (AET) 110 kV transformatorių pastočių parametrai (4.1.5; 4.1.6 lentelės).

4.1.5 lentelė. 2013 metų Alytaus regiono 110kV TP apkrovų parametrai

Pastotė	$t_{TP.didž.};$ (metai.mėn.diena)	$P_{TP.didž.};$ (MW)	Valanda	$t_{Pdidž.};$ (metai.mėn.diena)	Valanda	$P_{TP}(t_{Pdidž.});$ (MW)
AET_1	2013.10.01	20,79	10	2013.01.21	9	16,42
AET_2	2013.04.15	15,45	9	2013.01.21	9	13,32
AET_3	2013.01.21	14,07	12	2013.01.21	9	13,34
AET_4	2013.01.03	12,49	18	2013.01.21	9	9,91

4.1.6 lentelė. 2013 metų Alytaus regiono ir 110kV TP parametrai

Pastotė	$K_{maks.}$	Vietovė
AET_1	0,79	miestas
AET_2	0,86	rajonas
AET_3	0,95	miestas
AET_4	0,79	miestas

2014 metų Alytaus regiono (AET) 110 kV transformatorių pastočių parametrai (4.1.7; 4.1.8 lentelės).

4.1.7 lentelė. 2014 metų Alytaus regiono 110kV TP apkrovų parametrai

Pastotė	$t_{TP.didž.};$ (metai.mėn.diena)	$P_{TP.didž.};$ (MW)	Valanda	$t_{Pdidž.};$ (metai.mėn.diena)	Valanda	$P_{TP}(t_{Pdidž.});$ (MW)
AET_1	2014.04.14	21,38	11	2014.01.23	10	18,86
AET_2	2014.01.23	15,66	19	2014.01.23	10	14,10
AET_3	2014.01.31	14,36	11	2014.01.23	10	13,34
AET_4	2014.11.06	13,60	10	2014.01.23	10	10,82

4.1.8 lentelė. 2014 metų Alytaus regiono 110kV TP parametrai

Pastotė	$K_{maks.}$	Vietovė
AET_1	0,88	miestas
AET_2	0,90	rajonas
AET_3	0,93	miestas
AET_4	0,80	miestas

4.2 Kauno ET

2011 metų Kauno regiono (KET) 110 kV TP parametrai (4.2.1; 4.2.2 lentelės).

4.2.1 lentelė. 2011 metų Kauno regiono 110kV TP apkrovų parametrai

Pastotė	$t_{TP.didž.};$ (metai.mėn.diena)	$P_{TP.didž.};$ (MW)	Valanda	$t_{Pdidž.};$ (metai.mėn.diena)	Valanda	$P_{TP}(t_{Pdidž.});$ (MW)
KET_1	2011.01.28	31,42	11	2011.02.25	10	27,74
KET_2	2011.11.18	27,47	18	2011.02.25	10	20,70
KET_3	2011.03.03	26,43	11	2011.02.25	10	22,93
KET_4	2011.12.07	22,82	17	2011.02.25	10	19,68
KET_5	2011.02.24	19,97	11	2011.02.25	10	18,98
KET_6	2011.11.14	14,10	12	2011.02.25	10	9,67
KET_7	2011.02.09	11,87	14	2011.02.25	10	11,01
KET_8	2011.11.21	11,79	11	2011.02.25	10	8,35
KET_9	2011.12.13	11,41	17	2011.02.25	10	7,06

4.2.2 lentelė. 2011 metų Kauno regiono 110kV TP parametrai

Pastotė	$K_{maks.}$	Vietovė
KET_1	0,88	miestas
KET_2	0,75	miestas
KET_3	0,86	miestas
KET_4	0,86	miestas
KET_5	0,95	miestas
KET_6	0,68	miestas
KET_7	0,92	miestas
KET_8	0,70	rajonas
KET_9	0,61	miestas

2012 metų Kauno regiono (KET) 110 kV TP parametrai (4.2.3; 4.2.4 lentelės).

4.2.3 lentelė. 2012 metų Kauno regiono 110kV TP apkrovų parametrai

Pastotė	$t_{TP.didž.};$ (metai.mėn.diena)	$P_{TP.didž.};$ (MW)	Valanda	$t_{Pdidž.};$ (metai.mėn.diena)	Valanda	$P_{TP}(t_{Pdidž.});$ (MW)
KET_1	2012.12.18	33,55	11	2012.02.06	11	30,96
KET_2	2012.12.23	27,32	18	2012.02.06	11	22,76
KET_3	2012.02.06	24,79	12	2012.02.06	11	24,52
KET_4	2012.02.06	24,72	11	2012.02.06	11	24,72
KET_5	2012.02.06	21,99	11	2012.02.06	11	21,99
KET_6	2012.01.12	13,49	14	2012.02.06	11	12,38
KET_7	2012.12.10	12,54	11	2012.02.06	11	11,25
KET_8	2012.02.06	12,18	11	2012.02.06	11	12,18
KET_9	2012.02.06	11,85	12	2012.02.06	11	11,72

4.2.4 lentelė. 2012 metų Kauno regiono TP parametrai

Pastotė	$K_{maks.}$	Vietovė
KET_1	0,92	miestas
KET_2	0,83	miestas
KET_3	0,99	miestas
KET_4	1,00	miestas
KET_5	1,00	miestas
KET_6	0,92	miestas
KET_7	0,90	rajonas
KET_8	1,00	miestas
KET_9	0,99	miestas

2013 metų Kauno regiono (KET) 110 kV transformatorių pastočių parametrai (4.2.5; 4.2.6 lentelės).

4.2.5 lentelė. 2013 metų Kauno regiono 110kV TP apkrovų parametrai

Pastotė	$t_{TP.didž.};$ (metai.mėn.diena)	$P_{TP.didž.};$ (MW)	Valanda	$t_{P.didž.};$ (metai.mėn.diena)	Valanda	$P_{TP(t.Pdidž.);}$ (MW)
KET_1	2013.10.21	36,14	14	2013.01.21	9	30,19
KET_2	2013.01.20	26,75	20	2013.01.21	9	21,94
KET_3	2013.01.14	26,05	11	2013.01.21	9	23,95
KET_4	2013.01.22	24,16	18	2013.01.21	9	20,89
KET_5	2013.01.23	21,20	11	2013.01.21	9	19,52
KET_6	2013.01.14	12,93	10	2013.01.21	9	9,69
KET_7	2013.01.22	12,48	12	2013.01.21	9	10,42
KET_8	2013.01.28	11,36	10	2013.01.21	9	10,41
KET_9	2013.12.05	11,19	17	2013.01.21	9	9,91

4.2.6 lentelė. 2013 metų Kauno regiono 110kV TP parametrai

Pastotė	$K_{maks.}$	Vietovė
KET_1	0,84	miestas
KET_2	0,82	miestas
KET_3	0,92	miestas
KET_4	0,86	miestas
KET_5	0,92	miestas
KET_6	0,75	rajonas
KET_7	0,84	miestas
KET_8	0,92	miestas
KET_9	0,89	miestas

2014 metų Kauno regiono (KET) 110 kV transformatorių pastočių parametrai (4.2.7; 4.2.8 lentelės).

4.2.7 lentelė. 2014 metų Kauno regiono 110kV TP apkrovų parametrai

Pastotė	$t_{TP.didž.};$ (metai.mėn.diena)	$P_{TP.didž.};$ (MW)	Valanda	$t_{P.didž.};$ (metai.mėn.diena)	Valanda	$P_{TP(t.P.didž.);}$ (MW)
KET_1	2014.01.31	38,18	11	2014.01.23	10	34,59
KET_2	2014.01.31	30,94	11	2014.01.23	10	26,00
KET_3	2014.11.06	27,12	19	2014.01.23	10	21,02
KET_4	2014.02.06	25,15	19	2014.01.23	10	20,41
KET_5	2014.01.31	21,12	11	2014.01.23	10	20,47
KET_6	2014.12.02	12,29	18	2014.01.23	10	8,86
KET_7	2014.01.31	12,13	12	2014.01.23	10	10,81
KET_8	2014.01.22	12,10	10	2014.01.23	10	11,55
KET_9	2014.01.28	11,49	11	2014.01.23	10	8,47

4.2.8 lentelė. 2014 metų Kauno regiono 110kV TP parametrai

Pastotė	$K_{maks.}$	Vietovė
KET_1	0,91	miestas
KET_2	0,84	miestas
KET_3	0,78	miestas
KET_4	0,81	miestas
KET_5	0,97	miestas
KET_6	0,72	rajonas
KET_7	0,89	miestas
KET_8	0,95	miestas
KET_9	0,74	miestas

4.3 Klaipėdos ET

2011 metų Klaipėdos regiono (KLET) 110 kV transformatorių pastočių parametrai (4.3.1; 4.3.2 lentelės).

4.3.1 lentelė. 2011 metų Klaipėdos regiono 110kV transformatorių pastočių apkrovų parametrai

Pastotė	$t_{TP, didž.};$ (metai.mėn.diena)	$P_{TP, didž.};$ (MW)	Valanda	$t_{P, didž.};$ (metai.mėn.diena)	Valanda	$P_{TP(t, P, didž.});$ (MW)
KLET_1	2011.12.21	28,90	18	2011.02.25	10	22,01
KLET_2	2011.01.11	19,56	11	2011.02.25	10	17,80
KLET_3	2011.12.23	19,20	18	2011.02.25	10	17,25
KLET_4	2011.10.10	18,07	10	2011.02.25	10	12,87
KLET_5	2011.01.06	17,39	18	2011.02.25	10	15,71
KLET_6	2011.02.08	17,37	19	2011.02.25	10	13,70
KLET_7	2011.12.21	17,05	18	2011.02.25	10	13,89
KLET_8	2011.11.24	15,34	17	2011.02.25	10	11,60
KLET_9	2011.07.21	15,20	13	2011.02.25	10	13,53

4.3.2 lentelė. 2011 metų Klaipėdos regiono 110kV TP parametrai

Pastotė	$K_{maks.}$	Vietovė
KLET_1	0,76	miestas
KLET_2	0,91	miestas
KLET_3	0,90	miestas
KLET_4	0,71	miestas
KLET_5	0,90	miestas
KLET_6	0,79	miestas
KLET_7	0,81	miestas
KLET_8	0,76	miestas
KLET_9	0,89	miestas

2012 metų Klaipėdos regiono (KLET) 110 kV transformatorių pastočių parametrai (4.3.3; 4.3.4 lentelės).

4.3.3 lentelė. 2012 metų Klaipėdos regiono 110kV TP apkrovų parametrai

Pastotė	$t_{TP, didž.};$ (metai.mėn.diena)	$P_{TP, didž.};$ (MW)	Valanda	$t_{P, didž.};$ (metai.mėn.diena)	Valanda	$P_{TP}(t_{P, didž.});$ (MW)
KLET_1	2012.02.06	27,21	11	2012.02.06	11	27,20
KLET_2	2012.02.02	20,30	19	2012.02.06	11	16,43
KLET_3	2012.02.28	19,19	20	2012.02.06	11	16,13
KLET_4	2012.02.06	18,56	12	2012.02.06	11	17,65
KLET_5	2012.02.06	18,10	19	2012.02.06	11	17,42
KLET_6	2012.09.13	17,72	9	2012.02.06	11	14,11
KLET_7	2012.02.28	16,84	14	2012.02.06	11	13,98
KLET_8	2012.12.10	16,46	18	2012.02.06	11	14,77
KLET_9	2012.12.20	14,91	11	2012.02.06	11	12,13

4.3.4 lentelė. 2012 metų Klaipėdos regiono 110kV TP parametrai

Pastotė	$K_{maks.}$	Vietovė
KLET_1	1,00	miestas
KLET_2	0,81	miestas
KLET_3	0,84	miestas
KLET_4	0,95	miestas
KLET_5	0,96	miestas
KLET_6	0,80	miestas
KLET_7	0,83	miestas
KLET_8	0,90	miestas
KLET_9	0,81	miestas

2013 metų Klaipėdos regiono (KLET) 110 kV TP parametrai (4.3.5; 4.3.6 lentelės).

4.3.5 lentelė. 2013 metų Klaipėdos regiono 110kV TP apkrovų parametrai

Pastotė	$t_{TP, didž.};$ (metai.mėn.diena)	$P_{TP, didž.};$ (MW)	Valanda	$t_{P, didž.};$ (metai.mėn.diena)	Valanda	$P_{TP}(t_{P, didž.});$ (MW)
KLET_1	2013.01.15	25,39	18	2013.01.21	9	23,75
KLET_2	2013.01.23	19,99	19	2013.01.21	9	17,61
KLET_3	2013.01.22	18,12	19	2013.01.21	9	16,68
KLET_4	2013.01.23	17,97	19	2013.01.21	9	15,67
KLET_5	2013.01.17	17,46	18	2013.01.21	9	16,19
KLET_6	2013.03.04	16,74	20	2013.01.21	9	14,47
KLET_7	2013.01.03	15,50	17	2013.01.21	9	11,49
KLET_8	2013.08.08	15,34	13	2013.01.21	9	8,93
KLET_9	2013.12.06	14,79	17	2013.01.21	9	13,06

4.3.6 lentelė. 2013 metų Klaipėdos regiono 110kV TP parametrai

Pastotė	$K_{maks.}$	Vietovė
KLET_1	0,94	miestas
KLET_2	0,88	miestas
KLET_3	0,92	miestas
KLET_4	0,87	miestas
KLET_5	0,93	miestas
KLET_6	0,86	miestas
KLET_7	0,74	miestas
KLET_8	0,58	miestas
KLET_9	0,88	miestas

2014 metų Klaipėdos regiono (KLET) 110 kV transformatorių pastočių parametrai (4.3.7; 4.3.8 lentelės).

4.3.7 lentelė. 2014 metų Klaipėdos regiono 110kV TP apkrovų parametrai

Pastotė	$t_{TP.didž.};$ (metai.mėn.diena)	$P_{TP.didž.};$ (MW)	Valanda	$t_{P.didž.};$ (metai.mėn.diena)	Valanda	$P_{TP(t.P.didž.);}$ (MW)
KLET_1	2014.01.31	25,24	11	2014.01.23	10	24,05
KLET_2	2014.12.12	19,54	18	2014.01.23	10	13,65
KLET_3	2014.02.03	19,32	12	2014.01.23	10	17,96
KLET_4	2014.01.30	18,78	19	2014.01.23	10	17,16
KLET_5	2014.01.23	18,39	11	2014.01.23	10	17,86
KLET_6	2014.01.23	18,07	15	2014.01.23	10	15,27
KLET_7	2014.01.24	17,80	19	2014.01.23	10	14,90
KLET_8	2014.07.15	16,58	14	2014.01.23	10	11,21
KLET_9	2014.01.23	15,89	11	2014.01.23	10	14,83

4.3.8 lentelė. 2014 metų Klaipėdos regiono 110kV TP parametrai

Pastotė	$K_{maks.}$	Vietovė
KLET_1	0,95	miestas
KLET_2	0,70	miestas
KLET_3	0,93	miestas
KLET_4	0,91	miestas
KLET_5	0,97	miestas
KLET_6	0,85	miestas
KLET_7	0,84	miestas
KLET_8	0,68	miestas
KLET_9	0,93	miestas

4.4 Panevėžio ET

2011 metų Panevėžio regiono (PET) 110 kV transformatorių pastočių parametrai (4.4.1; 4.4.2 lentelės).

4.4.1 lentelė. 2011 metų Panevėžio regiono 110kV transformatorių pastočių apkrovų parametrai

Pastotė	$t_{TP.didž.};$ (metai.mėn.diena)	$P_{TP.didž.};$ (MW)	Valanda	$t_{P.didž.};$ (metai.mėn.diena)	Valanda	$P_{TP}(t_{P.didž.});$ (MW)
PET_1	2011.10.19	21,81	9	2011.02.25	10	19,29
PET_2	2011.01.06	16,52	10	2011.02.25	10	15,78
PET_3	2011.02.24	15,63	20	2011.02.25	10	14,44
PET_4	2011.02.17	15,07	20	2011.02.25	10	13,14
PET_5	2011.12.14	14,53	16	2011.02.25	10	13,66

4.4.2 lentelė. 2011 metų Panevėžio regiono 110kV TP parametrai

Pastotė	$K_{maks.}$	Vietovė
PET_1	0,88	miestas
PET_2	0,96	miestas
PET_3	0,92	miestas
PET_4	0,87	miestas
PET_5	0,94	miestas

2012 metų Panevėžio regiono (PET) 110 kV transformatorių pastočių parametrai (4.4.3; 4.4.4 lentelės).

4.4.3 lentelė. 2012 metų Panevėžio regiono 110kV TP apkrovų parametrai

Pastotė	$t_{TP.didž.};$ (metai.mėn.diena)	$P_{TP.didž.};$ (MW)	Valanda	$t_{P.didž.};$ (metai.mėn.diena)	Valanda	$P_{TP}(t_{P.didž.});$ (MW)
PET_1	2012.10.25	24,53	10	2012.02.06	11	19,69
PET_2	2012.02.06	16,86	13	2012.02.06	11	16,75
PET_3	2012.11.13	16,74	18	2012.02.06	11	15,03
PET_4	2012.02.02	16,45	19	2012.02.06	11	15,76
PET_5	2012.02.01	15,71	10	2012.02.06	11	15,18

4.4.4 lentelė. 2012 metų Panevėžio regiono 110kV TP parametrai

Pastotė	$K_{maks.}$	Vietovė
PET_1	0,80	miestas
PET_2	0,99	miestas
PET_3	0,90	miestas
PET_4	0,96	miestas
PET_5	0,97	miestas

2013 metų Panevėžio regiono (PET) 110 kV transformatorių pastočių parametrai (4.4.5; 4.4.6 lentelės).

4.4.5 lentelė. 2013 metų Panevėžio regiono 110kV TP apkrovų parametrai

Pastotė	$t_{TP.didž.};$ (metai.mėn.diena)	$P_{TP.didž.};$ (MW)	Valanda	$t_{P.didž.};$ (metai.mėn.diena)	Valanda	$P_{TP(t.P.didž.);}$ (MW)
PET_1	2013.11.27	22,84	15	2013.01.21	9	20,09
PET_2	2013.11.07	19,42	18	2013.01.21	9	13,17
PET_3	2013.12.03	17,98	16	2013.01.21	9	13,90
PET_4	2013.01.17	17,06	18	2013.01.21	9	12,44
PET_5	2013.01.23	14,70	10	2013.01.21	9	13,42

4.4.6 lentelė. 2013 metų Panevėžio regiono ir 110kV TP parametrai

Pastotė	$K_{maks.}$	Vietovė
PET_1	0,88	miestas
PET_2	0,68	miestas
PET_3	0,77	miestas
PET_4	0,73	miestas
PET_5	0,91	miestas

2014 metų Panevėžio regiono (PET) 110 kV TP parametrai (4.4.7; 4.4.8 lentelės).

4.4.7 lentelė. 2014 metų Panevėžio regiono 110kV TP apkrovų parametrai

Pastotė	$t_{TP.didž.};$ (metai.mėn.diena)	$P_{TP.didž.};$ (MW)	Valanda	$t_{P.didž.};$ (metai.mėn.diena)	Valanda	$P_{TP(t.P.didž.);}$ (MW)
PET_1	2014.12.09	28,70	11	2014.01.23	10	22,91
PET_2	2014.11.24	19,63	18	2014.01.23	10	14,60
PET_3	2014.01.22	19,03	10	2014.01.23	10	18,81
PET_4	2014.08.21	16,33	13	2014.01.23	10	13,23
PET_5	2014.12.04	15,50	17	2014.01.23	10	14,29

4.4.8 lentelė. 2014 metų Panevėžio regiono 110kV TP parametrai

Pastotė	$K_{maks.}$	Vietovė
PET_1	0,80	miestas
PET_2	0,74	miestas
PET_3	0,99	miestas
PET_4	0,81	miestas
PET_5	0,92	miestas

4.5 Šiaulių ET

2011 metų Šiaulių regiono (ŠET) 110 kV TP parametrai (4.5.1; 4.5.2 lentelės).

4.5.1 lentelė. 2011 metų Šiaulių regiono 110kV TP apkrovų parametrai

Pastotė	$t_{TP.didž.};$ (metai.mėn.diena)	$P_{TP.didž.};$ (MW)	Valanda	$t_{P.didž.};$ (metai.mėn.diena)	Valanda	$P_{TP(t.Pdidž.);}$ (MW)
SET_1	2011.02.14	25,26	11	2011.02.25	10	23,17
SET_2	2011.02.22	16,24	20	2011.02.25	10	14,45
SET_3	2011.02.21	15,84	10	2011.02.25	10	15,33
SET_4	2011.01.26	12,92	11	2011.02.25	10	12,49
SET_5	2011.02.22	12,24	20	2011.02.25	10	11,25

4.5.2 lentelė. 2011 metų Šiaulių regiono 110kV TP parametrai

Pastotė	$K_{maks.}$	Vietovė
SET_1	0,92	miestas
SET_2	0,89	miestas
SET_3	0,97	miestas
SET_4	0,97	miestas
SET_5	0,92	miestas

2012 metų Šiaulių regiono (ŠET) 110 kV TP parametrai (4.5.3; 4.5.4 lentelės).

4.5.3 lentelė. 2012 metų Šiaulių regiono 110kV TP apkrovų parametrai

Pastotė	$t_{TP.didž.};$ (metai.mėn.diena)	$P_{TP.didž.};$ (MW)	Valanda	$t_{P.didž.};$ (metai.mėn.diena)	Valanda	$P_{TP(t.Pdidž.);}$ (MW)
SET_1	2012.02.06	27,28	11	2012.02.06	11	27,28
SET_2	2012.12.13	19,21	9	2012.02.06	11	13,97
SET_3	2012.01.30	16,93	10	2012.02.06	11	16,56
SET_4	2012.12.18	15,90	17	2012.02.06	11	15,46
SET_5	2012.12.13	13,79	19	2012.02.06	11	9,28

4.5.4 lentelė. 2012 metų Šiaulių regiono 110kV TP parametrai

Pastotė	$K_{maks.}$	Vietovė
SET_1	1,00	miestas
SET_2	0,73	miestas
SET_3	0,98	miestas
SET_4	0,97	miestas
SET_5	0,67	miestas

2013 metų Šiaulių regiono (ŠET) 110 kV transformatorių pastočių parametrai (4.5.5; 4.5.6 lentelės).

4.5.5 lentelė. 2013 metų Šiaulių regiono 110kV TP apkrovų parametrai

Pastotė	$t_{TP.didz.};$ (metai.mėn.diena)	$P_{TP.didz.};$ (MW)	Valanda	$t_{P.didz.};$ (metai.mėn.diena)	Valanda	$P_{TP(t.Pdidz.);}$ (MW)
SET_1	2013.01.08	24,01	11	2013.01.21	9	14,88
SET_2	2013.12.17	16,87	17	2013.01.21	9	15,98
SET_3	2013.01.15	16,57	10	2013.01.21	9	15,44
SET_4	2013.01.28	15,61	11	2013.01.21	9	13,21
SET_5	2013.01.23	11,55	12	2013.01.21	9	10,32

4.5.6 lentelė. 2013 metų Šiaulių regiono 110kV TP parametrai

Pastotė	$K_{maks.}$	Vietovė
SET_1	0,62	miestas
SET_2	0,95	miestas
SET_3	0,93	miestas
SET_4	0,85	miestas
SET_5	0,89	miestas

2014 metų Šiaulių regiono (ŠET) 110 kV TP parametrai (4.5.7; 4.5.8 lentelės).

4.5.7 lentelė. 2014 metų Šiaulių regiono 110kV TP apkrovų parametrai

Pastotė	$t_{TP.didz.};$ (metai.mėn.diena)	$P_{TP.didz.};$ (MW)	Valanda	$t_{P.didz.};$ (metai.mėn.diena)	Valanda	$P_{TP(t.Pdidz.);}$ (MW)
SET_1	2014.01.20	24,85	11	2014.01.23	10	16,31
SET_2	2014.12.15	17,18	10	2014.01.23	10	16,56
SET_3	2014.12.01	17,13	17	2014.01.23	10	16,43
SET_4	2014.01.31	15,79	10	2014.01.23	10	14,71
SET_5	2014.01.31	12,47	11	2014.01.23	10	11,16

4.5.8 lentelė. 2014 metų Šiaulių regiono 110kV TP parametrai

Pastotė	$K_{maks.}$	Vietovė
SET_1	0,66	miestas
SET_2	0,96	miestas
SET_3	0,96	miestas
SET_4	0,93	miestas
SET_5	0,90	miestas

4.6 Utenos ET

2011 metų Utenos regiono (UET) 110 kV transformatorių pastočių parametrai (4.6.1; 4.6.2 lentelės).

4.6.1 lentelė. 2011 metų Utenos regiono 110kV TP apkrovų parametrai

Pastotė	$t_{TP.didž.};$ (metai.mėn.diena)	$P_{TP.didž.};$ (MW)	Valanda	$t_{Pdidž.};$ (metai.mėn.diena)	Valanda	$P_{TP}(t_{Pdidž.});$ (MW)
UET_1	2011.12.07	20,08	9	2011.02.25	10	16,92
UET_2	2011.11.14	16,50	10	2011.02.25	10	15,62
UET_3	2011.02.14	13,26	19	2011.02.25	10	11,00

4.6.2 lentelė. 2011 metų Utenos regiono 110kV TP parametrai

Pastotė	$K_{maks.}$	Vietovė
UET_1	0,84	miestas
UET_2	0,95	miestas
UET_3	0,83	miestas

2012 metų Utenos regiono (UET) 110 kV transformatorių pastočių parametrai (4.6.3; 4.6.4 lentelės).

4.6.3 lentelė. 2012 metų Utenos regiono 110kV TP apkrovų parametrai

Pastotė	$t_{TP.didž.};$ (metai.mėn.diena)	$P_{TP.didž.};$ (MW)	Valanda	$t_{Pdidž.};$ (metai.mėn.diena)	Valanda	$P_{TP}(t_{Pdidž.});$ (MW)
UET_1	2012.02.06	18,78	11	2012.02.06	11	18,78
UET_2	2012.10.02	18,48	13	2012.02.06	11	18,26
UET_3	2012.02.06	14,20	19	2012.02.06	11	13,22

4.6.4 lentelė. 2012 metų Utenos regiono 110kV TP parametrai

Pastotė	$K_{maks.}$	Vietovė
UET_1	1,00	miestas
UET_2	0,99	miestas
UET_3	0,93	miestas

2013 metų Utenos regiono (UET) 110 kV transformatorių pastočių parametrai (4.6.5; 4.6.6 lentelės).

4.6.5 lentelė. 2013 metų Utenos regiono 110kV TP apkrovų parametrai

Pastotė	$t_{TP.didž.};$ (metai.mėn.diena)	$P_{TP.didž.};$ (MW)	Valanda	$t_{Pdidž.};$ (metai.mėn.diena)	Valanda	$P_{TP}(t_{Pdidž.});$ (MW)
UET_1	2013.02.20	19,77	10	2013.01.21	9	18,41
UET_2	2013.01.16	17,82	12	2013.01.21	9	16,50
UET_3	2013.01.22	12,06	18	2013.01.21	9	10,22

4.6.6 lentelė. 2013 metų Utenos regiono 110kV TP parametrai

Pastotė	K _{maks.}	Vietovė
UET_1	0,93	miestas
UET_2	0,93	miestas
UET_3	0,85	miestas

2014 metų Utenos regiono (UET) 110 kV TP parametrai (4.6.7; 4.6.8 lentelės).

4.6.7 lentelė. 2014 metų Utenos regiono 110kV TP apkrovų parametrai

Pastotė	t _{TP.didž.;} (metai.mėn.diena)	P _{TP.didž.;} (MW)	Valanda	t _{.Pdidž.;} (metai.mėn.diena)	Valanda	P _{TP(t.Pdidž.);} (MW)
UET_1	2014.02.11	21,55	10	2014.01.23	10	18,41
UET_2	2014.01.29	16,51	15	2014.01.23	10	15,51
UET_3	2014.01.30	12,36	18	2014.01.23	10	10,50

4.6.8 lentelė. 2013 metų Utenos regiono 110kV TP parametrai

Pastotė	K _{maks.}	Vietovė
UET_1	0,85	miestas
UET_2	0,94	miestas
UET_3	0,85	miestas

4.7 Vilniaus ET

2011 metų Vilniaus regiono (VET) 110 kV TP parametrai (4.7.1; 4.7.2 lentelės).

4.7.1 lentelė. 2011 metų Vilniaus regiono 110kV TP apkrovų parametrai

Pastotė	t _{TP.didž.;} (metai.mėn.diena)	P _{TP.didž.;} (MW)	Valanda	t _{.Pdidž.;} (metai.mėn.diena)	Valanda	P _{TP(t.Pdidž.);} (MW)
VET_1	2011.01.06	39,57	19	2011.02.25	10	28,74
VET_2	2011.02.14	37,40	11	2011.02.25	10	34,74
VET_3	2011.02.17	28,43	11	2011.02.25	10	25,74
VET_4	2011.02.17	28,05	12	2011.02.25	10	25,07
VET_5	2011.01.17	26,78	19	2011.02.25	10	19,04
VET_6	2011.11.14	24,35	12	2011.02.25	10	21,77
VET_7	2011.11.07	23,10	12	2011.02.25	10	19,36
VET_8	2011.02.15	22,20	12	2011.02.25	10	21,51
VET_9	2011.11.11	18,85	12	2011.02.25	10	16,97
VET_10	2011.01.06	16,99	19	2011.02.25	10	15,32
VET_11	2011.01.04	16,77	19	2011.02.25	10	14,15
VET_12	2011.02.22	13,55	20	2011.02.25	10	12,58
VET_13	2011.01.20	13,08	12	2011.02.25	10	10,83
VET_14	2011.02.02	12,51	19	2011.02.25	10	10,51
VET_15	2011.02.20	11,43	20	2011.02.25	10	10,93

4.7.2 lentelė. 2011 metų Vilniaus regiono 110kV TP parametrai

Pastotė	$K_{maks.}$	Vietovė
VET_1	0,73	miestas
VET_2	0,93	miestas
VET_3	0,91	miestas
VET_4	0,89	miestas
VET_5	0,71	miestas
VET_6	0,89	miestas
VET_7	0,84	miestas
VET_8	0,97	miestas
VET_9	0,90	miestas
VET_10	0,90	miestas
VET_11	0,84	miestas
VET_12	0,93	miestas
VET_13	0,83	miestas
VET_14	0,84	miestas
VET_15	0,96	miestas

2012 metų Vilniaus regiono (VET) 110 kV transformatorių pastočių parametrai (4.7.3; 4.7.4 lentelės).

4.7.3 lentelė. 2012 metų Vilniaus regiono 110kV TP apkrovų parametrai

Pastotė	$t_{TP, didž.};$ (metai.mėn.diena)	$P_{TP, didž.};$ (MW)	Valanda	$t_{P, didž.};$ (metai.mėn.diena)	Valanda	$P_{TP}(t_{P, didž.});$ (MW)
VET_1	2012.12.20	41,93	19	2012.02.06	11	33,94
VET_2	2012.12.12	39,52	17	2012.02.06	11	38,74
VET_3	2012.12.20	33,54	12	2012.02.06	11	28,15
VET_4	2012.02.02	29,82	11	2012.02.06	11	29,17
VET_5	2012.02.06	28,98	11	2012.02.06	11	28,98
VET_6	2012.02.06	26,79	19	2012.02.06	11	21,37
VET_7	2012.02.08	26,65	12	2012.02.06	11	25,41
VET_8	2012.12.21	26,31	10	2012.02.06	11	25,18
VET_9	2012.02.06	20,97	12	2012.02.06	11	20,37
VET_10	2012.02.06	20,39	20	2012.02.06	11	17,91
VET_11	2012.02.06	18,71	20	2012.02.06	11	17,81
VET_12	2012.02.06	14,36	19	2012.02.06	11	13,33
VET_13	2012.12.19	14,05	13	2012.02.06	11	10,42
VET_14	2012.02.10	14,01	19	2012.02.06	11	12,07
VET_15	2012.12.23	11,97	18	2012.02.06	11	10,75

4.7.4 lentelė. 2012 metų Vilniaus regiono 110kV TP parametrai

Pastotė	$K_{maks.}$	Vietovė
VET_1	0,81	miestas
VET_2	0,98	miestas
VET_3	0,84	miestas
VET_4	0,98	miestas
VET_5	1,00	miestas
VET_6	0,80	miestas
VET_7	0,95	miestas
VET_8	0,96	miestas
VET_9	0,97	miestas
VET_10	0,88	miestas
VET_11	0,95	miestas
VET_12	0,93	miestas
VET_13	0,74	miestas
VET_14	0,86	miestas
VET_15	0,90	miestas

2013 metų Vilniaus regiono (VET) 110 kV transformatorių pastočių parametrai (4.7.5; 4.7.6 lentelės).

4.7.5 lentelė. 2013 metų Vilniaus regiono 110kV TP apkrovų parametrai

Pastotė	$t_{TP, didž.};$ (metai.mėn.diena)	$P_{TP, didž.};$ (MW)	Valanda	$t_{P, didž.};$ (metai.mėn.diena)	Valanda	$P_{TP}(t_{P, didž.});$ (MW)
VET_1	2013.01.22	42,86	19	2013.01.21	9	30,70
VET_2	2013.01.23	40,11	11	2013.01.21	9	34,63
VET_3	2013.01.21	32,92	11	2013.01.21	9	29,70
VET_4	2013.12.13	27,22	11	2013.01.21	9	17,82
VET_5	2013.02.19	26,09	12	2013.01.21	9	20,27
VET_6	2013.01.22	25,01	10	2013.01.21	9	23,47
VET_7	2013.06.06	23,96	13	2013.01.21	9	19,33
VET_8	2013.10.02	23,00	20	2013.01.21	9	17,07
VET_9	2013.01.22	19,29	10	2013.01.21	9	17,37
VET_10	2013.01.22	18,69	19	2013.01.21	9	16,90
VET_11	2013.03.12	18,58	20	2013.01.21	9	15,63
VET_12	2013.01.22	13,28	19	2013.01.21	9	11,70
VET_13	2013.12.06	13,17	10	2013.01.21	9	10,26
VET_14	2013.02.21	12,94	14	2013.01.21	9	10,34
VET_15	2013.12.16	12,76	11	2013.01.21	9	9,67

4.7.6 lentelė. 2013 metų Vilniaus regiono 110kV TP parametrai

Pastotė	$K_{maks.}$	Vietovė
VET_1	0,72	miestas
VET_2	0,86	miestas
VET_3	0,90	miestas
VET_4	0,65	miestas
VET_5	0,78	miestas
VET_6	0,94	miestas
VET_7	0,81	miestas
VET_8	0,74	miestas
VET_9	0,90	miestas
VET_10	0,90	miestas
VET_11	0,84	miestas
VET_12	0,88	miestas
VET_13	0,78	miestas
VET_14	0,80	miestas
VET_15	0,76	miestas

2014 metų Vilniaus regiono (VET) 110 kV transformatorių pastočių parametrai (4.7.7; 4.7.8 lentelės).

4.7.7 lentelė. 2014 metų Vilniaus regiono 110kV TP apkrovų parametrai

Pastotė	$t_{TP.didz.};$ (metai.mėn.diena)	$P_{TP.didz.};$ (MW)	Valanda	$t_{P.didz.};$ (metai.mėn.diena)	Valanda	$P_{TP(t.Pdidz.);}$ (MW)
VET_1	2014.12.04	40,95	17	2014.01.23	10	37,70
VET_2	2014.01.30	40,74	19	2014.01.23	10	30,89
VET_3	2014.01.31	34,36	11	2014.01.23	10	32,22
VET_4	2014.07.29	31,66	13	2014.01.23	10	25,36
VET_5	2014.01.31	27,05	10	2014.01.23	10	25,94
VET_6	2014.01.21	26,87	19	2014.01.23	10	19,63
VET_7	2014.08.06	25,18	13	2014.01.23	10	21,86
VET_8	2014.01.31	21,85	11	2014.01.23	10	20,36
VET_9	2014.01.29	20,83	19	2014.01.23	10	19,83
VET_10	2014.01.23	20,41	10	2014.01.23	10	20,41
VET_11	2014.01.30	18,81	20	2014.01.23	10	16,69
VET_12	2014.12.31	14,16	19	2014.01.23	10	13,42
VET_13	2014.12.03	13,06	19	2014.01.23	10	11,08
VET_14	2014.06.02	12,99	9	2014.01.23	10	9,30
VET_15	2014.04.23	12,77	13	2014.01.23	10	11,49

4.7.8 lentelė. 2014 metų Vilniaus regiono ir 110kV TP parametrai

Pastotė	$K_{maks.}$	Vietovė
VET_1	0,92	miestas
VET_2	0,76	miestas
VET_3	0,94	miestas
VET_4	0,80	miestas
VET_5	0,96	miestas
VET_6	0,73	miestas
VET_7	0,87	miestas
VET_8	0,93	miestas
VET_9	0,95	miestas
VET_10	1,00	miestas
VET_11	0,89	miestas
VET_12	0,95	miestas
VET_13	0,85	miestas
VET_14	0,72	miestas
VET_15	0,90	miestas

4.8 Rezultatų aptarimas

Iš 50 didžiausias apkrovas turinčių tirtų pastočių, buvo nustatyti, kad 48-ios TP priklauso miestams ir dvi pastotės rajonui.

Didžiausios pastočių apkrovos susidarymo laikas $t_{TP, didž}$ žiemos mėnesiais, nuo gruodžio iki vasario. Žvelgiant paros laikotarpį, didžiausia TP apkrova $t_{TP, didž}$, susidaro tarp 10 – 12 valandos ir 17 – 20 valandos.

Didžiausios sisteminės apkrovos susidarymo laikas $t_{p, didž}$, visais tiriamaisiais metais - sausio ir vasario mėnesiais. EES didžiausios apkrovos $t_{p, didž}$, susidarymo valandos nuo 9 iki 11 val.

Didžiausių kiekvieno regiono TP maksimumo koeficiento kitimas pavaizduotas (3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 pav.) Nepriklausomai nuo transformatorių pastočių apkrovų reikšmių $P_{TP, didž}$, maksimumo koeficiento $K_{maks.}$ reikšmės kinta nuo 0,58 iki 1.

Apžvelgus rezultatus matosi, kad tarp labiausiai apkrautų TP, tik dvi priklauso rajoninėms. Atitinkamai tų TP maksimumo koeficientų reikšmės mažesnės, negu tų TP, kurios yra miestuose. Pagal tai galima spręsti, kad didžiausios apkrovos susidaro miestuose, kur didesnis gyventojų skaičius ir pramonės išsivystimas.

Alytaus regione 2012 metais, AET_3 transformatorių pastotėje nustatytas didžiausias $K_{maks.} = 0,96$, mažiausias šioje pastotėje nustatytas $K_{maks.} = 0,92$, 2011 metais, todėl galima

sakyti, kad Alytaus regione labiausiai prie sistemos didžiausios apkrovos prisideda AET_3 TP (lentelė 4.1.2). 2013 m. AET_3 transformatorių pastotės didžiausios TP apkrovos data ($t_{TP.didž.}$) sutapo su sistemos didžiausios apkrovos susidarymo data ($t_{P.didž.}$), tačiau apkrovos skyrėsi dėl skirtingo valandinio susidarymo, todėl $K_{maks.} = 0,95$. Atitinkamai 2014 metais, AET_2 transformatorių pastotėje datos sutapo, tačiau valandos ne ir $K_{maks.} = 0,90$. $K_{maks.}$ kitimas 2011-2014 m. laikotarpiu pavaizduotas 3 paveiksle.

Kauno regione 2012 metais, KET_5, KET_4, KET_8 transformatorių pastotėse $K_{maks.} = 1,00$, todėl galima sakyti, kad 2012 m. didžiausią įtaka didžiausiai sistemos apkrovai turėjo šios Kauno regiono TP (lentelės 4.2.3 ir 4.2.4). Tačiau kitais metais, KET_4 ir KET_8 TP maksimumo koeficientas buvo mažesnis, o didžiausią įtaką sistemai iš Kauno regiono išlaikė KET_5 TP apkrovos, kurios mažiausia maksimumo koeficiento reikšmė buvo $K_{maks.} = 0,92$, 2013 metais. Todėl galima teigti, kad iš Kauno regiono, didžiausia įtaką didžiausiai sistemos apkrovai ($P_{didž.}$) daro KET_5 transformatorių pastotė apkrovos. $K_{maks.}$ kitimas 2011-2014 m. laikotarpiu pavaizduotas 4 paveiksle.

Klaipėdos regione 2012 metais, KLET_1, KLET_4, KLET_5 TP apkrovų datos ($t_{TP.didž.}$) sutapo su sistemos didžiausios apkrovos susidarymo data ($t_{P.didž.}$), valandos sutapo tik KLET_1 transformatorių pastotėje ir $K_{maks.} = 1,00$ (lentelės 4.3.3 ir 4.3.4). Didžiausią įtaką 2011 – 2014 metais, iš Klaipėdos regiono, didžiausiai sistemos apkrovai ($P_{didž.}$) daro KLET_5 transformatorių pastotės apkrovos, kurios mažiausia maksimumo koeficiento reikšmė buvo $K_{maks.} = 0,90$, 2011 metais, o didžiausia $K_{maks.} = 0,97$, 2014 metais. Tais pačiais 2014 metais, KLET_5, KLET_6, KLET_9 TP apkrovų datos ($t_{TP.didž.}$) sutapo su sistemos didžiausios apkrovos susidarymo data ($t_{P.didž.}$), tačiau valandoms nesutapus $K_{maks.}$ nepasiekė didžiausios reikšmės. $K_{maks.}$ kitimas 2011-2014 m. laikotarpiu pavaizduotas 5 paveiksle.

Panevėžio regione 2012 metais, PET_2 transformatorių pastotės didžiausios TP apkrovos data ($t_{TP.didž.}$) sutapo su sistemos didžiausios apkrovos susidarymo data ($t_{P.didž.}$), tačiau nesutapus valandoms maksimumo koeficiento reikšmė buvo $K_{maks.} = 0,99$ (lentelės 4.4.3 ir 4.4.4). Tais pačiais 2012 metais, PET_4 TP $K_{maks.} = 0,96$, PET_5 TP $K_{maks.} = 0,97$. 2014 metais, nors ir PET_3 TP didžiausios apkrovos data ($t_{TP.didž.}$) nesutapo su sistemos didžiausios apkrovos susidarymo data ($t_{P.didž.}$), $K_{maks.} = 0,99$ (lentelės 4.4.7 ir 4.4.8). $K_{maks.}$ kitimas 2011-2014 m. laikotarpiu pavaizduotas 6 paveiksle.

Šiaulių regione 2012 metais, SET_1 2 transformatorių pastotės didžiausios TP apkrovos data ($t_{TP.didž.}$) sutapo su sistemos didžiausios apkrovos susidarymo data ($t_{P.didž.}$) ir $K_{maks.} = 1,00$. Tais pačiais metais SET_3 TP $K_{maks.} = 0,98$, SET_4 TP $K_{maks.} = 0,97$ (lentelės 4.5.3 ir 4.5.4). 2011 metais, didžiausias maksimumo koeficientas buvo taip pat minėtose SET_3 TP

$K_{maks.} = 0,97$, SET_4 TP $K_{maks.} = 0,97$. 2013 metais SET_3 TP $K_{maks.} = 0,93$, SET_4 TP $K_{maks.} = 0,85$. 2014 metais SET_3 TP $K_{maks.} = 0,96$, SET_4 TP $K_{maks.} = 0,96$. Pagal šiuos duomenis galima teigti, kad Šiaulių regione, didžiausiai sistemos apkrovai ($P_{didž.}$) didžiausią įtaką daro SET_3 ir SET_4 transformatorių pastočių apkrovos. $K_{maks.}$ kitimas 2011-2014 m. laikotarpiu pavaizduotas 7 paveiksle.

Utenos regione 2012 metais, UET_1 transformatorių pastotės didžiausios TP apkrovos data ($t_{TP.didž.}$) sutapo su sistemos didžiausios apkrovos susidarymo data ($t_{P.didž.}$) ir $K_{maks.} = 1,00$ (lentelės 4.6.3 ir 4.6.4). Tais pačiais metais UET_2 TP nors ir nesutapo didžiausių apkrovų datos, tačiau $K_{maks.} = 0,99$. Nagrinėjamu laikotarpiu, Utenos regione, didžiausiai sistemos apkrovai ($P_{didž.}$) didžiausią įtaką daro UET_2 transformatorių pastotės apkrovos, kurios mažiausia maksimumo koeficiento reikšmė $K_{maks.} = 0,93$, 2013 metais, o didžiausia maksimumo koeficiento reikšmė $K_{maks.} = 0,99$, 2012 metais. $K_{maks.}$ kitimas 2011-2014 m. laikotarpiu pavaizduotas 8 paveiksle.

Vilniaus regione 2012 metais, VET_5, VET_6, VET_9, VET_10, VET_11, VET_12 TP apkrovų datos ($t_{TP.didž.}$) sutapo su sistemos didžiausios apkrovos susidarymo data ($t_{P.didž.}$), valandos sutapo tik VET_5 transformatorių pastotėje ir $K_{maks.} = 1,00$ (lentelė 4.7.3; lentelė 4.7.4). 2013 metais, VET_3 TP ir VET_14 TP apkrovų datos ($t_{TP.didž.}$) sutapo su sistemos didžiausios apkrovos susidarymo data ($t_{P.didž.}$), tačiau nesutapus valandoms maksimumo koeficientų reikšmės atitinkamai buvo VET_3 TP $K_{maks.} = 0,90$ ir VET_14 TP $K_{maks.} = 0,80$ (lentelės 4.7.5 ir 4.7.6). 2014 metais, VET_10 transformatorių pastotės didžiausios TP apkrovos data ($t_{TP.didž.}$) sutapo su sistemos didžiausios apkrovos susidarymo data ($t_{P.didž.}$) ir $K_{maks.} = 1,00$ (lentelės 4.7.7 ir 4.7.8). $K_{maks.}$ kitimas 2011-2014 m. laikotarpiu pavaizduotas 9 paveiksle.

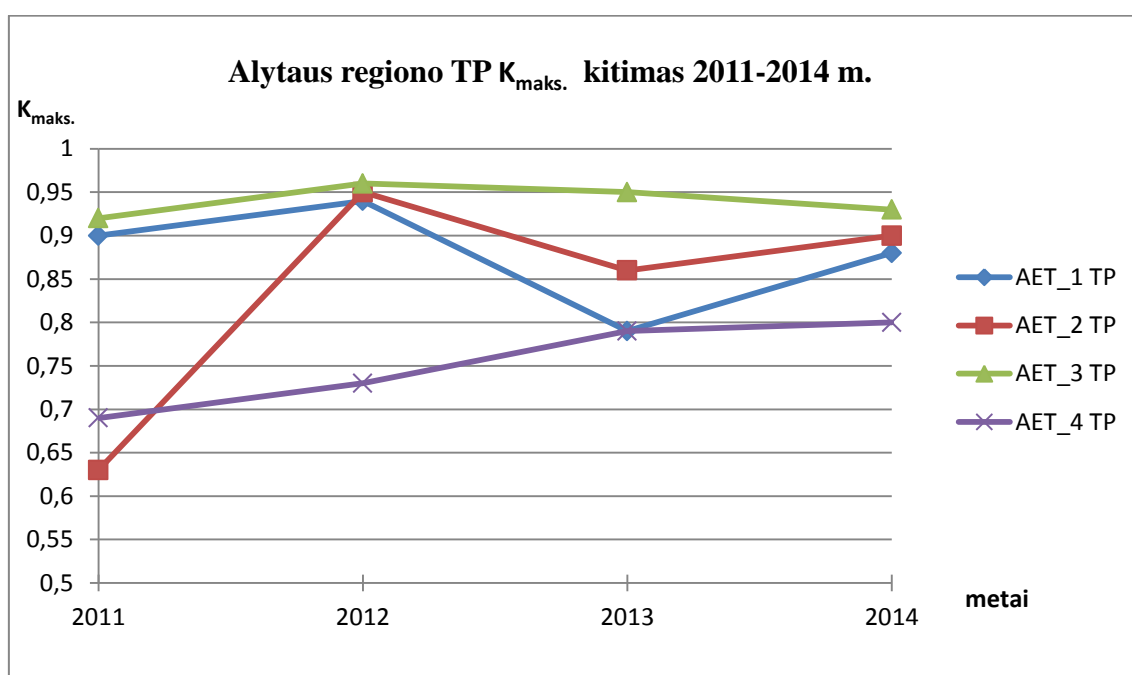
Atlikus tyrimą ir papildomą analizę pagal regionus, galima daryti išvadą, kad >90% TP su didžiausiomis maksimumo koeficiento ($K_{maks.} > 0,75$) reikšmėmis, būna miestuose, o rajoninės TP yra mažiau apkrautos.

Analogiškai sukurtai programai, galima sukurtą skaičiavimo programą-modelį taikyti ir žemesnės įtampos elektros tinkluose, atliekant pastočių apkrovų analizę ir prognozę.

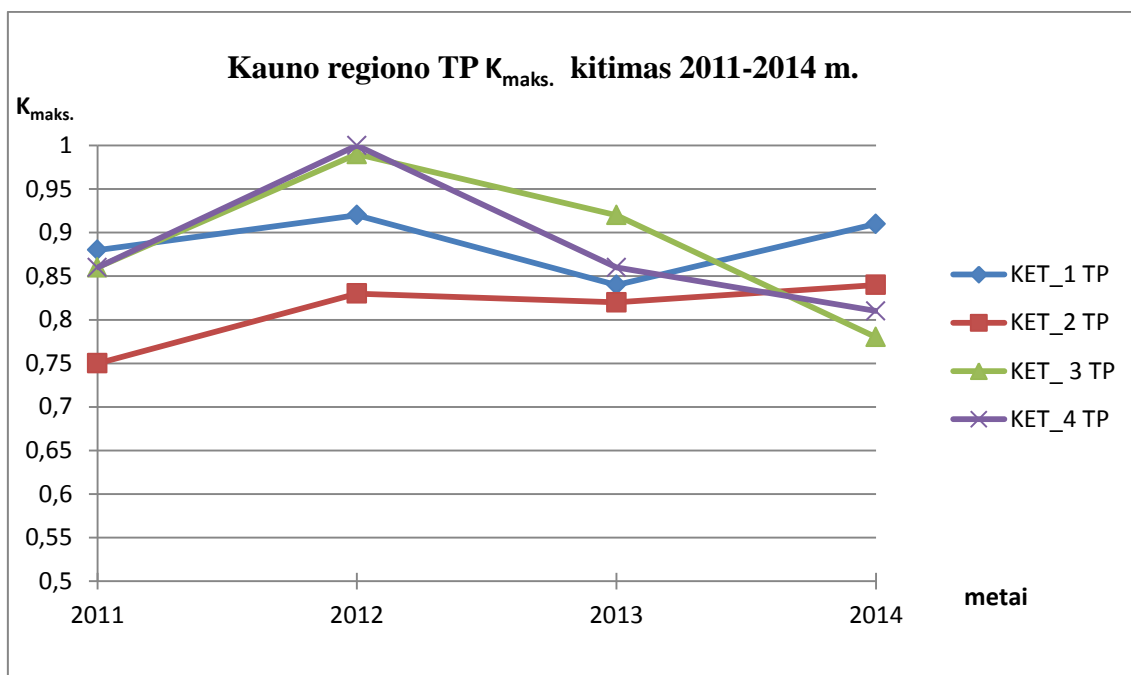
Atlikta koreliacijos analizė, norint nustatyti koks ryšys yra tarp nagrinėjamų dydžių. Išanalizavus rezultatus matosi, kad koreliacijos koeficiento ρ_x (tarp didžiausios TP apkrovos $P_{TP.didž.}$ ir $K_{maks.}$) reikšmė maža ir visuose regionuose, 2011 – 2014 metų laikotarpiu, nesiekia 0,5 ($\rho_x < 0,5$) (4.8.1 lentelė) (10 pav.).

4.8.1 lentelė. Koreliacijos koeficiento regionuose kitimas 2011-2014 metais

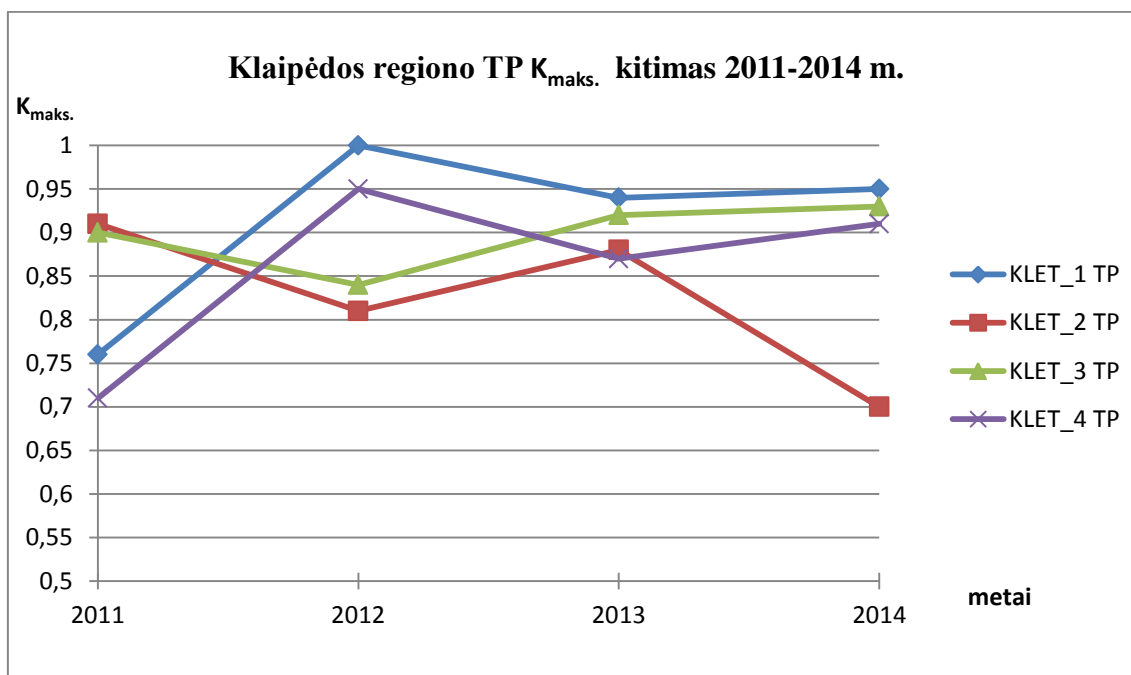
ρ_X	2011 m.	2012 m.	2013 m.	2014 m.
AET	0,32	0,09	0,05	0,32
KET	0,26	0,06	0,46	0,26
KLET	0,29	0,00	0,27	0,09
PET	0,34	0,06	0,30	0,35
SET	0,34	0,05	0,29	0,32
UET	0,40	0,00	0,35	0,29
VET	0,21	-0,08	0,21	0,19



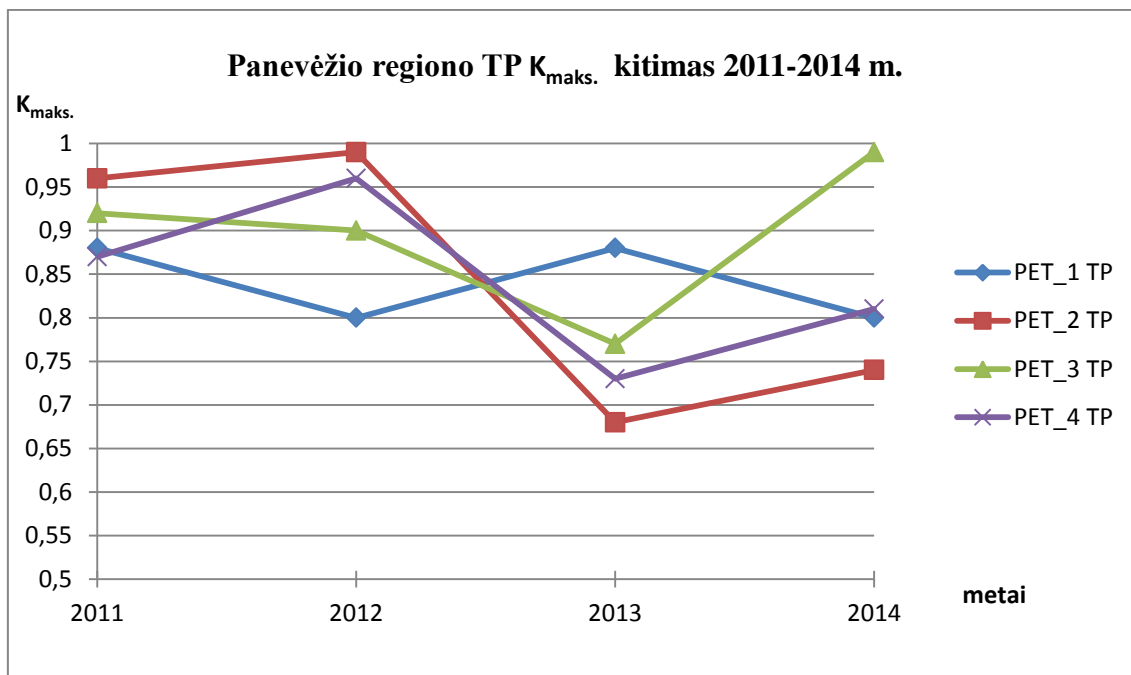
3 pav. Alytaus regiono labiausiai apkrautų TP, $K_{maks.}$ kitimas 2011–2014 metais



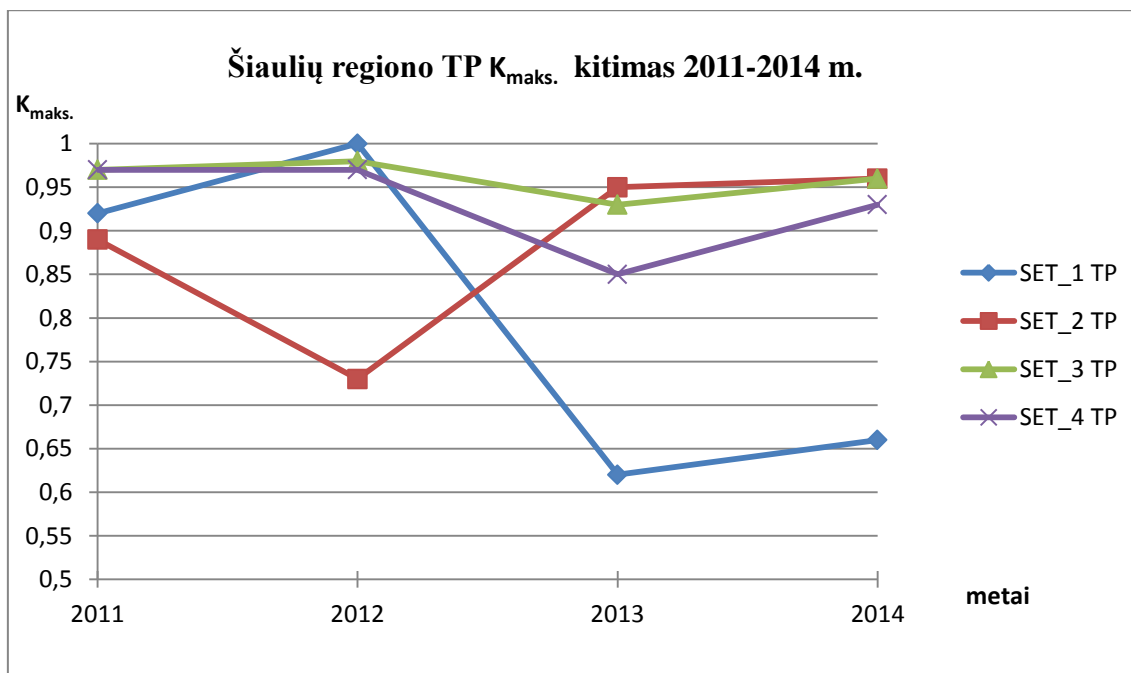
4 pav. Kauno regiono labiausiai apkrautų TP, $K_{maks.}$ kitimas 2011–2014 metais



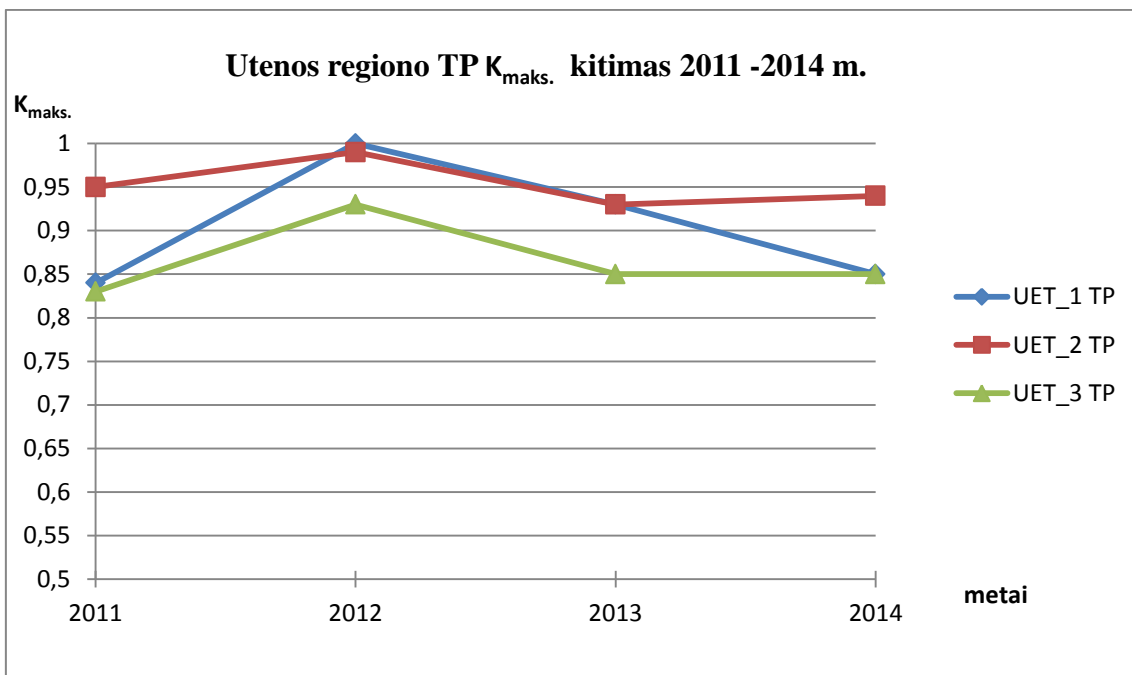
5 pav. Klaipėdos regiono labiausiai apkrautų TP, $K_{maks.}$ kitimas 2011–2014 metais



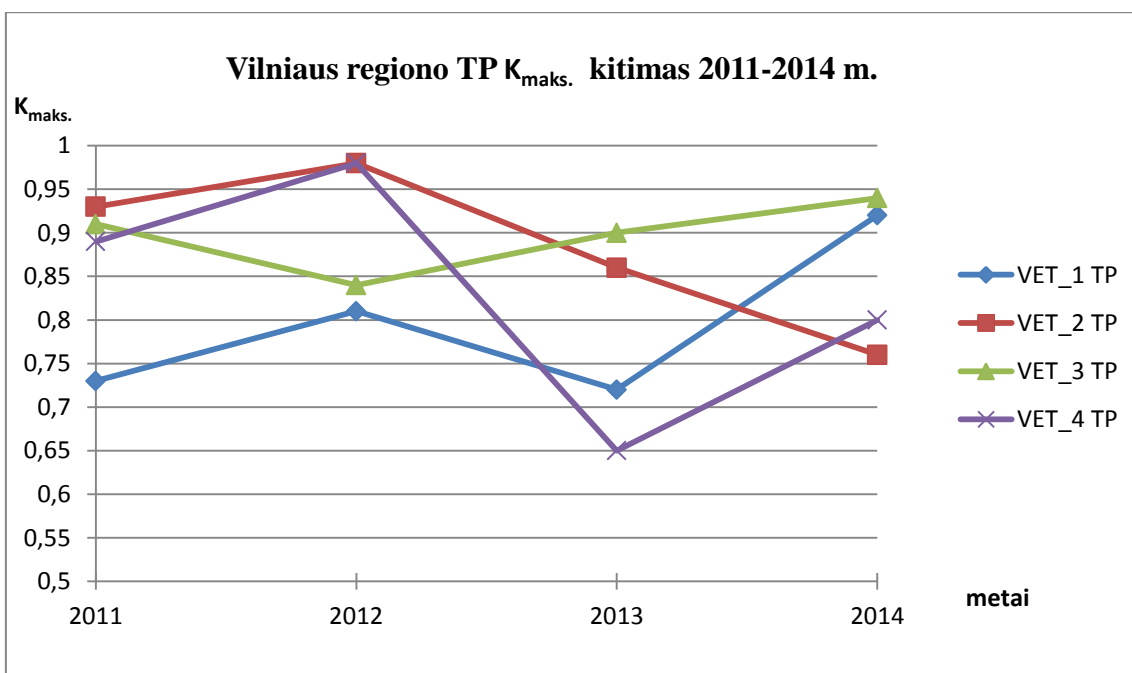
6 pav. Panevėžio regiono labiausiai apkrautų TP, $K_{maks.}$ kitimas 2011-2014 metais



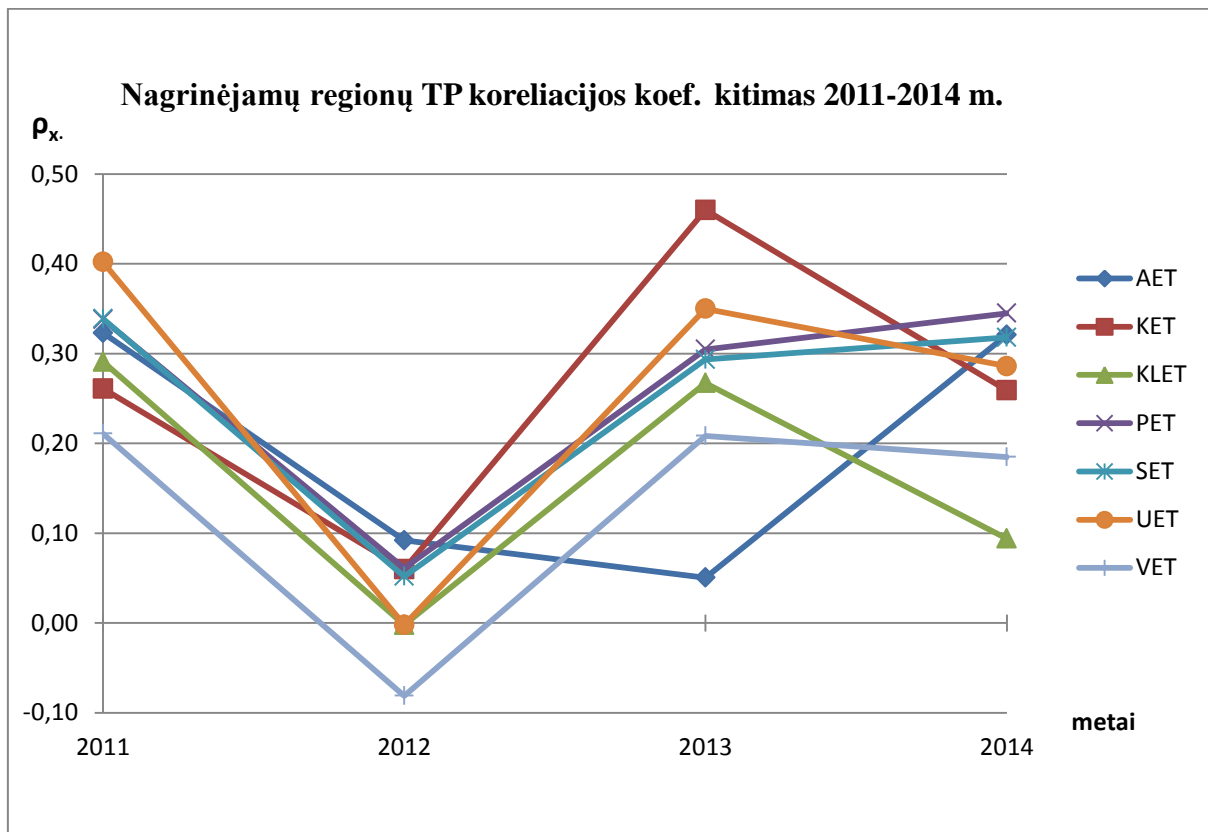
7 pav. Šiaulių regiono labiausiai apkrautų TP, $K_{maks.}$ kitimas 2011–2014 metais



8 pav. Utenos regiono labiausiai apkrautų TP, $K_{maks.}$ kitimas 2011-2014 metais



9 pav. Vilniaus regiono labiausiai apkrautų TP, $K_{maks.}$ kitimas 2011–2014 metais



10 pav. Nagrinėjamų regionų TP koreliacijos coef. kitimas, 2011–2014 metais

IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS

1. Atlikus literatūros analizę, nustatyta, kad sudarant apkrovų prognozę pagrindinės problemos yra didelis duomenų kiekis, nevienodas apkrovų susidarymo laikas, apkrovos priklausomybės nuo regiono;
2. Sukurta skaičiavimo programa–modelis leidžia mažiausiais laiko resursais rasti ir ištirti 110 kV transformatorių pastočių apkrovų duomenis įvairiais pjūviais: randant individualių transformatorių pastočių didžiausią ar mažiausią apkrovą, regiono apkrovą, apkrovą sistemos didžiausios apkrovos susidarymo metu. Atliekant tyrimą buvo pasirinkti pjūviai: didžiausios individualių transformatorių pastočių apkrovų radimas; transformatorių pastočių apkrovų radimas, didžiausios elektros energetikos sistemos apkrovos metu; $K_{maks.}$ koef. radimas; transformatorių pastotės apkrovos priklausomybė nuo regiono;
3. Nustatyta, kad Lietuvos elektros energetikos sistemos didžiausios apkrovos metu iš nagrinėtų charakteringųjų 110 kV transformatorių pastočių, faktinės apkrovos tik 4 % sutapo su, didžiausios apkrovos susidarymo metu, buvusiomis apkrovomis ($K_{maks.} = 1$). Apskaičiavus nagrinėtų transformatorių pastočių $K_{maks.}$ nustatyta, kad yra tik 22,5 % transformatorių pastočių, kurių $K_{maks.}$ daugiau arba lygu 0,95 ($K_{maks.} \geq 0,95$);
4. Apskaičiavus koreliacijos koef. dydį, ryšys tarp TP didžiausių apkrovų ir TP apkrovos dalyvavimo sistemos maksimume nenustatytas, todėl siūloma elektros perdavimo tinklų operatorių skaičiavimo modeliuose, skaičiuojant perspektyvinius srautus 110 kV tinkle, vertinant TP apkrovą, naudoti individualius kiekvienos TP vidutinius dalyvavimo maksimume koeficientus ($K_{maks.}$). Nustatytų koeficientų $K_{maks.}$ panaudojimas skaičiavimų modeliuose, padidintų skaičiuojamojo modelio tikslumą. Todėl rekomenduojama tyrimo rezultatus patikrinti atlikus elektrinius tinklo skaičiavimus su individualiomis TP apkrovomis, paskaičiuotomis naudojant vieną, bendrą dalyvavimo sistemos maksimalioje apkrovoje koeficientą, su skaičiavimu, kai transformatorių pastočių apkrovos būtų paskaičiuotos naudojant individualius TP maksimumo ($K_{maks.}$) koeficientus;

LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. AB „Litgrid“ 2015 metų metinė ataskaita, 2016.01.01 duomenys. <http://www.litgrid.eu/index.php/energetikossistema/elektrosenergetikossistemoinformacija/perdavimotinkloschemairduomenys/501>.
2. Visconti IF, Lima DA, De Sousa Costa JMC, Sobrinho NRDBC. Measurementbased load modeling using transfer functions for dynamic simulations. *IEEE Trans Power Syst* 2014;29(1):111–20.
3. Bunn DW. Forecasting loads and prices in competitive power markets. *Proc IEEE* Feb. 2000;88(2):163e9.
4. Li PQ, Li XR, Chen HH, Tang WW. Characteristics classification and synthesis of power load based on fuzzy clustering. *Proc Chinese Soc Electr Eng* 2005;25(24):73–8.
5. Wang Z, Bian S, Liu Y, Liu Z. The load characteristics classification and synthesis of substations in large area power grid. *Int J Electr Power Energy Syst* 2013;48(1):71–82.
6. Zhang L, Zhou W, Zhang J, He R. Synthesis of dynamic load characteristics. *Proc Chinese Soc Electr Eng* 1999;19(9):36–40, 45.
7. N. Padhy, Unit commitment e a bibliographical survey, *IEEE Trans. Power Syst.* 19 (2) (2004) 1196e1205, <http://dx.doi.org/10.1109/TPWRS.2003.821611>.
8. Lin SJ, Li XR, Li PQ, Liu YH, Chen HH, Tang WW, et al. Novel direct synthesis method for aggregate load dynamic characteristics based on field measured response. *Proc Chinese Soc Electr Eng* 2006;26(21):36–42.
9. ENTSO – E, European Network of Transmission System Operators for Electricity; Production, Consumption, Exchange Package 2013, <https://www.entsoe.eu/db-query/country-packages/production-consumption-exchange-package>.
10. ENTSO – E, European Network of Transmission System Operators for Electricity; Production, Consumption, Exchange Package 2014, <https://www.entsoe.eu/db-query/country-packages/production-consumption-exchange-package>.
11. Wardani NUA, Purnomoadi AP, Septiani HI, Arifianto I, Cahyono B. Condition assessment of 500/150 kV power transformer based on condition based maintenance. *Int Conf Electr Eng Inf* 2011:14–7.
12. Abdelfatah M, EL Shimy M, Ismail HM. Outage data analysis of utility power transformers based on outage reports during 2002–2009. *Int J Electr Power Energy Syst* 2013;47:41–51.

13. Stahlhut JW, Heydt GT, Selover NJ. A preliminary assessment of the impact of ambient temperature rise on distribution transformer loss of life. *IEEE Trans PWRD* 2008;23(4):2000–7.
14. Altman LB, Charity LF. Demand estimation for sizing transformers and secondary services in rural area. *IEEE Trans IGA* 1967;IGA-3(3):260–7.
15. Sargent A, Broadwater RP, Thompson JC, Nazarko J. Estimation of diversity and kWHR-to-Peak-kW factors from load research data. *IEEE Trans PWRS* 1994;9(3):1450–6.
16. P.R. Hyland, Electricity Authority Te Mana Hiko. „Guidelines on the calculation and use of loss factors“, 2013 02 14, New Zeland.
17. Deksnys R.P, Navickas A.S, Kriščiukaitis D., Kauno klubas "Elektra". „Lietuvos elektros energijos ir galios poreikių prognozės“. Pateikta Lietuvos energetikų mokslo ir technikos draugijos individuali įmonė "Energetika", 2004. p. 13-18. ISBN: 9986858232.
18. Konstantinavičiūtė I, Miškinis V, Navickas A.S. Energijos poreikių kaita ir jų prognozavimo metodai : mokomoji knyga / Kauno technologijos universitetas. Elektros sistemų katedra. Kaunas : Technologija, 2010. 145 p. ISBN: 9789955258353.
19. Senjyu T, Takara H, Uezato K, Funabashi T. One-hour-ahead load forecasting using neural network. *IEEE Trans Power Syst* Feb. 2002;17(1):113e8.
20. Ling SH, Leung FHF, Lam HK, Lee YS, Tam PKS. A novel genetic-algorithm-based neural network for short-term load forecasting. *IEEE Trans Ind Electron*. Aug. 2003;50(4):793e9.
21. Taylor JW, McSharry PE. Short-term load forecasting methods: an evaluation based on European data. *IEEE Trans Power Syst* Nov. 2007;22(4):2213e9.
22. Li P, Li X, Yuan X. Load characteristics clustering of dynamic modeling data. In: 1st International conference on sustainable power generation and supply, SUPERGEN '09; 2009. p. 1–4.
23. Lietuvos Respublikos Teritorijos administracinių vienetų ir jų ribų įstatymas, 1994 m. liepos 19 d. Nr. I-558, Vilnius.

1 PRIEDAS

Tyrimo metu sukurta programa – modelis, skirta tyrinėti 110 kV TP užfiksuotų apkrovų dydžius:

```
clear all
close all
clc
format short;
% Įvesties duomenys 1.1-1.4
% 1.1 Įveskite data
% Data turi būti pateikta tokiu formatu: metai.menuo.diena
date='2014.01.23';
val=10;
% 3.Duomenų nuskaitymas
if 0>val || val>24
    display 'blogai įvesti laiko duomenys'
else
% 1.2.Apkrovos duomenų nuskaitymas
filename = 'C:\MATLABAS\DUOM_KONF\2014M\DET_VET_P_2014.xls';
% 2.Duomenų bazės nuskaitymas
filename2 = 'C:\MATLABAS\DUOM_KONF\2014M\2014_final\GP.xls';
% 3.Duomenų nuskaitymas
sheet = 1;
xlRange1 = 'B:AD';
xlRange2 = 'A:B';
[num,txt] = xlsread(filename,sheet,xlRange1);
[~,txt2] = xlsread(filename2,sheet,xlRange2);
[N,M]=size(txt);
Pavadinimai=txt(2:N,2);
Pavadinimai2=txt2;
[Nn,Mm]=size(Pavadinimai2);
Duomenys=num(1:N-1,3:26);
Data=txt(2:N,3);
[n,m]=size(Duomenys);
% 1.3 Metuose esančių dienų skaičius, 365 arba 366.
met=365;
k=round(n/met);
% 4. Duomenų apdorojimas
Duom=0;
for i=1:k;
Duom=Duomenys(1+(i-1)*met:i*met,1:24);
% 5.1 P.past.maks radimas;
[M(i),I]=max(Duom(:));
[I_row, I_col] = ind2sub(size(Duom),I);
I_eil(i)= I_row+(i-1)*met;
I_stulp(i)=I_col;
Atsakymai(i,1)=(Pavadinimai(I_eil(i)));
Atsakymai(i,2)=(Data(I_eil(i)));
Atsakymai(i,3)=num2cell(M(i));
Atsakymai(i,4)=num2cell(I_stulp(i));
for j=1:Nn

    if strcmp(Pavadinimai(I_eil(i)),Pavadinimai2(j,1))==1
        Atsakymai(i,5)=cellstr(Pavadinimai2(j,2));
    end
end
AtsN(i,1)=M(i);
AtsN(i,2)=I_stulp(i);
```

```

end
% 5.2 Psist.maks radimas.
j=1;
for i=1:n
    if strcmp(date,Data(i))==1
        ats(1,j)=Pavadinimai(i);

        ats(2,j)=Data(i);
        ats(3,j)=num2cell(val);
        ats(4,j)=num2cell(Duomenys(i,val));
        atsN(j)=Duomenys(i,val);
        j=j+1;

    end
end
% 6. P.sist K.maks radimas
Kmax=0;
for z=1:j-1
    Kmax(z)=atsN(z)/AtsN(z);
    Lent3(1,z)=ats(1,z);
    Lent3(2,z)=num2cell(Kmax(z));
end
% 8. Rezultatų išvedimas
[B,Ind]=sortrows(Kmax',-1);
A=cell(length(B)+1,10);
[k,u]=size(Atsakymai);
A(1,1)=cellstr('Pastotė');
A(1,2)=cellstr('Data');
A(1,3)=cellstr('Maksimali TP apkrova (kW)');
A(1,4)=cellstr('Valanda');
A(1,5)=cellstr('Maksimalios sistemos apkrovos data');
A(1,6)=cellstr('Valanda');
A(1,7)=cellstr('Apkrova (kW)');
A(1,8)=cellstr('Pastotė');
A(1,9)=cellstr('Kmax reikšmė');
A(1,10)=cellstr('Vietovė');
C=ats';
CC=Lent3';

% 7. Duomenų gretinimas
for i=1:length(B)
    A(i+1,1)=Atsakymai(Ind(i),1);
    A(i+1,2)=Atsakymai(Ind(i),2);
    A(i+1,3)=Atsakymai(Ind(i),3);
    A(i+1,4)=Atsakymai(Ind(i),4);
    A(i+1,5)=C(Ind(i),2);
    A(i+1,6)=C(Ind(i),3);
    A(i+1,7)=C(Ind(i),4);
    A(i+1,8)=CC(Ind(i),1);
    A(i+1,9)=CC(Ind(i),2);
    A(i+1,10)=Atsakymai(Ind(i),5);
end
% 1.4 Failo, kuriame išsaugomi rezultatai vieta ir pavadinimas.
filename3='C:\MATLABAS\DUOM_KONF\2014M\2014_final\VET_ATS14.xls';
xlswrite(filename3,A);

display 'Pastočių pavadinimai, Data, Maksimali apkrova(kW), Valanda'
disp(Atsakymai)
display '          Duomenys konkrečia dieną ir valandą'

```



```
disp(date)
disp(val)
disp(ats')
display ' Kmaks koeficientai'
disp(Lent3')
disp(Kmax')
end
```