



VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS  
APLINKOS INŽINERIJOS FAKULTETAS  
PASTATŲ ENERGETIKOS KATEDRA

**LIETUVOS GAMTINIŲ DUJŲ PERDAVIMO SISTEMOS PLĖTRA IR  
MODERNIZACIJA**

**DEVELOPMENT AND MODERNISATION OF NATURAL GAS  
TRANSMISSION SYSTEM IN LITHUANIA**

Baigiamasis magistro darbas

Šilumos inžinerijos studijų programa, valstybinis kodas 621E31001

Energijos inžinerijos studijų kryptis

Vilnius, 2014

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS  
APLINKOS INŽINERIJOS FAKULTETAS  
PASTATŲ ENERGETIKOS KATEDRA

TVIRTINU  
Katedros vedėjas

\_\_\_\_\_  
(Parašas)

habil. dr. prof. Vytautas Martinaitis  
(Vardas, pavardė)

\_\_\_\_\_  
(Data)

Povilas Daugnora

**LIETUVOS GAMTINIŲ DUJŲ PERDAVIMO SISTEMOS PLĖTRA IR  
MODERNIZACIJA**

**DEVELOPMENT AND MODERNISATION OF NATURAL GAS  
TRANSMISSION SYSTEM IN LITHUANIA**

Baigiamasis magistro darbas

Šilumos inžinerijos studijų programa, valstybinis kodas 621E31001

Energijos inžinerijos studijų kryptis

**Vadovas**

dr. doc. Artur Rogoža

(Moksl. laipsnis, vardas, pavardė)

\_\_\_\_\_  
(Parašas)

\_\_\_\_\_  
(Data)

**Lietuvių kalbos konsultantas**

lekt. Regina Žukienė

(Moksl. laipsnis, vardas, pavardė)

\_\_\_\_\_  
(Parašas)

\_\_\_\_\_  
(Data)

Vilnius, 2014

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS  
APLINKOS INŽINERIJOS FAKULTETAS  
PASTATŲ ENERGETIKOS KATEDRA

*Energijos inžinerija*  
*Šilumos inžinerija*

studijų kryptis  
studijų programa, valstybinis kodas *621E31001*

TVIRTINU  
Katedros vedėjas

.....  
(parašas)

*Vytautas Martinaitis*  
(vardas, pavardė)

2014 m. \_\_\_\_\_ mėn. \_\_\_\_ d.

**BAIGIAMOJO MAGISTRO DARBO  
UŽDUOTIS**

.....Nr. ....  
Vilnius

Studentui (ei)

Povilui Daugnorai  
(vardas, pavardė)

Baigiamojo darbo tema: **Lietuvos gamtinių dujų perdavimo sistemos plėtra ir modernizacija**  
patvirtinta 2013 m. lapkričio mėn. 21 d. Dekano įsakymu Nr. 412 ap

Baigiamojo darbo užbaigimo terminas 2014 m. birželio mėn. 03 d.

**BAIGIAMOJO DARBO UŽDUOTIS:**

Darbe turi būti išnagrinėtos šios temos:

Darbo problemos, tikslo ir uždavinių formulavimas. Lietuvos gamtinių dujų perdavimo sistemos ir šioje srityje atliktų mokslinių tyrimų apžvalga. Tyrimų objekto (Lietuvos gamtinių dujų perdavimo sistemos) aprašas. Tyrimų metodikos pasirinkimas ir aprašas. Lietuvos gamtinių dujų perdavimo sistemos kompiuterinis modeliavimas. Tiriamojo objekto plėtos alternatyvų aprašas ir analizė. Nagrinėjamų alternatyvų technologinių schemų modeliavimas ir tyrimas. Darbo išvados ir pasiūlymai.

Baigiamojo darbo rengimo konsultantai: ..... *lekt. R. Žukienė* .....  
(Moksl. laipsnis, vardas, pavardė)

Vadovas .....  
( parašas )

dr. Artur Rogoža  
(Moksl. laipsnis, vardas, pavardė)

Užduotį gavau

.....  
(parašas)

Povilas Daugnora  
(vardas, pavardė)

2012 m. lapkričio mėn. 21 d.  
(data)

Vilniaus Gedimino technikos universitetas  
Aplinkos inžinerijos fakultetas  
Pastatų energetikos katedra

ISBN ISSN  
Egz. sk. ....  
Data .....

Antrosios pakopos studijų **Šilumos inžinerijos** programos magistro baigiamasis darbas 3  
Pavadinimas **Lietuvos gamtinių dujų perdavimo sistemos plėtra ir modernizacija**  
Autorius **Povilas Daugnora**  
Vadovas **doc. dr. Artur Rogoža**

**Kalba:** lietuvių

#### **Anotacija**

Baigiamajame magistro darbe atlikta Lietuvos gamtinių dujų perdavimo sistemos apžvalga ir pirminė funkcionavimo analizė. Apžvelgta Lietuvos gamtinių dujų perdavimo sistemos operatoriaus ir Lietuvos vyriausybės parengta teisinių dokumentų bazė, susijusi su šiuo energetikos sektoriumi. Nagrinėjama esama sistemos padėtis ir planuojami modernizavimo bei plėtros projektai. Pasirinkti pagrindiniai teisiniai dokumentai, kuriais vadovaujantis bus atlikti perdavimo sistemos modernizavimo ir plėtros projektai. Tyrimo tikslas - nustatyti ar planuojami Lietuvos gamtinių dujų perdavimo sistemos plėtros ir modernizacijos projektai galės tinkamai funkcionuoti, kaip pakis šios sistemos veikimas, ar šie projektai būtini, kokie technologiniai sprendimai yra priimtinausi, siekiant užtikrinti saugų ir patikimą gamtinių dujų tiekimą vartotojui. Šiam tyrimui atlikti naudojama kompiuterinė magistralinių dujotiekių hidraulikos skaičiavimo programa „OptiPlan Mix“, kurios dėka generuojami duomenys, reikalingi įvertinti tinklų būseną ir pagrindinius parametrus. Darbo pabaigoje pateikiamos bendrosios išvados ir rekomendacijos Lietuvos gamtinių dujų perdavimo sistemai tobulinti. Atskirai pateikiami priedai

**Prasminiai žodžiai:** perdavimo sistema, plėtros projektai, modernizacija, hidraulikos skaičiavimai, sistemos operatorius, gamtinės dujos

Vilnius Gediminas Technical University  
Faculty of Environmental Engineering  
Building Energetics

ISBN  
Copies No. ....  
Date .....

ISSN

Master Degree Studies **Thermal Engineering** study programme Master Graduation Thesis 3  
Title **Development and modernisation of natural gas transmission system in Lithuania**  
Author **Povilas Daugnora**  
Academic supervisor **Assoc Prof Dr Artur Rogoža**

**Thesis language: Lithuanian**

**Annotation**

The Master's degree thesis overviews the present state of transmission system of natural gas in Lithuania and analysis of the primary operation. Overview of Lithuania's natural gas transmission system operator and the Lithuanian government's own database of legal documents associated with this energy sector. Examines the current system status and planned modernization and development projects. Select legal documents that will guide the conduct of the transmission system modernization and development projects. The aim of the thesis - to determine whether the planned Lithuanian natural gas transmission system development and modernization projects will be able to function properly, will change the operation of the system, if these projects are required, what is the most acceptable technological solutions in order to ensure a safe and reliable supply of natural gas to the consumer. This investigation used a computerized transmission pipeline hydraulic calculation program "OptiPlan Mix", which allows generating the data needed to assess the status of the network and the key parameters. Describe the general conclusions and recommendations of Lithuania's natural gas transmission system improvements.

**Keywords:** transmission system, projects of development, modernization, hydraulic calculation, operator of the system, natural gas

## TURINYS

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS .....	7
LENTELIŲ SĄRAŠAS .....	8
TEKSTE NAUDOJAMŲ TRUMPINIŲ SĄRAŠAS .....	9
ĮVADAS .....	10
1. LIETUVOS GAMTINIŲ DUJŲ PERDAVIMO SISTEMOS APŽVALGA IR JOS VEIKIMAS ..	12
2. LIETUVOS GAMTINIŲ DUJŲ PERDAVIMO SISTEMOS MODELIAVIMO IR JAM ATLIKTI REIKALINGOS INFORMACIJOS BEI METODIKOS APŽVALGA .....	15
2.1. Energijos perdavimo ir skirstymo tinklų modeliavimo galimybės ir metodikos pasirinkimas .....	15
2.2. Lietuvos gamtinių dujų perdavimo sistemos informacinės bazės kūrimas .....	16
2.2.1. Dujotiekiai .....	16
2.2.2. Dujų kompresorinės stotys (DKS) .....	22
2.2.3. Dujų apskaitos stotys (DAS) .....	23
2.2.4. Dujų skirstymo stotys (DSS) .....	23
2.2.5. Suskystintų gamtinių dujų terminalas (SGDT) .....	27
2.3. Lietuvos gamtinių dujų rinkos apžvalga ir poreikių analizė .....	28
3. LIETUVOS GAMTINIŲ DUJŲ PERDAVIMO SISTEMOS KOMPIUTERINIO MODELIO (TECHNOLOGINĖS SCHEMOS) SUKŪRIMAS .....	33
3.1. Pagrindinės LGDPS technologinės schemos kūrimas programinės įrangos pagalba .....	34
3.2. Duomenų generavimas ir rezultatų gavimas .....	38
3.3. Gautų rezultatų įvertinimas. Tinklo analizė .....	39
3.4. Lietuvos gamtinių dujų perdavimo sistemos modelio ir tinklo charakteristikų patikra pagal faktinius duomenis .....	42
4. LIETUVOS GAMTINIŲ DUJŲ PERDAVIMO SISTEMOS PLĖTROS PROJEKTŲ MODELIAVIMAS IR TYRIMAS .....	43
4.1. Magistralinio dujotiekio Klaipėda – Kuršėnai pajėgumo didinimo ir SGDT prijungimo projektų modeliavimas ir gautų rezultatų apžvalga .....	43
4.2. Lietuvos – Lenkijos gamtinių dujų perdavimo sistemų jungties projekto modeliavimas ir gautų rezultatų apžvalga .....	45
4.3. Požeminės gamtinių dujų saugyklos prijungimo prie LGDPS, kompiuterinio modelio kūrimas ir funkcionavimo tyrimas .....	47
IŠVADOS IR SIŪLYMAI .....	51
LITERATŪROS SĄRAŠAS .....	52
PRIEDAI .....	54
PRIEDAS A. LGDPS kompiuterinio modelio schema .....	54
PRIEDAS B. Esamo LGDPS modelio parametrai, esant vidutiniam tinklo apkrovimui .....	55
PRIEDAS C. Esamo LGDPS modelio parametrai, esant maksimaliam tinklo apkrovimui .....	56
PRIEDAS D. SGDT prijungimo atveju, LGDPS modelio parametrai .....	57
PRIEDAS E. Lietuvos – Lenkijos gamtinių dujų perdavimo sistemų jungties schema .....	58
PRIEDAS F. Lietuvos – Lenkijos perdavimo sistemų jungties atveju – LGDPS modelio parametrai .....	59
PRIEDAS G. PžGDS prijungimo atveju – LGDPS modelio parametrai .....	60

## PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

- 1 pav.** Pirminės energijos Lietuvoje sąnaudų diagrama [3]
- 2 pav.** Tranzitu perduodamų GD kiekio ir vidaus suvartojimų grafikas, mln. m<sup>3</sup> [5]
- 3 pav.** Lietuvos gamtinių dujų perdavimo sistemos schema [2]
- 4 pav.** DKS technologinių procesų eiliškumo schema
- 5 pav.** SGGT sudedamųjų įrenginių schema [6]
- 6 pav.** Gamtinių dujų suvartojimas skirstymo sistemoje nuo 2009 iki 2013 m. [10]
- 7 pav.** Gamtinių dujų suvartojimas pagal vartotojų grupes [2]
- 8 pav.** Gamtinių dujų importo ir vartojimo schema [12]
- 9 pav.** Šilumos poreikių užtikrinimui reikalingos pirminės energijos balansas [14]
- 10 pav.** Gamtinių dujų importo struktūra Lietuvoje 2013m. proc. [2]
- 11 pav.** GD perdavimo kiekiai planuojami perduoti atskiroms vartotojų kategorijoms Lietuvoje, 2013 – 2022 m., mln. m<sup>3</sup> per metus [2]
- 12 pav.** LGDPS funkcionalumo tyrimo eiga ir technologinės schemos kūrimo eiliškumas
- 13 pav.** Kompiuterinės programos veikimo schema
- 14 pav.** LGDPS pirminė schema su pagrindinėmis dujotiekio magistralėmis
- 15 pav.** LGDPS kompiuterinis modelis su atšakomis ir DSS
- 16 pav.** DKS supaprastintos schemos modelis
- 17 pav.** Reversinės DKS schema
- 18 pav.** LGDPS schema su slėgio zonomis ir pažymėtais grupių taškais
- 19 pav.** Plėtros projektai, reikalingi LGDPS patikimam veikimui
- 20 pav.** Klaipėda – Kuršėnai projekto įgyvendinimo schema
- 21 pav.** SGGT prijungimo prie LGDPS ir Klaipėda – Kuršėnai, II-osios dujotiekio linijos įrengimo projektų kompiuterinio modelio dalies schema
- 22 pav.** Lietuvos – Lenkijos GD perdavimo sistemos sujungimo schema [2]
- 23 pav.** Importuojamų dujų kiekio balansas pagal importo vietą, %
- 24 pav.** LGDP sistemos modelio dalies, jungtyje su Latvijos gamtinių dujų perdavimo tinklais, schema
- 25 pav.** Importuojamų dujų kiekio balansas pagal importo vietą, %
- 26 pav.** Gamtinių dujų atjungimo pavyzdys, kompiuterinėje schemoje, prie Kotlovkos DAS

## LENTELIŲ SĄRAŠAS

**1 lentelė.** „Kotlovkos DAS – RF Kaliningrado sritis“ magistralinio dujotiekio duomenys

**2 lentelė.** „Kotlovkos DAS – Kiemėnų DAS“ magistralinio dujotiekio duomenys

**3 lentelė.** „Panevėžys – Klaipėda“ magistralinio dujotiekio duomenys

**4 lentelė.** „Klaipėda - Šakiai“ magistralinio dujotiekio duomenys

**5 lentelė.** LGDPS esančios dujų skirstymo stotys

**6 lentelė.** Pagrindinės SGDT charakteristikos [8]

**7 lentelė.** Gamtinių dujų degimo šilumos vertė ir *Wobbe* indeksas [13]

**8 lentelė.** Gamtinių dujų degimo kokybės parametrai [13]

**9 lentelė.** Slėgių palyginimas kontroliniuose taškuose

**10 lentelė.** Atlikto tyrimo santrauka apie LGDPS plėtros ir modernizacijos projektus



## **TEKSTE NAUDOJAMŲ TRUMPINIŲ SĄRAŠAS**

**LGDPS** – Lietuvos gamtinių dujų perdavimo sistema

**DAS** – dujų apskaitos stotis

**DSS** – dujų skirstymo stotis

**DKS** – dujų kompresorinė stotis

**SGD** – suskystintos gamtinės dujos

**DRS** – dujų slėgio redukavimo stotis

**SGDT** – suskystintų gamtinių dujų terminalas

**SGD** – suskystintos gamtinės dujos

**DN** – sąlyginis skersmuo

**LMD** – Lietuvos magistraliniai dujotiekiai

**LV** – Latvija

**RF** – Rusijos Federacija

**BY** – Baltarusija

**PŽGDS** – požeminė gamtinių dujų saugykla

**GD** – gamtinės dujos

## IVADAS

Šiame baigiamajame darbe nagrinėjama Lietuvos gamtinių dujų perdavimo sistemos (LGDPS) modernizacijos ir plėtros svarba, magistralinių dujotiekių funkcionavimo požiūriu. Į gamtinių dujų perdavimą, tiekimą ir transportavimą žiūrima kaip į kompleksinę ir tarpusavyje susijusią sistemą. Augant gamtinių dujų poreikiui, susiduriama su tinklų modernizacijos ir plėtros būtinybe. Būtent šiai problemai spręsti, gamtinių dujų perdavimo sistemos operatorius sudaro plėtros planus su numatomais projektais, kurių būtinumas ir funkcionalumas tiriamas šiame baigiamajame darbe.

Šis tyrimas atliekamas keturiems pagrindiniams LGDPS numatytiems plėtros projektams, tarpusavyje susijusiems su suskystintų gamtinių dujų terminalo (SGDT) prijungimu prie LGDPS. Lietuvos valstybės siekis diversifikuoti gamtinių dujų tiekimą, atidarant naujas gamtinių dujų importo rinkas verčia plėsti LGDPS tinklus, sujungiant su kaimyninių šalių perdavimo sistemomis. Pagrindinis šio tikslo projektas – SGDT. Todėl tyrimo dėmesys skirtas šio projekto integravimui į esamą LGDPS.

Tyrimo atlikimui pasirinktas kompiuterinis sistemos modeliavimas, kuriam sudaryta esamos LGDPS faktinių parametru, charakteristikų ir kitos būtiniausios informacijos duomenų bazė, pagal kurią sukuriamas funkcionuojantis LGDPS kompiuterinis modelis, sugeneruojami duomenys ir rezultatai. Sistema patikrinama pagal faktinius duomenis (kontrolinius taškus). Tačiau pagrindinis baigiamojo darbo tikslas – patikrinti ir įvertinti plėtros projektus, susijusius su SGDT, atliekant kompiuterinį sistemos modeliavimą. Šiam tikslui, kompiuterinis LGDPS modelis koreguojamas pagal projektinius duomenis, suderinami pagrindiniai dujų parametrai ruožuose ir taškuose. Tyrime taip pat analizuojami dujų importo scenarijai, kai keičiasi tiekimo taškai, taip ištiriamas ar plėtros ir modernizacijos projektai gali veikti.

Apibendrinant, šiuo tyrimu siekiama išsiaiškinti kaip funkcionuoja esama LGDPS ir kaip funkcionuos įvykdžius pagrindinius sistemos plėtros projektus.

**Baigiamojo darbo tema** – Lietuvos gamtinių dujų perdavimo sistemos (toliau – LGDPS) plėtra ir modernizacija. Lietuvos valstybės siekis tapti energetiškai nepriklausoma, pertvarkant savo energetikos ūkį, lėmė temos pasirinkimą. Darbe atliekamas tyrimas apie atliktus, vykdomus ir planuojamus dujų sektoriaus projektus.

**Pasirinktas tiriamasis objektas** – LGDPS, kuri sudaryta iš aukšto slėgio (16-100 bar) dujotiekių ir jiems priklausančių įrenginių, skirtų dujoms perduoti (transportuoti). Vienas iš pagrindinių skirstymo sistemos plėtros projektų – suskystintų gamtinių dujų (SGD) terminalas Klaipėdoje.

**Baigiamojo darbo tikslas** – atlikti Lietuvos gamtinių dujų perdavimo sistemos modernizacijos ir plėtros projektų funkcionalumo tyrimą, panaudojant kompiuterinę magistralinių dujotiekio tinklų modeliavimo ir hidraulikos skaičiavimo programą „OptiPlan“. Tikslui įgyvendinti pasirinkta programa įgalina gauti sprendinius iškeltiems uždaviniams, sukuria galimybę manipuluoti turima informacija ir duomenimis: gamtinių dujų srautais, slėgiu sistemoje, vamzdyno parametrais bei vartotojų poreikiais.

**Pagrindiniai šio baigiamojo darbo dalies uždaviniai ir sprendimo būdai:**

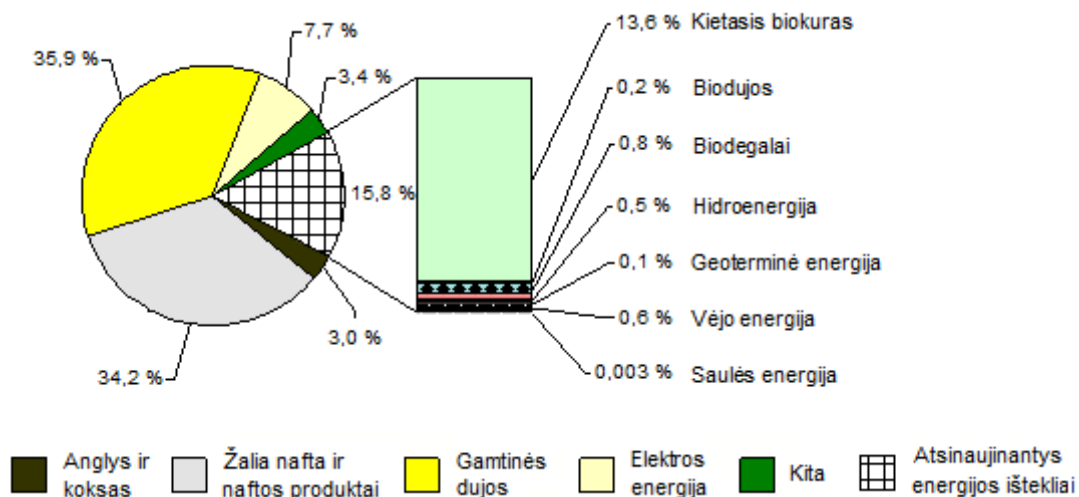
- Išanalizuoti esamą Lietuvos gamtinių dujų padavimo sistemą, surinkti informaciją apie pagrindinius įrenginius ir techninius parametrus.
- Apžvelgti būsimo suskystintų gamtinių dujų (toliau – SGD) terminalo naudą, aprašyti technologiją ir jos veikimo principą.
- Parengti perdavimo tinklų kompiuterinį modelį atitinkantį esamą padėtį ir patikrinti jų veikimą;
- Gamtinių dujų perdavimo sistemos galimybių analizė ir alternatyvų nustatymas.

Šių uždavinių sprendimui svarbus susistemintas informacijos rinkimas ir jos panaudojimas, baigiamojo darbo tikslui pasiekti. Gaunama ir naudojama informacija – iš perdavimo sistemas prižiūrinčios ir eksploatuojančios akcinės bendrovės „Amber Grid“. Ši informacijai yra konfidenciali, todėl detalizuotos reikšmės darbe nepateikiamos.

**Darbo praktinė ir mokslinė reikšmė, naujumas** – tyrimo metu nustatyta Lietuvos nacionalinės strategijos [1] ir gamtinių dujų perdavimo operatoriaus plėtros planų [2] reikšmė bendrai Lietuvos gamtinių dujų perdavimo sistemai. Tyrimui atlikti sukurtas šios sistemos kompiuterinis modelis, kurio pagalba galima keisti pagrindinius gamtinių dujų perdavimo sistemos parametrus (slėgį, diametrus, ilgius), stebėti sistemos veikimą ir įvertinti pokyčius.

## 1. LIETUVOS GAMTINIŲ DUJŲ PERDAVIMO SISTEMOS APŽVALGA IR JOS VEIKIMAS

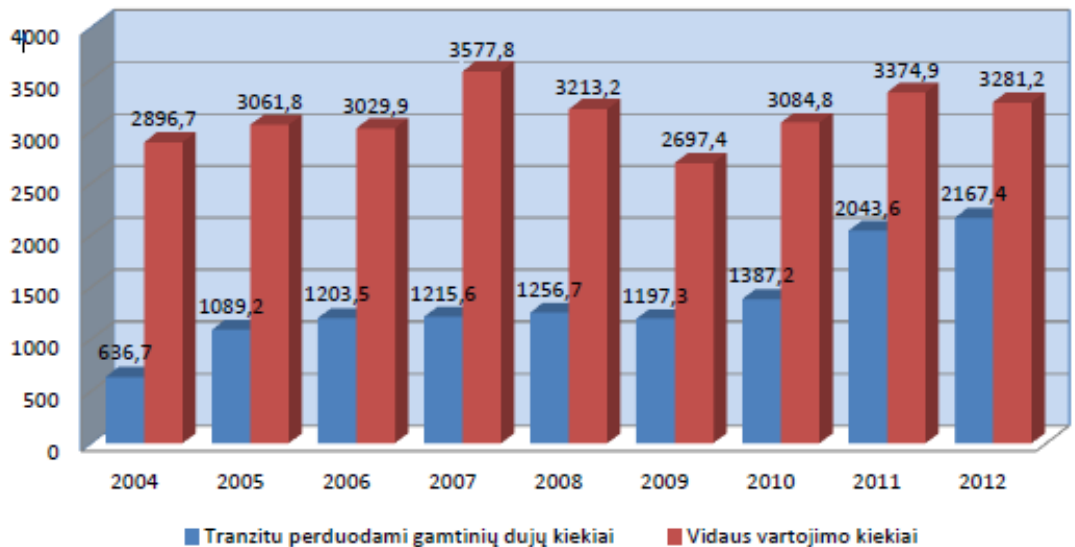
Gamtinių dujų perdavimo sistema – viena pagrindinių Lietuvos energetikos ūkio šakų. 2008 m. gamtinių dujų dalis šalies pirminės energijos struktūroje jau siekė 27,9 %. 2011–2013 m. gamtinių dujų dalis šalies pirminės energijos sąnaudų struktūroje sudarė vidutiniškai 35 % [4] (1 pav.).



1 pav. Pirminės energijos Lietuvoje sąnaudų diagrama [3]

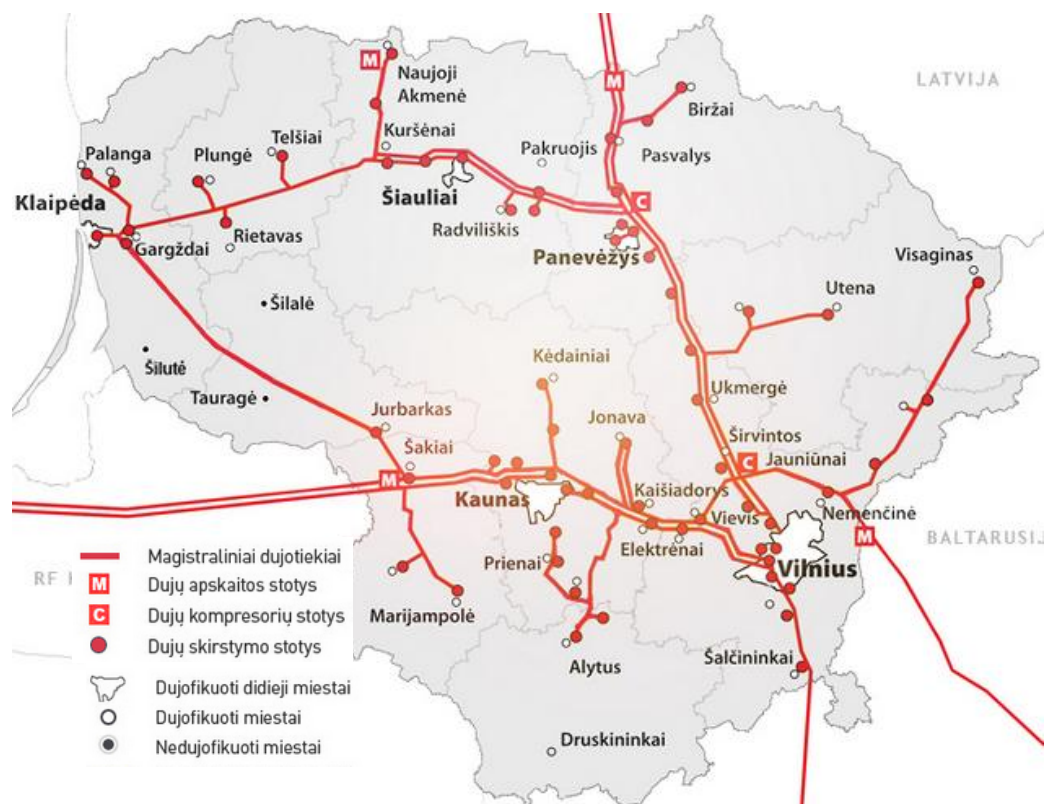
Pastovus gamtinių dujų poreikio didėjimas lemia perdavimo tinklų plėtrą, senųjų modernizacijos poreikį, kuris yra nurodytas Lietuvos nacionalinės energetikos strategijoje bei Lietuvos gamtinių dujų perdavimo sistemos operatoriaus parengtame perdavimo sistemos plėtros plane [2].

1961 m. pradėjus dujofikuoti Lietuvos ūkį, gamtinių dujų sąnaudos 1961 – 1991 m. dinamikoje sparčiai didėjo, 1991 m. pasiekiant net iki 6,0 mlrd. m<sup>3</sup> dujų per metus. Po nepriklausomybės atkūrimo, įvykus fundamentaliems Lietuvos ūkio struktūros pokyčiams ir pradėjus gerokai taupiau naudoti energiją, gamtinių dujų sąnaudos žymiai sumažėjo – 1993 m. net iki 29 % nuo 1991 m. lygio. Vėliau gamtinių dujų sąnaudos stabilizavosi ir 2004 – 2007 m. dujų sąnaudos jau nuolat didėjo – nuo 2,897 iki 3,587 mlrd. m<sup>3</sup> dujų per metus dėl 2008 m. Lietuvos ekonomikos recesijos dujų suvartojimas krito iki 2,697 mlrd. m<sup>3</sup>/metus. Iki 2012 m. – laipsniškai kilo iki 3,375 mlrd. m<sup>3</sup>/metus, o 2012 m. sumažėjo apie 3% iki 3,281 mlrd. m<sup>3</sup>/metus [4], duomenys grafiškai pateikti 1 paveiksle.



2 pav. Tranzitu perduodamų GD kiekio ir vidaus suvartojimų grafikas, mln. m<sup>3</sup> [5]

Šiuo laikotarpiu (2004 – 2012 m.) žymiai didėjo gamtinių dujų tranzito į Kaliningradą apimtys (2 pav.) – nuo 636,7 iki 2167,4 mln. m<sup>3</sup> dujų per metus. Visa tai turi tiesioginę įtaką gamtinių dujų tiekimo tinklų plėtrai tiek artimesnėje, tiek tolimesnėje perspektyvoje.



3 pav. Lietuvos gamtinių dujų perdavimo sistemos schema [2]

**Magistraliniai dujotiekiai** – LGDPS sudaro aukšto slėgio magistraliniai dujotiekiai, kurių ilgis siekia 2007 km, didžiausias sąlyginis dujotiekio skersmuo 1200 mm, o projektinis slėgis vamzdynuose 54 bar. Lietuvos gamtinių dujų perdavimo sistema sujungta su Baltarusijos, Latvijos

bei Rusijos dujų perdavimo sistemomis. Didžiausias gamtinių dujų kiekis importuojamas dujotiekiu iš Baltarusijos ir transportuojamas Lietuvos vartotojams, tranzitu – Rusijos Federacijos Kaliningrado srities vartotojams. Dujų transportavimas Lietuvos – Latvijos tarpvalstybine jungtimi gali būti vykdomas abiejomis kryptimis.

**Dujų kompresorinės stotys** – LGDP sistemoje įrengtos dvi dujų kompresorinės stotys (DKS). Pirmoji – Panevėžyje, o antroji – Jauniūnuose. Pirmoji pastatyta 1974 m. Paskirtis – sukelti dujų slėgį sistemoje trimis kryptimis:

- Vakarų kryptimi – į Klaipėdą,
- Pietų kryptimi – į Vilnių,
- Šiaurės kryptimi – į Latviją.

Stoties technologiniai sprendimai leidžia keisti dujų perdavimo kryptį – dirbti reversiniu režimu, šios DKS galia – 7,7 MW.

Antroji pastatyta ir pradėta eksploatuoti 2010 m., šios DKS įrengimą lėmė didesnis gamtinių dujų poreikis, uždarius Ignalinos AE, ir pirmosios DKS galios trūkumas. Jauniūnų DKS – Lietuvos Nacionalinės strategijos projektas, skirtas užtikrinti gamtinių dujų perdavimą, kurios galia siekia 34,5 MW.

**Dujų apskaitos stotys** – pagrindinės dujų apskaitos stotys yra trys, kurios nurodo gamtinių dujų eksportą ir importą Lietuvos valstybėje:

- Kotlovkos DAS – fiksuojamas importuojamų GD kiekis iš Baltarusijos magistralinių dujotiekių;
- Šakių DAS – fiksuojamas eksportuojamas GD kiekis į RF Kaliningrado sritį;
- Kiemėnų DAS – fiksuojamas eksportuojamas/importuojamas GD kiekis jungtyje su Latvijos gamtinių dujų perdavimo sistema.

Taip pat yra vidinės dujų apskaitos stotys, esančios valstybės ribose, tačiau jos skirtos laisvųjų vartotojų arba sistemos naudotojų suvartojamam dujų kiekiui apskaityti. Tačiau šiame darbe, pagal deklaruojamus dujų suvartojimus, laisvieji vartotojai priskiriami atitinkamo miesto DSS ir dujų kiekiai yra sumuojami.

## **2. LIETUVOS GAMTINIŲ DUJŲ PERDAVIMO SISTEMOS MODELIAVIMO IR JAM ATLIKTI REIKALINGOS INFORMACIJOS BEI METODIKOS APŽVALGA**

### **2.1. Energijos perdavimo ir skirstymo tinklų modeliavimo galimybės ir metodikos pasirinkimas**

Daugumos energiją perduodančių arba skirstančių tinklų (toliau energijos tinklų) veikimas priklauso nuo jų operatoriaus valdymo centrų (dispečerinių). Energijos srautų valdymas skirtas optimizuoti energijos tinklų veikimą. Valdymo tikslas – užtikrinti saugų ir nenutrūkstamą energijos tiekimą, atitinkamų parametrų (slėgio, įtampos, temperatūros, srauto ir t.t.) tinkluose palaikymą, laiku ir profesionaliai vykdomą techninę priežiūrą, remontą ir avarijų likvidavimą. Dėl to atsiranda poreikis atlikti tam tikrą tinklų veikimo modeliavimą, kuris reikalingas įvertinti kaip sistema veiks, pasikeitus sąlygoms: pasikeitus energijos poreikiams, įvykus tinklų avarijai, vykdant remonto, rekonstrukcijos arba plėtros darbus. Todėl energijos tinklų valdymo modeliavimą galima suskirstyti į kelias grupes, priklausomai nuo laikotarpio ir situacijos:

- Planinis modeliavimas – kai modeliavimas skirtas įvertinti iš anksto numatytų darbų, parametrų ar poreikio kitimui;
- Neplaninis modeliavimas – įvykus avarijai, stichinei nelaimei, karui ir pan.;
- Teorinis modeliavimas – atliekamas norit įvertinti planuojamus energijos tinklų projektus.

Naudojantis modeliu pagalba galima palyginti esamus energijos tinklus su modernizuotais, palyginti jų funkcionalumą. Būtent funkcionalumas sudaro pagrindą, energijos tinklų patikimam ir optimaliam veikimui. Energijos tinklų funkcionavimo modelis kuriamas šiais etapais:

- Pirmasis – pagal esamą situaciją ir faktinius duomenis sukuriama energijos tinklo skaičiuojamoji schema, sudaryta iš mazginių ir linijinių objektų su atitinkamomis charakteristikomis;
- Antrasis – sudaroma kompiuterinė šios schemos versija, suvedami reikiami duomenys;
- Trečiasis – parenkama srautų skaičiavimo metodika, ribinės, norminės energijos dydžių vertės;
- Ketvirtasis – atliekamas energijos srautų skaičiavimas, tikrinami duomenys, parametrai bei pačios schemos sandara.

Atlikus šiuos etapus, sprendžiamos iškilusios problemos, susijusios su energijos tinklų funkcionavimu, įvertinama gauta informacija, sudaromos tinklo charakteristikų suvestinės, vertinami faktiniai duomenys su gautaisiais, jeigu reikia schema koreguojama.

Šiame baigiamajame darbe atliekamas LGDPS modeliavimas, panaudojant kompiuterinę programinę įrangą „Optiplan“, „Mix“ versiją. Lietuvos gamtinių dujų perdavimo sistemos struktūra sudėtinga ir gausi technologinių įrengimų, kuriuos kompiuterinės programos aplinkoje, itin keblu sukurti taškinais ir linijiniais objektais. Modeliuojant energijos tinklus galima patikrinti jų funkcionalumą, būtent dėl to pasirinkta atlikti LGDPT modelio kūrimą įvertinant atliktus ir planuojamus modernizavimo projektus.

## **2.2. Lietuvos gamtinių dujų perdavimo sistemos informacinės bazės kūrimas**

Šiame skyriuje aprašomos pagrindinės LGDPS, sudedamosios dalys, pagrindiniai įrengimai, jų veikimas, nauda ir reikšmė sistemos patikimam veikimui. Aprašomi pagrindiniai parametrai, charakteristikos, reikalingos kuriant kompiuterinį LGDPS modelį ir atliekant sistemos veikimo tyrimą.

### **2.2.1. Dujotiekiai**

Baigiamajame darbe nagrinėjama LGDPS sudaryta iš magistralinių dujotiekių atkarpų – dažniausiai plieninių vamzdžių, kuriais perduodamos suslėgtos gamtinės dujos. Magistraliniuose dujotiekiuose dujų slėgis gali kisti nuo 16 iki 54 bar (aukštas slėgis). Esant aukštam slėgiui ir skaičiuojant sistemos hidrauliką būtina atsižvelgti į vamzdžių sienelės ekvivalentinį šiurkštumą. Esamos sistemos dujotiekių medžiagiškumas panašus, tačiau dėl statybos ir plėtros skirtumų ir vis tobulėjančių technologinių sprendimų, priimama, kad vamzdžių vidinės sienelės ekvivalentinis šiurkštumas – 0,045 mm.

Modeliuojant LGDPS, sudaroma skaičiuojamoji schema iš taškinių ir linijinių objektų. Taškiniai objektai nurodo charakteringus taškus (DSS, DAS, DKS, DRM ir t.t.) arba diametrų pokyčių vietas. Todėl iš pradžių, pagal turimą LGDPS žemėlapi (pav. 3), sudaroma supaprastinta schema su dujotiekių atkarpomis ir charakteringais taškais.

Dėl paprastesnio LGDPS schemos suvokimo ir schemos pateikimo, suskirstoma sistema į pagrindines magistrale su joms priklausančiais vartotojais, atsižvelgiant į penkis didžiuosius Lietuvos miestus: Vilnių, Kauną, Panevėžį, Šiaulius, Klaipėdą.

Prieš schemos sudarymą reikia susisteminti duomenis apie magistralinius dujotiekius, šiuo atveju – sukurti jungtis (atkarpos) tarp pagrindinių Lietuvos miestų, nurodant taškų ir tiesių skaičių, bendras charakteristikas (skersmenis, ilgį, topologinius ypatumus, DSS skaičių ir dujų poreikius). Toliau pateikiami trumpi aprašymai apie LGDPS magistralinius dujotiekius:

**„Ivacevičiai – Vilnius – Kaunas – Kaliningradas“** – tai viena iš pagrindinių magistralinio dujotiekio dalių. Bendras šios atkarpos dujotiekių ilgis 657 km, sąlyginio skersmens intervalas ne atšakose – nuo 100 iki 800 mm. Dujotiekis sudarytas iš dviejų lygiagrečiai įrengtų



linijų, išskyrus atkarpas: tarp Kauno miesto pirmosios ir antrosios DSS; nuo Ivacevičių iki Lentvario DSS. Visoje atkarpoje yra 29 vnt. dujų skirstymo stočių (DSS); 2 vnt. dujų apskaitos stočių (DAS). Detalesnė informacija pateikiama 1-oje lentelėje.

**1 lentelė.** „Kotlovkos DAS – RF Kaliningrado sritis“ magistralinio dujotiekio duomenys

Eil. Nr.	Pavadinimas	Dujotiekių lygiagrečių linijų skaičius atkarpoje, vnt.	Sąlyginis skersmuo, mm	Ilgis, m
<b>Pagrindinės magistralės</b>				
1	Vilnius – Elektrėnai	2	700	42259
			700	42259
2	Elektrėnai – Jonava	2	800	48200
			350	48200
3	Jonava–Kauno DSS1	2	700	31200
			350	31200
4	Kauno DSS1-Kauno DSS2	1	700	15230
5	Kauno DSS2-RF Kaliningradas	1	700	98100
6	Vilnius- Ivacevičiai	1	700	48772
<b>Magistralinių dujotiekių atšakos</b>				
1	Šalčininkai	1	100	250
2	Jašiūnai	1	100	320
3	Rudamina	1	300	1810
4	Baltoji Vokė	1	150	180
5	Aukštieji Paneriai 1	1	150	360
6	Aukštieji Paneriai 2	1	200	370
7	Grigiškės	2	200	1900
			100	1900
8	Vilnius	2	700	2100
			700	2100
9	Vievis	1	100	180
10	Elektrėnai	1	530	1800
11	Žiežmariai	1	100	550
12	Kaišiadorys	1	200	1190
13	Jonava	2	500	24600

Eil. Nr.	Pavadinimas	Dujotiekių lygiagrečių linijų skaičius atkarpoje, vnt.	Sąlyginis skersmuo, mm	Ilgis, m
			350	24600
14	Alytus	1	400	54200
15	Butrimonys	1	100	8200
16	Prienai	1	200	1400
17	Birštonas	1	150	1950
18	Girininkai	1	300	15000
19	Praviena	1	150	290
20	Kauno DSS 1	1	300	500
21	Kauno DSS 2	1	150	54
22	Vandžiogala	1	100	300
23	Kėdainiai	1	400	38000
24	Zapyškis	1	200	3800
25	Batniava	1	150	1950
26	Lekėčiai	1	150	1500
27	Šakiai	1	150	2621
28	Marijampolė	1	400	48800
29	Vilkaviškis	1	150	9000

1 lentelės pabaiga

Viso, km:

657

**„Kotlovka – Jauniūnai – Panevėžys – Kiemėnai“** – magistralinis dujotiekis, skirtas perduoti dujas iš pietrytinės Lietuvos dalies į Šiaurinius regionus. Tai yra strategiškai svarbi atkarpa, jungianti Lietuvos ir Latvijos gamtinių dujų perdavimo sistemas. Įrengtos dvi dujų kompresorinės stotys (DKS), Panevėžyje ir Jauniūnuose. Nuo šios atkarpos pajungtas magistralinis dujotiekis į vakarinę Lietuvos sritį (Klaipėdą). Dujotiekis sudarytas iš dviejų lygiagrečiai įrengtų linijų. Atkarpoje yra 20 vnt. DSS ir 2 vnt. DAS. Bendras dujotiekių ilgis atkarpoje – 696 km,

sąlyginio skersmens intervalas – nuo 100 iki 1200 mm. Detalesnė informacija pateikiama 2-oje lentelėje.

**2 lentelė.** „Kotlovkos DAS – Kiemėnų DAS“ magistralinio dujotiekio duomenys

Eil. Nr.	Pavadinimas	Dujotiekių lygiagrečių linijų skaičius atkarpoje, vnt.	Sąlyginis skersmuo, mm	Ilgis, m
<b>Pagrindinės magistralės</b>				
1	Kotlovka - Jauniūnai	1	1200	60000
2	Jauniūnai - Vievis	1	1000	26000
3	Jauniūnai - Kiemėnai	2	700	154000
			500	154000
4	Jauniūnai - Maišiagala	2	500	13000
			500	13000
<b>Magistralinių dujotiekių atšakos</b>				
1	Visaginas	1	320	115000
2	Švenčionėliai	1	100	350
3	Pabradė	1	200	13000
4	Nemenčinė	1	100	300
5	Širvintos	1	200	1100
6	Villon	1	700	11000
7	Maišiagala	1	200	1600
8	Ukmergė	1	150	1100
9	Utena	1	300	75000
10	Anykščiai	1	150	800
11	Taujėnai	1	150	250
12	Raguva	1	200	200
13	Miežiškės	1	300	3200
14	Panevėžio DSS 1	2	300	6500
			150	6500
15	Panevėžio DSS 2	1	200	350
16	Piniavos DSS	1	100	20

Eil. Nr.	Pavadinimas	Dujotiekių lygiagrečių linijų skaičius atkarpoje, vnt.	Sąlyginis skersmuo, mm	Ilgis, m
17	Gegužinė	1	150	500
18	Pasvalys	1	150	250
19	Biržai	1	300	38500
20	Pajiešmėnai	1	300	150

2 lentelės pabaiga

Viso, km:

696

**„Panevėžys – Klaipėda“** – magistralinio dujotiekio atkarpa jungianti Panevėžio ir Klaipėdos miestus. Šiuo metu dujos perduodamos Klaipėdos kryptimi. Dujotiekis sudarytas iš dviejų lygiagrečių linijų iki atšakos į Naująją Akmenę, nuo čia iki pat Klaipėdos – viena linija DN 300. Atkarpoje yra 16 vnt. DSS ir 1 vnt. DAS. Bendras atkarpos dujotiekių ilgis 481 km. Sąlyginių skersmenų intervalas – nuo 150 iki 1000 mm. Detalesnė informacija pateikiama 3-oje lentelėje.

**3 lentelė.** „Panevėžys – Klaipėda“ magistralinio dujotiekio duomenys

Eil. Nr.	Pavadinimas	Dujotiekių lygiagrečių linijų skaičius atkarpoje, vnt.	Sąlyginis skersmuo, mm	Ilgis, m
Pagrindinės magistralės				
1	Panevėžys - Perėjimas	2	1000	22000
			350	22000
2	Perėjimas - Kūžiai	2	350	65000
			500	65000
3	Kūžiai - Akmenės atšaka	2	350	22000
			500	22000
4	Akmenė - Klaipėda	1	300	115000
Magistralinių dujotiekių atšakos				
1	Klaipėda	1	300	8000
2	Palanga	1	250	32000
3	Kretinga	1	250	3000
4	Gargždai	1	300	1800
5	Plungė	1	250	16000
6	Rietavas	1	150	250
7	Telšiai	1	300	15000

Eil. Nr.	Pavadinimas	Dujotiekių lygiagrečių linijų skaičius atkarpoje, vnt.	Sąlyginis skersmuo, mm	Ilgis, m
8	N. Akmenė	1	250	42000
9	Papilės	1	150	4300
10	Mažeikių DAS	1	300	150
11	Daugeliai	1	250	2300
12	Kūžiai	1	70	1600
13	Šiauliai	2	250	2500
			150	2500
14	Radviliškis	1	150	8800
15	Alksnupiai	1	90	6400
16	Pakruojis	1	100	1000

3 lentelės pabaiga

Viso, km:

481

„Klaipėda – Šakiai“ – dar šiais metais pastatytas magistralinis dujotiekis, kurio dėka LGDPS tapo žiedinio tipo sistema. Atkarpoje dujotiekis sudarytas iš vienos linijos – DN 400 mm., ilgis – 187 km. Atkarpoje yra 2 vnt. DSS. Detalesnė informacija pateikiama 4-oje lentelėje.

**4 lentelė.** „Klaipėda - Šakiai“ magistralinio dujotiekio duomenys

Eil. Nr.	Pavadinimas	Dujotiekių lygiagrečių linijų skaičius atkarpoje, vnt.	Sąlyginis skersmuo, mm	Ilgis, m
Pagrindinės magistralės				
1	Klaipėda - Šakiai	1	400	183000
Magistralinių dujotiekių atšakos				
1	Klaipėda 2	1	300	3000
2	Jurbarkas	1	300	630

Viso, km:

187

Lentelėse pateikti duomenys sudaryti, pagal Lietuvos gamtinių dujų perdavimo sistemos įrenginių ir magistralinių dujotiekių schemas GIS programinės įrangos aplinkoje, tačiau dujotiekio atkarpų ilgiai nėra tikslūs.

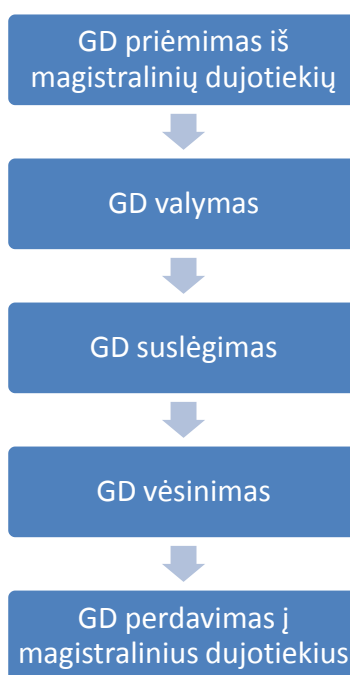
## 2.2.2. Dujų kompresorinės stotys (DKS)

Dujų kompresorinės stotys yra viena iš sudedamųjų LGDPS dalių, kurios tiesiogiai susijusios su optimaliu ir patikimu gamtinių dujų perdavimu – dujų slėgio padidinimas ir tolesnis jų perdavimas reikiama kryptimi dujotiekiuose.

Pirmoji (Panevėžio) dujų kompresorinė stotis pastatyta siekiant užtikrinti dujų tiekimą į Klaipėdos miestą šaltuoju sezono metu. Tačiau, didėjant gamtinių dujų poreikiui ir įvertinant LGDPS tinklų plėtrą, Ignalinos AE sustabdymą – 2010 m. buvo pastatyta Jauniūnų DKS.

Jauniūnų DKS vietos parinkimą lėmė pagrindinių magistralinių dujotiekių išsidėstymas, būtent šioje vietoje susijungia pagrindiniai LGDPS magistraliniai dujotiekiai: Minkas–Vilnius; Vilnius–Panevėžys–Ryga; Vilnius–Kaunas–Kaliningradas.

Šioje DKS gamtinės dujos suslegiamos iki 54 bar., taip padidinamas perduodamas dujų kiekis. Pagrindiniai Jauniūnų DKS technologiniai elementai: dujų turbinos, kompresoriai, dujų aušinimo ir valymo įrenginiai. Bendra kompresorinės turbinų galia – 34,5 MW. Šios turbinos suka išcentrinis kompresorius, kurie slegia gamtines dujas, slegiamos dujos kaista, todėl reikalingas, dujų ir įrangos vėsinimas. Čia pasitelkiamos vandens aušyklos. Principinę funkcinę DKS schemą pateikiu 4 pav.



**4 pav.** DKS technologinių procesų eiliškumo schema

Jauniūnų ir Panevėžio DKS gali veikti reversiniu režimu – tiekti ir priimti dujas iš tos pačios pusės. Todėl būtina atsižvelgti sudarant kompiuterinį LGDPS modelį. Dujų kompresorinės stotys prijungtos dvejomis dujotiekio linijomis, kurių sąlyginiai skersmenys DN 700. Vidiniai technologiniai vamzdiniai nebus modeliuojami todėl pagrindinis DKS parametras LGDPS modelyje – sukurtas išleidžiamų dujų slėgis.

### 2.2.3. Dujų apskaitos stotys (DAS)

DAS skirtos perduodamam dujų kiekiui apskaityti ir gamtinių dujų parametrams, kokybei bei sudėčiai matuoti. Dujų kokybės ir sudėties matavimams naudojami srautiniai chromatografai, kurių veikimas pagrįstas sorbciniais procesais dinaminėje aplinkoje. Dujos leidžiamos per sorbuojančias medžiagas, pagal sorbento pokyčius įvertinama kokios sudėties ir kokybės dujos praeina pro DAS.

Tačiau, kuriant LGDPS kompiuterinį modelį ir technologinę schema, pagrindinis parametras – valandinis dujų srautas, pratekantis pro Kotlovkos, Kiemėnų ir Šakių DAS. Faktiniai DAS duomenys gaunami tiesiogiai iš AB „Amber Grid“, tačiau ankstesnių duomenų apie apskaitytus dujų kiekius negauta. Sudarant LGDPS schema ir vykdant modeliavimą, DAS apskaičiuotų srautų dydis neturi įtakos, tačiau jie bus panaudojami lyginamosioms charakteristikoms ir tinklo veikimo patikrinimui.

### 2.2.4. Dujų skirstymo stotys (DSS)

DSS – įrenginys, skiriantis gamtinių dujų perdavimo ir skirstymo sistemas. Čia atliekamas dujų slėgio mažinimas, paskirstomų dujų kiekio apskaitymas, filtravimas, pašildymas ir odoravimas. Dujų skirstymo stotys dažniausiai skirtos regiono, miesto ar miestelio gamtinių dujų poreikiui užtikrinti.

Perdavimo sistemos atžvilgiu DSS funkcija užtikrinti reikiamą dujų kiekį, slėgį ir kokybę vartotojui. Tačiau LGDPS schemos ir modelio kūrimui reikalingas tik apskaitomas dujų kiekis.

Šiuo metu LGDPS sudaro 66 vnt. DSS, kurių sąrašas, metinis, vidutinis ir maksimalus suvartojamas dujų kiekis pateikiamas lentelėje 5.

**5 lentelė.** LGDPS esančios dujų skirstymo stotys

Eil. Nr.	Pavadinimas	Matavimo vnt.	Qsum, metinis	Qvid, valandinis	Qmax, valandinis	Taško Nr. schemeje
1	Šalčininkai	m <sup>3</sup>	3798498	434	1600	166
		kWh	41783478	4770	17600	
2	Jašiūnai	m <sup>3</sup>	893093	102	500	165
		kWh	9824023	1121	5500	
3	Rudamina	m <sup>3</sup>	23869314	2725	3500	164
		kWh	262562454	29973	38500	
4	Baltoji Vokė	m <sup>3</sup>	13141774	1500	5200	163
		kWh	144559516	16502	57200	
5	Aukštieji Paneriai 1	m <sup>3</sup>	19712661	2250	1400	161
		kWh	216839274	24753	15400	
6	Aukštieji Paneriai 2	m <sup>3</sup>	32854436	3751	4500	162
		kWh	361398791	41256	49500	
7	Grigiškės	m <sup>3</sup>	1030420	118	7500	151

Eil. Nr.	Pavadinimas	Matavimo vnt.	Qsum, metinis	Qvid, valandinis	Qmax, valandinis	Taško Nr. schemeje
		kWh	11334620	1294	82500	
8	Vilnius	m <sup>3</sup>	65708871	7501	4200	152
		kWh	722797581	82511	46200	
9	Vievis	m <sup>3</sup>	3341415	381	1450	167
		kWh	36755565	4196	15950	
10	Elektrėnai	m <sup>3</sup>	1223702	140	750	179
		kWh	13460722	1537	8250	
11	Žiežmariai	m <sup>3</sup>	1953038	223	1000	181
		kWh	21483418	2452	11000	
12	Kaišiadorys	m <sup>3</sup>	8931412	1020	2000	183
		kWh	98245532	11215	22000	
13	Jonava	m <sup>3</sup>	15737572	1797	4500	185
		kWh	173113292	19762	49500	
14	Alytus	m <sup>3</sup>	22596720	2580	11300	188
		kWh	248563920	28375	124300	
15	Butrimonys	m <sup>3</sup>	1607938	184	750	192
		kWh	17687318	2019	8250	
16	Prienai	m <sup>3</sup>	3799987	434	2300	196
		kWh	41799857	4772	25300	
17	Birštonas	m <sup>3</sup>	1660370	190	1250	197
		kWh	18264070	2085	13750	
18	Girininkai	m <sup>3</sup>	521531	60	7500	193
		kWh	5736841	655	82500	
19	Praviena	m <sup>3</sup>	4274831	488	1450	198
		kWh	47023141	5368	15950	
20	Kauno DSS 1	m <sup>3</sup>	90808127	10366	21000	200
		kWh	998889399	114028	231000	
21	Kauno DSS 2	m <sup>3</sup>	38917769	4443	10000	206
		kWh	428095457	48869	110000	
22	Kėdainiai	m <sup>3</sup>	30673983	3502	8600	203
		kWh	337413813	38518	94600	
23	Vandžiogala	m <sup>3</sup>	133642	15	100	205
		kWh	1470062	168	1100	
24	Zapyškis	m <sup>3</sup>	462825	53	300	214
		kWh	5091075	581	3300	
25	Batniava	m <sup>3</sup>	629353	72	300	212
		kWh	6922883	790	3300	
26	Lekėčiai	m <sup>3</sup>	341129	39	200	222
		kWh	3752419	428	2200	
27	Šakiai	m <sup>3</sup>	1635986	187	800	224
		kWh	17995846	2054	8800	



Eil. Nr.	Pavadinimas	Matavimo vnt.	Qsum, metinis	Qvid, valandinis	Qmax, valandinis	Taško Nr. schemeje
28	Marijampolė	m <sup>3</sup>	42878183	4895	13500	226
		kWh	471660013	53842	148500	
29	Vilkaviškis	m <sup>3</sup>	4251231	485	1800	245
		kWh	46763541	5338	19800	
30	Visaginas	m <sup>3</sup>	28831503	3291	14000	231
		kWh	317146533	36204	154000	
31	Švenčionėliai	m <sup>3</sup>	1311385	150	8000	236
		kWh	14425235	1647	88000	
32	Pabradė	m <sup>3</sup>	2078560	237	1000	235
		kWh	22864160	2610	11000	
33	Nemenčinė	m <sup>3</sup>	2081431	238	1100	238
		kWh	22895741	2614	12100	
34	Širvintos	m <sup>3</sup>	1417266	162	1900	138
		kWh	15589926	1780	20900	
35	Villon	m <sup>3</sup>	407443	47	100	145
		kWh	4481873	512	1100	
36	Maišiagala	m <sup>3</sup>	545373	62	400	143
		kWh	5999103	685	4400	
37	Ukmergė	m <sup>3</sup>	15274580	1744	6000	136
		kWh	168020380	19180	66000	
38	Utena	m <sup>3</sup>	11881427	1356	3500	132
		kWh	130695697	14920	38500	
39	Anykščiai	m <sup>3</sup>	6882921	786	2600	135
		kWh	75712131	8643	28600	
40	Taujėnai	m <sup>3</sup>	66832	8	50	130
		kWh	735152	84	550	
41	Raguva	m <sup>3</sup>	172521	20	120	128
		kWh	1897731	217	1320	
42	Miežiškės	m <sup>3</sup>	0	0	0	126
		kWh	0	0	0	
43	Panevėžio DSS 1	m <sup>3</sup>	40149227	4583	10000	108
		kWh	441641494,8	50416	110000	
44	Panevėžio DSS 2	m <sup>3</sup>	60223840	6875	20000	111
		kWh	662462242,2	75624	220000	
45	Piniavos DSS	m <sup>3</sup>	25468	3	28	
		kWh	280148	32	308	
46	Gegužinė	m <sup>3</sup>	1425828	163	400	94
		kWh	15684108	1790	4400	
47	Pasvalys	m <sup>3</sup>	11134833	1271	3500	102
		kWh	122483163	13982	38500	
48	Biržai	m <sup>3</sup>	5827428	665	4500	98

Eil. Nr.	Pavadinimas	Matavimo vnt.	Qsum, metinis	Qvid, valandinis	Qmax, valandinis	Taško Nr. schemeje
		kWh	64101708	7318	49500	
49	Pajiešmėnų	m <sup>3</sup>	362190	41	150	243
		kWh	3984090	455	1650	
50	Klaipėda	m <sup>3</sup>	100916396	11520	32000	33
		kWh	1110080356	126722	352000	
51	Palanga	m <sup>3</sup>	11519015	1315	6000	58
		kWh	126709165	14465	66000	
52	Kretinga	m <sup>3</sup>	4435778	506	1500	60
		kWh	48793558	5570	16500	
53	Gargždai	m <sup>3</sup>	11897191	1358	5800	61
		kWh	130869101	14939	63800	
54	Plungė	m <sup>3</sup>	5073871	579	1900	62
		kWh	55812581	6371	20900	
55	Rietavas	m <sup>3</sup>	3873539	442	1100	240
		kWh	42608929	4864	12100	
56	Telšiai	m <sup>3</sup>	16716382	1908	6000	63
		kWh	183880202	20991	66000	
57	N. Akmenė	m <sup>3</sup>	3610262	412	2000	64
		kWh	39712882	4533	22000	
58	Papilės	m <sup>3</sup>	3038307	347	2500	66
		kWh	33421377	3815	27500	
59	Daugeliai	m <sup>3</sup>	5585254	638	1900	72
		kWh	61437794	7013	20900	
60	Kūžiai	m <sup>3</sup>	1037276	118	500	76
		kWh	11410036	1303	5500	
61	Šiauliai	m <sup>3</sup>	54607880	6234	15000	79
		kWh	600686680	68572	165000	
62	Radviliškis	m <sup>3</sup>	2843229	325	2000	78
		kWh	31275519	3570	22000	
63	Alksnupiai	m <sup>3</sup>	979272	112	350	88
		kWh	10771992	1230	3850	
64	Pakruojis	m <sup>3</sup>	1944890	222	900	90
		kWh	21393790	2442	9900	
65	Klaipėda 2	m <sup>3</sup>	43249884	4937	12500	53
		kWh	475748724	54309	137500	
66	Jurbarkas	m <sup>3</sup>	4493988	513	1300	52
		kWh	49433868	5643	14300	
	Viso:	m <sup>3</sup>	903312281	103118	289848	
		kWh	9936435091	1134296	3188328	

5 lentelės pabaiga

LGDPS modelio kūrimo metu pasirinkta, kad DSS apkrovos –  $Q_{vid}$ , valandinis [kWh]. Paiešmenos DSS neturi suteikto numerio, nes tai yra Panevėžio DKS dalis, kurios dujų sąnaudos minimalios, todėl atskirai į schema ji neįtraukiama.

### 2.2.5. Suskystintų gamtinių dujų terminalas (SGDT)

Suskystintų gamtinių dujų terminalas (SGDT) – alternatyvi gamtinių dujų importo terpė, kuria galima plėsti dujų importo rinką Lietuvoje. Pagrindinis SGDT įrenginys – FSRU (angl. k. Floating Storage Regasification Unit) išdujinimo laivas „INDEPENDENCY“ (liet. k. „Nepriklausomybė“), kuris Klaipėdos jūrų uoste priims dujas iš SGD gabenančių laivų.



5 pav. SGDT sudedamųjų įrenginių schema [6]

Šiuo metu tai – įgyvendinamas projektas, vykdoma statyba, todėl tikslių duomenų apie perduodamus dujų kiekius ir jų parametrus nėra. Modeliavimui ir technologiniai schemai sudaryti naudojami projektiniai duomenys iš specialiojo plano projekto [7]. Toliau pateikiamos pagrindinės terminalo charakteristikos, lentelėje 6.

6 lentelė. Pagrindinės SGDT charakteristikos [8]

Terminalo technologinis pajėgumas (išdujinimo ir SGD perkrovos)	Iki 11.000.000 m <sup>3</sup> gamtinių dujų per dieną
Bendras SGD talpų tūris	170.000 m <sup>3</sup>
Maksimalus SGD pripildymo lygis	98 %, esant 70kPag
Minimalus operatyvinis SGD likutis	3.500 m <sup>3</sup> SGD
Maksimalus SGD krovos/perkrovos greitis	9.000 m <sup>3</sup> SGD/val.
Maksimalus SGD išdujinimo greitis	460.000 m <sup>3</sup> gamtinių dujų/val.
Nominalus SGD išdujinimo greitis	230.000 m <sup>3</sup> gamtinių dujų/val.
Minimalus SGD išdujinimo greitis	61.300 m <sup>3</sup> gamtinių dujų/val.
Maksimali SGD krovą vykdančio Dujovežio talpa, jei nesusitarta kitaip	160.000 m <sup>3</sup>
Minimali SGD krovą vykdančio Dujovežio talpa, jei nesusitarta kitaip	65.000 m <sup>3</sup>
Maksimali SGD perkrovą vykdančio Dujovežio talpa, jei nesusitarta kitaip	65.000 m <sup>3</sup>
Minimali SGD perkrovą vykdančio Dujovežio talpa, jei nesusitarta kitaip	5.000 m <sup>3</sup>

Terminalo SGD išdujinimo pajėgumai negali būti didesni nei gamtinių dujų perdavimo sistemos operatoriaus nustatyti maksimalūs gamtinių dujų perdavimo pajėgumai Terminalo

prijungimo prie Perdavimo sistemos taške (DAS): 2015 m. planuojami 178.000 Nm<sup>3</sup>/val., nuo 2016 m. pastačius Klaipėda–Kuršėnai jungtį – 460.000 Nm<sup>3</sup>/val. [8]

### 2.3. Lietuvos gamtinių dujų rinkos apžvalga ir poreikių analizė

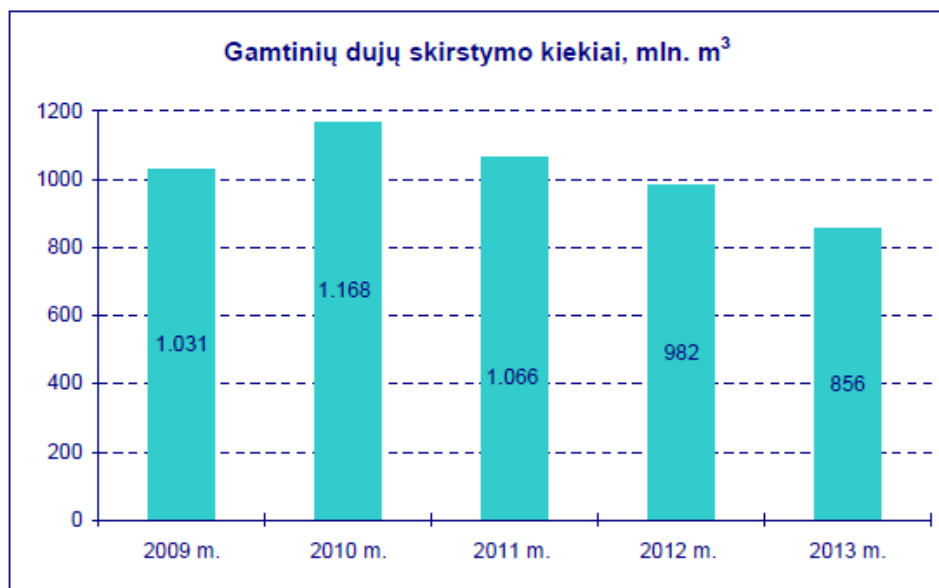
LGDPS modernizavimo ir plėtros apimtys glaudžiai susiję su gamtinių dujų vartojimu. Lietuvoje pagrindiniai gamtinių dujų vartotojai:

- Energetikos įmonės;
- Pramonės įmonės;
- Buitiniai vartotojai;
- Žemės ūkio įmonės.

Pagal gamtinių dujų įstatymo [9] antrojo skirsnio 6 straipsnį ir trečiojo skirsnio 12 straipsnį, dujų vartotojas arba sistemos naudotojas gali pasirinkti dujų tiekėją, sudarant atskiras sutartis, tačiau gamtinių dujų operatorius privalo užtikrinti gamtinių dujų tiekimą ir optimalų sistemos veikimą.

Todėl nepriklausomai nuo vartotojo poreikių sistemos operatorius privalo atsižvelgti į kiekvieną vartotoją ir jo keliamus reikalavimus. Gamtinių dujų poreikiui Lietuvoje, panaudojama informacija iš AB „AmberGrid“ ir AB „Lietuvos dujos“ pateikiamų metinių pranešimų[11][10].

Pagal pateiktus AB „Lietuvos dujos“ duomenis [10] per 2013 m. bendrovė paskirstė – 856,3 mln. m<sup>3</sup> gamtinių dujų savo vartotojams, tai yra 12,8 % mažiau negu 2012 m. (982,1 mln. m<sup>3</sup>). Taip pat pateikiami gamtinių dujų paskirstyti kiekiai, 6 paveiksle.



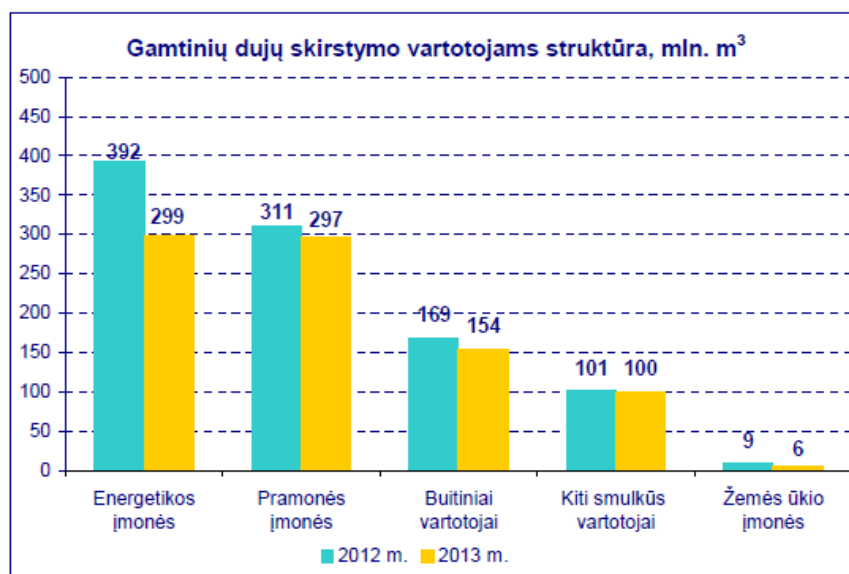
6 pav. Gamtinių dujų suvartojimas skirstymo sistemoje nuo 2009 iki 2013 m. [10]

Įmonės teigimu [10], gamtinių dujų vartojimo mažėjimą lėmė kitų kuro rūšių (biokuro, biodujų ir t.t.) panaudojimas elektros ir šilumos energijos gamyboje. Taip pat mažėjant energijos poreikiams renovuojant energijos perdavimo sistemas ir didinant jų efektyvumą.

Gamtinių dujų suvartojimo mažėjimas matomas visuose vartotojų grupėse, lyginant 2012 ir 2013 m. duomenis:

- Energetikos įmonėse – 23,7 %;
- Pramonės įmonėse – 4,5 %;
- Buitinių vartotojų – 8,9 %.

Duomenys grafiškai pateikiami 7-ame paveiksle.



**7 pav.** Gamtinių dujų suvartojimas pagal vartotojų grupes [2]

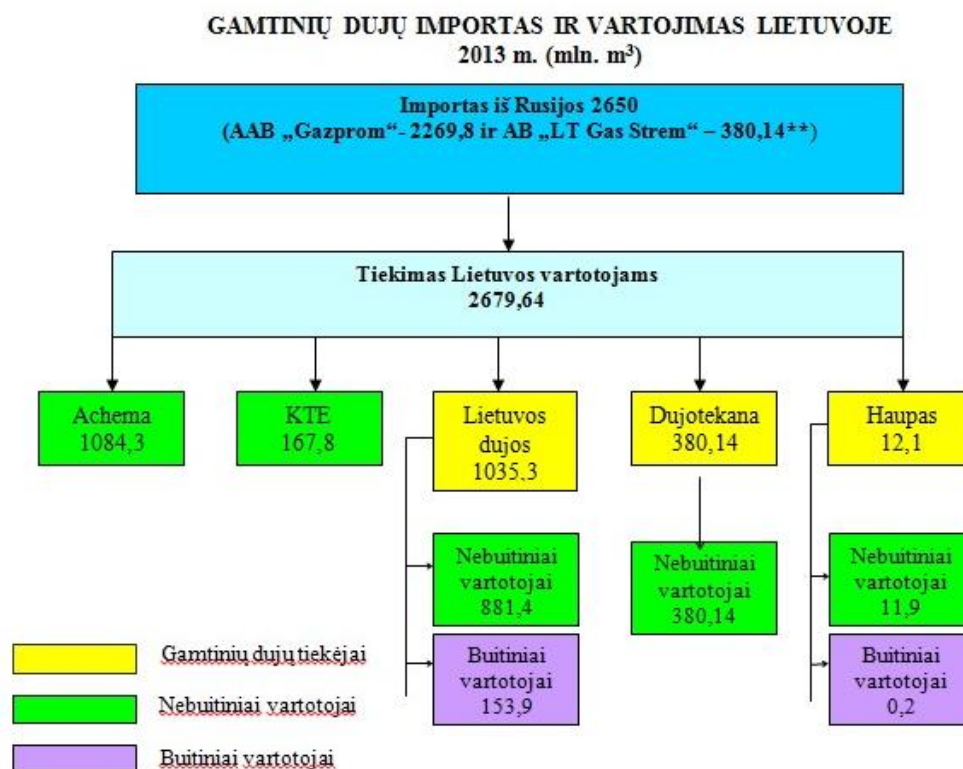
Pagal AB „AmberGrid“ bendrovės pateiktą informaciją, gamtinių dujų tranzitas į RF Kaliningrado sritį per ataskaitinius metus (2013 m.) – 2152 mln. m<sup>3</sup>, o per 2012 m. – 2167 mln. m<sup>3</sup>. [12]

2013 metais iš Rusijos į Lietuvą gamtines dujas, kaip ir anksčiau, importavo 5 įmonės: AB „Lietuvos dujos“, UAB „Dujotekana“, UAB „Haupas“, AB „Achema“ ir UAB „Kauno termofikacijos elektrinė“. 4 dujų įmonės yra sudariusios sutartis su AB „Gazprom“, o UAB „Dujotekana“ dujas perka per „Gazprom“ tarpininką – „LT Gas Stream“. [12]

2013 m. į Lietuvą importuota 2650 mln. m<sup>3</sup> gamtinių dujų, iš jų AB „Lietuvos dujos“ – 1005,6 mln. m<sup>3</sup> (nupirko iš „Gazprom“ – 1059,2 mln. m<sup>3</sup>); AB „Achema“ – 1084,3 mln. m<sup>3</sup>; UAB „Dujotekana“ – 380,14 mln. m<sup>3</sup>; UAB „Kauno termofikacinė elektrinė“ 167,8 mln. m<sup>3</sup> ir UAB „Haupas“ – 12,1 mln. m<sup>3</sup>. [12]

2013 m. suvartota 2679,64 mln. m<sup>3</sup> gamtinių dujų, iš jų buitiniai – 154,1 mln. m<sup>3</sup>, nebutiniai vartotojai – 2525,54 mln. m<sup>3</sup> (neskaitant turinčių tiesiogines sutartis AB „Achema“ ir KTE – 1273,44 mln. m<sup>3</sup>). [12]

Ši informacija pateikiama grafiškai 8 pav.



\*- skirtumas tarp pateiktų į sistemą ir vartotojams dujų kiekių susidaro dėl suvartojimo technologiniams poreikiams bei nuostolių tinkle.

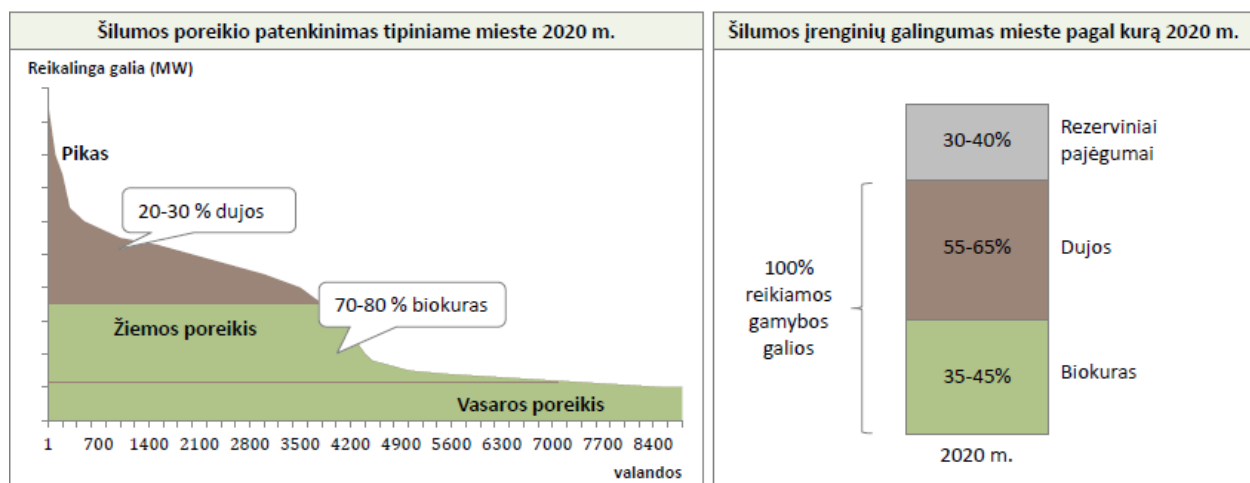
\*\* - nuo 2008 m. spalio UAB „Dujotekana“ dujas perka iš Šveicarijos AB „LT Gas Strem“.

**8 pav.** Gamtinių dujų importo ir vartojimo schema [12]

Gamtinių dujų poreikio didėjimas Lietuvoje – pagrindinė priežastis dėl ko plėtojama ir modernizuojama LGDPS. Taip pat svarbu užtikrinti patikimą ir saugų dujų tiekimą vartotojams. Todėl trumpai apžvelgiama kaip gali kisti dujų poreikis Lietuvoje.

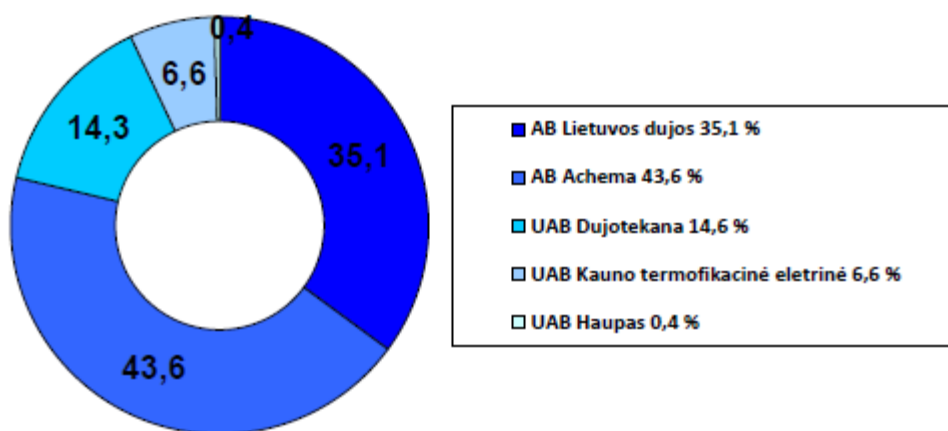
Norint numatyti gamtinių dujų poreikį, reikia atsižvelgti į tai, kas yra pagrindiniai vartotojai, kiek ir kokiems technologiniams procesams gamtinės dujos yra reikalingos. Pagal AB „Lietuvos dujos“ pateiktus skirstymo sistemos duomenis, pagrindiniai vartotojai – šilumos ir elektros energijos gamintojai, kurie sudaro apie 35 %; pramonės įmonės – 35 %; buitiniai vartotojai – 18 %; žemės ūkio ir smulkūs vartotojai – 12 %.

Šilumos ir elektros energijos gamintojai vis dažniau pereina prie efektyvesnių ir alternatyvių pirminės energijos šaltinių, šiuo atveju apžvelgiama biokuro panaudojimo perspektyva šilumos ir elektros energijos ūkyje. Pagal Lietuvos Respublikos Energetinės nepriklausomybės strategiją, šilumos ir elektros energijai gaminti sunaudojamos pirminės energijos balanse, atsinaujinantys energijos šaltiniai turi sudaryti ne mažiau kaip 20 %, tačiau gamintojai planuoja šiuos rodiklius pagerinti iki 35–45 %. Šilumos gamintojų pateikiamos biokuro panaudojimo perspektyvos, nurodomos 9 paveiksle.



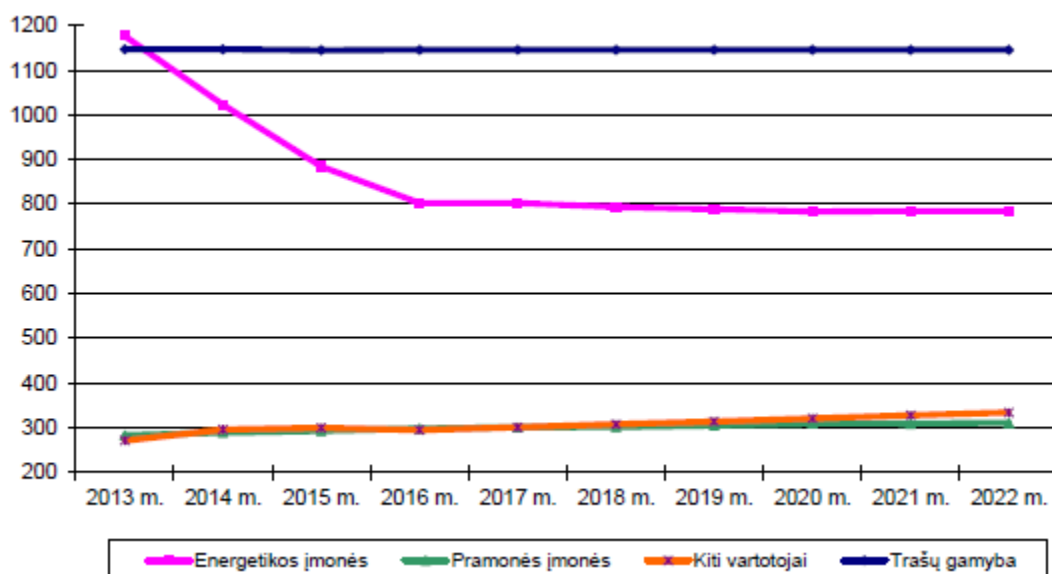
9 pav. Šilumos poreikių užtikrinimui reikalingos pirminės energijos balansas [14]

Tačiau, regioninės katilinės ir kogeneracinės jėgainės yra AB „Lietuvos dujos“ paskirstomų dujų balanse. AB „Amber Grid“ pateikiamoje ataskaitoje [11] AB „Lietuvos dujos“ paskirstomų GD kiekis, valstybės balanse, sudaro tik 35,1% bendro perduodamo importuoto metinio gamtinių dujų kiekio. Didžiausią GD suvartojamą dalį sudaro: azotinių trąšų gamintojas AB „Achema“ – 43,6 %; pramonės įmonėms GD tiekianti AB „Dujotekana“ – 14,6 %; UAB „Kauno TE“ – 6,6 %; GD tiekėjas Druskininkų miestui UAB „Haupas“ – 0,4 %. Procentinis pasiskirstymas bendrame Lietuvos gamtinių dujų importo balanse, pateikiamas 10 paveiksle.



10 pav. Gamtinių dujų importo struktūra Lietuvoje 2013m., %. [2]

Prognozuojama, kad 2013 m. Lietuvos perdavimo sistema bus perduota iki 2,9 mlrd. m<sup>3</sup>. 2014 – 2022 m. prognozuojama, kad gamtinių dujų suvartojimas Lietuvoje svyruos nuo 2,5 iki 2,8 mlrd. m<sup>3</sup> per metus ir šie kiekiai ypač priklauso nuo trąšų gamybos perspektyvų, bei nuo vis labiau populiarėjančių alternatyvių energijos gamybos būdų. Alternatyvias (atsinaujinančių energijos išteklių) technologijas skatina ES ir nacionaliniai strateginiai dokumentai, kur numatoma didėjanti alternatyvių energijos šaltinių dalis bendrame energijos balanse, tuo pačiu mažėjant iškastinio kuro (tarp jų – ir gamtinių dujų) daliai.



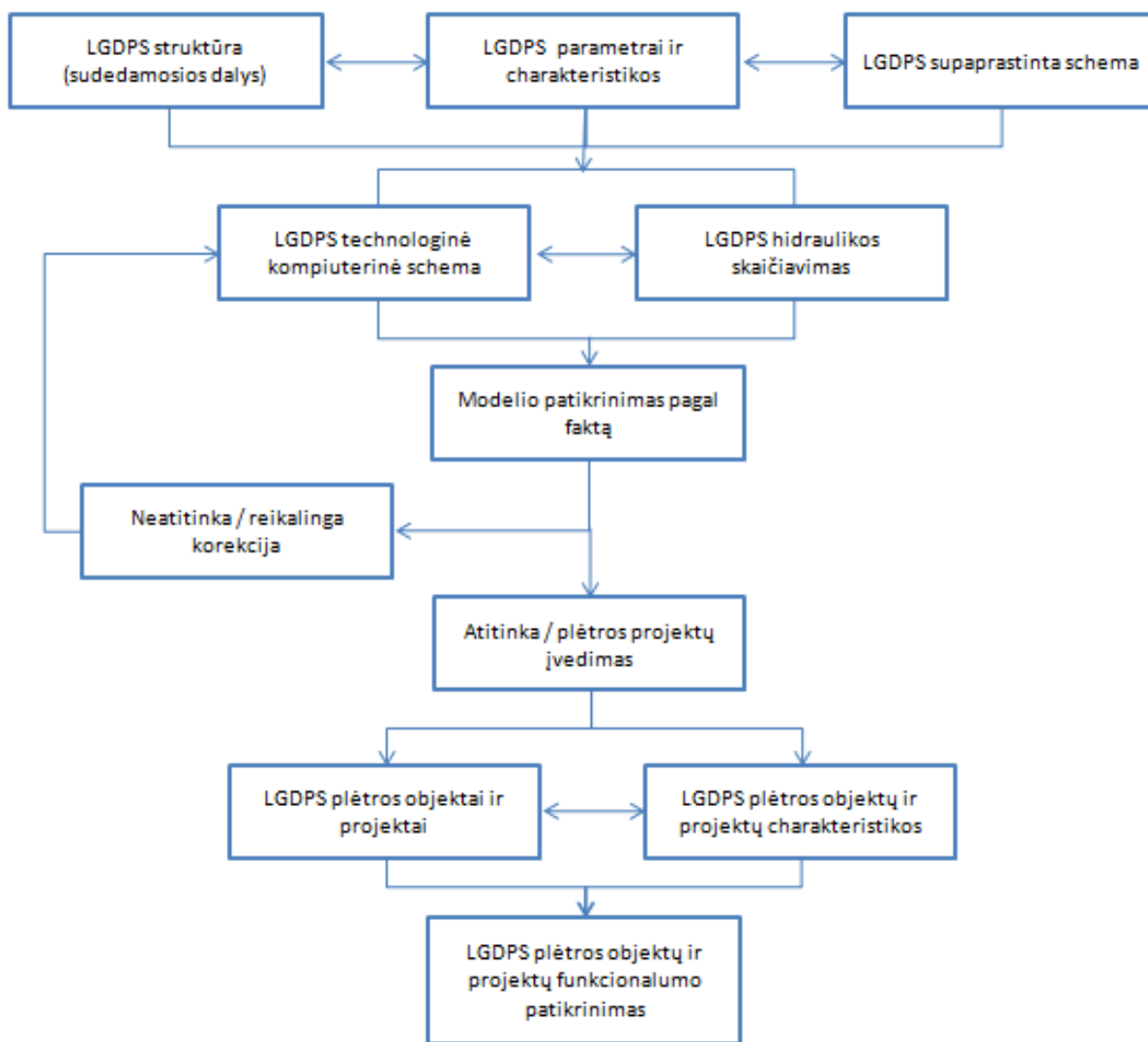
**11 pav.** GD perdavimo kiekiai planuojami perduoti atskiroms vartotojų kategorijoms Lietuvoje, 2013 – 2022 m., mln. m<sup>3</sup> per metus [2]

Prognozuojama, kad Lietuvos perdavimo sistemos pajėgumų panaudojimas (ilgalaikiai pajėgumai Lietuvos vartotojų poreikiams) 2013 – 2022 m. laikotarpiu, svyruos nuo 12,9 iki 14,5 mln. m<sup>3</sup> per parą. Numatoma, kad planuojamiems prijungti naujiems gamtinių dujų vartotojams reikalingi perdavimo sistemos pajėgumai didės gana nuosaikiai, kasmet vidutiniškai po 57 – 58 tūkst. m<sup>3</sup> per parą. Šie naujiems vartotojams reikalingi pajėgumai turėtų dalinai kompensuoti šiuo metu planuojamą pajėgumų, reikalingų esamiems vartotojams, mažėjimą.



### 3. LIETUVOS GAMTINIŲ DUJŲ PERDAVIMO SISTEMOS KOMPIUTERINIO MODELIO (TECHNOLOGINĖS SCHEMOS) SUKŪRIMAS

LGDPSS modelio kūrimas atliekamas nuosekliai (12 pav.), kurio dėka galima atlikti LGDPSS funkcionalumo tyrimą įvertinant planuojamus įvykdyti ir vykdomus plėtros ir modernizacijos projektus.

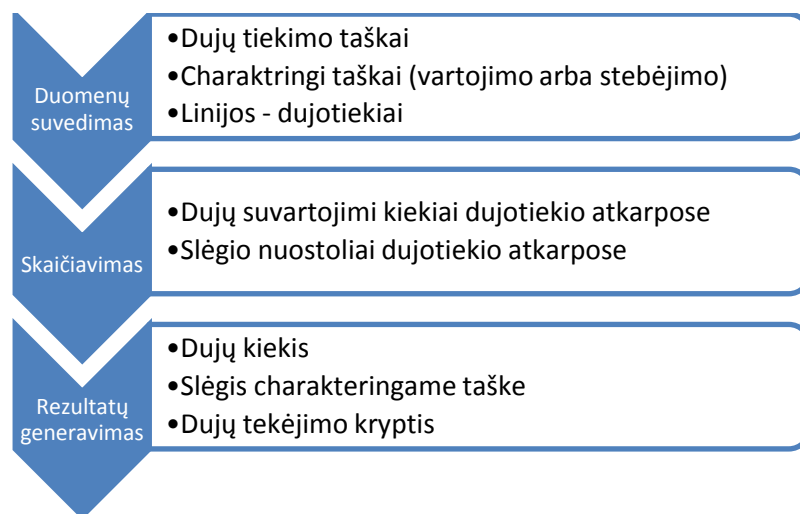


**12 pav.** LGDPS funkcionalumo tyrimo eiga ir technologinės schemos kūrimo eiliškumas

Pagal nurodytą eiliškumą, tolimesniuose šio skyriaus poskyriuose, pateikiama informacija, kaip kuriamas kompiuterinis LGDPS modelis, kaip atliekamas pasirinktos sistemos funkcionalumo patikrinimas ir plėtros tyrimas.

### 3.1. Pagrindinės LGDPS technologinės schemos kūrimas programinės įrangos pagalba

Kompiuterinės programos „OptiPlan“, „Mix“ versijos veikimo principas ir modelio kūrimo eiliškumas pateikiamas 13-ame paveiksle.



**13 pav.** Kompiuterinės programos veikimo schema

Technologinė kompiuterinė LGDPS schema sudaryta iš pagrindinių trijų objektų: dujų tiekimo taškų, charakteringų taškų ir linijų.

Taškiniams objektams sukurti reikalingas pradinis slėgis [bar], valandinis dujų poreikis [kW] arba valandinis dujų debitas [ $m^3/h$ ]. Priklausomai nuo paskirties, ar tai „charakteringas“ taškas, „tiekimo“ taškas, ar „vartojimo“ taškas, nurodomas taško numeris, skirtas pažymėti atkarpos pradžią arba pabaigą. „Vartojimo“ taškams panaudota informacija iš 2.2.4 poskyrio; Tiekimo taškams – iš 2.2.2.; 2.2.3.

Linijiniai objektai – dujotiekiai, jungiantys anksčiau išvardytus taškinius objektus. Linijiniams objektams turi būti suteiktas ilgis [m], sąlyginis skersmuo [mm] ir ekvivalentinis vamzdynų sienelės šiurkštumas [mm]. Taip pat nurodant kuriuos taškus ši linija jungs. Linijiniams objektams sukurti panaudota informacija iš 2.2.1. poskyrio.

Šie duomenys yra fiksuoti ir atitinka esamos padėties faktines/deklaruojamas reikšmes, tačiau yra atskiri technologiniai ir techniniai parametrai: neapibrėžtumas, dinamiškumas ir kitimas laike. Šiuos atveju reikalinga suvesti papildomus duomenis į sistemą, nurodant energetinės terpės (dujų) parametrus, tinklų aplinkos charakteristikas, jų galimas maksimalias ir minimalias reikšmes.

Prieš pradėdant braižyti įvedami gamtinių dujų kokybės parametrai, nurodyti LR Energetikos ministro įsakyme Nr. 1-194 [13], pateiktoje lentelėse:

**7 lentelė.** Gamtinių dujų degimo šilumos vertė ir *Wobbe* indeksas [13]

Parametras	Ribinės vertės			
	25 / 0		25 / 20	
	min	maks	min	maks
Norminės sąlygos, temperatūra (degimo / matavimo) °C				
Žemutinis šilumingumas, kWh / m <sup>3</sup>	9,49	11,00	8,83	10,25
Viršutinis šilumingumas, kWh / m <sup>3</sup>	10,40	12,21	9,68	11,37
Viršutinis <i>Wobbe</i> indeksas H <sub>2</sub> , kWh / m <sup>3</sup>	14,02	15,51	13,06	14,44

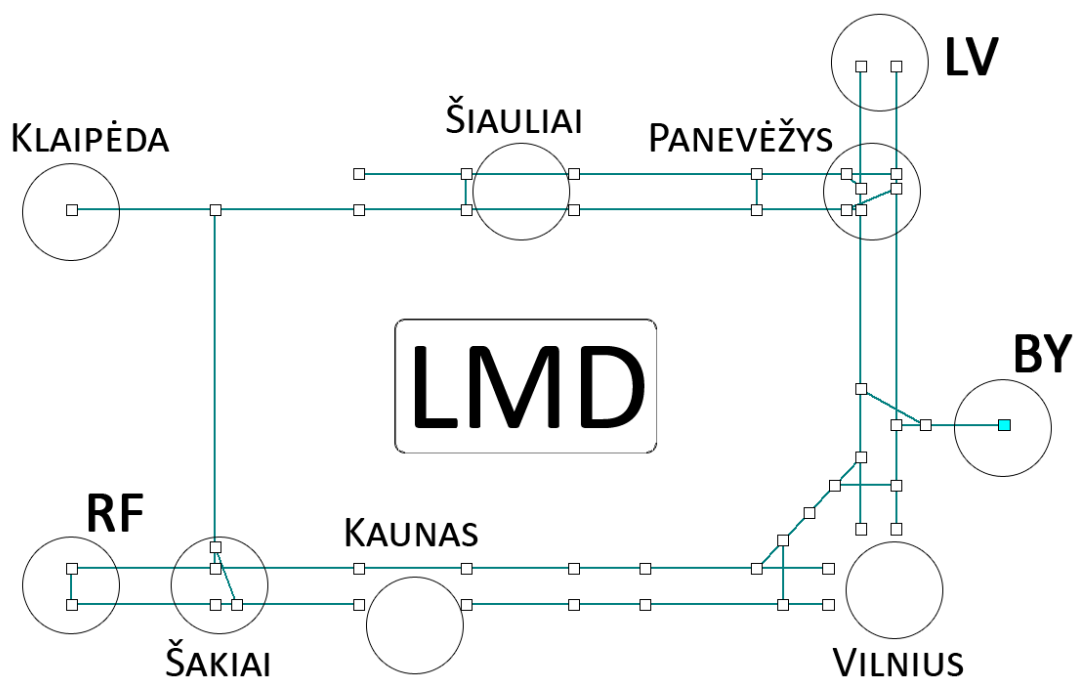
**8 lentelė.** Gamtinių dujų degimo kokybės parametrai [13]

Eil. Nr.	Rodiklis	Vertė
1.	Metanas CH <sub>4</sub> , % mol	≥ 91,5
2.	Etanas C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> , % mol	≤ 7
3.	Propanas C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> , % mol	≤ 3
4.	Etano ir propano suma C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> + C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> , % mol	≤ 8
5.	Butano C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> ir aukštesnių angliavandenilių suma: – kai propano C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> koncentracija yra ≤ 2 % mol – kai propano C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> koncentracija yra > 2 % mol	≤ 1 ≤ 0,75
6.	Azotas N <sub>2</sub> , % mol	≤ 5
7.	Anglies dioksidas CO <sub>2</sub> , % mol	≤ 2,5
8.	Deguonis O <sub>2</sub> , % mol	≤ 0,02
9.	Metano skaičius	≥ 80
10.	Santykinis tankis	0,55–0,62
11.	Sieros vandenilis H <sub>2</sub> S, g / m <sup>3</sup>	≤ 0,007
12.	Merkaptaninė siera, g / m <sup>3</sup>	≤ 0,016
13.	Skystos fazės vandens ir angliavandenilių kiekis	neleistinas
14.	Mechaninių priemaišų kiekis, g / m <sup>3</sup>	≤ 0,001
15.	Vandens rasos taško temperatūra <sup>1</sup> , °C (4 MPa)	< -10
16.	Angliavandenilių rasos taško temperatūra, °C (2,5–7,5MPa)	< -2
17.	Bendras sieros kiekis, g / m <sup>3</sup>	< 0,03

PASTABA: norminės sąlygos esant temperatūrų santykiui 25/0 taikomos iki 2015m., o nuo 2015 m. – 25/20. Skaičiavimams pasirinktas šiuo metu galiojantis norminių sąlygų nustatymas.

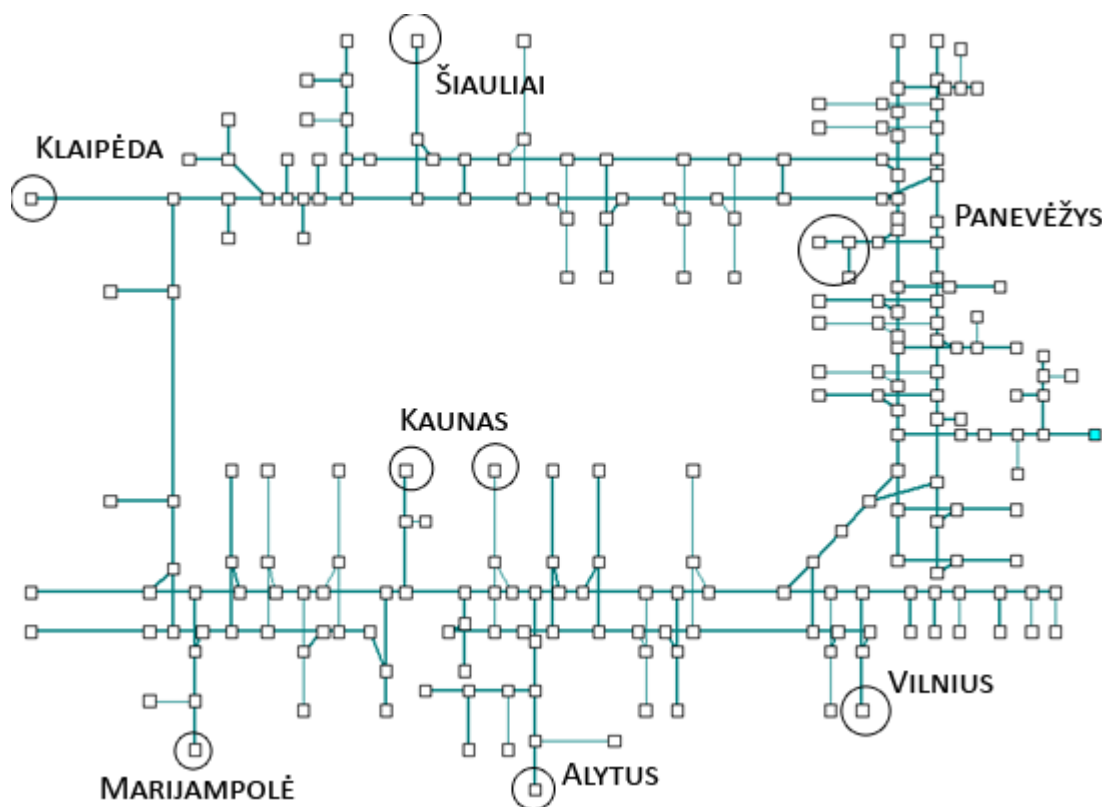
Kompiuterinės programos, skaičiavimams naudojamas, matematinių formulių ir metodikos sąrašas pateikiamas 3.2. poskyryje.

Įvertinus, anksčiau šiame poskyryje aprašytus LGDPS duomenis, taip pat topologinius ir geografinius aspektus, sudaroma pirminė, pagrindinių magistralių schema, su kaimyninių šalių perdavimo sistemų jungtimis ir pagrindiniais Lietuvos miestais. Schema pateikiama 14 pav.



**14 pav.** LGDPS pirminė schema su pagrindinėmis dujotiekio magistralėmis

Turint pagrindines dujotiekių magistrales, pereinama prie atšakų sukūrimo. Šiuo atveju, atšaka – akligalinis dujotiekis, einantis iki DSS. Atšakoje gali būti daugiau nei viena DSS. Tokiu principu papildoma LGDPS schema su šešiasdešimt šešiomis dujų skirstymo stotimis, kurios išdėliotos atsižvelgiant, tiek į geografiją, tiek į ruožų atkarpas. Papildyta schema pateikiama 15 pav.

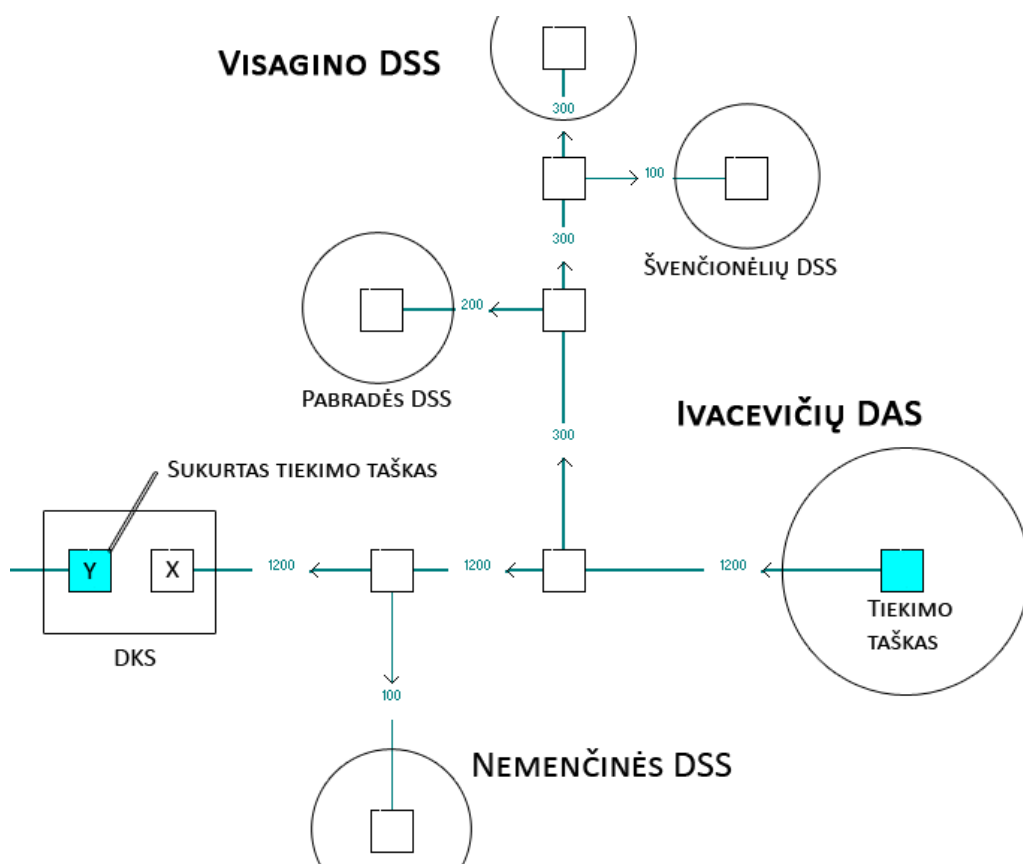


**15 pav.** LGDPS kompiuterinis modelis su atšakomis ir DSS

PASTABA: detalesnė schema pateikiama A priede.

Vienas iš sudėtingiausių modeliavimo etapų – dujų kompresorinių stočių sukūrimas. Šiame etape svarbu tinkamai suprasti DKS, kaip atskiro įrenginio, veikimą. Taip pat įvertinti ir išmokti kaip sumodeliuoti patį DKS ir jos prijungimą prie perdavimo sistemos, pasiteikint linijinių ir taškinių objektų pagalbą.

Šiuo atveju, tenka sukurti atskirą DKS modelį, kaip sistemą. „Tiekimo“ taškas turi funkciją, kuri leidžia nurodyti pirminio srauto „charakteringą“ tašką (anglų k. Previous node) ir jam suteikti papildomą slėgio vertę, paliekant tą patį srautą. Pvz.: jeigu dujotiekis nuo Kotlovkos iki Jauniūnų pasibaigia tašku Nr. „X“, tai šio taško parametrai (dujų srautas ir slėgis) persikelia į naujai sukurtą „tiekimo“ tašką Nr. „Y“, kuris sujungtas su LGDPS dujotiekiais, jame nurodant „X“ taško Nr. Tokios sistemos supaprastinta schema pateikiama 16 paveiksle.

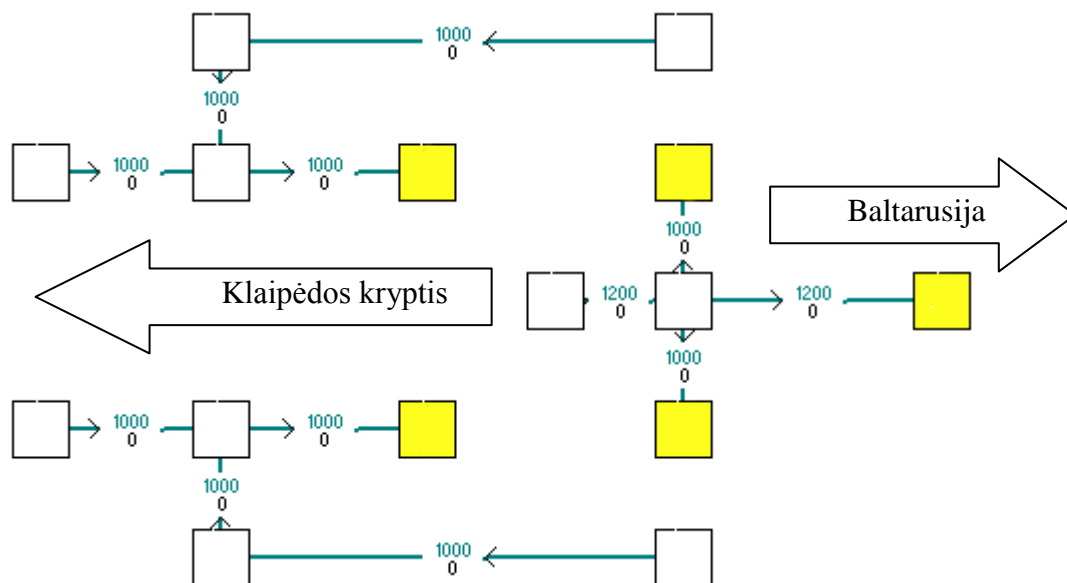


16 pav. DKS supaprastintos schemas modelis

Tokiu būdu sukuriama slėgio „padidinimo“ taškas, tačiau dujos gali būti tiekiamos tik viena kryptimi. Norint gamtines dujas tiekti į priešingą pusę, reikia keisti schemos dalį, kurioje yra DKS ir iš naujo sukurti atkarpas bei papildomus „charakteringus“, „tiekimo“ taškus.

Sukuriama DKS schema, kaip atskiras objektas. Jauniūnų dujų kompresorinė stotis gauna dujas iš magistralinio dujotiekio „Kotlovka – Vilnius“ DN 1200 ir jungiasi su dvejomis magistralinio dujotiekio „Vilnius – Kiemėnai“ linijomis. Taip pat reikia paminėti, kad Jauniūnų DKS veikia tik esant poreikiui – kai nepakankamas dujų srautas Klaipėdos kryptimi. Dėl

nepastovaus veikimo dujų kompresorinė stotis sumodeliuojama atskirai, ir prijungiama atskiromis dujotiekio jungtimis. Jauniūnų DKS reversinė schema pateikiama 17 paveiksle.



**17 pav.** Reversinės DKS schema. Čia: **Tiekimo taškai**, o tušti langeliai – „charakteringi“ taškai

Tokiu pat principu sukuriama ir Panevėžio DKS. Esant visoms sudedamosios LGDPS dalims ir įrenginiams, reikia sugeneruoti duomenis apie dujų srautus. Taip užbaigiamas LGDPS esamos padėties modelio ir technologinės schemos kūrimas ir pereinama prie duomenų generavimo ir rezultatų gavimo.

### 3.2. Duomenų generavimas ir rezultatų gavimas

Šiame skyriuje aprašoma metodika ir matematinės formulės, reikalingos gauti rezultatus apie gamtinių dujų srautus LGDP sistemoje, jų pasiskirstymą, dujotiekio atkarpų apkrovas, dujų kryptis ir slėgio nuostolius. Taip pat įvertinamas sistemos veikimas, nustatomos probleminės sistemos dalys.

Dujų slėgio nuostoliai atskirose vamzdyno atkarpose apskaičiuojami pagal (1) formulę:

$$P_1^2 - P_2^2 = \frac{4,6401 \cdot \lambda \cdot l}{d^5} \cdot q_n^2 \cdot \rho_{no} \cdot T_a, [bar] \quad (1)$$

Čia:  $P_1$  - absoliutinis dujų slėgis skaičiuojamo dujotiekio atkarpos pradžioje, bar;

$P_2$  - absoliutinis dujų slėgis skaičiuojamo dujotiekio atkarpos pabaigoje, bar;

$\lambda$  - vamzdyno trinties faktorius, apskaičiuojamas pagal Nikuradse (2);

$d$  - vamzdyno atkarpos skersmuo, mm;

$l$  - vamzdyno atkarpos ilgis, m;

$q_n$  - vamzdyno atkarpos norminis dujų debitas,  $m^3/h$ ;

$Re$  - Reynoldo koeficientas (3).

$$\lambda = (2 \cdot \lg\left(\frac{d}{k}\right) + 1,14)^{-2} \quad (2)$$

Čia:  $k$  - ekvivalentinis vamzdyno sienelės šiurkštumas, mm;

$$Re = 353678e^{-6} \cdot \frac{q_n \cdot R_{ho}}{d \cdot \alpha} \quad (3)$$

Čia:  $\alpha$  - dinaminis dujų klampumas, kg/ms;

Dujų tekėjimo greitis atskirose dujotiekio atkarpose, apskaičiuojamas pagal (4) formulę:

$$W = 1,311967 \cdot T_a \cdot q_n \cdot \frac{1}{d^2 \cdot P_m}, [m/s] \quad (4)$$

Čia:  $W$  – dujų tekėjimo greitis, m/s;

$P_m$  - vidutinis slėgis vamzdyno atkarpoje, bar.

Visi duomenys gaunami iš kompiuterinės programos duomenų bazės ir vizualizacijos, 15 pav. Atskiros duomenų bazės sudaromos kiekvienam objektui (taškui, linijai). Greitesnei duomenų analizei ir apdorojimui, nustatomos dujų slėgio ir srauto minimalios reikšmės: slėgiui – 16 bar., srauto – ne mažiau vidutinio nustatyto, nurodyto prie DSS, m<sup>3</sup>/h.

Rezultatai pateikiami esant dvejoms skirtingoms tinklo apkrovoms, kai dujų poreikis yra pagal DSS vidutinius valandinius kiekius ir pagal maksimalius – esant sausio mėnesiui.

Pirmiausiai pateikiami duomenys apie LGDPS parametrus esant vidutiniam sistemos apkrovimui, priede B. Taip pat pateikiami duomenys apie LGDPS parametrus esant maksimaliam sistemos apkrovimui, priede C.

Pagal gautus rezultatus – LGDPS modelis veikia ir yra pilnai funkcionuojantis.

PASTABA: skaičiuojamu atveju, visos magistralinių dujotiekių lygiagrečios linijos – veikiančios, o pradinis slėgis dujų importo vietoje – 41 bar.

### 3.3. Gautų rezultatų įvertinimas. Tinklo analizė

Šiame skyriuje atliekamas duomenų apie srautus ir slėgio pasiskirstymą sistemoje, palyginimas. Gautų rezultatų, skirtumų ir panašumų analizė. Esant dideliems nuokrypiams nuo deklaruojamų, sprendžiami kompiuterinio modelio keitimo arba modifikavimo klausimai.

Pirmiausiai patikrinamos dujų slėgio vertės labiausiai nutolusiuose taškuose, nuo gamtinių dujų importo vietos:

- Klaipėdos DSS, schemoje taško Nr.33;
- Marijampolės DSS, schemoje taško Nr.226;
- Jungtis su RF Kaliningrado sritimi, schemoje taško Nr. 22 ir 20;
- Alytaus DSS, schemoje taško Nr. 188;
- Kiemėnų DAS, schemoje taškų Nr.4 ir 9.

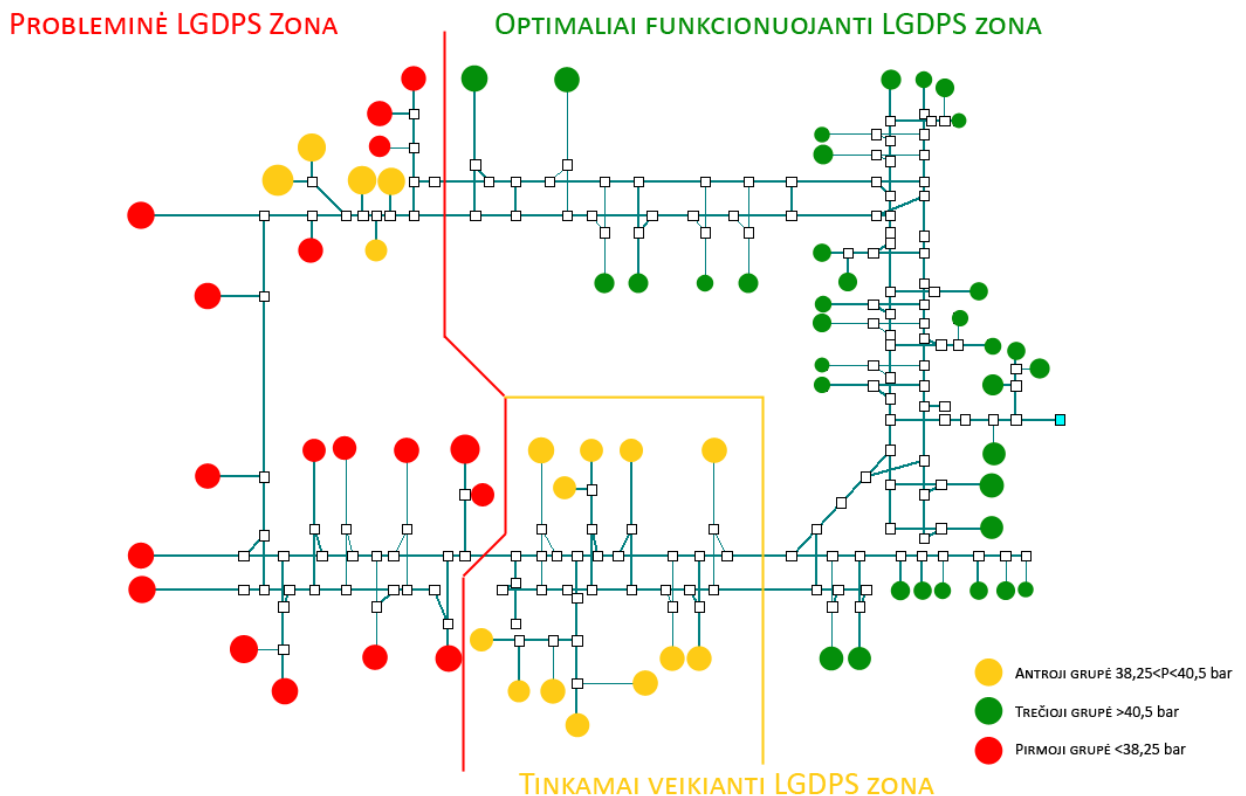
Kuriant LGDPS technologinę schema ir generuojant modelį, priimta, kad iš Baltarusijos perdavimo sistemos importuojamos dujos suslėgtos 45 bar slėgiu, o esant vidutiniam tinklo apkrovimui, kai dujų kompresorinės stotys neveikia – slėgio kritimo riba matuojama nuo pradinio slėgio ribos. Klaipėdos DSS įeinantis dujų slėgis – 36,86 bar; Marijampolės DSS – 37,04 bar; jungtyje su Kaliningrado perdavimo sistema – 34,77 bar; Alytaus DSS – 38,82 bar; Kiemėnų DAS – 42,27 bar. Didžiausias slėgio kritimas pastebimas vakarinės Lietuvos regione esančių magistralinių dujotiekių atkarpose ir atšakose. Todėl atliekamas detalesnė apžvalga – iš gautų rezultatų praeitame poskyryje (priedas A), išrenkami charakteringi taškai, kurių slėgio vertė mažesnė už 38,25 bar (15% nuo pradinio slėgio dydžio), šie taškai: Nr. 224 – 36,93 bar; Nr. 245 – 37,05 bar; Nr. 22 – 36,18 bar.; Nr.52 – 37,16 bar; Nr. 53 – 37,22 bar; Nr. 61 – 38,19 bar; Nr. 64 – 35,03 bar; Nr. 66 – 38,24 bar; Nr. 68 – 35,01 bar; Nr. 203, 205 – 37,98 bar; Nr. 206 – 37,63 bar; Nr. 212 – 37,30 bar; Nr.214 – 37,17 bar; Nr. 222 – 37,00 bar; Nr. 226 – 37,04 bar;

Ši taškų grupė schemoje pažymima raudonais apskritimais, taip lengviau įvertinti dėl kokios priežasties dujų slėgis krenta žemiau 15% pradinio slėgio ribos. Sužymėti taškai bendroje LGDPS schemoje, pateikiami 18 paveiksle.

Antroji grupė galinių taškų, kuriuose slėgio vertė yra ribose 10–15% nuo pradinio slėgio (nuo 38,25 bar iki 40,5 bar). Pateikiami taškai priklausantys šiai grupei, schemoje pažymimi geltonais apskritimais: Nr. 58 – 39,09 bar; Nr. 60 – 39,09 bar; Nr. 62 – 39,60 bar; Nr. 63 – 40,11 bar; Nr. 179 – 39,84 bar; Nr. 181 – 39,61 bar; Nr. 183 – 39,13 bar; Nr.185 – 38,86 bar; Nr. 188 – 38,82 bar; Nr. 192, 193, 196, 197 – 38,82 bar; Nr. 198 – 38,66 bar; Nr. 38,33 bar; Nr. 240 – 39,85 bar; Nr. 248 – 38,86 bar; Nr. 200 – 38,33 bar.

Likusieji galutiniai taškai patenka į trečiąją grupę, kurioje dujų slėgis didesnis už 40,5 bar. (slėgio sumažėjimas < 10% nuo pradinės slėgio vertės, LGDP sistemoje), schemoje žymimi žalia spalva. Sužymėti taškai bendroje LGDPS schemoje, pateikiami 18 paveiksle.





**18 pav.** LGDPS schema su slėgio zonomis ir pažymėtais grupių taškais

Naudojantis schema, galima įvertinti, kurios LGDPS dujotiekio dalys yra probleminės dėl slėgio kritimo. Iš schemos matyti, kad raudonųjų taškų daugiausiai dešinėje LGDPS modelio pusėje – vakarinėje ir pietvakarinėje Lietuvos dalyje, kur yra didžiausias gamtinių dujų vartojimo rinka. Tačiau, slėgio kritimą lemia du LGDPS ruožai – susiaurėjimai:

- Nuo Kauno DSS Nr. 1 iki Kauno DSS Nr. 2 – iš dviejų magistralinio dujotiekio linijų (DN 350 ir DN 700) pereinama į vieną – DN 700 (schemoje atkarpos jungiančios taškus Nr. 202–19 ir Nr. 202–18). Šio ruožo ilgis 16 km, valandinis dujų debitas – 277654 m<sup>3</sup>/h, slėgio kritimas – 0,7 bar.
- Nuo atšakos į Naująją Akmenę, Klaipėdos kryptimi iš dviejų magistralinio dujotiekio linijų (DN 500 ir DN 400), pereinama į vieną liniją – DN 300 (schemoje atkarpa, jungianti taškus Nr.31-55). Šio ruožo ilgis 15 km, valandinis dujų debitas – 4751 m<sup>3</sup>/h, slėgio perkirtis atkarpoje – 1,1 bar.

Taip pat matomas atšakos į Naujosios Akmenės DSS slėgio kritimas, didesnis nei šalia esančių atšakų. Didelę įtaką daro Mažeikių miesto gamtinių dujų poreikis (380 m<sup>3</sup>/metus) ir mažas atšakos sąlyginis diametras – DN 250, ruožo ilgis – 21 km, slėgio perkirtis – 6,21 bar.

Antroje grupėje esantys taškai išsidėstę viename ruože, esantys „Vilnius – Kaunas“ magistralinių dujotiekių atkarpoje, tačiau staigus slėgio pokyčio nėra. Slėgis krenta ilgose dujotiekio atkarpose nuo Vievio iki Jonavos, bendras ruožų ilgis – 86 km, valandinis dujų debitas – 310779 m<sup>3</sup>/h, slėgio nuostoliai ruože – 2,00 bar. Esant didesnėms tinklo apkrovoms, pasitelkiamos

kompresorinės stotys, todėl prieinama prie išvados, kad reikalingas esamos LGDPS modernizavimas – didinant trijų ruožų sąlyginį skersmenį, statant naujas lygiagrečiai tiesiamas dujotiekio linijas.

### 3.4. Lietuvos gamtinių dujų perdavimo sistemos modelio ir tinklo charakteristikų patikra pagal faktinius duomenis

Šiame poskyryje atliekamas slėgio taškų palyginimas pagal LGDPS operatoriaus pateiktus faktinius rodmenis dujų skirstymo stotyse (kontroliniuose taškuose). Faktinių ir modelyje gautų atitinkamų DSS įėjimo slėgių palyginimas pateikiamas 9 lentelėje.

**9 lentelė.** Slėgių palyginimas kontroliniuose taškuose

Eilės Nr.		DSS pavadinimas	Slėgis, bar	Neatitikimas, bar	Neatitikimas, %
1	Faktinis	Visagino DSS	40	1	2,5
	Modelio		39		
2	Faktinis	Klaipėdos DSS	31	1	3,2
	Modelio		30		
3	Faktinis	Utenos DSS	35	-2	-5,7
	Modelio		37		
4	Faktinis	Ukmergės DSS	39	1	2,6
	Modelio		38		
5	Faktinis	Vilniaus DSS	38	1	2,6
	Modelio		37		
6	Faktinis	Kauno DSS	35	3	3,6
	Modelio		32		
7	Faktinis	Naujosios Akmenės DSS	37	9	24,3
	Modelio		28		

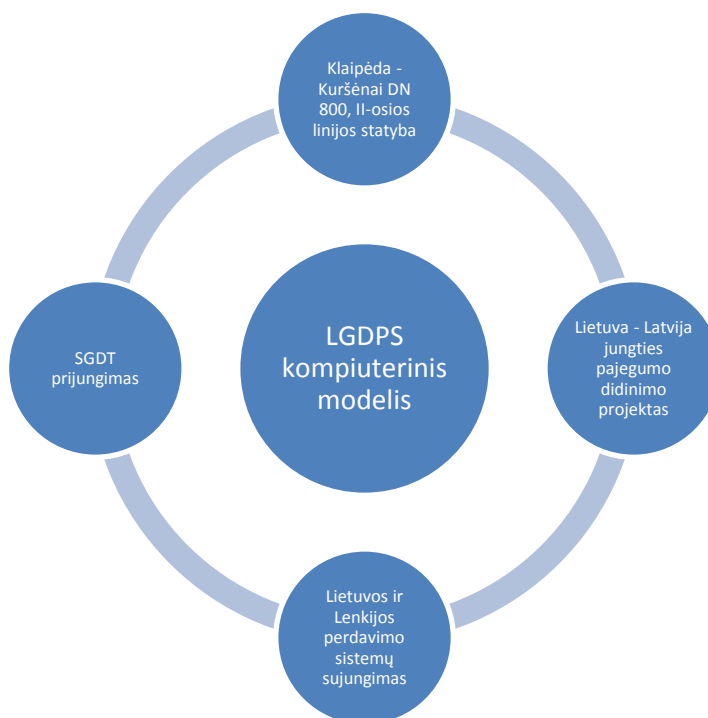
Lentelėje pastebima, kad faktinis gamtinių dujų slėgis daugumoje DSS skiriasi iki 5,7% nuo modelyje apskaičiuotų, tačiau Naujosios Akmenės DSS faktinio ir apskaičiuoto slėgio skirtumas – 9 bar (24,3% neatitikimas), kurį lėmė didesnis dujų srautas už skaičiuojamąjį į Mažeikių atsaką ( $Q_{vid}$ ), kai buvo gautos faktinės slėgių vertės DSS taškuose. Todėl priimama, kad sistema veikia tinkamai ir tinklo korekcijų atlikti nereikia.

#### 4. LIETUVOS GAMTINIŲ DUJŲ PERDAVIMO SISTEMOS PLĖTROS PROJEKTŲ MODELIAVIMAS IR TYRIMAS

Skyriuje apžvelgiami šiuo metu vykdomi ir planuojami įgyvendinti LGDPS plėtros projektai:

- Lietuvos ir Lenkijos perdavimo sistemų jungtis (planuojama pastatyti – 2018 m);
- Lietuvos – Latvijos perdavimo sistemų jungties galios didinimas, siekiant panaudoti požeminės gamtinių dujų saugyklos resursus;
- Magistralinio dujotiekio Klaipėda – Kuršėnai pajėgumo didinimas (DN800 antrosios dujotiekio linijos statyba, planuojama statybų pabaiga – 2015m.);
- Suskystintų gamtinių dujų terminalo prijungimas prie LGDPS (planuojama prijungti 2015 m).

Projektai yra tarpusavyje susiję. Jų įgyvendinimas būtinas, siekiant užtikrinti nenutrūkstamą ir saugų gamtinių dujų perdavimą, transportavimą bei tiekimą. Taip pat šie projektai svarbūs optimaliam, patikimam LGDP sistemos veikimui.



19 pav. Plėtros projektai, reikalingi LGDPS patikimam veikimui

##### 4.1. Magistralinio dujotiekio Klaipėda – Kuršėnai pajėgumo didinimo ir SGDT prijungimo projektų modeliavimas ir gautų rezultatų apžvalga

Projektas glaudžiai susijęs su SGD terminalo prijungimu prie LGDPS. Įrengus antrąją magistralinio dujotiekio liniją DN 800, kuri užtikrins optimalų gamtinių dujų perdavimą iš SGD terminalo Lietuvos vartotojams bei į kitas Baltijos šalis (20 pav.).



**20 pav.** Klaipėda – Kuršėnai projekto įgyvendinimo schema ----- projektuojama DN 800 II-oji dujotiekio linija

SGD terminalas Klaipėdoje bus sujungtas su veikiančia Lietuvos gamtinių dujų perdavimo sistema, numatoma prijungimo vieta – Klaipėdos DSS-2. Planuojama, kad SGD terminalo statybos ir prijungimo prie LGDPS darbai bus baigti 2014 m. Pagal projekte pateiktus duomenis – maksimalūs SGD terminalo perduodamų dujų debitas – 460.000 m<sup>3</sup>/h.

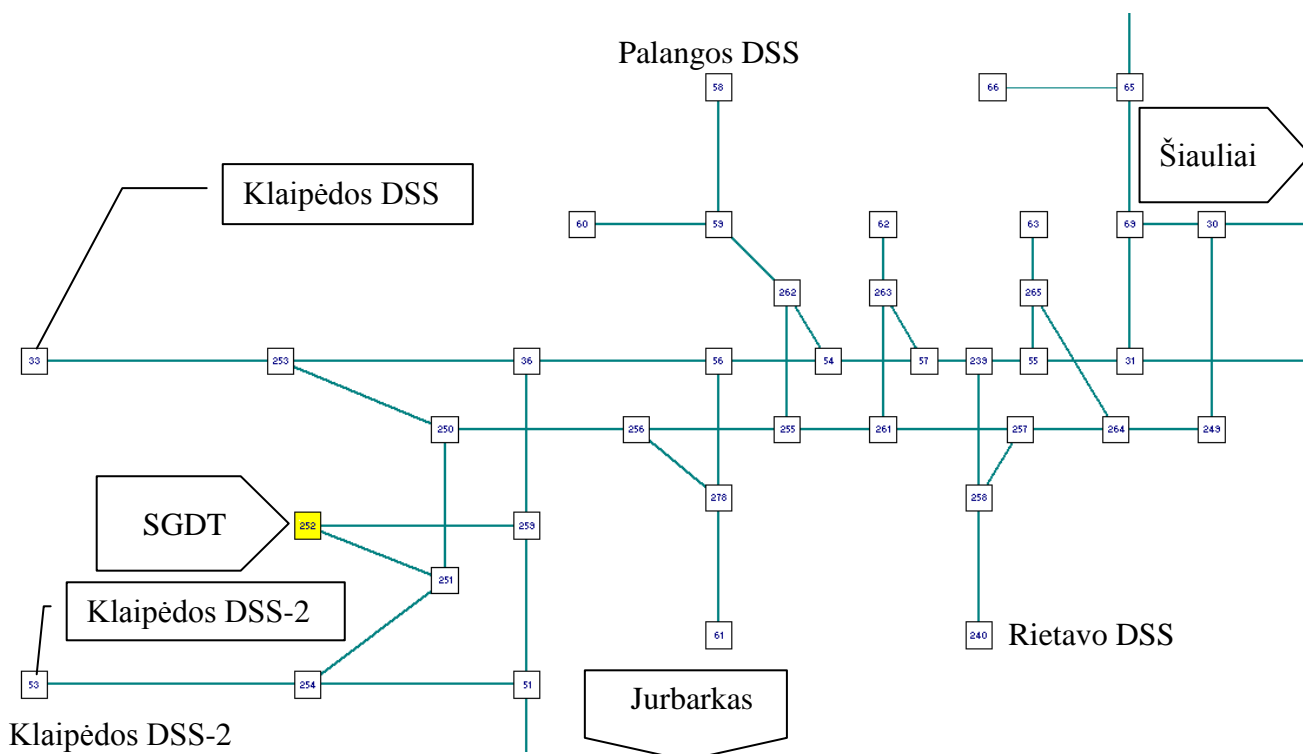
Klaipėda – Kuršėnai antrosios magistralinio dujotiekio linijos charakteristikos:

- dujotiekio ilgis – 110 km;
- dujotiekio sąlyginis skersmuo – 800 mm;
- projektinis dujų slėgis – 54 bar.

Tolimesnėje perspektyvoje dujotiekis galėtų į perdavimo sistemą integruoti požeminę gamtinių dujų saugyklą Syderiuose, kurios įrengimo galimybės šiuo metu yra tiriamos. [2]

SGD terminalo Klaipėdoje ir perdavimo sistemos Klaipėda – Kiemėnai pajėgumų naudojimas visų Baltijos šalių dujų rinkoms padidintų suskystintų gamtinių dujų importo per terminalą galimybes bei padidintų dujų transportavimo patikimumą Lietuvoje. [2]

Toliau atliekama esamos LGDPS kompiuterinės technologinės schemos ir modelio korekcija (modernizacija), įvedant II-ąją magistralinio dujotiekio liniją nuo Klaipėdos DSS-2 (modelyje taško Nr. 53) iki Atšakos į Naujosios Akmenės DSS (modelyje taško Nr. 31), ir SGD terminalo prijungimą nuo Klaipėdos DSS-2. Modifikuoto kompiuterinio modelio schema pateikiama, 21 paveiksle.



**21 pav.** SGDT prijungimo prie LGDPS ir Klaipėda – Kuršėnai, II-osios dujotiekio linijos įrengimo projektų kompiuterinio modelio dalies schema

Panaudojant modelį ir generuojant duomenis, gaunamos tinklo parametrai: dujų slėgis, sraujas ir slėgio nuostoliai ruožuose. Visos LGDPS modelio charakteristikos pateikiamos priede D.

Pateikiamas SGD terminalo, prijungimo prie Lietuvos GDP sistemos, valandinis gamtinių dujų debitas – 425813 m<sup>3</sup>/h. Projektinis SGD terminalo valandinis pajėgumas 460000 m<sup>3</sup>/h. Prienama prie išvados, kad šis projektas yra tinkamas ir tinklas veiktų optimaliu režimu – visuose DSS taškuose, slėgis didesnis nei 40 bar. Šiuo atveju, dujų srautas iš Kotlovkos DAS – 75265 m<sup>3</sup>/h.

Taip pat, atliekamas LGDPS veikimo patikrinimas, nutraukiant gamtinių dujų tiekimą iš Kotlovkos DAS, paliekant vienintelį gamtinių dujų importo šaltinį – Klaipėdos SGDT. Esant vidutinei tinklo apkrovai, sistema išlieka funkcionuojanti, tačiau dujų tiekimas į RF Kaliningrado sritį turėtų būti ribojamas, dėl slėgio kritimo (Šakių DSS – 33,75 bar). Esant maksimaliai tinklo apkrovai, reikalinga DKS pagalba, tačiau gaunamas gamtinių dujų deficitas – SGD terminalo tiekiamų dujų neužtektų. Tuo atveju reikalinga gamtinių dujų požeminė saugykla arba papildoma jungtis su kita kaimynine valstybe, pvz. Lenkija arba Latvija, apie tai aprašoma tolimesniuose skyriaus poskyriuose.

#### **4.2. Lietuvos – Lenkijos gamtinių dujų perdavimo sistemų jungties projekto modeliavimas ir gautų rezultatų apžvalga**

Lenkijos ir Lietuvos gamtinių dujų perdavimo sistemų sujungimas leistų sujungti Baltijos šalis į vieną integruotą gamtinių dujų perdavimo sistemą, taip būtų užtikrinamas saugus ir patikimas

dujų tiekimas vartotojams. Taip pat atsirastų rinkos plėtros galimybė – pirkti/parduoti dujas Europos Sąjungos (ES) viduje.



**22 pav.** Lietuvos – Lenkijos GD perdavimo sistemos sujungimo schema [2]

Projektiniai dujotiekio techniniai parametrai, Lietuvos teritorijoje:

- dujotiekio ilgis – 211 km;
- dujotiekio sąlyginis skersmuo – 700 mm;
- didžiausias projektinis slėgis – 54 bar.

Kaip jau buvo minėta – visi plėtros projektai yra tarpusavyje susiję, todėl tęsiamas LGDPS kompiuterinio modelio modifikavimas ir atliekama bendro tinklo veikimo analizė, su prieš tai įvertintu projektu „Klaipėda – Kuršėnai, II-osios dujotiekio linijos DN 800 įrengimas“.

Modelio korekcijai pasirenkami du scenarijai:

- Gamtinės dujos į LGDP sistemą importuojamos iš Kotlovkos DAS, Klaipėdos SGDT ir Lenkijos GD perdavimo sistemos;
- Gamtinės dujos į LGDP sistemą importuojamos tik iš Lenkijos GD perdavimo sistemos.

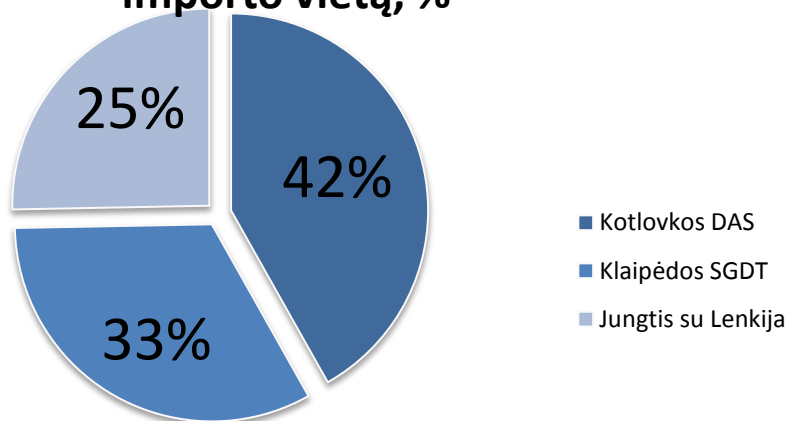
Modifikuotos LGDPS kompiuterinio modelio schema pateikiama E priede.

Patikrinamas tinklo veikimas pagal pasirinktus scenarijus. Esant trimis gamtinių dujų tiekimo taškams ir kai dujos tiekiamos į LGDPS, importuojami srautai pasiskirsto taip:

1. Jungtyje su Lenkija – 133602 m<sup>3</sup>/h;
2. Jungtyje su Klaipėdos SGDT – 173540 m<sup>3</sup>/h;
3. Kotlovkos DAS – 220938 m<sup>3</sup>/h.

Procentinis dujų pasiskirstymo balansas, importo vietos atžvilgiu, pateiktas 23 pav.

## Importuojamų dujų kiekio balansas pagal importo vietą, %



**23 pav.** Importuojamų dujų kiekio balansas pagal importo vietą, %

Gauti rezultatai, tinklo charakteristikos ir parametrai pateikti F priede.

Esant scenarijui, kai gamtinių dujų importas vykdomas tik iš Lenkijos gamtinių dujų perdavimo sistemos ir esant vidutiniam tinklo apkrovimui – 528079 m<sup>3</sup>/h, sistemos veikimas sutrinka, vidutinis sistemos slėgis 30 bar, dėl to negalima užtikrinti patikimo ir saugaus gamtinių dujų tiekimo vartotojams.

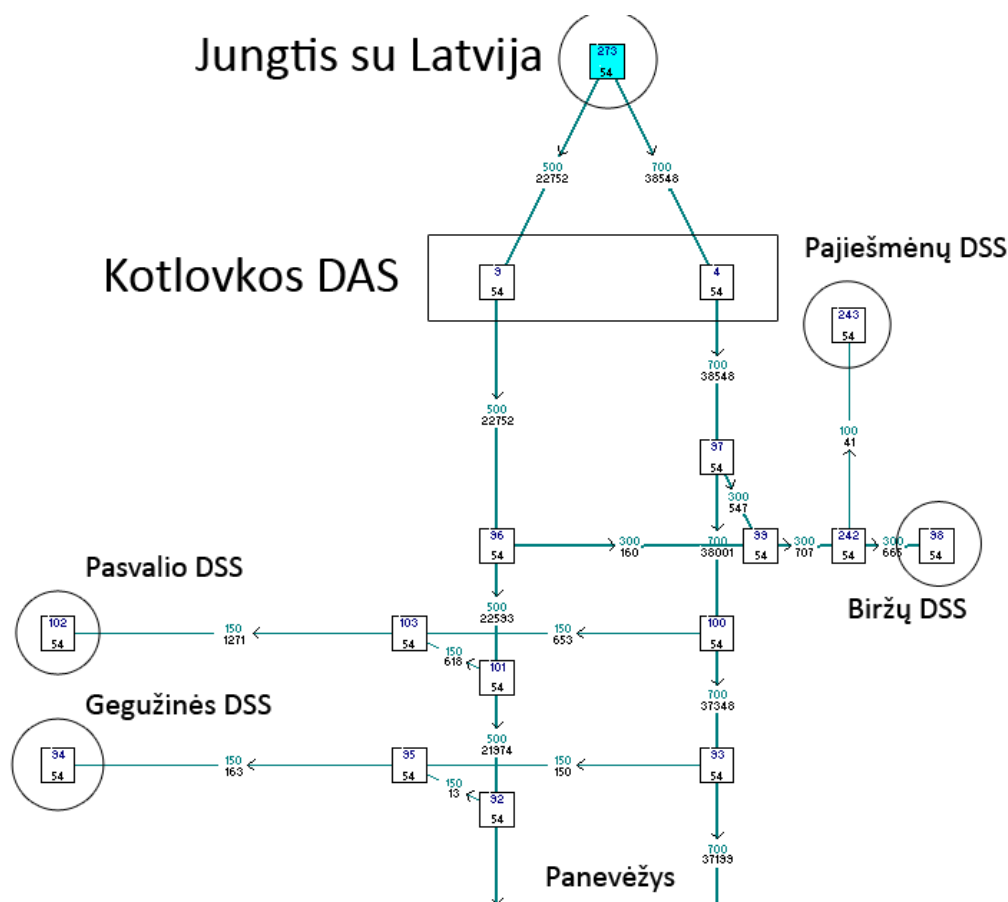
Atlikus LGDPS kompiuterinio modelio modifikaciją ir gautų duomenų analizę, galima spręsti, kad esant pirmajam scenarijui, sistema veikia optimaliu režimu. Visose tinklo atšakose, slėgis didesnis už 40 bar ribą, srautai pasiskirstę tolygiai visuose Lietuvos regionuose, nebeliko probleminių sričių ar atšakų – LGDP sistema funkcionuojanti. Antrasis dujų importo scenarijus – negalimas, siekiant, kad LGDP sistema funkcionuotų.

### 4.3. Požeminės gamtinių dujų saugyklos prijungimo prie LGDPS, kompiuterinio modelio kūrimas ir funkcionavimo tyrimas

Baltijos šalys turi vienintelę požeminę gamtinių dujų saugyklą Inčiukalnyje (Latvija), kurios tūris – apie 2,2 mlrd. m<sup>3</sup>. Pagal deklaruojamus duomenis, PžGDS per parą gali perduoti nuo 12,0 iki 17,9 mln. m<sup>3</sup>. Tačiau ši saugykla naudojama dujoms tiekti šildymo laikotarpiu vartotojams Latvijoje, Estijoje, šiaurės vakarų Rusijoje ir esant reikalui Lietuvoje, kuri rezerve laiko apie 400 mln. m<sup>3</sup> gamtinių dujų. Esant poreikiui tokio gamtinių dujų kiekio pirmojo būtinumo vartotojams (pramonės ir energijos gamintojams) užtektų 30-čiai dienų.

Todėl šiame poskyryje atliekamas tyrimas kaip funkcionuotų LGDP sistema, esant dujų tiekimui tik iš SGDT ir Inčiukalnio PžGDS.

LGDPS kompiuterinio modelio modernizacija pradedama nuo Kiemienų DAS ribos, prijungiant papildomą tiekimo tašką ir sudarant situaciją, kad dujos tiekiamos Lietuvos teritorijos kryptimi. Pagal perdavimo tinklų operatoriaus sudarytą perdavimo sistemos plėtros planą [2], numatytas šios atkarpos galios didinimas, tačiau pats projektas vykdomas Latvijos teritorijoje, todėl priimama, kad Latvijos gamtinių dujų perdavimo sistema funkcionuoja tinkamai ir tinklas yra pajėgus perduoti reikiamą dujų srautą. Latvijos gamtinių dujų perdavimo tinklų prijungimo vietos schema pateikiama 24 pav.



**24 pav.** LGDPS modelio dalies, jungtyje su Latvijos gamtinių dujų perdavimo tinklais, schema

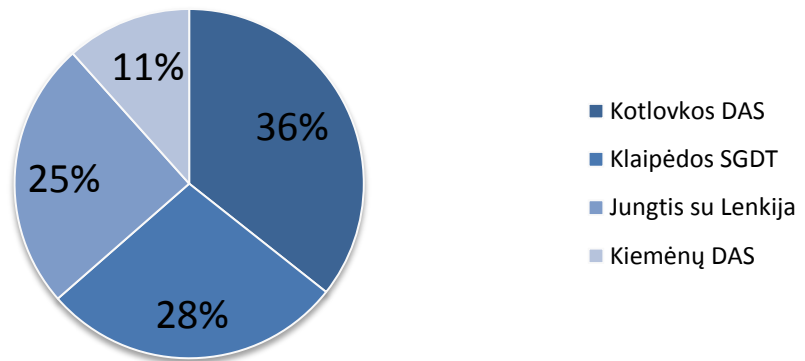
Prieš pradėdant funkcionavimo tyrimą, patikrinama kaip importuojamų dujų srautai pasiskirsto visose prijungimo vietose:

- Klaipėdos SGDT – 147287 m<sup>3</sup>/h;
- Kotlovkos DAS – 188165 m<sup>3</sup>/h;
- Jungtyje su Lenkija – 131027 m<sup>3</sup>/h;
- Kiemienų DAS – 61301 m<sup>3</sup>/h.

Procentinis dujų pasiskirstymo balansas, importo vietos atžvilgiu, pateiktas 25 pav.



## Importuojamų dujų kiekio balansas pagal importo vietą, %



**25 pav.** Importuojamų dujų kiekio balansas pagal importo vietą, %

Analizuojant dujų srautų balansą, matyti, kad didžiausias gamtinių dujų importas į LGDP sistema vykdomas per Kotlovkos DAS, dėl strategiškai ir hidrauliškai optimalios vietos.

Mažiausias importuojamas gamtinių dujų srautas iš Kiemėnų DAS, taigi šiuo atveju jungtis su Latvijos perdavimo sistema nėra būtina, tačiau pratęsimas tyrimas, kai dujų importas stabdomas per Kotlovkos DAS ir Lenkijos – Lietuvos perdavimo sistemų jungtis.

LGDP kompiuteriniame modelyje uždaromos dujotiekio atkarpos dujų importo vietose (Kotlovkos DAS ir jungtyje su Lenkijos perdavimo sistema), taip imituojant dujų nutraukimą. Kaip parodyta 26 pav.



**26 pav.** Gamtinių dujų atjungimo pavyzdys, kompiuterinėje schemeje, prie Kotlovkos DAS

Modifikuota sistema funkcionuoja ir gali veikti optimaliu režimu, esant vidutiniam tinklo apkrovimui. Tinklo charakteristikos pateikiamos priede G. Importuojamų gamtinių dujų srautai prisijungimo vietose pasiskirstę:

- Kiemėnų DAS – 260826 m<sup>3</sup>/h;
- Klaipėdos SGDT – 267253 m<sup>3</sup>/h.

Srautai beveik identiški, tai lemia, kad importo vietos yra skirtingose LGDP dalyse. Šiuo atveju, Klaipėdos SGDT valandinis perduodamas gamtinių dujų srautas sudaro 58 % maksimalaus projektinio, o Kiemėnų DAS – 52 % projektinio pajėgumo, esant vidutiniam tinklo apkrovimui, įskaitant ir gamtinių dujų tranzitą į RF Kaliningrado sritį.

Apibendrinanti visų tiriamųjų LGDPS plėtros ir modernizacijos projektų privalumai ir trūkumai pateikti 10 lentelėje.

**10 lentelė.** Atlikto tyrimo santrauka apie LGDPS plėtros ir modernizacijos projektus

<b>Eil. Nr.</b>	<b>LGDPS plėtros ir modernizacijos projektų pavadinimas</b>	<b>Privalumai</b>	<b>Trūkumai</b>
<b>1</b>	<b>Magistralinio dujotiekio Klaipėda – Kuršėnai pajėgumo didinimas (DN800 antrosios dujotiekio linijos statyba, planuojama statybų pabaiga – 2015m.)</b>	1. Pagrindinis projektas, susijęs su SGDT optimaliu veikimu; 2. Pašalinama probleminė vakarų Lietuvos magistralinių dujotieklių zona; 3. Padidinamas atkarpos pajėgumas.	-
<b>2</b>	<b>Suskystintų gamtinių dujų terminalo prijungimas prie LGDPS (planuojama prijungti 2015 m.)</b>	1. Užtikrinamas dujų tiekimas vakarinei ir pietvakarinei LGDPS daliai. 2. Dujų srautai pasiskirsto tolygiai tinkluose, nebelieka sumažėjusio dujų slėgio zonų. 3. Užtikrinamas patikimas ir saugus dujų tiekimas vartotojams.	1. Esant scenarijui, kai LGDPS gamtinių dujų importas vykdomas tik per SGDT - sistemos veikimas sutrinka, slėgis tolimiausiuose taškuose < 30 bar. 2. Būtina apriboti dujų tranzitą į RF Kaliningrado sritį. 3. Būtinai kompresorinių stočių veikimas.
<b>3</b>	<b>Lietuvos ir Lenkijos perdavimo sistemų jungtis (planuojama pastatyti – 2018 m.)</b>	1. Sudaroma galimybė diversifikuoti gamtinių dujų tiekimą; 2. Atvėrimas kelias sujungti LGDPS su ES sistema; 3. Išlyginami dujų srautai sistemoje.	1. Esant poreikiui dujas tiekti tik iš Lenkijos - nepakankamas dujų srautas. 2. Per mažas vamzdžio diametras. 3. Poreikis statyti naują kompresorinę stotį.
<b>4</b>	<b>Lietuvos – Latvijos perdavimo sistemų jungties galios didinimas, siekiant panaudoti požeminės gamtinių dujų saugyklos resursus</b>	1. Sudaroma galimybė diversifikuoti gamtinių dujų tiekimą; 2. Esant poreikiui panaudojama PžGDS; 3. Išlyginamas dujų srautų pasiskirstymo LGDPS balansas; 4. Svarbus objektas sezoniniams dujų pikams išlyginti.	1. Esant vidutinei LGDPS tinklo apkrovai, dujų tiekimas iš LV perdavimo sistemos minimalus; 2. Projektas tarptautinis, todėl labiau siejamas su Latvijos perdavimo tinklų modernizavimu.

Visi šiame baigiamajame darbe ištirti Lietuvos gamtinių dujų perdavimo sistemos plėtros ir modernizavimo projektai yra naudingi ir turi teigiamos reikšmės, perdavimo sistemos funkcionavimo aspektu. Todėl galima teigti, kad LGDPS operatoriaus parengti perdavimo sistemos plėtros projektai parengti teisingai.

PASTABA: dėl didelės „OptiPlan“ sugeneruojamų ataskaitų apimties, apie LGDPS modelio parametrus, prieduose (B, C, D, F, G) pateikiami pirmieji ataskaitų puslapiai. Išsamios ataskaitos - el. laikmenoje.

## IŠVADOS IR SIŪLYMAI

1. Atlikus esamos Lietuvos gamtinių dujų perdavimo sistemos apžvalgą, nustatyti pagrindiniai gamtinių dujų vartotojai, jų grupės ir gamtinių dujų poreikiai ir importuojamų bei transportuojamų dujų srautai. Lietuvos vartojimo metinis poreikis – 3281,2 mln. m<sup>3</sup>, tranzitu perduodamas metinis gamtinių dujų kiekis – 2167,4 mln. m<sup>3</sup>. Sudarytas pagrindinių LGDPS sudarančių įrenginių sąrašas: DKS – 2 vnt.; DSS – 66 vnt.; DAS – 3 vnt.; dujotiekiai – 2007 km, kurių sąlyginio diametro intervalas 90-1200 mm, maksimalus slėgis vamzdyne – 54 bar.

2. Numatytos kompiuterinio modeliavimo ir metodikos galimybės, vykdant Lietuvos gamtinių dujų perdavimo sistemos funkcionalumo tyrimą. Jam atlikti pasirinkta kompiuterinė dujotiekių hidraulikos skaičiavimo programa „OptiPlan Mix“.

3. Sudaryta duomenų bazė, naudojama esamo Lietuvos gamtinių dujų perdavimo sistemos modelio kūrimui ir reikiamų rezultatų gavimui. Duomenų bazė sudaryta iš dviejų pagrindinių dalių: dujų skirstymo stočių techninių parametrų; pagrindinių magistralinių dujotiekių ir jų atšakų charakteristikų.

5. Sukurtas esamos Lietuvos gamtinių dujų perdavimo sistemos kompiuterinis modelis ir technologinė schema, sudaryta iš 278 vnt. taškinių ir 271 vnt. linijinių objektų. Patikrintas veikimas, pagal dujų operatoriaus deklaruojamus slėgio ir dujų kiekių duomenis, kontroliniuose taškuose. Dujų slėgio paklaida kontroliniuose taškuose, lyginant kompiuterinio modelio ir deklaruojamus duomenis, neviršino 3 %. Nustatyta, kad sistema yra funkcionuojanti ir atitinka keliamus reikalavimus. Pasirinktas vidutinės apkrovos sistemos veikimo režimas, modernizacijos modeliavimui atlikti (visos sistemos gamtinių dujų poreikis – 527780 m<sup>3</sup>/h, iš kurių – 245662 m<sup>3</sup>/h skirsti dujų transportavimui į RF Kaliningrado sritį).

6. Nustatytos trys probleminės esamos Lietuvos gamtinių dujų perdavimo sistemos magistralinių dujotiekių atkarpos: „Klaipėda – Kuršėnai“; „Kauno DSS-1 – Kauno DSS-2“; magistralinio dujotiekio atšaka iki Naujosios Akmenės DSS. Šių atkarpų sąlyginiai diametrai per maži, norit užtikrinti patikimą ir saugų gamtinių dujų tiekimą. Todėl reikalingas šių atkarpų modernizavimas (rekonstrukcija).

7. Tyrimo pagalba nustatyti skirtingi LGDPS funkcionavimo režimai, ir įvertintas jos veikimas, Kiekvienu modernizacijos atveju parinkti keli scenarijai, kai gamtinės dujos importuojamos visais galimais būdais ir kiekvienu atskirai. Sudaryti gamtinių dujų srautų pasiskirstymo balansai.

## LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. Lietuvos energetikos ministerija. *Nacionalinė energetinės nepriklausomybės strategija*. Vilnius: 2012. [žiūrėta 2014 m. vasario 26 d.]. Prieiga per internetą: ([e-leidinys](#))
2. AB „Amber Grid“, Projektas. *Gamtinių dujų perdavimo sistemos operatoriaus dešimties metų (2013 – 2022m.) tinklo plėtros planas*“, Vilnius: 2013. Prieiga per internetą: ([e-leidinys](#))
3. Lietuvos statistikos departamentas, pranešimas spaudai. *Energetikos statistika*. Vilnius: 2013. [žiūrėta 2014 m. gegužės mėn. 25 d.] Prieiga per internetą: ([e-leidinys](#))
4. Kugelevičius, J. *Lietuvos magistralinių dujotiekių funkcionavimo ir plėtros tyrimai*. Kaunas: 2009. 100 p.
5. Valstybinė kainų ir energetikos kontrolės komisija, Ataskaita. *Gamtinių dujų tranzito per Lietuvos Respublikos teritoriją ataskaita už 2012m.* Vilnius: 2013. [žiūrėta 2014 m. gegužės mėn. 25 d.], Prieiga per internetą: ([e-leidinys](#))
6. Lietuvos Respublikos energetikos ministerija, Publikacija. *Suskystintų dujų (SGD) terminalas*. Vilnius: 2014. [žiūrėta 2014 m. gegužės mėn. 25 d.], Prieiga per internetą: ([e-leidinys](#))
7. AB „Klaipėdos nafta“, Specialiojo plano aiškinamasis raštas. *Suskystintųjų gamtinių dujų terminalo, susijusios infrastruktūros ir dujotiekio statybos specialusis planas. SPRENDINIAI. TEKSTINĖ DALIS*. Projekto Nr. 12005. Vilnius: 2013. 274 p. [žiūrėta 2014 m. gegužės mėn. 25 d.], Prieiga per internetą: ([e-leidinys](#))
8. AB „Klaipėdos nafta“, Taisyklės. *Naudojimosi suskystintų gamtinių dujų terminalu taisyklės*. Klaipėda: 2014. 33 p. [žiūrėta 2014 m. gegužės mėn. 25 d.], Prieiga per internetą: ([e-leidinys](#))
9. Lietuvos Respublikos Seimas, Teisinis aktas. *Lietuvos Respublikos Gamtinių dujų įstatymas*. Vilnius: 2010. [žiūrėta 2014 m. gegužės mėn. 25 d.], Prieiga per internetą: ([e-leidinys](#))
10. AB „Lietuvos dujos“, Pranešimas. *2013 m. metinis pranešimas*. Vilnius: 2014. 31p. [žiūrėta 2014 m. gegužės mėn. 25 d.], Prieiga per internetą: ([e-leidinys](#))
11. AB „Amber Grid“, Pranešimas. *2013 m. AB „Amber Grid“ metinis pranešimas*. Vilnius: 2014. 27 p. [žiūrėta 2014 m. gegužės mėn. 25 d.], Prieiga per internetą: ([e-leidinys](#))

12. Lietuvos Respublikos energetikos ministerija, Publikacija. *Gamtinių dujų importas ir vartojimas Lietuvoje 2013 m.* Vilnius: 2014. [žiūrėta 2014 m. gegužės mėn. 25 d.], Prieiga per internetą: ([e-prieiga](#))
13. Lietuvos Respublikos energetikos ministerija, Reikalavimai. *Gamtinių dujų kokybės reikalavimai.* Vilnius: 2013. [žiūrėta 2014 m. gegužės mėn. 25 d.], Prieiga per internetą: ([e-prieiga](#))
14. Lietuvos Respublikos energetikos ministerija, Publikacija. *Lietuvos centralizuotos šilumos ūkio ir atsinaujinančių energijos sektorių analizė.* Vilnius: 2014. [žiūrėta 2014 m. gegužės mėn. 25 d.], Prieiga per internetą: ([e-prieiga](#))

## **PRIEDAI**

### **PRIEDAS A. LGDPS kompiuterinio modelio schema**

**PRIEDAS B. Esamo LGDPS modelio parametrai, esant vidutiniam tinklo apkrovimui**

## **PRIEDAS C. Esamo LGDPS modelio parametrai, esant maksimaliam tinklo apkrovimui**



## **PRIEDAS D. SGGT prijungimo atveju, LGDPS modelio parametrai**

## **PRIEDAS E. Lietuvos – Lenkijos gamtinių dujų perdavimo sistemų jungties schema**

**PRIEDAS F. Lietuvos – Lenkijos perdavimo sistemų jungties atveju – LGDPS modelio parametrai**

## **PRIEDAS G. PžGDS prijungimo atveju – LGDPS modelio parametrai**