

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
MECHANIKOS INŽINERIJOS IR DIZAINO FAKULTETAS
ŠILUMOS IR ATOMO ENERGETIKOS KATEDRA

TVIRTINU
Katedros vedėjas
(parašas) Doc. dr. Egidijus Puida
(data)

**SKIRSTOMOJO DUJOTIEKIO ATŠAKOS MARIJAMPOLĖ -
KALVARIJA TIESIMO GALIMYBIŲ STUDIJA**

Baigiamasis magistro projektas
Termoinžinerija (kodas 621E30001)M

Vadovas
(parašas) Doc. dr. Antanas Rimantas Sudintas
(data)

Recenzentas
(parašas) Prof. dr. Vytautas Dagilis
(data)

Projektą atliko
(parašas) Danutė Kruglovaitė
(data)

**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
MECHANIKOS INŽINERIJOS IR DIZAINO FAKULTETAS**

Tvirtinu:

Šilumos ir atomo energetikos
katedros vedėjas

(parašas, data)

Doc. E. Puida

(vardas, pavardė)

**PAGRINDINIŲ UNIVERSITETINIŲ STUDIJŲ BAIGIAMOJO DARBO UŽDUOTIS
Studijų programa TERMOINŽINERIJA**

Universitetinių pagrindinių studijų, kurias baigus įgyjamas magistro kvalifikacinis laipsnis, baigiamasis darbas yra taikomojo arba tiriamojo pobūdžio projektas. Jam atlikti ir apginti skiriama 30 kreditų. Šiuo projektu studentas parodo, kad yra sukaupęs pakankamai žinių, turi pakankamai gebėjimų ir nemažą pasirinktos studijų krypties analitinio ar projektavimo darbo patirtį. Taip pat jis parodo, kad yra kūrybingas, išmano socialinės ir komercinės aplinkos, teisės aktų ir finansines galimybes, turi informacijos šaltinių paieškos ir jų analizės, projektavimo ir inžinerinės analizės, informacinių technologijų naudojimo ir rašytinio bendravimo, taisyklingos kalbos vartosenos įgūdžių, giliai suvokia nagrinėjamą temą, geba tinkamai formuluoti išvadas.

1. Darbo tema:

Skirstomojo dujotiekio atšakos Marijampolė - Kalvarija tiesimo galimybių studija

The feasibility study of gas distribution network branch construction from Marijampolė to Kalvarija.

Patvirtinta 2015 m. mėn. d. dekanų įsakymu Nr.

2. Darbo tikslas - atlikti skirstomojo dujotiekio atšakos Marijampolė - Kalvarija bendrojo pagrįstumo ir atskirų techninių variantų tiesimo galimybių analizę.

3. Darbo struktūra:

Įvadas

1. *Bendrieji Lietuvos dujotiekio plėtros ypatumai ir tendencijos*

2. *Skirstomosios dujų sistemos projektavimo ir įrengimo reikalavimai, taikomų skaičiavimo metodų analizė*

3. *Skirstomojo dujotiekio tinklo atšakos įrengimo techninių sąlygų ir pagrįstumo analizė*

4. *Atšakos tiesimo variantų modeliavimas*

5. *Sudarytų modelių techniniai skaičiavimai*

6. *Aplinkosauginis atšakos įrengimo įvertinimas*

7. *Ekonominė variantų analizė*

Išvados

Literatūra

Priedai

4. Reikalavimai ir sąlygos

Atliekant analizę, vadovautis galiojančiais teisės aktais, valstybės strateginiais dokumentais, magistro baigiamojo darbo rengimo reikalavimais.

5. Užbaigto darbo pateikimo terminas: 2015... m. birželio mėn. 03 d.

6. Ši užduotis yra neatskiriama baigiamojo darbo dalis.

Išduota studentei Danutei Kruglovaitei

Užduotį gavau Danutė Kruglovaitė 2015.02.02

(studento vardas, pavardė)

(parašas)

(data)

Vadovas doc. dr. Antanas Rimantas Sudintas 2015.02.02

(pareigos, vardas, pavardė)

(parašas)

(data)



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
MECHANIKOS INŽINERIJOS IR DIZAINO FAKULTETAS

(Fakultetas)

Danutė Kruglovaitė

(Studento vardas, pavardė)

Termoinžinerija (kodas 621E30001)M

(Studijų programos pavadinimas, kodas)

Baigiamojo projekto „Skirstomojo dujotiekio atšakos Marijampolė - Kalvarija tiesimo galimybių studija“

AKADEMINIO SAŽININGUMO DEKLARACIJA

2015

gegužės
Kaunas

27 d.

Patvirtinu, kad mano **Danutės Kruglovaitės** baigiamasis projektas tema „Skirstomojo dujotiekio atšakos Marijampolė - Kalvarija tiesimo galimybių studija“ 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)

Kruglovaitė, D. The feasibility study of gas distribution network branch construction from Marijampolė to Kalvarija. Master degree final paper / supervisor assoc. prof. dr. Antanas Rimantas Sudintas; Kaunas University of Technology, Faculty of Mechanical Engineering and Design, Department of Thermal and Nuclear Energy.

Kaunas, 2015. 76 p.

SUMMARY

The aim of this research work is to analyze the possibility of gas supply to Kalvarija town and its regions. To achieve this aim there were made objective and common technical validity and formed several distribution construction models. These models were examined technically, environmentally and economically afterwards framing summarizing conclusions.

In general feasibility study branches were chosen from Marijampolė to Kalvarija, as the main criteria were demand for natural gas. Furthermore, there was found that a more detailed examination of the project is targeted: the demand of annual natural gas exceeds the minimum statutory amount. Simultaneously, on the technical analysis the decision was made, that Marijampolė gas distribution station capacity is sufficient to supply natural gas not only to existing customers, but also to the planned distribution pipeline branch, as well as the optimal source of gas supply and distribution system functional elements. From the environmental point of view, based on atmospheric pollution dispersion modeling software environment AERMOD program results, thus gas supply to the existing industrial facilities to ensure lower emissions and were would be eliminated environment pollution at this moment. The evaluation of the investment, operating and other expenses, estimated that the planned pipeline branch is not appropriate when natural gas is deployed for domestic and industrial facilities. Generally, investments in the natural gas networks of this development would exceed several times the expected revenue. In analyzed gas supplies for industrial objects were was found that such distribution of pipeline branch would be economically beneficial.

In conclusions, this research has shown us, that deployed for household and non-household customers, distribution of pipeline development is not appropriate. Optimal gas supply in that territory would only ensure the construction of a branch pipeline in industry region. This research study would be beneficial to the preparation of distribution pipeline network of branches from Marijampolė to Kalvarija for Technical and Design projects.

TURINYS

1.	BENDRIEJI LIETUVOS DUJOTIEKIO PLĖTROS YPATUMAI IR TENDENCIJOS.....	12
1.1.	Gamtinių dujų paklausa Lietuvoje	12
1.2.	Gamtinių dujų vartojimo prognozė	14
1.3.	Esama gamtinių dujų transportavimo sistema.....	16
1.4.	Gamtinių dujų transportavimo sistemos plėtra.....	16
2.	GAMTINIŲ DUJŲ SKIRSTYMO SISTEMOS PROJEKTAVIMO IR ĮRENGIMO REIKALAVIMAI, TAIKOMŲ SKAIČIAVIMO METODŲ ANALIZĖ.....	20
2.1.	Bendrosios žinios	20
2.2.	Teisinio reguliavimo aktai.....	22
2.3.	Techniniai skaičiavimai.....	24
2.3.1.	Dujų poreikiai, vartotojai ir skaičiuojamieji debitai	24
2.3.2.	Hidraulinio skaičiavimo metodai	26
3.	RAJONO GAMTINIŲ DUJŲ VARTOTOJŲ ANALIZĖ IR DUJŲ POREIKIO SKAIČIAVIMAS	29
3.1.	Planuojamo dujofikuoti rajono charakteristika	29
3.2.	Gamtinių dujų poreikio skaičiavimas.....	37
3.2.1.	Ūkinės – buitinės reikmės	39
3.2.2.	Gyvenamųjų namų šildymas.....	43
3.2.3.	Paslaugų sektorius.....	46
3.2.4.	Pramonės sektorius	48
3.3.	Suminis metinis ir maksimalus valandinis gamtinių dujų poreikis.....	49
4.	DUJOTIEKIO ATŠAKOS SU ATSKIRAIS VARTOTOJAIMS TIESIMO VARIANTŲ MODELIAVIMAS	51
4.1.	Pagrindiniai techniniai sprendiniai.....	51
4.2.	Gamtinių dujų tiekimo šaltinio vietos parinkimas	57
4.3.	DRP optimalaus projekcinio skaičiaus nustatymas	62
4.4.	Modelių hidrauliniai skaičiavimai.....	64
4.5.	Aplinkosauginis atšakos įrengimo įvertinimas	66
4.5.1.	Aplinkos oro užterštumas.....	67
4.6.	Ekonominė variantų analizė	70
5.	IŠVADOS	75
6.	LITERATŪROS SĄRAŠAS	76
7.	PRIEDAI.....	80
7.1.	A PRIEDAS. Interpoliavimo algoritmas.....	80
7.2.	B PRIEDAS. Nomograma gamtinių dujų tinklui skaičiuoti	82
7.3.	C PRIEDAS. Hidraulinio skaičiavimo rezultatai	83
7.3.1.	C1. Pirmojo modelio rezultatai	83
7.3.2.	C2. Antrojo modelio rezultatai.....	85
7.3.3.	C3. Trečiojo modelio rezultatai	87
7.3.4.	C3. Ketvirtojo modelio rezultatai.....	89
7.4.	D PRIEDAS. Grafinė projekto dalis	90
7.5.	E PRIEDAS. Taršos sklaidos modeliavimas.....	100
7.6.	F PRIEDAS. Ekonominio skaičiavimo rezultatai	104

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1.1 pav. Gamtinių dujų suvartojimas Lietuvoje, mln. n.m ³ /metus [41]	12
1.2 pav. Gamtinių dujų suvartojimo kitimo scenarijai Lietuvoje, mlrd. n.m ³ /metus [42]	14
1.3 pav. Gamtinių dujų transportavimo sistemos tinklas Lietuvoje [33]	17
2.1 pav. Daugialaipsnė miesto dujotiekio schema: DSS – dujų skirstymo stotis; DRP – dujų reguliavimo punktas; PĮ – pramonės įmonė; DST – didelio slėgio tinklas; VST – vidutinio slėgio tinklas; MST – mažo slėgio tinklas [19].....	21
2.2 pav. Hidraulinio skaičiavimo algoritmas	26
3.1 pav. Dujofikuoti numatyti mikrorajonai.....	29
3.2 pav. Planuojamo skirstomojo dujotiekio atšakos: 1 – Kumelionių mikrorajonas; 2 – Meškučių mikrorajonas; 3 – Jungėnų mikrorajonas; 4 – Kalvarijos mikrorajonas; 5 – Jusevičių mikrorajonas [59].....	30
3.3 pav. Kumelionių mikrorajone dujų tiekimas numatomas į: 1 – gyvenamosios zonos teritoriją (apibrėžta raudona linija); 2 – katilinę; 3 – planuojamą gyvenamosios zonos plėtros teritoriją [37, 59].....	32
3.4 pav. Meškučių mikrorajone dujų tiekimas numatomas į: 1 – gyvenamosios zonos teritoriją (apibrėžta raudona linija); 2 – katilinę [37, 59].....	33
3.5 pav. Jungėnų mikrorajone dujų tiekimas numatomas į: 1 – gyvenamosios zonos teritoriją (apibrėžta raudona linija); 2 – pramonės įmonę; 3 – planuojamą pramonės zonos plėtros teritoriją [37, 59].....	33
3.6 pav. Kalvarijos mikrorajone dujų tiekimas numatomas į: 1 – gyvenamosios zonos teritoriją (apibrėžta raudona linija); 2 – planuojamą gyvenamosios zonos plėtros teritoriją; 3 – planuojamą pramonės zonos plėtros teritoriją; 4 – pramonės įmonę; 5 – katilinę [37, 59]	34
3.7 pav. Jusevičių mikrorajone dujų tiekimas numatomas į: 1 – gyvenamosios zonos teritoriją (apibrėžta raudona linija); 2 – pramonės įmonę [37, 59]	35
3.8 pav. Interpoliavimo rezultatai	42
4.1 pav. Planuojamos dujotiekio atšakos pirmojo modelio struktūrinė schema	52
4.2 pav. Planuojamos dujotiekio atšakos antrojo modelio struktūrinė schema.....	53
4.3 pav. Planuojamos dujotiekio atšakos trečiojo modelio struktūrinė schema.....	54
4.4 pav. Planuojamos dujotiekio atšakos ketvirtojo modelio struktūrinė schema	55
4.5 pav. Skirstomojo PE dujotiekio d355 įrengimas tranšėjoje	56
4.6 pav. Planuojamos dujotiekio atšakos pajungimo schema pagal pirmąją alternatyvą.....	58
4.7 pav. Planuojamos dujotiekio atšakos pajungimo schema pagal antrąją alternatyvą	60
4.8 pav. Planuojamos dujotiekio atšakos pajungimo schema pagal trečiąją alternatyvą	61
4.9 pav. Pirmojo modelio dujotiekio hidraulinio skaičiavimo schemos elementas (pilna schema pateikta D priede)	65
4.10 pav. Teršalai, kurių ribinė vertė, leistinas nukrypimo dydis turi būti nustatomi [49].....	67
7.1 pav. Algoritmo blokinė schema tarpinėms K_m^h reikšmėms skaičiuoti	80
7.2 pav. Nomograma vidutinio ir didelio slėgio (iki 1,2 MPa) gamtinių dujų tinklui skaičiuoti (kai $\rho=0,73 \text{ kg/m}^3$, $v=14,3 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$).....	82
7.3 pav. Aplinkos oro taršos azoto oksidais sklaidos modeliavimas Marijampolės rajono savivaldybės teritorijoje: 001 – Kumelionių katilinė; 002 – Meškučių katilinė.....	100
7.4 pav. Aplinkos oro taršos anglies monoksidu sklaidos modeliavimas Marijampolės rajono savivaldybės teritorijoje: 001 – Kumelionių katilinė; 002 – Meškučių katilinė.....	101
7.5 pav. Aplinkos oro taršos azoto oksidais sklaidos modeliavimas Kalvarijos rajono savivaldybės teritorijoje: 003 – UAB „Parama“; 004 – UAB „Marijampolės pieno konservai“; 005 – pietinio miestelio katilinė; 006 – UAB „Saerimner“	102
7.6 pav. Aplinkos oro taršos anglies monoksidu sklaidos modeliavimas Kalvarijos rajono savivaldybės teritorijoje: 003 – UAB „Parama“; 004 – UAB „Marijampolės pieno konservai“; 005 – pietinio miestelio katilinė; 006 – UAB „Saerimner“	103

LENTELIŲ SĄRAŠAS

3.1 lentelė. Planuojamo dujofikuoti rajono charakteristika.....	29
3.2 lentelė. Šilumos ruošimo šaltiniai [37,41].....	31
3.3 lentelė. Planuojamo dujofikuoti rajono klimatologiniai duomenys [57].....	36
3.4 lentelė. Lietuvoje tiekiamų gamtinių dujų parametrai [39].....	37
3.5 lentelė. Dujų suvartojimo pasiskirstymas.....	37
3.6 lentelė. Gyventojų tankis 1 ha teritorijoje pagal namų aukštingumą [9].	39
3.7 lentelė. Metinis ir didžiausias valandinis dujų poreikis ūkinėms – buitinėms reikmėms	43
3.8 lentelė. Specifinės šildymo galios ir lauko temperatūros priklausomybė [24]	45
3.9 lentelė. Metinis ir didžiausias valandinis dujų poreikis gyvenamųjų namų šildymui.....	46
3.10 lentelė. Metinis ir didžiausias valandinis dujų poreikis paslaugų sektoriuje	48
3.11 lentelė. Metinis ir didžiausias valandinis dujų poreikis pramonės sektoriuje	48
3.12 lentelė. Suminė metinio ir didžiausio valandinio dujų poreikio lentelė.....	50
4.1 lentelė. Antrojo modelio potencialių vartotojų dujų poreikis	53
4.2 lentelė. Trečiojo modelio potencialių vartotojų dujų poreikis	54
4.3 lentelė. Dujų tiekimo pirmosios alternatyvos skaičiavimo rezultatai	59
4.4 lentelė. Išvestinių duomenų DRP optimalaus skaičiaus parinkimo lentelė.....	63
4.5 lentelė. Leistinos teršalų ribinės vertės 2 m aukštyje nuo žemės [47]	67
4.6 lentelė. Taškinių taršos šaltinių charakteristikos (1)*	68
4.7 lentelė. Taškinių taršos šaltinių charakteristikos (2)	70
4.8 lentelė. Numatomos investicijos skirstomojo dujotiekio tinklo išvystymui	71
4.9 lentelė. Metinis gamtinių dujų suvartojimas pagal vartotojų grupes	72
4.11 lentelė. Ketvirtojo modelio ekonominio skaičiavimo rezultatai	74
7.1 lentelė. Pirmojo modelio hidraulinio skaičiavimo rezultatai	83
7.2 lentelė. Antrojo modelio hidraulinio skaičiavimo rezultatai.....	85
7.3 lentelė. Trečiojo modelio hidraulinio skaičiavimo rezultatai.....	87
7.4 lentelė. Ketvirtojo modelio hidraulinio skaičiavimo rezultatai.....	89
7.5 lentelė. Pirmojo modelio ekonominio skaičiavimo rezultatai.....	104

SANTRUMPOS IR ŽYMĖJIMAI

AE	–	atominė elektrinė
DAS	–	dujų apskaitos stotis
DKS	–	dujų kompresorinė stotis
DRĮ	–	dujų reguliavimo įrenginys
DRP	–	dujų reguliavimo punktas
DSS	–	dujų skirstymo stotis
DST	–	didelio slėgio tinklas
ES	–	Europos sąjunga
GI	–	Global Insight
LEI	–	Lietuvos energetikos institutas
McK	–	McKinsey & Company
MD	–	magistralinis dujotiekis
MST	–	mažo slėgio tinklas
PE	–	polietilenas
PĮ	–	pramonės įmonė
SDR	–	standartinis vamzdžių matmenų santykis dn / en
SDRĮ	–	spintinis dujų reguliavimo įrenginys
SGD	–	suskystintos gamtinės dujos
SGDT	–	suskystintų gamtinių dujų terminalas
USAEE	–	United States Association of Energy Economics
VST	–	vidutinio slėgio tinklas
d_n	–	vardinis išorinis PE vamzdžio skersmuo, mm
e_n	–	vardinis sienelės storis, mm
K_m^h	–	didžiausio valandinio dujų suvartojimo koeficientas (perskaičiavimo iš metinio dujų suvartojimo į didžiausią valandinį dujų suvartojimą koeficientas)
K_{sin}	–	veikimo sutapimo koeficientas
m	–	prietaisų tipų skaičius, vnt.
n_i	–	vieno tipo prietaisų skaičius, vnt.
Q_y	–	metinis dujų suvartojimas, m ³ /metus
q_{nom}	–	prietaiso arba grupės prietaisų vardinis dujų srautas, nustatomas pagal prietaiso paso technines charakteristikas, m ³ /h

IVADAS

Įvairaus spektro gamtinių dujų vartotojų poreikiui tenkinti, skirtingo dydžio, sudėtingumo bei struktūros dujotiekio vamzdynų sistema naudojasi daugybė pasaulio valstybių. Lietuva turi savus dujų tinklo ypatumus. Šiuolaikiniuose miestuose ir kaimuose buitiniams ir pramonės reikmėms naudojamos įvairios kuro rūšys, tačiau energijos poreikiui tenkinti viena iš labiausiai tinkančių kuro alternatyvų yra gamtinės dujos. Palyginus su kietuoju kuru, degiosios dujos turi privalumų:

- dujų degimo produktuose nėra kenksmingų sieros junginių, dulkių ir šlako, todėl nekenkiama sanitarinei - higieninei miestų būklei;
- palengvina žmonių veiklą buityje ir gamyboje;
- galima greitai uždegti ir užgesinti;
- lengva palaikyti technologiškai reikalingą atmosferą;
- paprastas ir pigus tiekimas vartotojams (vamzdynų sistema);
- nėra būtinas transportas kurui gabenti, nereikalingi kuro sandėliai, pelenų ir šlako laikymo aikštelės.

Remiantis šiais ir kitais privalumais, degiosios dujos konkurencingai keičia kietąjį ir skystąjį kurą, naudojamą pramoninėse krosnyse, katiluose ir vidaus degimo varikliuose [9].

Pradėjus į Lietuvą transportuoti gamtines dujas, tęsiasi nenutrūkstami perdavimo ir skirstymo sistemų plėtros procesai. 2013 m. pradėta ir iki 2022 m. numatoma įgyvendinti stambius investicijų projektus, skirtus dujų tiekimo šaltinių diversifikavimui, dujų tiekimo patikimumo užtikrinimui vartotojams ir naujų teritorijų dujifikavimui.

Ryšium su gamtinių dujų perdavimo sistemos plėtros programomis, plėtojasi ir skirstomųjų dujotiekių tinklas: kasmet gamtinėmis dujomis aprūpinami nauji buitiniai ir pramoniniai vartotojai, atsirandantys dujifikuotose miestuose ir atskiruose rajonuose. Gamtinių dujų tinklo plėtra numatoma ne tik didžiuosiuose miestuose, bet dujų tiekimo galimybės svarstomos ir į nedidelius Lietuvos miestus, tokius kaip Tauragė, Šilutė, Kalvarija ir kt. Dujų tinklo plėtros kryptys gali būti pasirinktos diskutuojant tuo suinteresuotoms institucijoms, apsvarstant galimybes bei rengiant įvairaus masto skirstomųjų dujų sistemų plėtros analizes.

Šiame darbe siekiama iširti gamtinių dujų tiekimo galimybę į Kalvarijos miestą bei jo apylinkes. Atsižvelgiant į šalyje galiojančius teisės aktus, esamas technines sąlygas ir ekonomines galimybes, siekiama sumodeliuoti optimalų skirstomojo dujotiekio tinklo atšakos Marijampolė - Kalvarija variantą, kuris galėtų būti realizuotas, taip aprūpinant potencialius vartotojus gamtinėmis dujomis.

Tikslas: Atlikti skirstomojo dujotiekio tinklo atšakos Marijampolė – Kalvarija tiesimo bendrojo pagrįstumo bei atskirų variantų tiesimo galimybių analizę, pateikti optimalų atšakos variantą, pagrįstą techniniais bei ekonominiais kriterijais.

Uždaviniai:

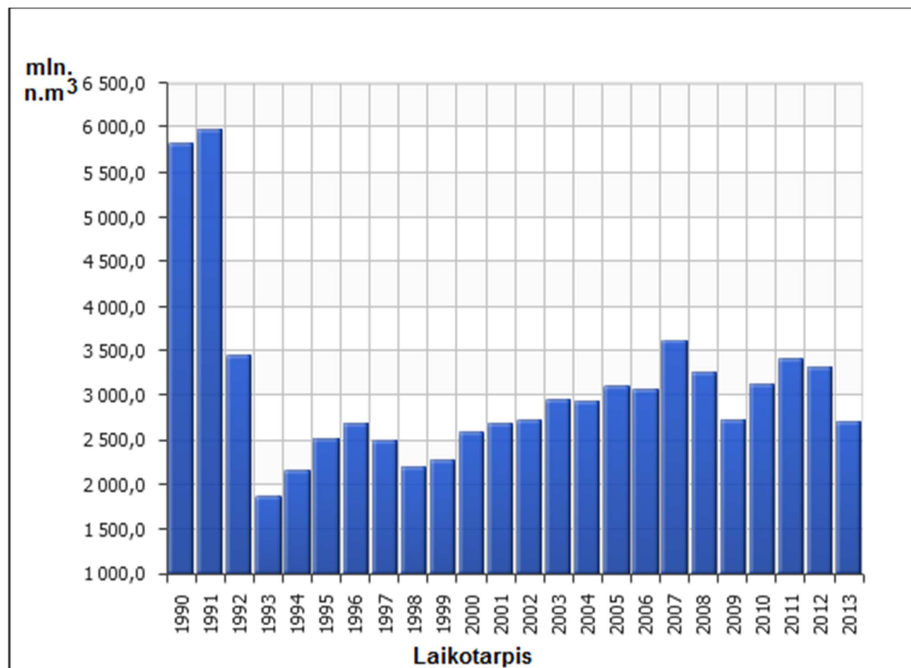
1. Išnagrinėti gamtinių dujų paklausos Lietuvoje bei dujų perdavimo ir skirstymo sistemų plėtros tendencijas.
2. Ryšium su gamtinių dujų perdavimo ir skirstymo sistemų plėtra, išsiaiškinti dujų skirstymo sistemos projektavimo ir įrengimo reikalavimus, taikomus skaičiavimo metodus.
3. Išanalizuoti skirstomojo dujotiekio tinklo plėtros galimybę – atšakos Marijampolė – Kalvarija tiesimo tikslingumą.
4. Atsižvelgus į potencialių gamtinių dujų vartotojų technines sąlygas, parengti skirstomojo dujotiekio atšakos tiesimo modelius (parenkant galimą dujotiekio trasą), rezervuoti teritorijas planuojamai dujotiekio atšakai.
5. Atlikti techninius planuojamos skirstomojo dujotiekio atšakos variantų skaičiavimus, siekiant parinkti tinkamus dujotiekio sistemos funkcinis elementus.
6. Išanalizuoti planuojamos dujotiekio atšakos poveikį aplinkai.
7. Atlikti ekonominio pagrįstumo analizę.

1. BENDRIEJI LIETUVOS DUJOTIEKIO PLĖTROS YPATUMAI IR TENDENCIJOS

Energetikos sektorius yra sudėtinga ūkio šaka, kuri įtakoja kiekvienos valstybės ekonomiką, jos struktūrą, ekonomikos augimo tempus, socialinę ir ekonominę gerovę, be to yra neatsiejama modernios visuomenės sudedamoji dalis. Rengiant šalies ar regiono ekonomikos ir energetikos plėtros strategijas, pagrindžiant naujų technologijų diegimo tikslingumą, planuojant investicijas, būtina turėti pakankamai informacijos apie įvairių pirminių išteklių sąnaudas.

1.1. Gamtinių dujų paklausa Lietuvoje

Kaip matyti iš 1.1 pav. pateiktos diagramos, Lietuvoje didžiausios gamtinių dujų sąnaudos buvo pasiektos 1991 m. – 6 mlrd. n.m³. 1991 – 1993 m. laikotarpiu matomas ženklus gamtinių dujų vartojimo sumažėjimas. Šį vartojimo sumažėjimą įtakojo daugiausiai dujų kainų kilimas bei smukusi šalies ekonomika. Vėlesniu periodu vartojimo kitimas priklausė nuo mazuto ir gamtinių dujų kainų santykio kitimo, kadangi didžioji dalis šalies energetinių įrenginių galėjo vartoti abi anksčiau minėtas kuro rūšis.



1.1 pav. Gamtinių dujų suvartojimas Lietuvoje, mln. n.m³/metus [41]

Eliminavus energijos gamybą atominės energetikos sektoriuje, t. y. uždarius Ignalinos AE, pastebimas gamtinių dujų poreikio padidėjimas nuo 2,7 mlrd. n.m³ 2009 m. iki 3,1 mlrd. n.m³ 2010 m. 2011 m. suvartojimas siekė 3,4 mlrd. n.m³. 2012 gamtinių dujų poreikis buvo 3,3 mlrd. n.m³, o 2013 m. gamtinių dujų perdavimo sistema Lietuvos vartotojams buvo transportuota 2,7 mlrd. n.m³.

2014 m. į Lietuvą, kaip ir anksčiau, gamtines dujas importavo 5 įmonės: AB „Lietuvos dujos“, UAB „Dujotekana“, UAB „Haupas“, AB „Achema“ ir UAB „Kauno termifikacijos elektrinė“. 4 dujų įmonės yra sudariusios sutartis su AB „Gazprom“, o UAB „Dujotekana“ dujas

perka per „Gazprom“ tarpininką – „LT GAS Stream AG“ [34].

AB „Achema“ ir UAB „Kauno termofikacijos elektrinė“ gamtines dujas naudoja tik savo reikmėms, kitiems vartotojams dujas didžiąja dalimi tiekia dvi įmonės: AB „Lietuvos dujos“ (ir buitiniams, ir kitiems vartotojams) ir UAB „Dujotekana“ (tik nebuitiniams vartotojams). Šios dvi įmonės tenkina 99% šalies gamtinių dujų poreikio, o 1% tiekia UAB „Haupas“ vietinei Druskininkų regiono dujų sistemai, kuri nesujungta su bendra Lietuvos dujų sistema.

Lietuvoje išskiriami keletas dujas vartojančių sektorių: namų ūkiai (9,5%), energetika (41%), dujas naudojanti kaip žaliavą pramonė ir kita pramonė (49,5%) [42].

Lietuvoje metinis gamtinių dujų suvartojimas svyruoja ir priklauso nuo sezono: didžiausi poreikiai būna žiemos ir pereinamaisiais laikotarpiais, o vasaros metu suvartojimas ženkliai sumažėja ir siekia apie 50% žiemos suvartojimo. Nors elektros ir šilumos poreikiai daugiausiai priklauso nuo klimatinės sąlygų, tačiau gamtinių dujų poreikio pasiskirstymas skirtingais metais bet tais pačiais mėnesiais išlieka pastovus.

Maksimalaus dujų poreikio skaičiavimai yra paremti šildymo poreikiu žiemos mėnesiais. Nuolatinė paklausa (taip charakterizuojama paklausa šilumai tiek visuomeniniam ir buitiniam vartojimui, tiek pramonei) yra lengviau prognozuojama – priimama, kad šiai paklausai tenkinti reiktų 0,9 - 1,5 mlrd. n.m³ per metus. Atsižvelgiant į tai, kad dujas vartojantys sektoriai dujų tiekimo sutrikimo atvejais pasižymi skirtingu jautrumu (tarkim elektros generavimo sutrikimai trumpam gali būti pakeisti importu), priimta, kad minimalus/kritinis metinis gamtinių dujų srautas neturėtų būti mažesnis nei 1,4 mlrd. n.m³. Bet šis kritinis srautas būtų nepakankamas esant šaltajam metų laikui ar staigiai padidėjus kurio nors sektoriaus vartojimui. Atsižvelgiant į pastarojo dešimtmečio statistiką akivaizdu, kad pikinio vartojimo metu turėtų būti užtikrintas bent 7 mln. n.m³ momentinis srautas per dieną. Bet, remiantis įvairių autorių studijomis gamtinių dujų paklausos klausimu Lietuvoje (žr. 1.2 skyrių), kritinis gamtinių dujų srautas 2020 m. turėtų būti sumažintas iki 6 mln. n.m³/d, o t.y. 1,2 mlrd. n.m³ per metus.

Kaip jau buvo minėta anksčiau, visi penki Lietuvos tiekėjai šiuo metu gamtines dujas perka iš vieno ir to paties išorinio šaltinio - Rusijos bendrovės „Gazprom“, kuri visiems Lietuvos tiekėjams yra nustatiusi dujų kvotą. Dujos tiekiamos pagal ilgalaikes dujų pirkėjų sudarytas sutartis, kuriose numatytos dujų tiekimo sąlygos, konkretūs kiekiai ir galimi kiekių koregavimai, atsiskaitymai, atsakomybė ir kiti klausimai. Dujų pirkimo kainos formulė įprastai peržiūrima metų pabaigoje. Sutartys su dabartine dujas parduodančia bendrove savaime negarantuoja nepertraukiamo dujų tiekimo ir mažesnės, rinkos dėsnių formuojamos kainos, todėl Lietuva, siekdama dujų tiekimo diversifikavimo, įgyvendino suskystintų gamtinių dujų terminalo projektą.

Buvusi gamtinių dujų tiekimo sistemos situacija sąlygojo koncentruotą dujų rinką, kurioje neįmanoma liberali ir ekonomiškai pagrįsta dujų prekyba. Gamtinių dujų sektorius

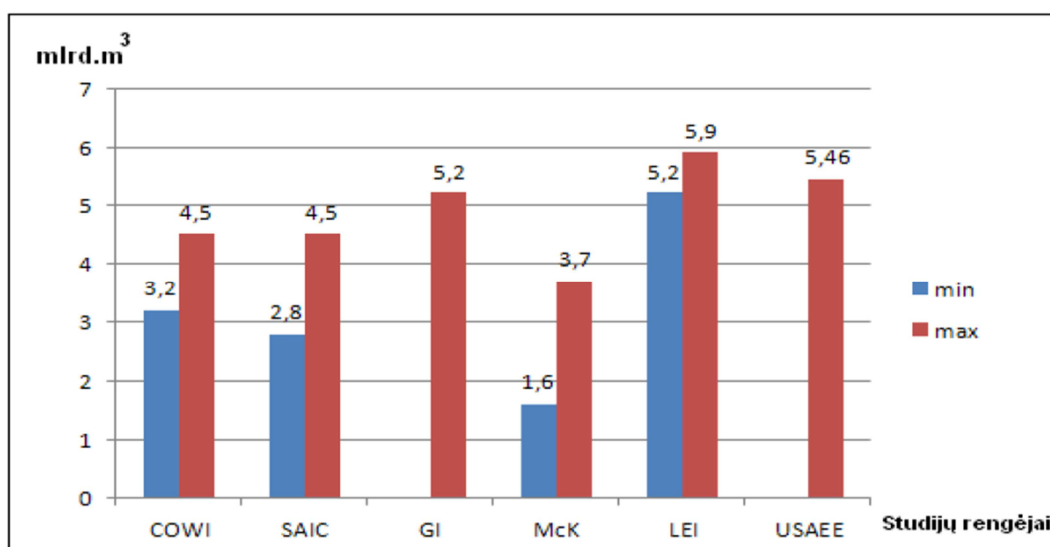
Lietuvoje buvo stipriai veikiamas monopolinės ekonomikos, o tokia susiklosčiusi padėtis lėmė spartų dujų importo kainų augimą. Monopolinėje ekonomikos erdvėje vyrauja kainų diskriminacija: prekės kaina nustatoma ne pagal realią prekės vertę. Laviruojama tarp galimybės bei ryžto mokėti. Savaiame suprantama, kad pranašumą dujų kainos derybose įgyja tos šalys, kurios turi galimybę gauti dujas ne iš vieno šaltinio. Šiuo metu Lietuvoje asimetriškai didelė gamtinių dujų kaina kaimyninių valstybių atžvilgiu yra vienas iš esminių neigiamų veiksnių šalies verslo konkurencingumo ir gyventojų perkamosios galios atžvilgiu.

Pradėjus eksploatuoti SGDT – sukurtas alternatyvus gamtinių dujų tiekimo šaltinis, kas sudaro galimybę Lietuvai pasirinkti tiekėją ir sudaryti konkurencinę aplinką. Tai sąlygoja Lietuvos ir Baltijos šalių dujų rinkų atsiradimą ir sudaro galimybes pirkti dujas trumpalaikiais kontraktais, atveria galimybę formuoti kainodarą, nesusietą su naftos produktų kaina. SGDT suteikia galimybę Lietuvai dalyvauti tarptautinėse dujų rinkose [44].

1.2. Gamtinių dujų vartojimo prognozė

Gamtinių dujų suvartojimo prognozė yra vienas iš pagrindinių veiksnių planuojant perdavimo ir skirstymo sistemos plėtrą. Dar vienas svarbus veiksnys - užtikrinti patikimą ir saugų dujų tiekimą vartotojams. Pastarasis veiksnys įtakoja naujų perdavimo sistemos projektų planavimą bei įgyvendinimą ir pasenusių perdavimo sistemos dujotiekių atnaujinimą.

Konsultuojantis su suinteresuotais subjektais siekiama, kad būtų užtikrintas kuo tikslesnis dujotiekių plėtros planavimas: išanalizuojami teritorijų planavimo dokumentai bei patvirtintų ir rengiamų šilumos ūkio specialistų planų sprendinių duomenys, dujų sistemos plėtros galimybės, kuriomis kryptimis bus vystomos pramoninės/komercinės paskirties įmonių parkų ir gyvenamosios paskirties individualių gyvenamųjų namų ir daugiaaukščių pastatų plėtra [33].



1.2 pav. Gamtinių dujų suvartojimo kitimo scenarijai Lietuvoje, mlrd. n.m³/metus [42]

Remiantis surinktais duomenimis sudaromi perspektyviniai gamtinių dujų paklausos kitimo grafikai tam tikriems laikotarpiams. Tokie grafikai, įvertinantys gamtinių dujų paklausą

Lietuvoje iki 2022 m., pateikiami 1.2 paveiksle.

McKinsey & Company (McK) parengtoje gamtinių dujų paklausos studijoje prognozuojama, kad Lietuvos vartotojų poreikis iki 2022 m. gali kisti nuo 1,6 iki 3,7 mlrd. n.m³. Pasak studijos autorių, tokiam dujų paklausos skirtumui didelę įtaką turi dujas vartojančių sektorių pokyčiai:

1. Numatoma, kad 2020 m. namų ūkiuose dujų suvartojimas sieks 0,25 – 0,4 mlrd. n.m³. Šiame sektoriuje prognozuojamam dujų suvartojimui turi įtakos:
 - naujų vartotojų prijungimas prie sistemos;
 - namų ūkių perėjimas prie šildymo sistemos kūrenamos ne mediena, bet gamtinėmis dujomis. Šiuo metu gamtinėmis dujomis apšildomų individualių namų yra apie 13%, o prognozė 2020 metams – 20%;
 - energetinio efektyvumo didinimas namų ūkiuose. Vykdamas senų gyvenamųjų būstų modernizavimą, galima iki 50% sumažinti suvartojamo kuro kiekį pastato šildymui. Planuojama, kad iki 2020 m. bus renovuota 70% tokių pastatų.
2. Gamtines dujas kaip žaliavą naudoja vienintelė pramonės įmonė AB „Achema“. Šios įmonės suvartojimas sudaro apie trečdalį bendro Lietuvos dujų kiekio. Prognozuojama, kad AB „Achema“ dujų poreikis svyruos nuo 0 iki 1,5 mlrd. n.m³. Toks verčių šuolis yra dėl to, kad 80% produkcijos kainos sudaro gamtinių dujų kaina ir padidėjus gamtinių dujų kainai, įmonė gali kaip žaliavą naudoti ne gamtines dujas, o importuoti amoniaką. Reiktų paminėti, kas AB „Achemos“ produkcijos apimtis sąlygoja ir situacija pasaulinėje trąšų rinkoje.
3. Priklausomai nuo BVP augimo pramonėje sunaudojamų dujų kiekis gali padidėti nuo 0,34 iki 0,36 mlrd. n.m³. Tačiau net vystantis pramonei dujų suvartojimas gali pakisti nežymiai dėl atsirandančių naujų efektyvesnių technologijų.
4. Kombinuotų šilumos ir elektros jėgainių bei šilumos katilinių biokuro dalies naudojimo didinimas. Šiuo metu Lietuvoje 22% šilumos yra generuojama iš biomasės, bet šis rodiklis gali būti padidintas iki 50%. Dar vienas veiksnys, įtakojantis šilumos katilinių ir jėgainių darbą yra daugiabučių modernizavimo programa. Sumažėjus renovuotų daugiabučių namų energijos suvartojimui, šilumos katilinėse būtų suvartojama apie 0,15 – 0,3 mlrd. n.m³ (šiuo metu 0,3 mlrd. n.m³), o kombinuoto ciklo šilumos ir elektros jėgainėse – nuo 0,5 iki 0,9 mlrd. n.m³ (šiuo metu 1,0 mlrd. n.m³) [42].

Aukščiau apžvelgtas tik vienas iš galimų gamtinių dujų suvartojimo kitimo scenarijų. Kitų studijų rengėjų pateiktuose darbuose nustatyta, kad gamtinių dujų suvartojimas bus didesnis. Šie studijų rengėjai remiasi suvartojimo augimo tendencijomis vyravusiomis pastaruosius 10 metų, neatsižvelgiant į technologinę pažangą, būstų renovavimo efektą, biodujų naudojimo didėjimo galimybę.

1.3. Esama gamtinių dujų transportavimo sistema

Gamtinės dujos Lietuvoje transportuojamos perdavimo ir skirstymo sistemomis. Perdavimo sistema sujungta su Latvijos Respublikos (A), Baltarusijos Respublikos (B, E, F) ir Rusijos Federacijos Kaliningrado srities (C) gamtinių dujų perdavimo sistemomis, Klaipėdos suskystintų gamtinių dujų terminalu (D) ir Lietuvos skirstymo sistemų operatorių skirstymo sistemomis (žr. 1.4 skyrių, 1.3 pav.).

Gamtinės dujos į Lietuvą gali būti tiekiamos iš Baltarusijos ateinančiu magistraliniu dujotiekiu Minskas – Vilnius – Vievis (B), iš SGGT (D) bei privačiu dujotiekiu (E), kuris nėra sujungtas su bendra Lietuvos gamtinių dujų perdavimo sistema (juo gamtinės dujos tiekiamos tik į Druskininkus). MD dviem gijomis (C) gamtinės dujos tiekiamos į Kaliningrado sritį.

Be minėtų magistralinių dujotiekių Lietuvos Respublikos sieną kerta dar trys MD: Toržokas – Minskas – Ivacevičiai – Vilnius (F), Panevėžys – Ryga ir Ivacevičiai – Vilnius – Ryga (A). Dujotiekiais Panevėžys – Ryga ir Ivacevičiai – Vilnius - Ryga (A) gamtinės dujos gali būti tiekiamos iš Lietuvos į Latviją bei atgaline kryptimi. Dujotiekio gija iš Baltarusijos (F) dujos į Lietuvą buvo tiekiamos iki 1989 m.: iš pradžių iš Ukrainoje buvusių Dašavos dujų telkinių, kiek vėliau, jiems išsekus, iš vakarų Sibiro dujotiekiu Toržokas – Minskas – Ivacevičiai – Vilnius. Siekiant optimizuoti dujų tiekimą, 1989 m. į Lietuvos teritoriją iš Baltarusijos buvo nutiestas magistralinis dujotiekis Minskas – Vilnius – Vievis (B), kuriuo gamtinės dujos tiekiamos į Lietuvą ir dabar [14].

Bendras Lietuvos gamtinių dujų tinklų ilgis sudaro apie 10,207 tūkst. km, iš jų:

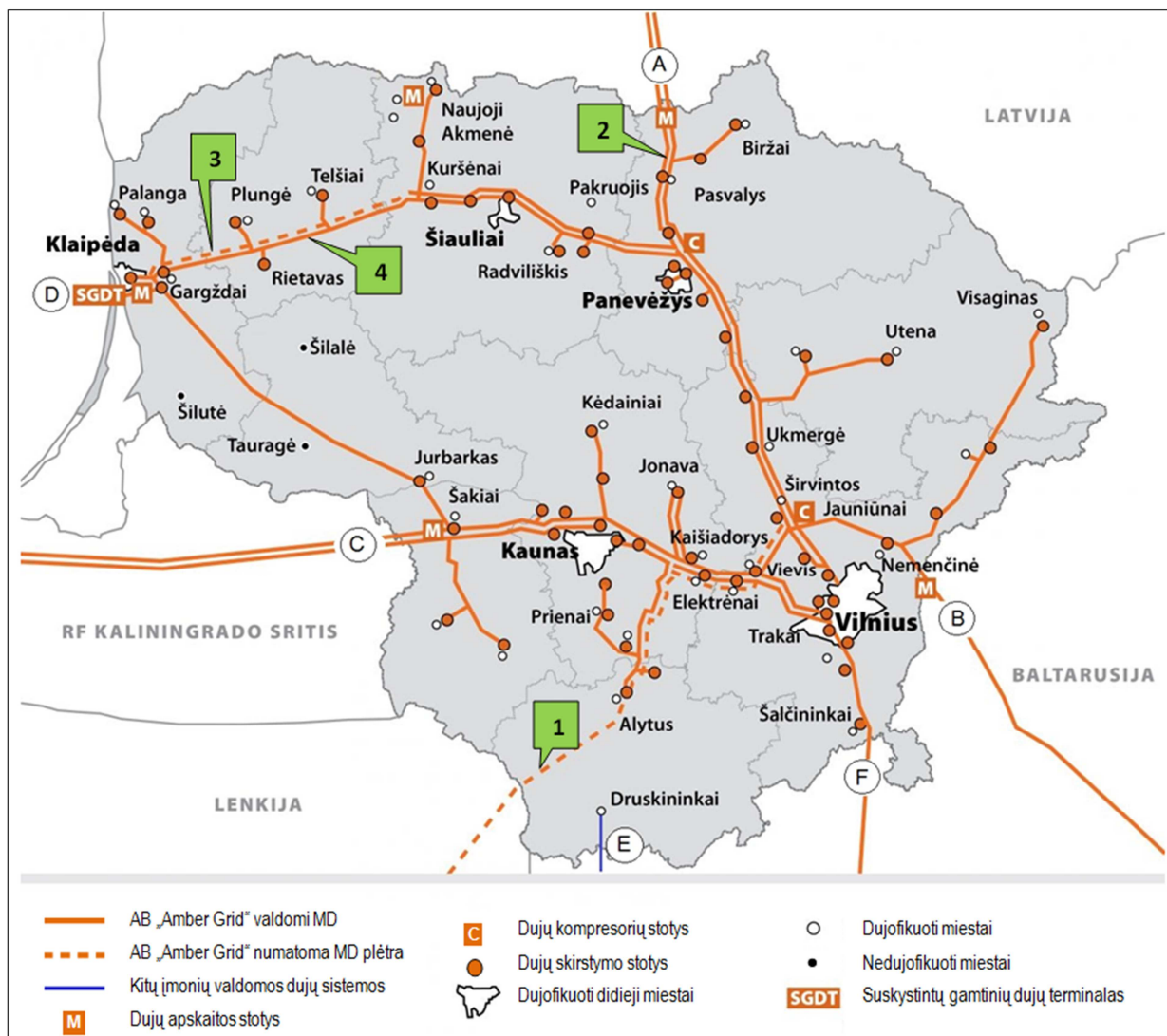
- perdavimo (magistralinių) tinklų ilgis – 2,007 tūkst. km.
- skirstomųjų tinklų ilgis apie 8,2 tūkst. km.

Gamtinių dujų tiekimui ir perdavimo sistemos darbui užtikrinti yra įrengti 2 DKS ir 66 DSS ir 5 DAS [35].

1.4. Gamtinių dujų transportavimo sistemos plėtra

Siekiant užtikrinti gamtinių dujų tiekimo nenutrūkstamumą, pajėgumų pakankamumą bei diversifikuoti tiekimo šaltinius, 2013 – 2022 m. laikotarpiu numatoma įgyvendinti reikšmingiausius perdavimo sistemos plėtros projektus:

1. dujotiekių jungtis tarp Lenkijos ir Lietuvos 1 ;
2. dujotiekių tarp Lietuvos ir Latvijos pajėgumų didinimas 2 ;
3. magistralinis dujotiekis Klaipėda – Kuršėnai 3 ;
4. požeminė Syderių gamtinių dujų saugykla 4 (žr. 1.3 pav.).



1.3 pav. Gamtinių dujų transportavimo sistemos tinklas Lietuvoje [33]

Baltijos šalių ir Suomijos dujų rinkos integracijai į bendrą ES rinką, dujų tiekimo šaltinių diversifikacijai užtikrinti bei dujų tiekimo saugumo padidinimui, siekiama nutiesti dujotiekių jungtį tarp Lenkijos ir Lietuvos. Įgyvendinus projektą „Dujotiekių jungtis tarp Lenkijos ir Lietuvos“ (1), Lietuva ir kitos Baltijos šalys būtų įgalintos naudotis ES perdavimo sistemomis bei SGD rinka (per Lenkijos SGDT Swinoujscėje). Šiuo metu parengta dujotiekio tiesimo galimybių studija, nustatyta preliminari dujotiekio trasa vieta.

Dujotiekių jungties tarp Lietuvos ir Latvijos pajėgumų didinimo projekto (2) tikslas – dujų srauto padidėjimas iki 12 mln. n.m³/parą. Projekto įgyvendinimas leistų padidinti dujų tiekimo saugumą ir įgyvendinti reglamento „Nr. 994/2010 dėl dujų tiekimo saugumo užtikrinimo priemonių“ reikalavimus Lietuvoje. Šio projekto nauda ženkliai priklauso nuo kitų šioje srityje vykdomų projektų. Jei būtų įgyvendintas anksčiau minėtas projektas „Dujotiekių jungtis tarp Lenkijos ir Lietuvos“, padidintas dujotiekio tarp Latvijos ir Lietuvos pralaidumas garantuotų pakankamai diversifikuotą dujų tiekimą (prieiga prie ES bendros dujų rinkos ir globalios SGD rinkos per Lenkijos SGDT ir Lietuvos SGDT) Latvijai, Estijai bei Suomijai (jei būtų pastatyta

jungtis tarp Estijos ir Suomijos). Šis projektas taip pat užtikrina geresnes sąlygas naudotis Latvijos Inčukalnio dujų saugykla. Inčukalnio gamtinių dujų saugykla, kol Lietuvoje dujos buvo tiekiamos tik iš vieno šaltinio pagal ilgalaikes dujų pirkėjų sudarytas sutartis ir dujų kaina nepriklausė nuo sezonų kaitos, užtikrino pirmojo būtinumo gamtinių dujų rezervą, dėl techninių, ekonominių, politinių ar kitokių priežasčių sutrikus jų tiekimui iš Baltarusijos. Įgyvendinus suskystintų gamtinių dujų terminalo projektą Klaipėdoje, atsirado galimybė gamtines dujas įsigyti tarptautinėse dujų rinkose, kur dujų kaina priklausoma nuo sezoniškumo. Šiuo atveju Inčukalnio dujų saugykla galėtų būti panaudota kaip pigesnių dujų tiekimo šaltinis: vasaros metu įsigytą dujų perteklių būtų galima tiekti vartotojams iš saugyklos šaltuoju metų laiku mažesnėmis nei rinkos kainomis.

Siekiant sukurti pakankamus pajėgumus gamtinių dujų transportui iš SGD terminalo Klaipėdoje vartotojams Lietuvoje ir į kitas Baltijos šalis, bei sukurti galimybes Baltijos šalių rinkos dalyviams diversifikuoti dujų tiekimo šaltinius, pradėtas įgyvendinti projektas „Magistralinis dujotiekis Klaipėda - Kuršėnai“ (3). Šiuo metu Lietuvos šiaurės – vakarų vartotojams dujos tiekiamos dujotiekiu Panevėžys – Šiauliai – Klaipėda DN300, kuris pastatytas 1964 – 1968 m. ir tarnauja daugiau kaip 45 metus (maksimalus dujotiekių tarnavimo laikas – 55 m.). Dėl nustatytų vamzdyno defektų slėgis jame ribojamas iki 4,7 MPa, o šio vamzdyno maksimalus pralaidumas tik 5,3 mln. n.m³/parą [40]. Maksimalūs SGD terminalo Klaipėdoje išdujinimo pajėgumai pagal šį projektą įgyvendinusios AB „Klaipėdos nafta“ pateiktus duomenis siektų 11 mln. n.m³/parą. Taigi šiuo metu veikiantis magistralinis dujotiekis Panevėžys – Šiauliai – Klaipėda neužtikrintų stabilaus SGGT Klaipėdoje darbo bei dujų transportavimo patikimumo. Projektu „Magistralinis dujotiekis Klaipėda – Kuršėnai“ siekiama sukurti saugų gamtinių dujų perdavimą dviejų gijų magistralinio dujotiekio sistema. Šiuo metu vyksta MD Klaipėda – Kuršėnai statybos darbai.

Požeminė 500 mln. m³ darbinio tūrio požeminė Syderių dujų saugykla (4) – projektas, inicijuotas siekiant sukaupti reikiamą pirmojo būtinumo gamtinių dujų rezervą. Dėl techninių, ekonominių, politinių ar kitokių priežasčių sutrikus gamtinių dujų tiekimui į Lietuvą, saugykloje sukauptas rezervas leistų vartotojams nepajusti šio resurso tiekimo trūkumo. Saugykloje galėtų būti sukauptas reikiamas dujų kiekis, leidžiantis užtikrinti dujų tiekimą vartotojams iki 52 parų net esant ypatingai šaltoms oro sąlygoms. Įrengta saugykla taip pat prisidėtų prie nacionalinės ir viso regiono dujų rinkos formavimosi ir vystymosi, leistų operatyviai patenkinti sezoninius dujų poreikio svyravimus, išnaudoti sezoninius dujų kainų svyravimus, optimizuoti Klaipėdos suskystintųjų gamtinių dujų terminalo veiklą. Nutiesus Lietuvą ir Lenkiją sujungiantį dujotiekį (1), Syderių saugykla galėtų būti naudojama ir dujų saugojimo paslaugų eksportui į Lenkiją [38].

Lietuvos gamtinių dujų skirstomojo tinklo operatorius – AB „Lietuvos dujų tiekimas“, atsako už dujų skirstymo sistemos infrastruktūrą, jos priežiūrą bei plėtrą, rūpinasi naujų dujų

virtotojų pritraukimu ir prijungimu prie dujotiekų bei, esant poreikiui, užtikrina garantinį dujų tiekimą virtotojams. Kasmet sudaromi planai naujoms vietovėms dujofikuoti pagal gaunamus gyventojų prašymus, numatomos investicijas naujiems virtotojams prijungti. Dujotiekiai tiesiami naujose vietovėse arba vystomos esamos dujų sistemos. 2015 metais planuojami arba jau vykdomi šie dujofikavimo darbai:

- Vilniaus filialo aptarnaujamoje zonoje numatoma tiesiti naujus dujotiekus į gyvenamuosius namus ir gyvenamųjų namų kvartalus;
- Kauno filialo aptarnaujamoje zonoje planuojama dujofikuoti naujus gyvenamųjų namų kvartalus Aleksote, Šilainiuose, Romainiuose, Narsiečiuose, Amaliuose, Rokuose ir kitose teritorijose;
- Kauno rajone planuojama dujofikuoti gyvenamųjų namų kvartalus: Giraitėje, Raudondvaryje, Romainių kaimelės kaime, Užliedžiuose, Kulautuvos miestelyje, Neveronyse, Neveronyse II, Domeikavoje;
- Planuojama dujofikuoti gyvenamųjų namų kvartalą Kantališkių kaime Marijampolės rajone bei naują gyvenamųjų namų kvartalą Alytuje;
- Klaipėdos filialo aptarnaujamoje zonoje numatoma pradėti dujofikuoti Palangos miesto naują gyvenamųjų namų kvartalą. Klaipėdos mieste taip pat numatoma dujofikuoti naują gyvenamųjų namų kvartalą. Planuojama vystyti esamus skirstomojo dujotiekio tinklus;
- Šiaulių filialo aptarnaujamoje zonoje numatoma tolimesnė dujotiekų plėtra;
- Panevėžio filialo aptarnaujamoje zonoje numatoma tiesiti naujus dujotiekus gyvenamųjų namų kvartaluose Panevėžio mieste, tęsti pradėtą gyvenamųjų namų prijungimą prie gamtinių dujų tiekimo sistemos. Numatoma statyti naujus dujotiekio tinklus Panevėžio pramoninio parko teritorijoje. Panevėžio rajone planuojama naujų dujotiekų statybą į gyvenamųjų namų kvartalus Lepšių ir Stetiškių kaimuose. Taip pat planuojama plėtra Biržų miesto sodo bendrijose. Tolimesnėje perspektyvoje numatoma dujotiekų plėtra Ramygalos mieste, bei Piniavos kaimo prijungimas prie gamtinių dujų sistemos;
- Svarstomas klausimas dėl Kalvarijos dujofikavimo tiesiant skirstomojo dujotiekio atšaką Marijampolė – Kalvarija.

Naujų teritorijų dujofikavimo planai yra nuolat atnaujinami ir gali keistis priklausomai nuo norinčiųjų prisijungti prie skirstomųjų dujotiekio tinklų. Naujų virtotojų prijungimas jau dujofikuotose teritorijose nuolat vyksta, atsižvelgiant į virtotojų prašymus [36].

Pagrindinis tikslas, planuojant rengiant ir įgyvendinant šiuos bei šiame darbe nepaminėtus smulkesnius perdavimo ir skirstymo sistemų projektus, yra užtikrinti sklandų dujų sistemos veikimo režimą, stabilų ir efektyvų SGGT Klaipėdoje darbą, naujų virtotojų skaičiaus didėjimą [33].

2. GAMTINIŲ DUJŲ SKIRSTYMO SISTEMOS PROJEKTAVIMO IR ĮRENGIMO REIKALAVIMAI, TAIKOMŲ SKAIČIAVIMO METODŲ ANALIZĖ

Ankstesniame skyriuje buvo aptarta gamtinių dujų perdavimo ir skirstymo sistemų plėtra, strateginiai sprendiniai, kuriuos lemia tokie veiksniai, kaip esamos sistemos patikimumo, stabilaus darbo režimo užtikrinimas, siekis diversifikuoti gamtinių dujų tiekimo šaltinius ir be abejo naujų gamtinių dujų vartotojų prijungimas, t. y. skirstomosios gamtinių dujų sistemos plėtra.

Dujų tiekimo sistemų projektavimas turi specifinių reikalavimų parenkant optimalius dujų tiekimo sprendinius, skaičiavimo metodus ir reikiamus statistinius bei kitus techninius - ekonominius rodiklius. Šiame skyriuje siekiama pateikti teorinius pagrindus bei skaičiavimo metodiką, kuria remiantis galėtų būti rengiama dujotiekio atšakos Marijampolė - Kalvarija tiesimo galimybių studija.

2.1. Bendrosios žinios

Dujų skirstymo sistema įprastai sudaryta iš mažo, vidutinio ir didelio slėgio dujotiekio tinklų, dujų reguliavimo punktų (DRP) ir dujų reguliavimo įrenginių (DRĮ, SDRĮ). Gamtinės dujos į ją tiekiamos iš magistraliniu dujotiekio per DSS. Paprastai DSS priskiriama prie perdavimo sistemos.

Dujų skirstymo stočių paskirtis - sumažinti iš magistralinio dujotiekio į miestų (vartotojų) dujų sistemas tiekiamų dujų slėgį ir palaikyti nustatytą lygį, atskirti dujose esančias mechanines priemaišas, apskaityti tiekiamų dujų kiekį, jas odoruoti [9]. Dujų reguliavimo punktų paskirtis - sumažinti dujų slėgį iki eksploatacijai reikalingo dydžio. Šie įrenginiai taip pat, nepriklausomai nuo dujų debito tinkle, automatiškai palaiko pastovų slėgį. Galima išskirti rajoninius DRP, tiekiančius mažo ir vidutinio slėgio dujas į miesto rajono tinklus ir vietinius, tiekiančius dujas į atskirus pastatus [19].

Dujų reguliavimo įrenginių paskirtis praktiškai tokia pati kaip ir DRP, tik šie įrengiami tuo atveju, kai dujos vartojamos viename pastate. Dažniausiai šie įrengiami spintose, todėl vadinami SDRĮ.

Pagrindinis skirstomojo dujotiekio sistemos elementas yra lauko dujotiekio tinklai. Šie tinklai pagal dujų slėgį ir paskirtį klasifikuojami:

- didelio slėgio ($0,5 \text{ MPa} < p_d \leq 1,6 \text{ MPa}$);
- vidutinio slėgio I kategorijos ($0,2 \text{ MPa} < p_d \leq 0,5 \text{ MPa}$);
- vidutinio slėgio II kategorijos ($0,01 \text{ MPa} < p_d \leq 0,2 \text{ MPa}$);
- mažo slėgio ($p_d \leq 0,01 \text{ MPa}$) [52].

Kaip galima pastebėti, dujų tinklai pagal slėgį turi hierarchinę struktūrą. Aukščiausiam hierarchiniame lygyje yra didelio slėgio dujotiekiai. Dėl tiekimo patikimumo jie turi turėti

rezervinius apėjimus. Tiktai nedidelės dujų tinklų sistemos gali neturėti rezervinių apėjimų [24].

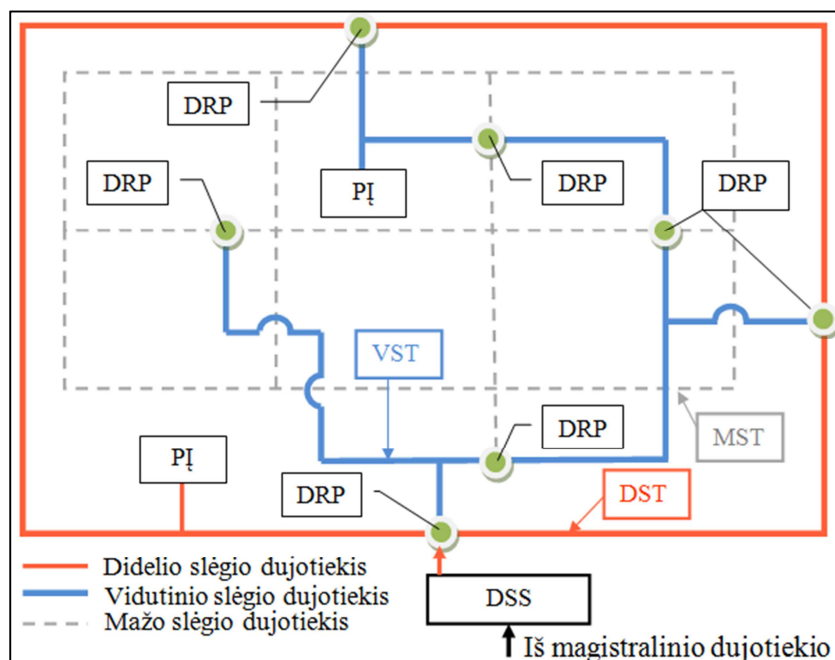
Vidutinio slėgio I ir II kategorijos tinklai skirti tiekti dujas per dujų reguliavimo punktus į mažo ir II kategorijos vidutinio slėgio tinklus bei stambiams vartotojams (pramonės ir komunalinėms įmonėms).

Mažo slėgio dujotiekių tinklais dujos tiekiamos į gyvenamuosius, visuomeninius, pramoninius pastatus bei katilines [19]. Tačiau šiuo metu, pradėjus naudoti PE vamzdžius, bei sumažėjus DRĮ kainai, gamtinės dujos šiai vartotojų grupei dažnai tiekiamos ir didelio slėgio dujotiekiu, kuriame maksimalus slėgis gali būti iki 0,6 MPa [52].

Atsižvelgiant į dujų slėgio dydžio poreikius, taikomos įvairaus slėgio laipsniškumo sistemos:

- vienalaipsnes, kai vartotojams dujos tiekiamos vienu slėgiu. Tokios sistemos taikomos nedideliems miestams ir gyvenvietėms, kur naudojamas nedidelis dujų kiekis;
- dvilapsnes, apjungiančias mažo ir vidutinio slėgio dujų tinklus. Šios sistemos taikomos įvairaus didumo miestams;
- trijų laipsnių dujotiekiu sistemomis dujos vartotojams tiekiamos mažo, vidutinio ir didelio slėgio dujotiekiu tinklais. Šios sistemos funkcionuoja dideliuose miestuose su stambia pramone [24].

Principinė daugialapsnė dujų tiekimo sistemos tinklo struktūros schema pateikta 2.1 paveiksle.



2.1 pav. Daugialapsnė miesto dujotiekių schema: DSS – dujų skirstymo stotis; DRP – dujų reguliavimo punktas; PĮ – pramonės įmonė; DST – didelio slėgio tinklas; VST – vidutinio slėgio tinklas; MST – mažo slėgio tinklas [19]

Per DSS dujos iš magistralinio dujotiekių vamzdinių tiekiamos į didelio slėgio dujotiekių tinklus. Pateiktame pavyzdyje matyti, kad sistema yra daugialapsnė: miestas sužiedinamas

didelio slėgio dujotiekio gija, iš kurios per DRP dujos patenka į mažesnio slėgio tinklus. Kaip matyti 2.1 paveiksle, dujos stambioms pramonės įmonėms gali būti tiekiamos tiek iš didelio slėgio dujotiekio tinklų, tiek ir iš vidutinio slėgio tinklų [19].

Pagal paskirtį dujotiekiai skirstomi į kelias pagrindines grupes: skirstomuosius – didelio, vidutinio ir mažo slėgio žiedinius bei aklagalinius (šakotuosius) dujotiekius (naudotinas tipas priklauso nuo planuojamos dujofikuoti teritorijos išplanavimo, dujų pareikalavimo); abonentinės atšakos – šis dujotiekis jungia vartotojus su skirstomuoju tinklu; pastatų vidaus dujotiekio tinklai, kuriais transportuojamos dujos pastatuose atskiriems dujiniais įrenginiams; tarprajoniniai dujotiekiai – tiesiami už gyvenamųjų rajonų ribų [24].

Kaip jau buvo minėta anksčiau, dujotiekio tinklai gali būti žiediniai ir šakotieji. Nors žiediniais tinklais dujos tiekiamos vartotojams patikimiau, stabiliau, sistemai būdingas mažesnis slėgio kitimas, ne visada šią sistemą galima įgyvendinti. Šiame darbe nagrinėjama galimybė dujofikuoti nedidelį miestą ir netoliese esančias teritorijas skirstomojo dujotiekio atšaka, tiesiama iš gretimo miesto, todėl toliau metodinėje medžiagoje bus nagrinėjami tik šakotieji tinklai. Šie tinklai projektuojami mažose gyvenvietėse, mikrorajonuose, kai dujos tiekiamos atskiriems nutolusiems vartotojams. Miesto plėtros atveju, plečiamas ir šakotasis dujotiekio tinklas, o didinant dujų tiekimo patikimumą, galimas ir šakotojo tinklo žiedinimo atvejis [19].

2.2. Teisinio reguliavimo aktai

Naujų perdavimo ar skirstymo sistemų nedujofikuotoje teritorijoje įrengimą, naujų vartotojų gamtinių dujų sistemų prijungimą prie perdavimo ar skirstymo sistemų ir vartotojų gamtinių dujų sistemų įrengimą reglamentuoja *Naujų perdavimo ar skirstymo sistemų nedujofikuotoje teritorijoje įrengimo, naujų vartotojų gamtinių dujų sistemų prijungimo prie perdavimo ar skirstymo sistemų ir vartotojų gamtinių dujų sistemų įrengimo tvarkos aprašas* (toliau – Aprašas) [52].

Remiantis šiuo Aprašu, dujų įmonės, kuri planuoja dujotiekio plėtrą nedujofikuotoje teritorijoje, veikla turi būti licencijuota. Dujų įmonė, siekdama įgyti licenciją, turi pateikti Valstybinės kainų ir energetikos kontrolės komisijai (toliau - Komisija) nustatytos formos prašymą bei dalyvauti viešajame konkurse, pateikiant investicinį projektą. Naujų teritorijų dujofikavimo investicijų projektas vertinamas pagal:

- gamtinių dujų perdavimo ir skirstymo kainų viršutinių ribų skaičiavimo metodiką, patvirtintą Komisijos 2008 m. rugpjūčio 8 d. nutarimu Nr. O3-106 (Žin., 2008, Nr. 94-3718), suskaičiuotą dujų transportavimo kainos viršutinę ribą naujos dujofikuojamos teritorijos vartotojams;
- su potencialiais vartotojais sudarytose preliminariose prijungimo sutartyse numatytą paskirstyti gamtinių dujų kiekį;

- investicijų mastą pagal numatomų pastatyti dujotiekio tinklų ilgį, km;
- be aukščiau pateiktuose punktuose nustatytų kriterijų, taip pat reikia atsižvelgti į ekonominio naudingumo, tiekimo patikimumo, reguliarumo, kokybės, vartotojų apsaugos reikalavimus.

Komisija, pripažinusi vieną iš pateiktų investicinių projektų laimėtoju, priima sprendimą leisti įrengti naują dujų sistemą dujų įmonei, laimėjusiai konkursą. Dujų įmonė įrengia investicijų projekte nurodytą dujų sistemą vadovaujantis Lietuvos Respublikoje galiojančiais teisės aktais [52]. Kaip numatyta Statybos įstatyme, Statytojas (nagrinėjamu atveju konkursą laimėjusi dujų įmonė) prieš įgyvendindama investicinį projektą privalo turėti statybą leidžiantį dokumentą. Leidimą statyti naują statinį, pateikus vieną iš privalomųjų dokumentų – statybos projektą, išduoda savivaldybės administracijos direktorius ar jo įgaliotas savivaldybės administracijos valstybės tarnautojas tos savivaldybės, kurioje planuojama statybos veikla.

Statybos projektas rengiamas vadovaujantis:

- *Skirstomųjų plieninių ir polietileninių dujotiekių įrengimo taisyklėmis, patvirtintomis Lietuvos Respublikos ūkio ministro 2008 m. sausio 9 d. įsakymu Nr. 4 - 6 (Žin., 2008, Nr. 9 - 320) (toliau - Skirstomųjų dujotiekių įrengimo taisyklės);*
- *kitais dujotiekių įrengimą reglamentuojančiais teisės aktais.*

Šiame darbe analizuojama galimybė dujofikuoti Marijampolės bei Kalvarijos rajonų teritorijas. Gamtinių dujų skirstymo licenciją Marijampolės rajone turi AB „Lietuvos dujų tiekimas“, būtų tikslinga modeliuojamą skirstomojo tinklo sistemą – skirstomojo dujotiekio atšaką Marijampolė – Kalvarija – sujungti su AB „Lietuvos dujų tiekimas“ valdoma gamtinių dujų skirstymo sistema. Skirstomojo dujotiekio atšakos galimybių studijoje pateikiamos analizės rezultatai galėtų būti panaudojami anksčiau minėtiems investicijų bei statybos projektams rengti.

Pagrindinis teisės aktas, kuriuo vadovujamasi rengiant skirstomojo dujotiekio atšakos Marijampolė – Kalvarija tiesimo galimybių studijos techninę analizę yra *Skirstomųjų plieninių dujotiekių įrengimo bei skirstomųjų polietileninių dujotiekių įrengimo taisyklės* [52]. Šios taisyklės privalomos visiems juridiniams ir fiziniams asmenims, projektuojantiems, įrengiantiems ir rekonstruojantiems skirstomuosius dujotiekius ir dujotiekio įvadus.

Skirstomųjų plieninių dujotiekių įrengimo taisyklės nustato dujų skirstymo sistemos ne daugiau kaip 1,6 MPa darbinio slėgio skirstomųjų plieninių dujotiekių ir dujotiekio įvadų, kuriais skirstomos gamtinės dujos, projektavimo ir statybos reikalavimus.

Skirstomųjų polietileninių dujotiekių įrengimo taisyklės nustato ne daugiau kaip 1 MPa darbinio slėgio, ne daugiau kaip 630 mm išorinio vamzdžių skersmens skirstomųjų polietileninių (PE) dujotiekių ir dujotiekio įvadų, kuriais skirstomos gamtinės dujos, projektavimo, medžiagų parinkimo ir statybos reikalavimus. PE dujotiekiai intensyviai įrengiami tik pastaraisiais metais, todėl daugeliu atvejų jie statomi bei eksploatuojami kaip plieninių dujotiekių dalis. Pažymėtinas

skirtumas, kad PE sistemose ribojamas maksimalus galimas darbinis slėgis ir jos nenaudotinos vidaus dujotiekiuose bei turi būti tiesiamos tik po žeme, skirtingai nei plieninių skirstomųjų dujotiekio sistemų atveju.

Skirstomųjų tinklų projektai atliekami topografiniuose planuose, kurių masteliai: M1:500, M1:1000. Projektuojant dujotiekius tarp miestų ir kaimų, projektai atliekami M 1:1000 masteliu.

Skirstomieji dujotiekio vamzdynai dažniausiai tiesiami grunte 0,8 – 1,0 m, išskirtiniais atvejais gali būti iki 2,0 m (iki vamzdžio viršaus). Dujotiekių tiesimo žemės darbai turi būti atliekami pagal statybos techninio reglamento *Žemės darbai* reikalavimus. Tuo atveju, kai dujotiekis tiesiamas po važiuojama gatvės ar kelio dalimi, įgilinta turi būti ne mažiau kaip 1,0 m. Antžeminiu būdu leidžiama tiesiti dujotiekius gyvenamųjų kvartalų viduje ir kiemuose, taip pat, jeigu nėra kitos galimybės, kitose atskirose trasos atkarpose. Įmonių teritorijoje dujotiekiai tiesiami antžeminiu būdu. *Skirstomųjų dujotiekių įrengimo taisyklėse* taip pat reglamentuojami minimalūs vertikalūs ir horizontalūs dujotiekio atstumai nuo požeminių ir antžeminių inžinerinių tinklų, pastatų bei statinių, kuriuos būtina išlaikyti [52].

Aukščiau pateikta informacija, kuri apima dujotiekio tiesimo teisinius aspektus, medžiagų parinkimo ir statybos (montavimo, tiesimo) reikalavimus. Tačiau viena iš pagrindinių miesto, mikrorajono ar gyvenvietės charakteristikų, tiek rengiant numatyto objekto dujofikavimo galimybių studiją, tiek detalius dujų tiekimo tinklo plėtros projektus, yra metinis gamtinių dujų poreikis ir jo kitimo tendencijų prognozė. *Skirstomųjų dujotiekių įrengimo taisyklėse* pateikiama detali metinio suvartojamų gamtinių dujų kiekio skaičiavimo metodika. Šia metodika remiamasi sekančiuose skyriuose, nagrinėjant skirstomojo dujotiekio atšakos Marijampolė – Kalvarija tiesimo galimybes.

2.3. Techniniai skaičiavimai

2.3.1. Dujų poreikiai, vartotojai ir skaičiuojamieji debitai

Visus dujofikuoti numatyto rajono gamtinių dujų poreikius sąlyginai galima suskirstyti į tokias grupes:

1. gyventojų maisto ir karšto vandens ruošimui (ūkinėms – buitinėms reikmėms);
2. gyvenamųjų namų ir visuomeninių pastatų šildymui ir vėdinimui;
3. paslaugų įmonėse;
4. dujų poreikis pramonės įmonėse.

Metinis dujų poreikis atskiroms vartotojų grupėms turi būti nustatomi pagal šilumos suvartojimo normas, pateiktas *Skirstomųjų dujotiekių įrengimo taisyklėse*. Dujų suvartojimo normos vartotojams, neišvardytiems anksčiau minėtose normose, turi būti nustatomos pagal kitos kuro rūšies normas arba faktiškai suvartojamą kuro kiekį, atsižvelgiant į agregato arba įrenginio, pervedamo dirbti dujiniu kuru, naudingumo koeficientą. Metiniai dujų kiekiai prekybos ir

paslaugų paskirties įmonių poreikiams turi būti nustatomi iki 5 % suminio gyvenamųjų pastatų šilumos suvartojimo kiekio. Metiniai dujų kiekiai gamybos ir pramonės paskirties pastatų technologiniams poreikiams turi būti nustatomi pagal šių pastatų kuro poreikius (įvertinant naudingumo koeficiento padidėjimą vartojant dujinį kurą), atsižvelgiant į šių pastatų plėtojimo perspektyvą arba pagal kuro (šilumos) poreikio normas [52]. Metinis suvartojamų dujų kiekis yra pagrindinis rodiklis, lemiantis dujotiekio atšakos Marijampolė – Kalvarija tiesimo pagrįstumą.

Kitas svarbus rodiklis, reikalingas dujų tinklų skersmens parinkimo skaičiavimuose, yra didžiausias valandinis gamtinių dujų poreikis. Kadangi dujų suvartojimas paprastai nėra tolygus, miesto dujotiekio sistemoje nėra akumuliuojančių talpų, vadinasi, normaliam sistemos funkcionavimui užtikrinti, tiekiamų dujų kiekis turi atitikti suvartojamų dujų kiekį. Siekiant mažinti slėgio vamzdyne svyravimus, dujotiekis projektuojamas taikant maksimalų valandinį dujų suvartojimą [19]. Šis parametras skaičiuojamas kiekvienai aukščiau aptartais vartotojų grupei atskirai.

Didžiausias skaičiuojamasis valandinis suvartojamas dujų kiekis $n \cdot m^3/h$, esant $0\text{ }^\circ\text{C}$ temperatūrai ir 1 bar slėgiui, ūkio, buities ir gamybos poreikiams turi būti skaičiuojamas kaip dalis metinio suvartojamo kiekio pagal 2.1 formulę [52]:

$$Q_d^h = K_m^h \cdot Q_y, m^3 \quad (2.1)$$

K_m^h koeficiento reikšmės, atsižvelgiant į gyventojų, kuriems tiekiamos dujos, skaičių, randamos *Skirstomųjų dujotiekių įrengimo taisyklėse*; pirtims, skalbykloms, viešojo maitinimo paskirties pastatams, duonos ir konditerijos gaminių kepykloms - tose pačiose taisyklėse.

Skaičiuojamasis valandinis dujų suvartojimas įvairioms gamybos įmonėms (išskyrus išvardintas *Skirstomųjų dujotiekių įrengimo taisyklėse*) turi būti nustatomas pagal kuro (įvertinant naudingumo koeficiento padidėjimą prilyginus dujiniam kurui) poreikius.

Skaičiuojamasis valandinis dujų suvartojimas m^3/h atskiriems gyvenamiesiems pastatams turi būti apskaičiuojamas pagal 2.2 formulę kaip dujų prietaisų vardinių dujų srautų suma [52]:

$$Q_d^n = \sum_{i=1}^m K_{sin} \cdot q_{nom} \cdot n_i, m^3/h \quad (2.2)$$

Metiniai ir skaičiuojamieji valandiniai šilumos suvartojimo kiekiai šildymui, vėdinimui, karštam vandeniui ruošti turi būti nustatomi pagal pastato paskirties, jame numatomo technologinio proceso reikalavimus, turi būti įvertintas užsakovo pageidaujamas šiluminio komforto lygis ir specifiniai reikalavimai bei *Lietuvos higienos normų* reikalavimus [52].

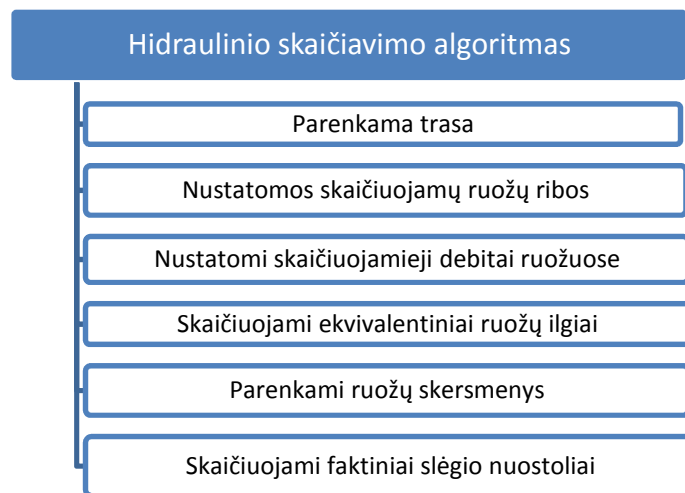
Aptarta metodika taikoma skaičiuojant gamtinių dujų poreikį planuojamai skirstomojo dujotiekio atšakai. Be dujų poreikio skaičiavimo, planuojant bei projektuojant dujotiekius, svarbu įvertinti slėgio nuostolius vamzdyne bei parinkti tinkamą dujotiekio skersmenį. Šių parametrų apskaičiavimo metodai pateikti sekančiame skyriuje.

2.3.2. Hidraulinio skaičiavimo metodai

Pagrindinis hidraulinio skaičiavimo tikslas – parinkti projektuojamo dujotiekio vamzdyno skersmenis ir apskaičiuoti dujų tėkmės parametrus – slėgį ir debitą tam, kad būtų užtikrintas reikiamas dujų tiekimas [24].

Mažo, vidutinio ir didelio slėgio dujotiekių hidrauliniai režimai turi būti tokie, kad esant didžiausiems leidžiamiesiems dujų slėgio nuostoliams, dujotiekis veiktų patikimai ir ekonomiškai, būtų užtikrintas stabilus DRP įrenginių veikimas.

Ankstesniame skyriuje trumpai aptarta skaičiuojamųjų debitų nustatymo metodika. Šiame skyriuje siekiama išanalizuoti hidraulinio skaičiavimo metodus, taikomus didelio ir vidutinio slėgio dujotiekiams, hidraulinio skaičiavimo algoritmui realizuoti (žr. 2.2 pav.).



2.2 pav. Hidraulinio skaičiavimo algoritmas

Slėgio nuostolių skaičiavimas

Priimama, kad dujų tekėjimas yra pastovus ir izoterminis. Dujų temperatūra lygi aplinkos (dažniausiai grunto) temperatūrai. Supaprastinant dujų tinklų skaičiavimo formulę išvedimą yra priimama, kad vamzdžiai yra apvalūs ir tiesūs. Tokiu atveju nežinomi dujų parametrai yra: slėgis – p , tankis – ρ ir greitis – v . Šiems trims nežinomiesiems surasti yra sudaromos trys dujų tėkmės ir jų būvio lygtys [24]:

$$dp = -dx \frac{\lambda \rho v^2}{d} \quad (2.3)$$

$$\rho v s = \rho_0 v_0 s_0 = \rho_0 B_0 \quad (2.4)$$

$$\frac{p}{T\rho} = \frac{p_0}{T_0\rho_0} \quad (2.5)$$

čia:

λ - hidraulinės trinties koeficientas: $\lambda = \frac{0,009407}{\sqrt[3]{d}}$;

v - dujų greitis, m/s;

x - ilgio koordinatė, m;

d - vidinis dujotiekio vamzdžio skersmuo, m;

s - vamzdžio vidinis skerspjūvio plotas, m^2 : $s = \pi d^2 / 4$;

B_0 - tūrinis dujų debitas normaliosiomis sąlygomis, $n \cdot m^3 / h$;

p_0, ρ_0, T_0 - atitinkamai dujų slėgis, tankis ir temperatūra, esant normaliosioms sąlygoms.

Didelio ir vidutinio dujų slėgio vamzdžiams šių lygčių sprendinys yra [24]:

$$p_1^2 - p_2^2 = 1,62\lambda \frac{B_0^2}{d^5} \rho_0 \frac{T}{T_0} l \quad (2.6)$$

čia:

p_1 ir p_2 - absoliutus dujų slėgis vamzdžio atkarpos pradžioje ir gale, Pa;

l - skaičiuojamo dujotiekio ruožo ilgis, m.

Panaudojus Altšulerio lygtį, įvertinančią hidraulinį pasipriešinimą, ankstesnę lygtį galime išreikšti taip [6]:

$$p_1^2 - p_2^2 = 1,45 \cdot 10^{-3} \left(\frac{e}{d} + 1922 \frac{vd}{B_0} \right)^{0,25} \frac{B_0^2}{d^5} \rho_0 l \quad (2.7)$$

čia:

p_1 ir p_2 - absoliutus dujų slėgis vamzdžio atkarpos pradžioje ir gale, kg/cm^2 ;

d - vidinis dujotiekio vamzdžio skersmuo, cm;

e - absoliutus vidinis vamzdžio šiurkštumas, cm;

v - kinematinė klampa normaliosiomis sąlygomis, m^2/s ;

ρ_0 - dujų tankis normaliosiomis sąlygomis, $kg/n \cdot m^3$;

B_0 - tūrinis dujų debitas normaliosiomis sąlygomis, $n \cdot m^3/h$.

Tuomet slėgio pokytis atkarpoje [24]:

$$\Delta p = \sqrt{p_1^2 - p_2^2} \quad (2.8)$$

Mažo slėgio dujų tinkluose slėgio nuostoliai dėl trinties apskaičiuojami pagal tokią empyrinę formulę [24]:

$$\Delta p = p_1 - p_2 = 69 \left(\frac{e}{d} + 1922 \frac{vd}{B_0} \right)^{0,25} \frac{B_0^2}{d^5} \rho_0 l \quad (2.9)$$

čia:

l - skaičiuojamos atkarpos ilgis, m: $l = l_0 + \sum_{i=1}^n l_i^\xi$;

l_0 - tikrasis skaičiuojamos atkarpos ilgis, m;

l^ξ - sąlyginis tiesaus vamzdžio ilgis, kuriame slėgio nuostoliai yra lygūs vietinio pasipriešinimo slėgio nuostoliams.

Skaičiuojant slėgio nuostolius vamzdyne dėl vietinių kliūčių įtakos, vamzdyno ilgis didinamas 5 – 10 % [19].

Jeigu dujų tinkluose yra žymūs aukščių skirtumai, kaip hidraulinį pasipriešinimą būtina įvertinti ir dėl to susidariusį hidrostatinį slėgį [24]:

$$\Delta p = (z_2 - z_1)g(\rho_0 - \rho_d), \quad (2.10)$$

čia:

z_2 ir z_1 - dujotiekio atkarpos geometrinių aukščių skirtumas, m;

ρ_d ir ρ_0 - dujų ir oro tankis esant normaliosioms sąlygoms, kg/n.m³;

g - laisvojo kritimo pagreitis, m/s².

Dujotiekio vamzdžio skersmens skaičiavimas

Siekiant, kad dujotiekiu tekančios dujos nekeltų triukšmo, dujų greičiai neturi būti didesni kaip 7 m/s mažo slėgio dujotiekiuose, 15 m/s vidutinio slėgio dujotiekiuose ir 25 m/s didelio slėgio dujotiekiuose. Preliminariam skaičiavimui remiantis šiomis rekomenduojamomis dujų greičio vertėmis, vamzdžio skersmuo gali būti apskaičiuojamas pagal šią formulę [24]:

$$d = 0,03638 \sqrt{\frac{B_0(273 + t)}{p_m v}}, \quad (2.11)$$

čia:

d - vidinis dujotiekio vamzdžio skersmuo, cm;

t - dujų temperatūra, °C;

B_0 - tūrinis dujų debitas normaliosiomis sąlygomis, n.m³/h;

p_m - vidutinis absoliutusias slėgis skaičiuojamame ruože, MPa;

v - dujų greitis, m/s.

Dujotiekio vamzdžio skersmuo taip pat gali būti randamas naudojantis nomogramomis, sudarytomis tam tikro slėgio ir tankio gamtinėms dujoms. Vienokiu ar kitokiu būdu apskaičiuotas/nustatytas vamzdžio vidinis skersmuo dažniausiai būna tarpinis gaminamų dujų vamzdžių skersmenų vertei. Tokiu atveju paprastai parenkamas dujotiekio vamzdis, kurio vidinis skersmuo DN yra didesnis nei apskaičiuotoji vertė.

Šiame skyriuje buvo aptarta pagrindinė skaičiavimo metodika, tinkanti dujotiekio šakotojo tinklo skaičiavimui ir gali būti naudojama rengiant skirstomojo dujotiekio atšakos Marijampolė – Kalvarija tiesimo galimybių studiją.

3. RAJONO GAMTINIŲ DUJŲ VARTOTOJŲ ANALIZĖ IR DUJŲ POREIKIO SKAIČIAVIMAS

Šio skyriaus tikslas – surinkti ir išanalizuoti svarbiausius duomenis apie planuojamo dujofikuoti rajono bendrą charakteristiką. Be jų negalima priimti optimalių dujofikavimo sprendinių. Būtina turėti duomenis, pateiktus 3.1 lentelėje.

3.1 lentelė. Planuojamo dujofikuoti rajono charakteristika

Nr.	Duomenys
1	Dujofikuoti numatytos teritorijos plėtros planas
2	Klimatologiniai duomenys
3	Numatomų naudoti gamtinių dujų charakteristika
4	Potencialūs gamtinių dujų vartotojai
5	Pasiskirstymas tarp šilumos tiekimo šaltinių

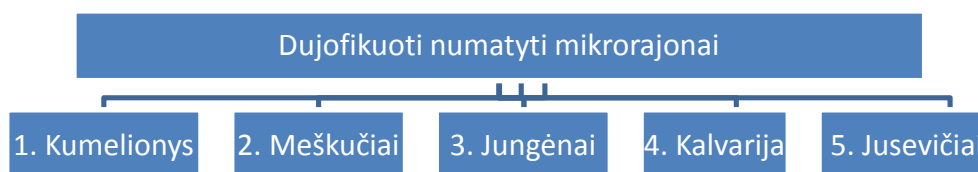
Šie duomenys nustatomi sekančiuose skyriuose.

3.1. Planuojamo dujofikuoti rajono charakteristika

Valstybės ilgalaikės raidos strategijoje iškeltas tikslas skatinti dujų perdavimo tinklų plėtrą [51]. Nors Kalvarijos savivaldybės teritorijos bendrojo plano sprendiniuose numatoma galimybė šilumos gamybai naudoti įvairių rūšių energijos išteklius: atsinaujinančius ir vietinius išteklius, komunalines atliekas, atliekinę šilumą, biokurą, tačiau Kalvarijos savivaldybės šilumos ūkio plėtros kryptyse gamtinės dujos nurodomas kaip viena iš skatintinų šilumos gamybai naudojamų kuro rūšių. Modernizuojant centralizuoto šilumos tiekimo sistemas, šilumą gaminančias katilines, siūloma įvertinti elektros ir šilumos gamybos bendrame cikle (kogeneratorių įrengimo) galimybę, ypač jei bus galimybė šias katilines dujofikuoti [37]. Šiuo metu nagrinėjamoje teritorijoje gamtinės dujos nėra tiekiamos. Gamtinių dujų tiekimo tinklų Kalvarijos savivaldybės teritorijoje nėra [37].

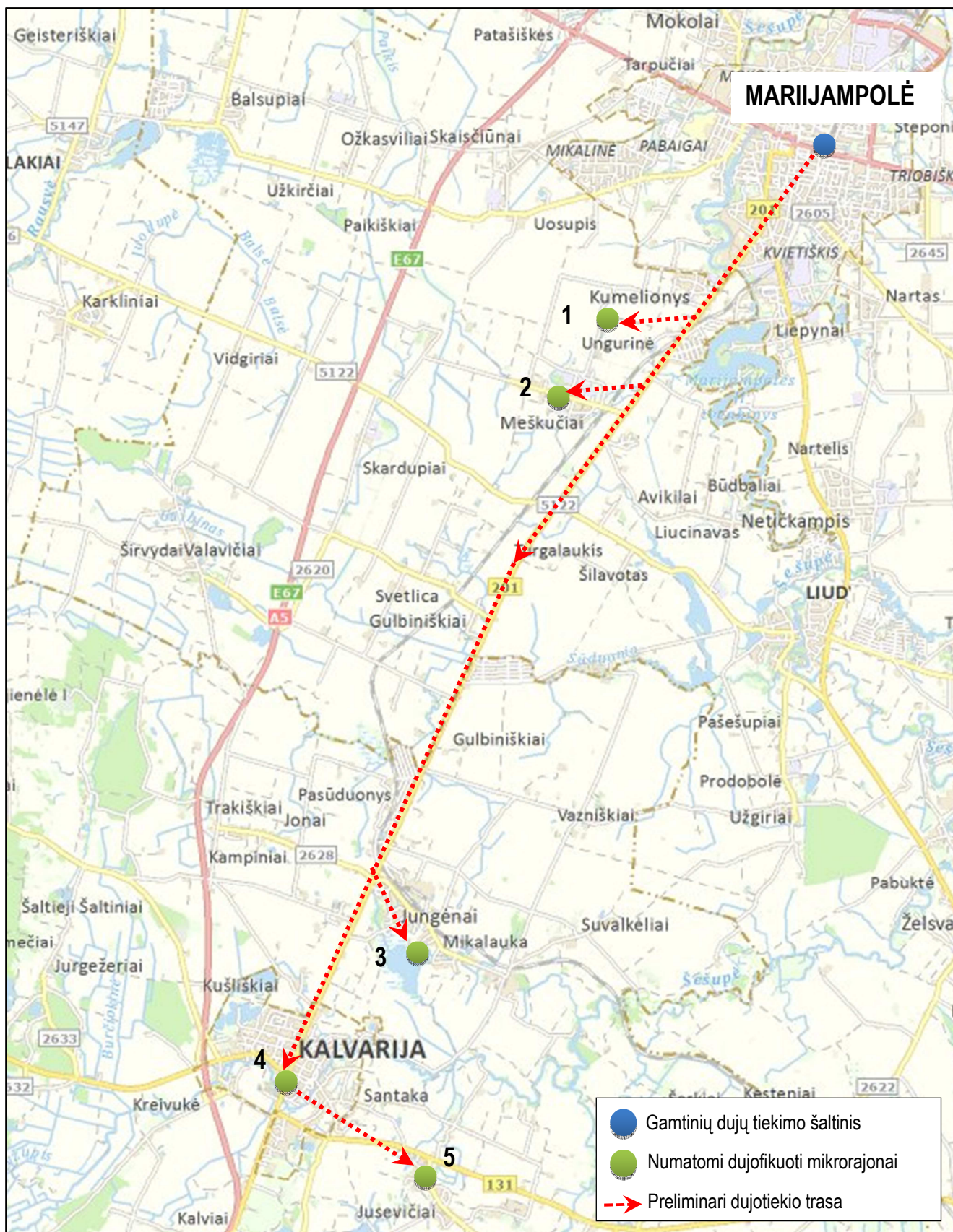
Atsižvelgiant į aukščiau išvardintus kriterijus – analizuojama perspektyvinio dujotiekio Marijampolė – Kalvarija tiesimo galimybė į Kalvarijos miestą, bei šalia esančias teritorijas, kurios apima ir Marijampolės savivaldybės pietvakarinę dalį.

Vertinant potencialių gamtinių dujų vartotojų geografinį išsidėstymą, numatomos galimos planuojamo dujotiekio Marijampolė – Kalvarija atšakos ir priimamas teritorijos skirstymas į penkis mikrorajonus, kaip pateikta 3.1 paveiksle.



3.1 pav. Dujofikuoti numatyti mikrorajonai

Pasirenkama šakotoji skirstomojo tinklo sistema (žr. 3.2 pav.).



3.2 pav. Planuojamo skirstomojo dujotiekio atšakos: 1 – Kumelionių mikrorajonas; 2 – Meškučių mikrorajonas; 3 – Jungėnų mikrorajonas; 4 – Kalvarijos mikrorajonas; 5 – Jusevičių mikrorajonas [59]

3.2 lentelėje pateikiamas vartotojų pasiskirstymas pagal šilumos ruošimo šaltinius (%). Nagrinėjamame rajone išskirtini trys šilumos ruošimo šaltiniai: rajoninės katilinės, pasirenkamasis šilumos šaltinis, individualus šildymas. Iš rajoninių katilinių vartotojams šiluma ir karštas vanduo tiekiami centralizuotai. Statant naujus ar rekonstruojant esamus pastatus šioje teritorijoje, siekiama išlaikyti centralizuoto aprūpinimo šiluma ir karštu vandeniu sistemą. Pasirenkamo aprūpinimo šiluma teritorijoje vartotojai šiluma aprūpinami iš vietinių (individualių) katilinių, ir iš rajoninių katilinių. Šioje teritorijoje nėra didelis pastatų užstatymo tankumas, todėl ir nėra vyraujančio šilumos tiekimo būdo. Individualus šildymas apima vartotojus, kuriems šiluma tiekama iš individualių kieto kuro katilinių [37].

3.2 lentelė. Šilumos ruošimo šaltiniai [37,41]

Nr.	Šilumos ruošimo šaltiniai ir vartotojai	Mikrorajonai				
		1	2	3	4	5
	Gyventojų skaičius	574	461	855	4457	440
	Šilumos ruošimo šaltinis					
1	rajoninės katilinės	35%	30%	40%	45%	-
2	pasirenkamasis šilumos šaltinis	20%	20%	35%	20%	-
3	individualus šildymas	45%	50%	25%	35%	100%

Tikslinga nagrinėti kiekvieną mikrorajoną ne tik šilumos ruošimo ir tiekimo šaltinių klausimu, bet planuojamo dujofikuoti rajono apstatymo charakteristika, plėtros planai bei geografinis išsidėstymas taip pat turi būti išnagrinėti.

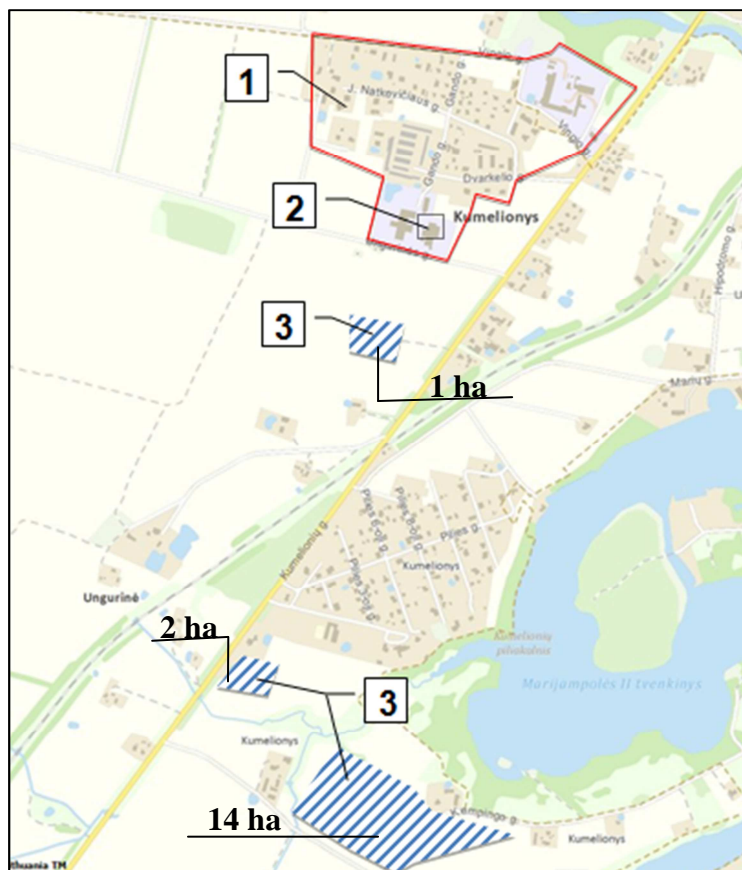
1. Kumelionių mikrorajono potencialių vartotojų analizė

Gyvenvietė Marijampolės savivaldybės teritorijoje, Marijampolės seniūnijoje, Šešupės kairiajame krante, 3 km į pietus nuo Marijampolės. Pro gyvenvietę eina geležinkelis Vilnius – Varšuva ir plentas Marijampolė – Kalvarija. Kumelionių gyvenvietė užstatyta mažaaukščiais gyvenamaisiais namais. Dalis teritorijos aprūpinama iš vietinės Kumelionių katilinės, kurios instaliuota šiluminė galia siekia 3,8 MW, o naudojamas kuras – akmens anglis.

Kumelionyse, remiantis Marijampolės savivaldybės teritorijos bendrojo plano ir strateginio plėtros plano duomenimis, nėra užregistruota ar numatyta steigti paslaugų įmonių taip pat neekspluatuojama nė viena pramonės įmonė bei nėra numatytos pramonės plėtros.

Šiame darbe numatoma dujofikuoti tankiausiai apgyvendintą Kumelionių gyvenvietės sritį, turinčią 574 gyventojus, kai gamtinės dujos bus vartojamos ūkinėms – buitinėms reikmėms ir šildymui, bei vietinę Kumelionių katilinę. Taip pat priimama dujofikavimo galimybė planuojamos gyvenamosios zonos plėtros 1 ha, 2 ha ir 14 ha teritorijose, kai gamtinės dujos bus tiekiamos buitiniams vartotojams maisto ruošimui bei šildymo poreikiams (žr. 3.3 pav.). Šiose teritorijose numatyta mažaaukščių gyvenamųjų namų statyba. Priimama, kad gyventojų tankis viename hektare 145 žm./ha, kai bendras gyvenamasis plotas (m^2), tenkantis 1 ha planuojamos apstatyti teritorijos – $2600 m^2$. Gyventojų tankis priimtas laikant, kad vieno gyventojų užimamas bendras gyvenamasis plotas sudaro $18 m^2$. Tai tik sąlyginis normatyvas. Atsižvelgiant į tai, kad

gyventojų pragyvenimo lygis kyla, o gyvenamasis plotas didėja, pasirinktas normatyvas galėtų būti ir didesnis [9].



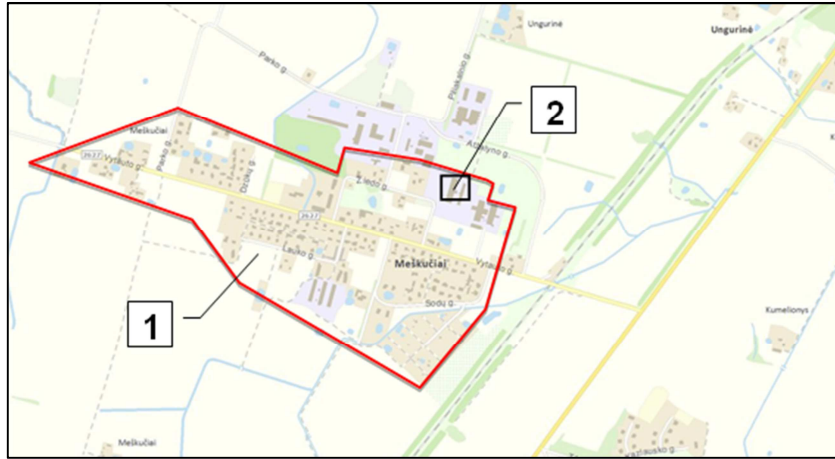
3.3 pav. Kumelionių mikrorajone dujų tiekimas numatomas į: 1 – gyvenamosios zonos teritoriją (apibrėžta raudona linija); 2 – katilinę; 3 – planuojamą gyvenamosios zonos plėtros teritoriją [37, 59]

Meškučių mikrorajono potencialių vartotojų analizė

Gyvenvietė Marijampolės savivaldybės teritorijoje, 1 km į rytus nuo kelio 201 Marijampolė – Kalvarija ir geležinkelio Šeštokai – Kazlų Rūda, 5 km į pietvakarius nuo Marijampolės.

Meškučių gyvenvietė užstatyta mažaukščiais pastatais. Dalis teritorijos energija aprūpinami iš 2,9 MW instaliuotos šiluminės galios Meškučių katilinės, kurioje deginamos akmens anglis. Mikrorajone, remiantis Marijampolės savivaldybės teritorijos bendrojo plano ir strateginio plėtros plano duomenimis, nėra užregistruota ar numatyta steigti paslaugų įmonių taip pat nėra išvystyto pramonės sektoriaus ar numatytų pramonės plėtros galimybių.

Rengiant atšakos Marijampolė – Kalvarija tiesimo galimybių studiją, gamtinių dujų tiekimas numatomas buitiniams vartotojams (461 žm.) ūkinėms – buitinėms reikmėms ir šildymui. Taip pat dujofikavimo galimybių analizė apima Meškučių katilinės rekonstravimo ir pritaikymo gamtinėms dujoms galimybę. Geografinis potencialių gamtinių dujų vartotojų išsidėstymas pateiktas 3.4 paveiksle.

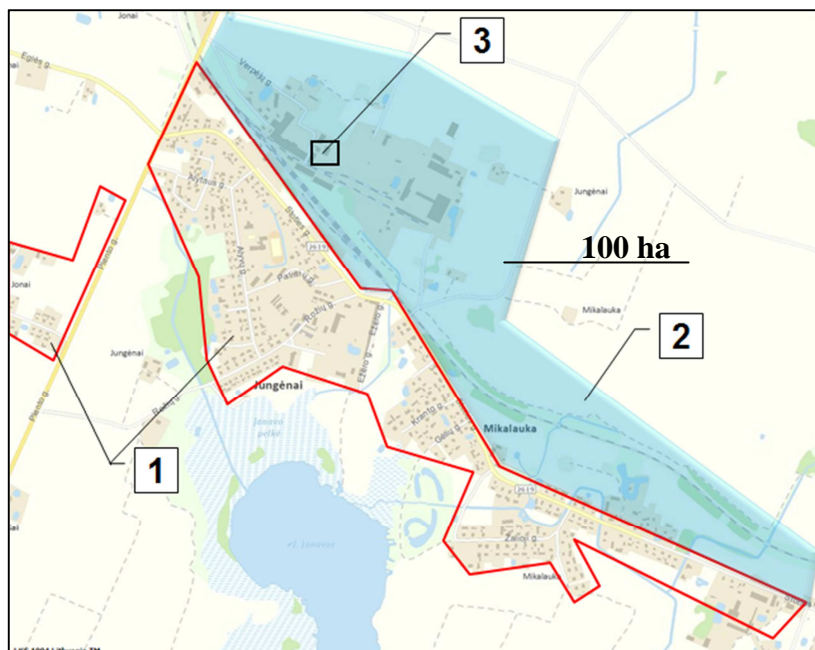


3.4 pav. Meškučių mikrorajone dujų tiekimas numatomas į: 1 – gyvenamosios zonos teritoriją (apibrėžta raudona linija); 2 – katilinę [37, 59]

Jungėnų mikrorajono potencialių vartotojų analizė

Gyvenvietė Kalvarijos savivaldybės teritorijoje, prie kelio 201 Marijampolė – Kalvarija, 3 km į šiaurės rytus nuo Kalvarijos. Remiantis Kalvarijos savivaldybės teritorijos bendruoju planu, žinome, kad gyvenvietė užstatyta mažaukščiais pastatais. Šiluma ir karštas vanduo ruošiami Orijos ir Ežero katilinėse.

Jungėnuose, remiantis bendrojo plano ir strateginio plėtros plano duomenimis, nėra užregistruota ar numatyta steigti paslaugų įmonių. Rengiant atšakos Marijampolė – Kalvarija tiesimo galimybių studiją, gamtinių dujų tiekimas numatomas buitiniams vartotojams (855 žm.) maisto ruošimui, taip pat analizuojama galimybė pakeisti kieto kuro vartojimą gamtinėmis dujomis. Numatoma galimybė dujofikuoti planuojamą pramonės zonos plėtros teritoriją (100 ha) bei esamas pramonės įmones (žr. 3.5 pav.).



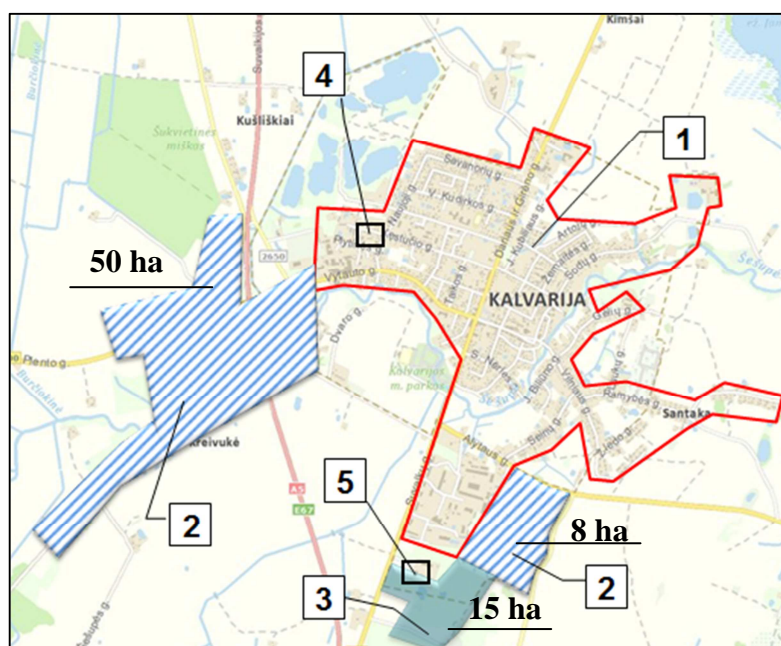
3.5 pav. Jungėnų mikrorajone dujų tiekimas numatomas į: 1 – gyvenamosios zonos teritoriją (apibrėžta raudona linija); 2 – pramonės įmonę; 3 – planuojamą pramonės zonos plėtros teritoriją [37, 59]

Jungėnų mikrorajono dujofikavimo galimybių analizė neapima Orijos ir Ežerio katilinių rekonstravimo ir pritaikymo gamtinėms dujoms galimybės. Nors Orijos katilinė yra visiškai nusidėvėjusi ir pagal dabar galiojančius teisės aktus eksploatacijai netinkama, 2 kieto kuro katilai susidėvėję, katilų plieninės pakuros arkos sudegusios, jų remontas yra netikslingas, tačiau Kalvarijos savivaldybės plėtros plane yra numatyta šios katilinės rekonstrukcija pasirenkant biokurą. Ežero katilinė šiuo metu eksploatuojama naudojant biokurą [37].

Kalvarijos mikrorajono potencialių vartotojų analizė

Kalvarijos savivaldybė yra pietvakarinėje Lietuvos dalyje, Lietuvos ir Lenkijos pasienyje. Pietuose ji ribojasi su Lenkijos Respublika, vakaruose – su Vilkaviškio rajono savivaldybe, rytuose – su Lazdijų rajono savivaldybe, šiaurėje – su Marijampolės savivaldybe. Kalvarija nutolusi nuo Marijampolės apie 18 km.

Remiantis Kalvarijos savivaldybės teritorijos bendroju planu, mieste vyraujantis gyvenamųjų namų tipas yra mažaaukščiai gyvenamieji pastatai, mieste taip pat yra 15 daugiabučių. Plėtros plane yra numatytos zonos, kuriose siūloma plėtoti mažaaukščių gyvenamųjų namų (50 ha) bei daugiabučių (5 aukštų) statybą (8 ha) [37].



3.6 pav. Kalvarijos mikrorajone dujų tiekimas numatomas į: 1 – gyvenamosios zonos teritoriją (apibrėžta raudona linija); 2 – planuojamą gyvenamosios zonos plėtros teritoriją; 3 – planuojamą pramonės zonos plėtros teritoriją; 4 – pramonės įmonę; 5 – katilinę [37, 59]

Planuojamoje penkiaaukščių gyvenamųjų namų zonos plėtros teritorijoje priimama, kad gyventojų tankis viename hektare 205 žm./ha, kai bendras gyvenamasis plotas (m^2), tenkantis 1 ha planuojamos apstatyti teritorijos – $3700 m^2$. Planuojamoje mažaaukščių gyvenamųjų namų zonos plėtros teritorijoje priimama, kad gyventojų tankis viename hektare 145 žm./ha, kai bendras gyvenamasis plotas (m^2), tenkantis 1 ha planuojamos apstatyti teritorijos – $2600 m^2$. Gyventojų tankis priimtas laikant, kad vieno gyventojų užimamas bendras gyvenamasis plotas

sudaro 18 m². Tai tik sąlyginis normatyvas. Atsižvelgiant į tai, kad gyventojų pragyvenimo lygis kyla, o gyvenamasis plotas didėjas, pasirinktas normatyvas galėtų būti ir didesnis.

Vertinant šilumos ir karšto vandens gavimo būdus, 2013 m. duomenimis, Kalvarijos mieste eksploatuojamos 3 katilinės, gaminančios centralizuotai tiekiamą šilumą:

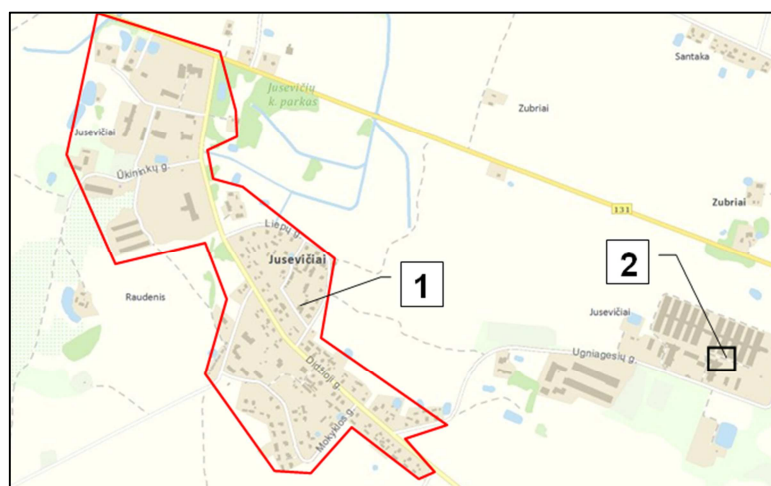
- Mokyklos (Centrinė) katilinė (Basanavičiaus g. 16, Kalvarija);
- Pietų miestelio katilinė (Suvalkų g. 103, Kalvarija);
- Žemaitės katilinė (Žemaitės g. 35, Kalvarija).

Mokyklos katilinėje atlikta rekonstrukcija – katilinė pritaikyta biokurui. Tuo tikslu panaikintos Ligoninės, Laisvės – 2, Laisvės – 11, Vytauto – 3, Vytauto – 14, Dariaus ir Girėno – 17 ir Ugniagesių – 1 katilinės, o buvę vartotojai aprūpinami šiluma iš rekonstruotos Mokyklos katilinės. Atsinaujinančio kuro naudojimui buvo pritaikyta ir Žemaitės katilinė. Pietinio miestelio katilinėje, kurios instaliuota šiluminė galia 2 MW, šilumos gavybai naudojamos akmens anglis [37].

Planuojama dujofikuoti Kalvarijos miesto esamus gyvenamuosius mažaukščius bei daugiaaukščius namus, bei plėtros plane numatytus pastatyti daugiaaukščių namų rajonus ir planuojamas gyvenamosios zonos plėtros teritorijas (mažaukščių gyvenamųjų pastatų plėtra), kai gamtinės dujos bus vartojamos ūkinėms – buitinėms reikmėms bei šildymui. Taip pat numatoma gamtinių dujų tiekimo sistema apima planuojamos pramonės zonos plėtros teritorijos (15 ha), esamų pramonės įmonių, paslaugų sektoriaus bei Pietinio miestelio katilinės dujofikavimo galimybę (žr. 3.6 pav.).

2. Jusevičių mikrorajono potencialių vartotojų analizė

Jusevičiai – gyvenvietė Kalvarijos savivaldybėje, prie kelio 131 Alytus – Simnas – Kalvarija, 3 km į rytus nuo Kalvarijos.



3.7 pav. Jusevičių mikrorajone dujų tiekimas numatomas į: 1 – gyvenamosios zonos teritoriją (apibrėžta raudona linija); 2 – pramonės įmonę [37, 59]

Remiantis Kalvarijos savivaldybės teritorijos bendruoju planu, gyvenvietė užstatyta mažaukščiais pastatais. Nagrinėjamoje teritorijoje šiluma gyventojai apsirūpina individualiai.

Jusevičiuose, remiantis Kalvarijos savivaldybės teritorijos bendrojo plano ir strateginio plėtros plano duomenimis, nėra užregistruota ar numatyta steigti komunalinių paslaugų įmonių.

Rengiant Marijampolė – Kalvarija tiesimo galimybių studiją, gamtinių dujų tiekimas numatomas buitiniams vartotojams maisto ruošimui, bei, pritaikius vietinių katilinių kieto kuro katilus dujiniam kurui, šilumos ir karšto vandens ruošimui. Taip pat dujofikavimo galimybių analizė apima esamų pramonės įmonių aprūpinimo gamtinėmis dujomis galimybę.

Kitos charakteristikos

Gamtinių dujų suvartojimas priklauso ne tik nuo potencialių aukščiau aptartų vartotojų grupių, bet ir nuo dujofikuoti numatytos teritorijos klimatologinių sąlygų. Kad būtų galima įvertinti oro temperatūros įtaką dujų poreikiui, svarbu žinoti nagrinėjamos teritorijos klimatologinius duomenis. Nei Marijampolės, nei Kalvarijos miestuose meteorologijos stočių nėra, todėl naudojamos artimiausios meteorologinės stoties, kurios fizinės - geografinės sąlygos panašios, duomenimis. Šie duomenys randami RSN 156–94 „Statybinė klimatologija“. Dujofikuojamos teritorijos mėnesiniai klimatologiniai duomenys pateikti 3.3 lentelėje.

3.3 lentelė. Planuojamo dujofikuoti rajono klimatologiniai duomenys [57]

Metų mėnuo	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Vid. oro temperatūra, °C	-4,5	-4,7	-0,5	6,1	12,4	15,6	16,6	16,2	12,0	7,4	1,9	-2,7

Be mėnesinių klimatologinių duomenų, randame kitus charakteringus dujofikuoti numatytos teritorijos klimatologinius duomenis:

1. Vidutinė metinė oro temperatūra +6,2 °C
2. Vidutinė šildymo sezono oro temperatūra -0,4 °C
3. Vidutinė šalčiausio penkiadienio oro temperatūra -24 °C
4. Vidutinė šalčiausio periodo temperatūra -18,2 °C
5. Šildymo periodas, paromis 194

Šių duomenų reikia gamtinių dujų poreikio gyvenamiesiems ir visuomeniniams pastatams šildyti apskaičiavimui.

Dar viena svarbi charakteristika atliekant dujofikavimo analizę yra dujų tiekimo šaltinis. Detaliau gamtinių dujų tiekimo sprendiniai nagrinėjami sekančiuose skyriuose.

Gamtinių dujų suvartojimą taip pat įtakoja ir pačių dujų sudėtis bei pagrindinės jų charakteristikos. Siekiant tinkamai apskaičiuoti gamtinių dujų kiekį, reikalingą gyvenamųjų namų šildymui, laikantis statybos normose ir taisyklėse išdėstytų reikalavimų, turime žinoti žemutinį šilumingumą. Norint nustatyti žemutinę dujų degimo šilumos vertę, reikia atlikti gamtinių dujų šilumos vertės ir tankio skaičiavimus, įvertinant jų komponentinę sudėtį. Kadangi šie duomenys nėra žinomi, parametrai, reikalingi tolimesniuose skaičiavimuose, surinkti remiantis UAB „Ekotermija“ atliktoje studijoje „Lietuvos Respublikos gamtinių dujų apskaitos sistemų ir komercinių atsiskaitymų pertvarkymo koncepcijos bei jos įgyvendinimo plano

parengimas ryšium su numatomu skirtingos sudėties ir kokybės gamtinių dujų tiekimu“ pateikiamais duomenimis. Gamtinių dujų kokybės rodiklius žiūrėti 3.4 lentelėje.

3.4 lentelė. Lietuvoje tiekiamų gamtinių dujų parametrai [39]

Nr.	Rodiklis	Vertė	
1	Žemutinė šiluminė vertė	MJ/n.m ³	33,615
2	Viršutinė šiluminė vertė	MJ/n.m ³	37,304
3	Dujų tankis	kg/n.m ³	0,6843

Atkreiptinas dėmesys, kad pagal Lietuvos Respublikos norminius dokumentus, dujų matavimo vienetas yra m³ pagal nustatytas normines sąlygas (dujų kiekis užimantis 1 m³ tūrį, kai dujų slėgis 101,3 kPa ir temperatūra 20°C. Šiluminės technikos skaičiavimuose naudojamas normalinis kubinis metras n.m³ (dujų kiekis užimantis 1 m³ tūrį, esant sąlygomis, kai $t = 0^{\circ}\text{C}$; $p = 101,3 \text{ kPa}$).

Šiame skyriuje surinkti pagrindiniai duomenys, kurie naudojami sekančiuose skyriuose skaičiuojant gamtinių dujų poreikį planuojamai skirstomojo dujotiekio atšakai.

3.2. Gamtinių dujų poreikio skaičiavimas

Išnagrinėjus potencialių vartotojų spektrą, galime atlikti sunaudojamo metinio ir maksimalaus valandinio dujų kiekio skaičiavimą. Tačiau prieš tai būtina apspręsti dujų suvartojimo pasiskirstymą. Tuo tikslu sudaroma 3.5 lentelė. Šioje lentelėje priimti sutartiniai vartotojų pažymėjimai (2 stulpelis) naudojami sekančiuose skyriuose.

3.5 lentelė. Dujų suvartojimo pasiskirstymas

Dujų vartotojai (objektai)	Pažymėjimas, n	Dujofikacijos laipsnis	Dujų suvartojimo grupė
1. Kumelionių mikrorajonas			
Gyvenamieji pastatai			
Esami mažaaukščiai gyvenamieji pastatai	2	35%	Ūkinės – buitinės reikmės, kai įrengta dujinė viryklė ir centrinis karšto vandens vandentiekis (žr. 3.2.1 sk.)
	3	65%	Ūkinės – buitinės reikmės, kai įrengta dujinė viryklė ir vandens šildytuvai (žr. 3.2.1 sk.)
	1	45%	Šildymas (žr. 3.2.2 sk.)
Planuojama mažaaukščių gyvenamųjų pastatų zonos plėtos teritorija	5	100%	Ūkinės – buitinės reikmės, kai įrengta dujinė viryklė ir vandens šildytuvai (žr. 3.2.1 sk.)
	3	100%	Šildymas (žr. 3.2.2 sk.)
Pramonės sektorius			
Katilinė	-	1 vnt.	Šilumos ir karšto vandens ruošimui (žr. 3.2.4 sk.)
2. Meškučių mikrorajonas			
Gyvenamieji pastatai			
Esami mažaaukščiai gyvenamieji pastatai	2	30%	Ūkinės – buitinės reikmės, kai įrengta dujinė viryklė ir centrinis karšto vandens vandentiekis (žr. 3.2.1 sk.)
	3	70%	Ūkinės – buitinės reikmės, kai įrengta dujinė viryklė ir vandens šildytuvai (žr. 3.2.1 sk.)
	1	50%	Šildymas (žr. 3.2.2 sk.)
Esami mažaaukščiai	6	100%	Ūkinės – buitinės reikmės, kai įrengta dujinė

Dujų vartotojai (objektai)	Pažymėjimas, <i>n</i>	Dujofikacijos laipsnis	Dujų suvartojimo grupė
gyvenamieji pastatai (nutolę nuo mikrorajono centro, žr. 3.4 pav.)			viryklė ir vandens šildytuvai (žr. 3.2.1 sk.)
Pramonės sektorius			
Katilinė	-	1 vnt.	Šilumos ir karšto vandens ruošimas (žr. 3.2.4 sk.)
3. Jungėnų mikrorajonas			
Gyvenamieji pastatai			
Esami mažaaukščiai gyvenamieji pastatai	2	40%	Ūkinės – buitinės reikmės, kai įrengta dujinė viryklė ir centrinis karšto vandens vandentiekis (žr. 3.2.1 sk.)
	3	60%	Ūkinės – buitinės reikmės, kai įrengta dujinė viryklė ir vandens šildytuvai (žr. 3.2.1 sk.)
	1	25%	Šildymas (žr. 3.2.2 sk.)
Esami mažaaukščiai gyvenamieji pastatai (nutolę nuo mikrorajono centro, žr. 3.5 pav.)	6	100%	Ūkinės – buitinės reikmės, kai įrengta dujinė viryklė ir centrinis karšto vandens vandentiekis (žr. 3.2.1 sk.)
Pramonės sektorius			
Esama pramonės įmonė	-	1 vnt.	Technologijai ir šildymui (žr. 3.2.4 sk.)
Planuojama pramonės zonos plėtros teritorija	-	100%	(žr. 3.2.4 sk.)
4. Kalvarijos mikrorajonas			
Gyvenamieji pastatai			
Esami daugiaaukščiai gyvenamieji pastatai	1	100%	Ūkinės – buitinės reikmės, kai įrengta dujinė viryklė ir centrinis karšto vandens vandentiekis (žr. 3.2.1 sk.)
Esami mažaaukščiai gyvenamieji pastatai	2	45%	
	3	55%	Ūkinės – buitinės reikmės, kai įrengta dujinė viryklė ir vandens šildytuvai (žr. 3.2.1 sk.)
	1	35%	Šildymas (žr. 3.2.2 sk.)
Planuojama penkiaaukščių gyvenamųjų pastatų zonos plėtros teritorija	4	100%	Ūkinės – buitinės reikmės, kai įrengta dujinė viryklė ir vandens šildytuvai (žr. 3.2.1 sk.)
	2	100%	Šildymas (žr. 3.2.2 sk.)
Planuojama mažaaukščių gyvenamųjų pastatų zonos plėtros teritorija	5	100%	Ūkinės – buitinės reikmės, kai įrengta dujinė viryklė ir vandens šildytuvai (žr. 3.2.1 sk.)
	3	100%	Šildymas (žr. 3.2.2 sk.)
Paslaugų sektorius			
Viešojo maitinimo įstaigos	-	6 vnt.	Pietums ruošti (žr. 3.2.3 sk.)
Duonos ir konditerijos gaminių kepyklos	-	1 vnt.	Batonams, bandelėms, sviestinukams kepti (žr. 3.2.3 sk.)
Pramonės sektorius			
Esama pramonės įmonė	-	1 vnt.	Technologijai ir šildymui (žr. 3.2.4 sk.)
Planuojama pramonės zonos plėtros teritorija	-	100%	(žr. 3.2.4 sk.)
5. Jusevičių mikrorajonas			
Gyvenamieji pastatai			
Esami mažaaukščiai gyvenamieji pastatai	3	100%	Ūkinės – buitinės reikmės, kai įrengta dujinė viryklė ir vandens šildytuvai (žr. 3.2.1 sk.)
	1	100%	Šildymas (žr. 3.2.2 sk.)
Pramonės sektorius			
Esama pramonės įmonė	-	1 vnt.	Technologijai ir šildymui (žr. 3.2.4 sk.)

Numatomas dujofikuoti Kalvarijos mikrorajonas pasižymi įvairiu gamtinių dujų vartotojų spektru, todėl sekančiuose skyriuose atliekami skaičiavimai šiam mikrorajonui. Kumelių, Meškučių, Jungėnų bei Jusevičių mikrorajonams metiniam ir didžiausiam valandiniam gamtinių

dujų poreikiui skaičiuoti taikoma ta pati metodika, o dujų suvartojimo rodikliai pateikiami kiekvieno skyriaus suminėse lentelėse.

3.2.1. Ūkinės – buitinės reikmės

Gyventojų metinis suvartojamų dujų kiekis ūkinėms - buitinėms reikmėms priklauso nuo gyventojų skaičiaus. Šis rodiklis apskaičiuojamas remiantis LR statybos normomis (žr. 3.6 lentelę), atsižvelgiant į pastatų aukštingumą, aptartą ankstesniame skyriuje. Gyventojų tankis apskaičiuotas laikant, kad vieno gyventojų užimamas bendras gyvenamasis plotas sudaro 18 m².

3.6 lentelė. Gyventojų tankis 1 ha teritorijoje pagal namų aukštingumą [9].

Namų aukštingumas	Gyvenamasis plotas f (m ²), tenkantis 1 ha rajono teritorijos	a - gyventojų tankis 1 ha, gyvenamojo rajono teritorijai, žm/ha
2	2600	145 (106 individ. namams)
3	3100	175
4	3300	185
5	3700	205

Žinant dujofikuoti numatytą teritorijų gyventojų skaičių bei planuojamos gyvenamosios zonos plėtos teritorijų plotus, statyti planuojamų gyvenamųjų namų aukštingumą tuose plotuose, bei gyventojų tankį viename hektare, skaičiuojamas metinis gamtinių dujų suvartojimas ūkinėms – buitinėms reikmėms.

Vartotojai - esami daugiaaukščiai gyvenamieji pastatai (1):

Kalvarijos mieste daugiaaukščiai pastatai nėra koncentruoti vienoje teritorijoje, negalime išskirti teritorijos ploto ha tam tikro aukštingumo gyvenamiesiems pastatams ir taikyti gyventojų skaičiaus skaičiavimo metodikos, paremtos gyventojų tankio pasiskirstymu. Vertinant metinį gamtinių dujų suvartojimą esamuose daugiabučiuose, priimama, kad daugiaaukščiame name yra 15 vnt. 70 m² butų. Tuomet potencialių gamtinių dujų vartotojų skaičius daugiaaukščiuose gyvenamuosiuose pastatuose, kai dujofikuoti numatyti esami 15 daugiaaukščių, bus lygus:

$$G = \frac{n \cdot i \cdot S}{18} = \frac{15 \cdot 15 \cdot 70}{18} = 875 \text{ žm.}$$

čia:

n - daugiaaukščių skaičius, vnt.;

i - butų skaičius daugiaaukščiame, vnt.;

S - buto plotas, m²;

Metinį dujų suvartojimą randame pagal šilumos suvartojimo normas vienam vartotojui. Metinės šilumos suvartojimo normos ūkinėms – buitinėms reikmėms nustatytos *Skirstomųjų dujotiekių įrengimo taisyklėse*. Šiose taisyklėse šilumos sunaudojimo normos yra skaičiuojamos megadžauliais, kuriuos reikia perskaičiuoti į gamtinių dujų normalinius kubinius metrus (n.m³). Tam tikslui naudojame formulę [9]:

$$V_{met} = \frac{Q_{met}}{Q_z}, \text{ n. m}^3/\text{žm. per metus} \quad (3.1)$$

čia:

V_{met} - skaičiuotinas metinis dujų sunaudojimas, $\text{n.m}^3/\text{žm. per metus}$;

Q_{met} - metinė sunaudojamos šilumos norma pagal dujų naudojimo vietą ir pobūdį, MJ/metus (Skirstomųjų dujotiekių įrengimo taisyklės, 1 priedo 1 lentelė);

Q_z - žemutinė vieno n.m^3 gamtinių dujų šiluminė vertė, MJ/ n.m^3 .

Perskaičiuojame šilumos normas žmogui, kai bute yra dujų viryklė ir centrinis karšto vandens vandentiekis, priimdami, kad žemutinė gamtinių dujų šiluminė vertė yra lygi 33,615 MJ/ n.m^3 (žr. 3.4 lentelę):

$$V_{met} = \frac{Q_{met}}{Q_z} = \frac{2800}{33,615} = 83,3 \text{ n. m}^3/\text{žm. per metus}$$

Tuomet daugindami normatyvinį metinį dujų suvartojimą V_{met} $\text{n.m}^3/\text{žm. per metus}$ iš anksčiau apskaičiuoto gyventojų skaičiaus G , randame metinį dujų suvartojimą Q_{bn}^i $\text{n.m}^3/\text{metus}$ kiekvienai dujofikuoti numatyta teritorijai atskirai. Čia i - dujofikuoti numatyto mikrorajono numeris, n - dujų vartotojų sąlyginis pažymėjimas (žr. 3.5 lentelę); b - indeksas, žymintis gamtinių dujų suvartojimą ūkinėms – buitinėms reikmėms. Metinis gamtinių dujų suvartojimas:

$$Q_{b1}^4 = G \cdot V_{met} = 875 \cdot 83,6 = 72884 \text{ n. m}^3/\text{metus}$$

Vartotojai - esami mažaaukščiai gyvenamieji pastatai (2, 3):

Remiantis Lietuvos Respublikos oficialiosios statistikos portale pateikiamais 2013 m. gyventojų pasiskirstymo pagal teritoriją sąrašais, žinome, kad Kalvarijos mieste gyvena 4457 žmonės. Iš jų 3582 gyvena mažaaukščiuose pastatuose, įvertinus 3.5 lentelėje pateiktus duomenis, šiai potencialių gamtinių vartotojų grupei atliekame metinio dujų suvartojimo skaičiavimus priimdami, kad dalis vartotojų įsirengę dujų viryklę ir karštas vanduo tiekiamas centralizuotai, o kita dalis gamtines dujas vartos maistui ir karštam vandeniui ruošti. Pirmuoju atveju šilumos suvartojimo normos – 2800 MJ, o antruoju – 8000 MJ. Šilumos suvartojimo normos iš MJ į dujų normalinius kubinius metrus (n.m^3) perskaičiuotos pagal 3.1 formulę. Tuomet metinis gamtinių dujų suvartojimas esamuose mažaaukščiuose gyvenamuosiuose pastatuose:

$$Q_{b2}^4 = x \cdot G \cdot V_{met} = 0,45 \cdot 3582 \cdot 83,6 = 94179 \text{ n. m}^3/\text{metus}$$

$$Q_{b3}^4 = x \cdot G \cdot V_{met} = 0,55 \cdot 3582 \cdot 238 = 583394 \text{ n. m}^3/\text{metus}$$

čia:

x – dydis, įvertinantis dujifikacijos laipsnį (žr. 3.5 lentelę).

Vartotojai - planuojama penkiaaukščių gyvenamųjų pastatų zonos plėtros teritorija (4):

Gyventojų skaičių planuojamoje penkiaaukščių gyvenamųjų pastatų zonos plėtros

teritorijoje randame [9]:

$$G = F \cdot a, \text{ žm.} \quad (3.2)$$

čia:

G - gyventojų skaičius, žm.;

F - dujofikuoti numatytos teritorijos plotas, ha;

a - gyventojų tankis, žm/ha (žr. 3.6 lentelę).

Gamtinių dujų potencialių vartotojų skaičius, kai dujofikuoti numatytos teritorijos užimamas plotas 8 ha, bus lygus:

$$G = F \cdot a = 8 \cdot 205 = 1640 \text{ žm.}$$

Metinis gamtinių dujų suvartojimas, priėmus, kad gyvenamajame pastate įrengta dujinė viryklė ir vandens šildytuvas:

$$Q_{b4}^4 = G \cdot V_{met} = 1640 \cdot 238 = 390302 \text{ n. m}^3/\text{metus}$$

Vartotojai - planuojama mažaaukščių gyvenamųjų pastatų zonos plėtros teritorija (5):

Pagal 3.2 formulę randame Kalvarijos mikrorajono gyventojų skaičių planuojamoje mažaaukščių gyvenamųjų pastatų zonos plėtros teritorijoje 50 ha:

$$G = F \cdot a = 50 \cdot 106 = 5300 \text{ žm.}$$

Tuomet metinis gamtinių dujų suvartojimas planuojamoje dujofikuoti teritorijoje, priėmus, kad gyvenamajame pastate įrengta dujinė viryklė ir vandens šildytuvas:

$$Q_{b5}^4 = G \cdot V_{met} = 5300 \cdot 238 = 1261342 \text{ n. m}^3/\text{metus}$$

Apskaičiavus metinį dujų poreikį atskirai dujofikuoti numatytiems mikrorajonams ūkinėms – buitinėms reikmėms (žr. 3.7 lentelę), skaičiuojamas bendras per metus namų ūkiuose numatomas suvartoti gamtinių dujų kiekis:

$$\begin{aligned} Q_b &= \sum_1^i Q_b^i = Q_b^1 + Q_b^2 + Q_b^3 + Q_b^4 + Q_b^5 = \\ &= 293576 + 72837 + 134358 + 1388665 + 78540 \\ &= 1967976 \text{ n. m}^3/\text{per metus} \end{aligned}$$

Didžiausias skaičiuojamasis valandinis dujų poreikis m^3/h , esant 0°C temperatūrai ir 1 bar slėgiui ūkinėms – buitinėms reikmėms turi būti skaičiuojamas kaip dalis metinio poreikio pagal 2.3 skyriuje pateiktą 2.1 formulę. Gyvenamųjų namų maksimalūs valandiniai suvartojami dujų kiekiai gali būti rasti ir pagal 2.3 skyriuje pateiktą 2.2 formulę, tačiau nėra tiksliai žinoma, kiek ir kokių dujinių prietaisų gali būti naudojama dujofikuoti numatomoje teritorijoje, todėl naudojame 2.1 formulę.

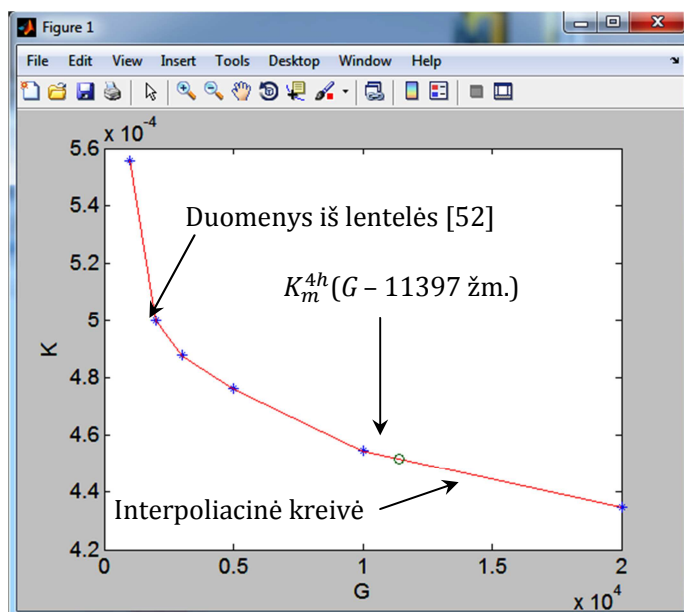
Skirstomųjų dujotiekių įrengimo taisyklėse randame didžiausio valandinio dujų suvartojimo koeficientus gyventojams. Konkrečiu atveju, nagrinėjamoje teritorijoje gyventojų

skaičius skiriasi nuo Taisyklėse nurodomo, tad ir didžiausio valandinio dujų suvartojimo koeficiento vertė turi būti perskaičiuota.

Apskaičiuojame Kalvarijos miesto, kuriame numatyta dujas tiekti 11397 vartotojams, didžiausio valandinio dujų suvartojimo koeficientą. Iš *Taisyklių* 1 priedo 2 lentelės randame, K_m^h vertes, priklausančias nuo dujojikuojamos teritorijos gyventojų skaičiaus ir sudarome linijinės interpoliacijos algoritmą tarpinėms reikšmėms iš šios lentelės duomenų apskaičiuoti. Algoritmas pateiktas A priedo 7.1 paveiksle. Algoritmo paaiškinimas:

1. įvedame pradinis duomenis: x – gyventojų skaičius G , y – didžiausio valandinio dujų suvartojimo koeficientas K_m^h , bei gyventojų skaičių, kuriam ieškome didžiausio valandinio dujų suvartojimo koeficiento;
2. $x(i)$ – pasirenkamas intervalas, kuriame interpoliuojama. Šiuo atveju interpoliacija vyksta nuo 0 iki 20000, kai žingsnis – 1;
3. $y(i)$ – randame interpoliacines K_m^h vertes;
4. $n=size(x)$ – apibrėžiame masyvo x elementų skaičių;
5. sąlyga įvestosios G reikšmės tinkamumui patikrinti;
6. jei G patenka į interpoliavimo intervalą, randama xI – didžiausio valandinio dujų suvartojimo koeficientas K_m^h . Išvedami funkcijų grafikai: atidedamos reikšmės iš *Taisyklių* 1 priedo 2 lentelės duomenų, interpoliavimo intervale nuo 1 iki 20000, žingsniu 1, bei K_m^h vertė ieškomajam gyventojų skaičiui G . Skaičiavimas baigiamas;
7. jei įvestoji G vertė nepatenka į interpoliavimo intervalą, ekrane matomas užrašas „ G nepatenka į intervalą“ ir skaičiavimas baigiamas;

Aprašytą algoritmą realizuojame MATLAB darbo aplinkoje, sukurdami M – file funkciją *interpoliavimas.m*, kuri pateikta A priede, bei apskaičiuojame K_m^{4h} , priklausantį nuo Kalvarijos mikrorajono gyventojų skaičiaus G (žr. 3.8 pav.).



3.8 pav. Interpoliavimo rezultatai

Apskaičiavus K_m^{4h} , pasinaudodami anksčiau apskaičiuotu metiniu dujų suvartojimu Q_b^4 , pagal 2.1 formulę randame didžiausią valandinį dujų suvartojimą Kalvarijos mikrorajono gyvenamuosiuose pastatuose ūkinėms – buitinėms reikmėms:

$$Q_b^{4h} = K_m^{4h} \cdot Q_b^4 = 1388665 \cdot 4,5178 \cdot 10^{-4} = 627,4 \text{ m}^3/\text{h}$$

Analogiški skaičiavimai atliekami ir Kumelionių, Meškučių, Jungėnų ir Jusevičių mikrorajonams, nustatius, kad $K_m^{1h} = 4,9541 \cdot 10^{-4}$, $K_m^{2h} = 5,92299 \cdot 10^{-4}$, $K_m^{3h} = 5,6563 \cdot 10^{-4}$, $K_m^{5h} = 5,9444 \cdot 10^{-4}$.

Metinio ir didžiausio valandinio gamtinių dujų poreikio skaičiavimų rezultatai dujofikuoti numatytiems mikrorajonams pateikti 3.7 lentelėje.

3.7 lentelė. Metinis ir didžiausias valandinis dujų poreikis ūkinėms – buitinėms reikmėms

Dujų vartotojai*	F, ha	G, žm.	Q_{met} , MJ/metus	V_{met} , n.m ³ /žm.per metus	Q_{bn}^i , n.m ³ /metus**	Q_{bn}^{ih} , n.m ³ /h**
1. Kumelionių mikrorajonas, $Q_b^1 = 293576 \text{ n. m}^3/\text{metus}$						
2	-	201	2800	83,3	12557	6,2
3	-	373	8000	238	66581	33,0
5	1	106			12614	6,2
	2	212			25228	12,5
	14	1484			176596	87,5
2. Meškučių mikrorajonas, $Q_b^2 = 72837 \text{ n. m}^3/\text{metus}$						
2	-	138	2800	83,3	8621	5,1
3	-	323	8000	238	57656	34,1
6	-	105	2800	83,3	6560	3,9
3. Jungėnų mikrorajonas, $Q_b^3 = 134358 \text{ n. m}^3/\text{metus}$						
2	-	342	2800	83,3	21367	12,1
3	-	513	8000	238	91571	51,8
6	-	120	8000	238	21420	12,1
4. Kalvarijos mikrorajonas, $Q_b^4 = 1388665 \text{ n. m}^3/\text{metus}$						
1	-	875	2800	83,3	54663	24,7
2	-	1612			70634	31,9
3	-	1970	8000	238	437546	197,7
4	8	1640			195151	88,2
5	50	5300			630671	284,9
5. Jusevičių mikrorajonas, $Q_b^5 = 78540 \text{ n. m}^3/\text{metus}$						
3	-	440	8000	238	78540	46,7

*1 – esami daugiaaukščiai gyvenamieji pastatai, kai įrengta dujinė viryklė ir centrinis karšto vandens vandentiekis; 2 – esami mažaaukščiai gyvenamieji pastatai, kai įrengta dujinė viryklė ir centrinis karšto vandens vandentiekis; 3 – esami mažaaukščiai gyvenamieji pastatai, kai įrengta dujinė viryklė ir vandens šildytuvas; 4 – planuojama penkiaaukščių gyvenamųjų pastatų zonos plėtros teritorija; 5 – planuojama mažaaukščių gyvenamųjų pastatų zonos plėtros teritorija; 6 - esami mažaaukščiai gyvenamieji pastatai nutolę nuo mikrorajono centro.

** – suminiai gamtinių dujų poreikiai priimami laikant, kad esamoje gyvenamojoje zonoje gamtines dujas vartos 75% gyventojų, o planuojamoje plėtros zonos teritorijoje – 50% gyventojų [61].

Sekančiame skyriuje nagrinėjamas gamtinių dujų poreikis gyvenamųjų namų šildymui.

3.2.2. Gyvenamųjų namų šildymas

3.1 skyriuje buvo aptartos pagrindinės dujofikuoti numatytos teritorijos šilumos vartotojų charakteristikos, kuriomis remiantis priimama, kad gyvenamųjų namų šildymas dujiniu kuru bus:

- dujofikuoti numatytų mikrorajonų necentralizuoto aprūpinimo šiluma zonoje;
- Kalvarijos ir Kumelionių mikrorajonuose planuojamose gyvenamosios zonos plėtros teritorijose.

Lietuvoje gyvenamiesiems namams šildyti reikalingas šilumos kiekis gali būti apskaičiuojamas taikant sudėtingą metodiką, kuri pateikta STR 2.09.04:2008, arba šie skaičiavimai gali būti supaprastinti ir paremti šilumos sunaudojimo norma šildomo ploto vienetui. Ši metodika taikoma gamtinių dujų poreikio gyvenamiesiems namams šildyti skaičiavimui.

Siekiant apskaičiuoti reikalingą šilumos kiekį, o po to ir dujų sunaudojimą, būtina apskaičiuoti gyvenamųjų pastatų užimamą plotą, kuris randamas, remiantis [9]:

$$F^0 = f \cdot F, m^2 \quad (3.3)$$

čia:

F^0 – gyvenamasis plotas, m^2 ;

f – gyvenamojo ploto normatyvinis tankis, priklausantis nuo mikrorajone planuojamų statyti ar esamų namų aukštingumo, m^2/ha ;

F – mikrorajono planuojamos užstatyti arba užstatytos teritorijos plotas, ha.

Metinis dujų poreikis gyvenamiesiems namams šildyti apskaičiuojamas, remiantis literatūros šaltiniu [24]:

$$Q_g = \left[24(1 + k^0) \cdot \frac{(t_v - t_{vid.š.s})}{(t_v - t_{šal.penk.})} \right] \cdot \frac{(q^0 \cdot F^0 \cdot n^0)}{\eta \cdot Q_z}, n. m^3/metus \quad (3.4)$$

čia:

Q_g - metinis dujų sunaudojimas gyvenamiesiems namams šildyti, $n.m^3/metus$;

t_v - šildomų patalpų vidaus temperatūra, priimama, kad $t_v = 20^\circ C$ (higienos normoje HN 125:2004 vidutinė šildomų patalpų temperatūra 18 - 22°C, vonios 21 - 26 °C);

$t_{vid.š.s}$ - vidutinė šildymo sezono lauko temperatūra, °C;

$t_{šal.penk.}$ - vidutinė šalčiausio penktadienio temperatūra °C;

k^0 - koeficientas, įvertinantis šilumos sunaudojimą šildymui, nesant tikslių duomenų priimama, kad $k^0 = 0,25$;

η - šildymo sistemos naudingumo koeficientas, individualiems šildymo įrenginiams jis lygus 0,75 - 0,8;

q^0 - šilumos sunaudojimas, tenkantis gyvenamųjų namų gyvenamojo ploto vienam kvadratiniam metrui per valandą, $kJ/m^2 \cdot h$;

n^0 - šildymo periodo trukmė paromis, vnt.;

Q_z - žemutinė gamtinių dujų šiluminė vertė, $kJ/n.m^3$.

Specifinės šildymo galios q^0 vertės senesniems ir naujiems pastatams pateiktos 3.8

lentelėje. Realiai laikoma, kad esami gyvenamieji pastatai priskiriami senesnių pastatų kategorijai. Tarpinės specifinės šildymo galios vertės randamos interpoliavimo būdu.

3.8 lentelė. Specifinės šildymo galios ir lauko temperatūros priklausomybė [24]

Lauko temperatūra, °C		0	- 10	- 20	- 30
q^0 , kJ/m ² ·h	Senesni pastatai	336	461	544	628
	Nauji pastatai	168	231	272	314

Skaičiavimams panaudojami klimatologiniai duomenys, pateikti 3.1 skyriuje. Kaip pavyzdys pateikiamas metinio dujų poreikio skaičiavimas gyvenamųjų penkiaaukščių namų šildymui planuojamoje gyvenamųjų namų zonos plėtros teritorijoje Kalvarijos mikrorajone. Kitų dujofikuoti numatytų teritorijų gyvenamiesiems namams taikoma analogiška skaičiavimo metodika. Skaičiavimų rezultatai pateikiami 3.9 lentelėje.

Vartotojai - planuojama penkiaaukščių gyvenamųjų pastatų zonos plėtros teritorija (3):

3.6 lentelėje priimtas bendras gyvenamasis plotas arba normatyvinis gyvenamojo ploto tankis f , tenkantis 1 ha rajono penkiaaukščių namų teritorijos - 3700 m²/ha. Kalvarijos mikrorajono planuojama penkiaaukščių gyvenamųjų namų zonos plėtros teritorija F užima 8 ha, tuomet gyvenamųjų namų gyvenamasis plotas pagal 3.3 formulę:

$$F^0 = 3700 \cdot 8 = 29600 \text{ m}^2$$

, taikant 3.4 formulę:

$$\begin{aligned} Q_{g3}^4 &= \left[24(1 + k^0) \cdot \frac{(t_v - t_{vid.š.s})}{(t_v - t_{šal.penk.})} \right] \cdot \frac{(q^0 \cdot F^0 \cdot n^0)}{\eta \cdot Q_z} = \\ &= \left[24(1 + 0,25) \cdot \frac{(20 - (-0,4))}{(20 - (-24))} \right] \cdot \frac{(170,5 \cdot 29600 \cdot 194)}{0,8 \cdot 33615} = \\ &= 506459 \text{ n. m}^3/\text{metus} \end{aligned}$$

Apskaičiavus metinį dujų suvartojimą atskirai dujofikuoti numatytiems mikrorajonams ($Q_g^1 - Q_g^5$), apskaičiuojamas bendras per metus šildymui numatomas suvartoti gamtinių dujų kiekis:

$$\begin{aligned} Q_g &= \sum_1^i Q_g^i = Q_g^1 + Q_g^2 + Q_g^3 + Q_g^4 + Q_g^5 = 562963 + 145088 + 134545 + 2347295 + 276958 \\ &= 3466849 \text{ n. m}^3/\text{per metus} \end{aligned}$$

Didžiausias valandinis dujų poreikis gyvenamiesiems namams šildyti randamas pagal formulę [9]:

$$Q_g^h = \frac{(q^0 \cdot F^0)}{Q_z \cdot \eta^0}, \text{ n. m}^3/\text{h} \quad (3.5)$$

čia:

Q_g^h - didžiausias valandinis dujų sunaudojimas gyvenamiesiems namams šildyti, n.m³/h.

Tuomet Q_g^h Kalvarijos mieste planuojamos gyvenamosios zonos plėtros teritorijoje penkiaaukščiams pastatams šildyti:

$$Q_{g3}^{4h} = \frac{(q \cdot F^0)}{Q_z \cdot \eta^0} = \frac{(170,5 \cdot 29600)}{33615 \cdot 0,8} = 187,7 \text{ n.m}^3/\text{h}$$

Skaičiavimo, kuris apima dujofikuoti numatytų mikrorajonų metinį ir didžiausią valandinį gamtinių dujų poreikio nustatymą gyvenamiesiems pastatams šildyti, rezultatai pateikiami suminėje 3.9 lentelėje.

3.9 lentelė. Metinis ir didžiausias valandinis dujų poreikis gyvenamųjų namų šildymui

Dujų vartotojai*	F, ha	f, m ² /ha	F ⁰ , m ²	q ⁰ , kJ/m ² ·h	Q _{gn} ⁱ n.m ³ /metus**	Q _{gn} ^{ih} n.m ³ /h**
1. Kumelionių mikrorajonas Q _g ¹ = 562963 n.m ³ / per metus						
1	2,4	2600	6336	341,0	162587	60,3
2	1	2600	2600	170,5	22243	8,2
2	2	2600	5200	170,5	44486	16,5
2	14	2600	39000	170,5	333647	123,6
2. Meškučių mikrorajonas Q _g ² = 145088 n.m ³ / per metus						
1	2,2	2600	5654	341,0	145088	53,8
3. Jungėnų mikrorajonas Q _g ³ = 134545 n.m ³ / per metus						
1	2,0	2600	5243	341,0	134545	49,9
4. Kalvarijos mikrorajonas Q _g ⁴ = 2347295 n.m ³ / per metus						
1	14,7	2600	38263	341,0	981909	363,9
2	50,0	3700	130000	170,5	1112157	412,1
3	8,0	3700	29600	170,5	253230	93,8
5. Jusevičių mikrorajonas Q _g ⁵ = 276958 n.m ³ / per metus						
1	4,2	2600	10792	341,0	276958	102,6

* 1 – esami mažaaukščiai gyvenamieji pastatai; 2 – planuojama penkiaaukščių gyvenamųjų pastatų zonos plėtros teritorija; 3 – planuojamų mažaaukščių gyvenamųjų pastatų zonos plėtros teritorija.

** – suminiai metiniai ir didžiausi valandiniai dujų poreikiai priimami laikant, kad esamoje gyvenamojoje zonoje gamtines dujas vartos 75% gyventojų, o planuojamoje plėtros zonos teritorijoje – 50% gyventojų [61].

3.2.3. Paslaugų sektorius

Siekiant tinkamai įvertinti suminį metinį dujų suvartojimą dujofikuojamose teritorijose, reikia apskaičiuoti metinį dujų suvartojimą buitinių paslaugų, viešojo maitinimo įstaigų, gydymo įstaigų, duonos ir konditerijos gaminių įmonių sunaudojamą dujų kiekį.

Kumelionyse, Meškučiuose, Jungėnuose ir Jusevičiuose, remiantis Marijampolės ir Kalvarijos savivaldybių teritorijų bendrojo plano ir strateginio 2011 - 2017 m. plėtros plano duomenimis, nėra užregistruota ar numatyta steigti paslaugų įmonių. Pagal anksčiau minėtus dokumentus, 2008 m. duomenimis Kalvarijos mieste yra įsikūrusi viena duonos kepimo įmonė ir šešios viešojo maitinimo įstaigos, kurioms skaičiuosime metinį dujų poreikį.

Viešojo maitinimo įmonėse maistui ruošti dujų kiekis randamas iš priimamo normatyvinio rodiklio - koks procentas iš bendro gyventojų skaičiaus per metus maitinasi viešojo maitinimo įstaigose. Remiantis Kalvarijos savivaldybės 2011-2017 m. plėtros strateginiu planu [37], žinome, kad šis rodiklis yra 0,4 vienam tūkstančiui gyventojų. Metinis dujų suvartojimas

randamas [9]:

$$Q_{mi}^{1000} = 0,4 \cdot F \cdot n \cdot V_{pietums} = 0,4 \cdot 1000 \cdot 365 \cdot 0,12 = 17520 \text{ n.m}^3/\text{metus} \quad (3.6)$$

čia:

Q_{mi} - metinis dujų suvartojimas viešose maitinimo įmonėse 1000 žm., n.m³/metus;

F – žmonių skaičius (priimame 1000 žm.);

$V_{pietums}$ - skaičiuotinas dujų sunaudojimas, n.m³/vieniems pietums;

n - dienų skaičius metuose.

Remiantis šilumos suvartojimo normomis, pateiktomis *Skirstomųjų dujotiekių įrengimo taisyklių* 1 priedo 1 lentelėje, dujų suvartojimas $V_{pietums}$ randamas kaip dujų suvartojimo norma vieneriems pietums ruošti 4,2 MJ/pietums (perskaičiuojama į n.m³/pietums analogiškai kaip 3.2.1 skyriuje pagal 3.1 formulę). 3.8 lentelėje pateikiamas metinis gamtinių dujų suvartojimas viešojo maitinimo įstaigose Q_{mi} n.m³/metus, įvertinus, kad Kalvarijos mikrorajone yra 4457 gyventojų.

Tam, kad būtų galima apskaičiuoti dujų poreikį duonos kepyklose, reikia žinoti pagaminamos produkcijos kiekį tonomis. Kalvarijos miesto strateginiame plėtros plane 2011 - 2017 metams pateikta, kad 2008 metais Kalvarijoje per metus duonos kepyklose buvo pagaminama 3,4 tūkst. t produkcijos. Tuomet metinis gamtinių dujų poreikis duonos kepykloje [9]:

$$Q_{dk} = m \cdot V_t = 3,4 \cdot 162 = 5508 \text{ n.m}^3/\text{metus} \quad (3.7)$$

čia:

Q_{dk} - metinis dujų suvartojimas duonos kepykloje, n.m³/metus;

m – produkcijos kiekis, t;

V_t - skaičiuotinas dujų sunaudojimas, n.m³/tonai produkcijos;

Apskaičiavus metinį dujų suvartojimą atskirai pagal paslaugų sektoriaus veiklos kryptis, apskaičiuojamas bendras per metus numatomas suvartoti gamtinių dujų kiekis:

$$Q_{ps} = Q_{mi} + Q_{dk} = 78087 + 5508 = 83595 \text{ n.m}^3/\text{metus}$$

Didžiausias skaičiuojamasis valandinis suvartojamų dujų kiekis m³/h, esant 0°C temperatūrai ir 1 bar slėgiui turi būti skaičiuojamas kaip dalis metinio suvartojamo kiekio pagal 2.3 skyriuje pateiktą 2.1 formulę. *Skirstomųjų dujotiekių įrengimo taisyklėse* randame didžiausio valandinio dujų suvartojimo koeficientus duonos kepimo ir viešojo maitinimo įmonėms. Viešojo maitino įstaigoms $K_{m1}^h = 1/2000$, o duonos ir konditerijos gaminių kepykloms $K_{m2}^h = 1/6000$.

Pasinaudodami anksčiau apskaičiuotu metiniu dujų suvartojimu, randame maksimalų valandinį dujų suvartojimą paslaugų įmonėms [52]:

$$Q_{ps}^h = \sum_1^i K_{mi}^h \cdot Q_i = \frac{5508}{6000} + \frac{78087}{2000} = 40,0 \text{ n.m}^3/\text{h}$$

Apibendrinti skaičiavimų rezultatai pateikiami 3.10 lentelėje.

3.10 lentelė. Metinis ir didžiausias valandinis dujų poreikis paslaugų sektoriuje

Dujų vartotojai	Įstaigų skaičius, vnt.	Matavimo vienetas	Kiekis	Q_{met} , MJ/metus	$V_{pietums} (V_t)$, n.m ³ /pietums (n.m ³ /t)	Q_{mi} ir Q_{dk} , n.m ³ /metus	Q_{ps}^h , n.m ³ /h
4. Kalvarijos mikrorajonas $Q_{ps} = 83595$ n.m ³ / per metus							
Viešojo maitinimo įstaigos	6	Gyventojų skaičius, žm.	4457	4,2	0,12	78087	40
Duonos kepyklos	1	Produkcija, t	3,4	5450	162	5508	

3.2.4. Pramonės sektorius

Vienai iš didžiausių gamtinių dujų vartotojų kategorijai priskiriamos pramonės įmonės. Rengiant dujofikuoti numatytos teritorijos galimybių analizę, reikia atkreipti dėmesį į esamą pramonę ir planuojamą pramonės sektoriaus plėtrą. Būtina atsižvelgti į skaičiuotiną pramonės įmonių dujų sunaudojimą tiek technologiniams poreikiams, tiek šildymui ir vėdinimui. Skaičiuojant pramonės įmonių dujų suvartojimą, reikia turėti tam tikrus statistinius duomenis apie įmonėje naudojamą sąlyginį kuro kiekį, gilintis į įmonėje vykstančius procesus. Dėl minėtų duomenų stokos, dujų suvartojimas pramonės įmonėms šiame darbe nustatytas konsultuojantis su dujofikuoti numatytų objektų energetikos specialistais. Kalvarijos ir Jusevičių mikrorajonuose, remiantis Kalvarijos savivaldybės teritorijos bendrojo plano duomenimis, yra numatytos pramonės plėtros zonos teritorijos. Nėra žinoma, kokia veikla bus vystoma šiose teritorijose, todėl skaičiavimuose priimta, kad 20 ha teritorijai reikia 150 m³/h [61].

Remiantis Marijampolės miesto ir Kalvarijos savivaldybės bendrojo plano, bei strateginio plėtros plano 2011–2017 m. duomenimis apie esamas pramonės objektus, numatoma dujofikuoti šešias pramonės įmones, pateiktas 3.11 lentelėje.

3.11 lentelė. Metinis ir didžiausias valandinis dujų poreikis pramonės sektoriuje

Įmonės pavadinimas	Vietovė	Dujų vartojimo paskirtis	Q_{pi} , n.m ³ /metus	Q_{pi}^h , n.m ³ /h
UAB „Litesko“ fil. „Marijampolės šiluma“	Kumelionių mikrorajonas	Šildymui	99674	45
UAB „Litesko“ fil. „Marijampolės šiluma“	Meškučių mikrorajonas	Šildymui	92197	42
UAB „Parama“	Jungėnų mikrorajonas	Technologijai Šildymui	2200000	1600
Pramonės plėtros zonos teritorija		-	-	375
UAB „Marijampolės pieno konservai“	Kalvarijos mikrorajonas	Technologijai Šildymui	6000000	1000
UAB „Didma“ Pietinio miestelio katilinė		Šildymui	92248	110
Pramonės plėtros zonos teritorija		-	-	60
UAB „Saerimmer“	Jusevičių	Technologijai	60000	6

Įmonės pavadinimas	Vietovė	Dujų vartojimo paskirtis	Q_{pi} , n.m ³ /metus	Q_{pi}^h , n.m ³ /h
UAB „Litesko“ fil. „Marijampolės šiluma“	Kumelionių mikrorajonas	Šildymui	99674	45
	mikrorajonas	Šildymui		

Jungėnuose įsikūrusios įmonės UAB „Parama“ veikla apima automobilių kelių projektavimą, automobilių kelių, geležinkelių, oro transporto, pėsčiųjų judėjimo vietų statybą, kelių remontą ir bendruosius statybos darbus. Remiantis įmonės pateiktais duomenimis, dujas numatoma vartoti technologijai ir patalpų šildymui. Metinis dujų suvartojimas siektų 2,2 mln. n.m³, o maksimalus valandinis suvartojimas - 1600 n.m³/h.

Rengiant skirstomojo dujotiekio Marijampolė - Kalvarija tiesimo galimybių analizę, priimama, kad bus dujofikuojamos šiuo metu kietu kuru (akmens anglis) kūrenamos katilinės Kumelionių, Meškučių ir Kalvarijos mikrorajonuose. Kumelionių katilinėje numatomas metinis gamtinių dujų poreikis yra 99,197 tūkst. n.m³, Meškučių katilinei planuojamas metinis dujų suvartojimas siekia 92,197 tūkst. n.m³, o Kalvarijos pietinio miestelio katilinės - 92,248 tūkst. n.m³. Aptartų katilinių maksimalus valandinis planuojamas dujų suvartojimas siekia nuo 42 iki 110 n.m³/h.

Kalvarijos mikrorajone numatoma dujofikuoti UAB „Marijampolės pieno konservai“ pieno miltelių gamybos padalinį. Ceche plečiamos ir rekonstruojamos gamybos patalpos, atnaujinami ir modernizuojami įrengimai bei procesų valdymas. Gamybiniai pajėgumai - iki 1000 tonų per mėnesį. Konsultuojantis su įmonės energetikos specialistu, nustatyta, kad metinis šios įmonės dujų suvartojimas - 6 mln. n.m³, o maksimalus valandinis planuojamas dujų poreikis - 1000 n.m³/h. Gamtinės dujos ceche bus naudojamos technologinėms reikmėms bei šildymui.

Be minėtų įmonių, reiktų išskirti UAB „Saerimner“, kuri veiklą vykdo Jusevičiuose. Įmonė užsiima kiaulių auginimu. Remiantis pateiktais duomenimis, metinis dujų suvartojimas technologiniams procesams bei šildymui siektų 60 tūkst. n.m³, o maksimalus valandinis planuojamas dujų suvartojimas - 6 n.m³/h. Suminis metinis numatomas gamtinių dujų poreikis pramonės įmonėse $Q_{pi} = 8,5$ mln. n.m³/metus.

3.3. Suminis metinis ir maksimalus valandinis gamtinių dujų poreikis

Šiame poskyryje 3.12 lentelėje pateiki analizės, atliktos ankstesniuose skyriuose, duomenys apie numatomo dujofikuoti rajono potencialių vartotojų gamtinių dujų poreikį pagal sektorius. Suminis metinis dujų suvartojimas planuojamai dujotiekio atšakai siektų 14,06 mln. n.m³. Iš gamtinių dujų potencialių vartotojų išskirtini pramonės objektai bei rajoninės katilinės, kurių numatomas bendras metinis suvartojamas dujų kiekis sudaro didžiąją dalį dujofikuoti planuojamos teritorijos: iš 14,06 mln. n.m³ net 8,54 mln. n.m³ dujų planuojama tiekti į pramoninius objektus.

Lietuvos Respublikos energetikos ministro įsakyme „Dėl naujų perdavimo ar skirstymo sistemų nedujofikuotoje teritorijoje įrengimo, naujų vartotojų gamtinių dujų sistemų prisijungimo prie perdavimo ar skirstymo sistemų ir vartotojų gamtinių dujų sistemų įrengimo tvarkos aprašo patvirtinimo“ numatyta, kad dujų sistemų plėtros nedujofikuotoje teritorijose iniciatorius gali būti dujų įmonė, potencialūs vartotojai (ar jų grupė), kurių numatomas metinis dujų suvartojimas ne mažesnis kaip 1 mln. m³, o tai yra 0,93 mln. n.m³. Jei dujofikuoti numatytos teritorijos metinis dujų suvartojimas mažesnis, nei šis rodiklis – dujotiekio tinklų plėtra į šią teritoriją nevykdoma.

3.12 lentelė. Suminė metinio ir didžiausio valandinio dujų poreikio lentelė

Dujų suvartojimas*	Kumelionys		Meškučiai		Jungėnai		Kalvarija		Jusevičiai		Iš viso:	
	Sunaudojama dujų: Q_{met} , mln. n.m ³ Q_h , n.m ³ /h											
	Q_{met}	Q_h	Q_{met}	Q_h	Q_{met}	Q_h	Q_{met}	Q_h	Q_{met}	Q_h	Q_{met}	Q_h
1	0,29	145,4	0,07	43,1	0,13	76,0	1,4	627,4	0,08	46,7	1,97	938,6
2	-	-	-	-	-	-	0,08	40	-	-	0,08	40,0
3	0,56	208,6	0,15	53,8	0,13	49,9	2,35	869,8	0,28	102,6	3,47	1284,7
4	0,10	45,0	0,09	42	2,20	1975	6,09	1170	0,06	6,0	8,54	3238,0
Iš viso	0,95	399,0	0,31	138,9	2,46	2100,9	9,92	2707,2	0,42	155,3	14,06	5501,3

* 1 – ūkinės – buitinės reikmės; 2 – paslaugų sektorius; 3 – šildymas; 4 – pramonės sektorius.

Kaip matyti iš 3.12 lentelėje pateiktų duomenų, metinis planuojamas dujų poreikis, tiesiant skirstomojo dujotiekio atšaką Marijampolė - Kalvarija, keleriopai viršija minimalią vertę, todėl atšakos tiesimas analizuojamas detaliau sekančiame skyriuje.

4. DUJOTIEKIO ATŠAKOS SU ATSKIRAIS VARTOTOJ AIS TIESIMO VARIANTŲ MODELIAVIMAS

Ankstesniame skyriuje buvo atlikti metinio bei maksimalaus valandinio gamtinių dujų suvartojimo dujofikuoti numatytuose mikrorajonuose skaičiavimai, siekiant išanalizuoti atšakos tiesimo pagrįstumą, kai gamtinių dujų metinis poreikis vertinamas, kaip planuojamos dujų tiekimo sistemos tikslingumo rodiklis. Maksimalus valandinis dujų suvartojimas reikalingas tam, kad tinkamai parinkti atšakos vamzdyno skersmenis, būtinus nustatant technines atšakos charakteristikas ir planuojant techninio įgyvendinimo investicijas.

Projektuojant naujas dujotiekio sistemas ar stambias atšakas, kaip šiuo atveju, susiduriama su alternatyviomis projekto įgyvendinimo galimybėmis. Dažniausiai tai siejama su trasos krypties parinkimo klausimais bei dujų vartotojų dislokacijų ir suvartojimo kiekio alternatyvomis. Tai ypač svarbu ir gan keblu prognozuojant esamų potencialių šilumos vartotojų gamtinių dujų kaip kuro pasirinkimą, dujų suvartojimo kitimą ateityje bei naujų vartotojų atsiradimą, plėtojantis rajono ekonomikai.

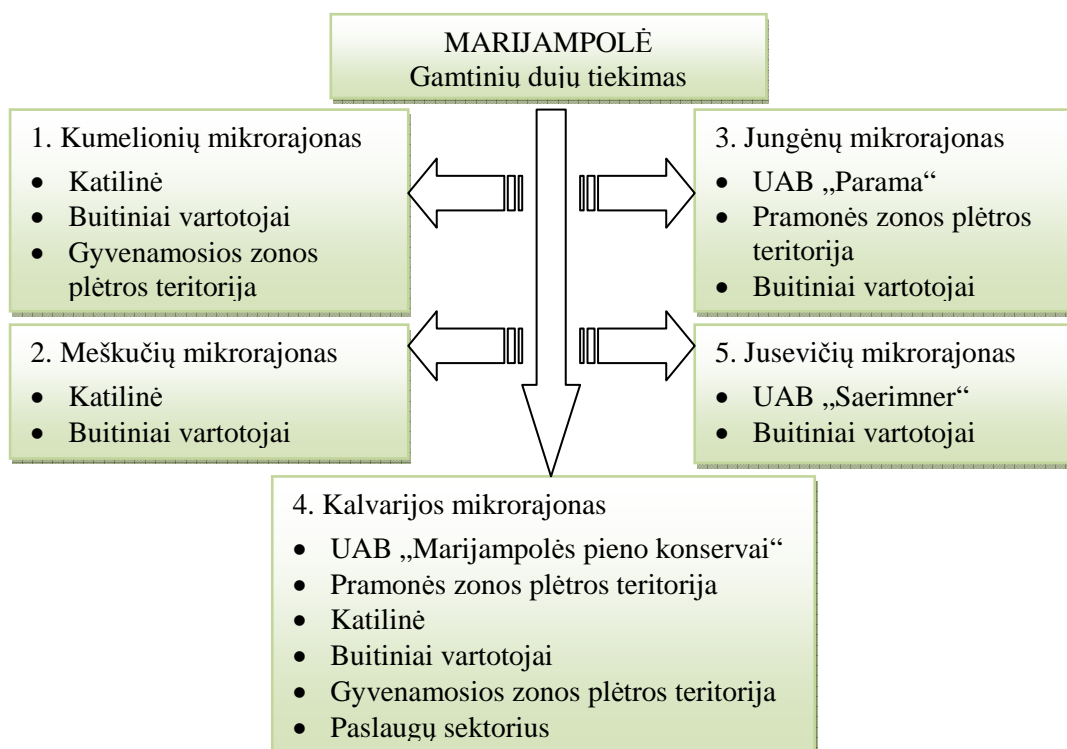
Šiame skyriuje analizuojama svarbi projektavimui situacija, kai ne visi anksčiau aptarti potencialūs gamtinių dujų vartotojai gamtines dujas pasirinks kaip pirminius šilumos ir energijos gamybos išteklius. Pagrindinis šios analizės tikslas - numatyti ir pagrįsti galimus skirstomojo dujotiekio atšakos Marijampolė - Kalvarija variantus/modelius, atsižvelgiant į faktinį vartotojų išsidėstymą plane. Tam būtina detaliau išnagrinėti aukščiau dujofikuoti numatytų penkių mikrorajonų - Kumelionių, Meškučių, Jungėnų, Kalvarijos bei Jusevičių dujofikavimo sąlygas, sudaryti realiausius galimus viso dujotiekio techninių modelių variantus, atlikti jų palyginamąją analizę techniniu, ekonominiu ir aplinkosauginiu aspektais.

4.1. Pagrindiniai techniniai sprendiniai

Šiame skyriuje analizuojama situacija, kai ne visi anksčiau aptarti potencialūs gamtinių dujų vartotojai gamtines dujas pasirinks kaip šilumos ir energijos gamybos variantą. Tuo tikslu sudaromi keturi galimi skirstomojo dujotiekio atšakos Marijampolė - Kalvarija modeliai (žr. 4.1, 4.2, 4.3 ir 4.4 pav.).

Pirmas modelis apima visus trečiame skyriuje aptartus potencialius gamtinių dujų vartotojus. Nuo pagrindinės skirstomojo dujotiekio gijos numatomos atšakos į Kumelionių ir Meškučių mikrorajonus, kai gamtinės dujos bus tiekiamos buitiniams vartotojams ir katilinėms. Kumelionių mikrorajono dujofikavimas taip pat apima ir gyvenamosios zonos plėtros teritoriją. Realizavus šį modelį, į Jungėnų ir Jusevičių mikrorajonus gamtinės dujos būtų tiekiamos buitiniams vartotojams ir pramonės įmonės UAB „Parama“ ir UAB „Saerimner“, bei į Jungėnų mikrorajono pramonės zonos plėtros teritoriją. Kalvarijos mikrorajone numatoma dujomis aprūpinti buitinius vartotojus, paslaugų sektorių, katilinę, pramonės įmonę UAB „Marijampolės pieno konservai“ bei pramonės ir gyvenamosios zonos plėtros teritorijas. Tokio modelio

realizavimo atveju gamtinių dujų suvartojimas būtų maksimalus planuojamai skirstomojo dujotiekio atšakai.

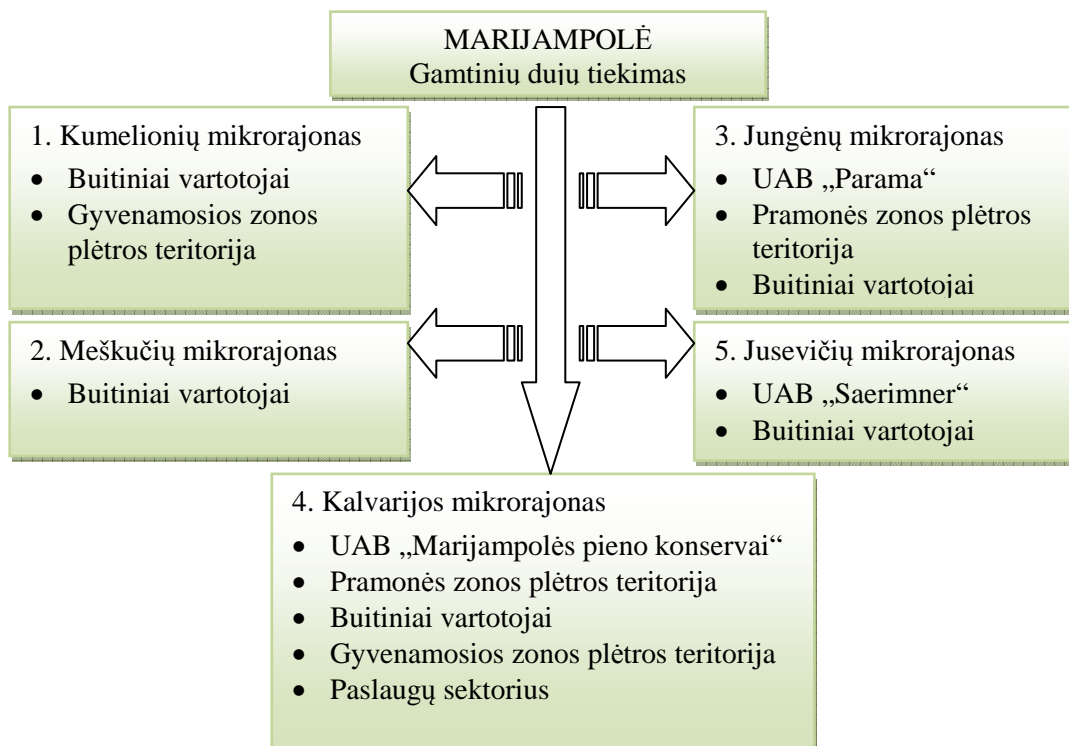


4.1 pav. Planuojamos dujotiekio atšakos pirmojo modelio struktūrinė schema

Modeliuojamą situaciją atspindi 3.3 skyriuje pateikta 3.12 lentelė.

Antrasis skirstomojo dujotiekio atšakos Marijampolė - Kalvarija tiesimo galimybės modelis sudaromas atsižvelgiant į Kalvarijos savivaldybės teritorijos šilumos ūkio plėtros plane numatytus naudojamo arba planuojamo naudoti kuro prioritetus. Modelis atspindi gamtinių dujų tiekimą į dujofikuoti numatytą rajoną, kai katilinių rekonstravimas ir modernizavimas vykdomas siekiant jas pritaikyti atsinaujinančioms kuro rūšims.

Šis, 4.2 paveiksle pateiktas modelis, apima ne visus trečiame skyriuje aptartus potencialius gamtinių dujų vartotojus. Nuo pagrindinės skirstomojo dujotiekio gijos numatomos atšakos į Kumelionių ir Meškučių mikrorajonus, kai gamtinės dujos bus tiekiamos tik buitiniams vartotojams ir gyvenamosios zonos plėtros teritorijoms, į Jungėnų ir Jusevičių mikrorajonus, kai dujas, kaip ir pirmojo modelio atveju, vartos buitiniai vartotojai ir pramonės įmonės UAB „Parama“ ir UAB „Saerimner“ bei pramonės zonos plėtros teritorijos. Kalvarijos mikrorajone numatoma dujomis aprūpinti buitinius vartotojus, paslaugų sektorių, pramonės bei gyvenamosios zonos plėtros teritorijas bei pramonės įmonę UAB „Marijampolės pieno konservai“. Tokio modelio realizavimo atveju gamtinių dujų suvartojimas būtų mažesnis, nei aukščiau aptartu galimo dujofikavimo pirmojo modelio realizavimo atveju.



4.2 pav. Planuojamos dujotiekio atšakos antrojo modelio struktūrinė schema

4.1 lentelėje pateiki antrojo modelio analizės, atliktos remiantis ankstesniuose skyriuose pateiktais skaičiavimo metodais, duomenys apie numatomo dujofikuoti rajono potencialių vartotojų gamtinių dujų poreikį.

4.1 lentelė. Antrojo modelio potencialių vartotojų dujų poreikis

Dujų suvar - tojimas*	Kumelionys		Meškučiai		Jungėnai		Kalvarija		Jusevičiai		Iš viso:	
	Sunaudojama dujų: Q_{met} , mln. n.m ³ Q_h , n.m ³ /h											
	Q_{met}	Q_h	Q_{met}	Q_h	Q_{met}	Q_h	Q_{met}	Q_h	Q_{met}	Q_h	Q_{met}	Q_h
1	0,29	145,4	0,07	43,1	0,13	76,0	1,4	627,4	0,08	46,7	1,97	938,6
2	-	-	-	-	-	-	0,08	40,0	-	-	0,08	40,0
3	0,56	208,6	0,15	53,8	0,13	49,9	2,35	869,8	0,28	102,6	3,47	1284,7
4	-	-	-	-	2,20	1975	6,00	1060	0,06	6,0	8,26	3041,0
Iš viso	0,85	354,0	0,22	96,9	2,46	2100,9	9,83	2597,2	0,42	155,3	13,78	5304,3

* 1 – ūkinės – buitinės reikmės; 2 – paslaugų sektorius; 3 – šildymas; 4 – pramonės sektorius.

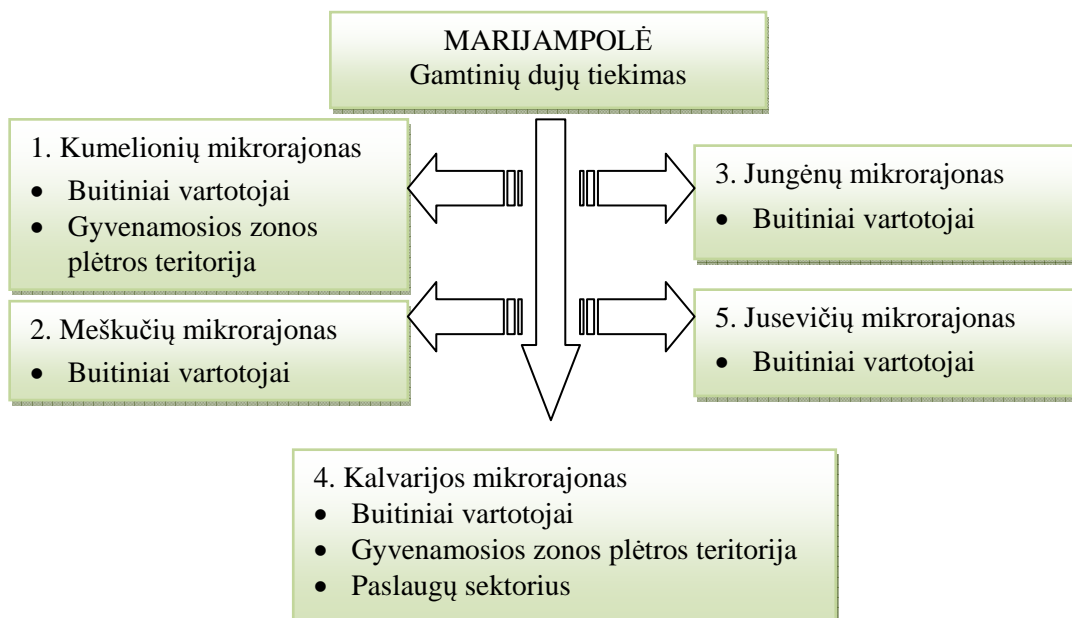
Kaip matyti iš 4.1 lentelėje pateiktų suminių suvartojimo kiekių, dujofikuojant numatytą rajoną ir tiesinat skirstomojo dujotiekio atšaką Marijampolė - Kalvarija suminis maksimalus valandinis dujų suvartojimas siekia 5304,3 n.m³/h, iš jų Kumelionyse - 354 n.m³/h, Meškučiuose – 96,9 n.m³/h, Jungėnuose – 2100,9n.m³/h, Jusevičiuose – 155,3 n.m³/h, Kalvarijos mieste – 2597,3 n.m³/h.

Trečiasis modelis parengtas, atsižvelgiant į Kalvarijos savivaldybės šilumos ūkio plėtros plane numatytus naudojamo arba planuojamo naudoti kuro prioritetus, įvertinant tai, kad:

- katilinių rekonstravimas ir modernizavimas bus vykdomas siekiant jas pritaikyti atsinaujinančioms kuro rūšims;

- pramonės įmonės energija apsirūpins esama sistema arba pritaikys savos įmonės šilumos ūkio objektus atsinaujinančio kuro rūšims.

Modeliuojant tokią gamtinių dujų tiekimo situaciją, siekiama išanalizuoti ar skirstomojo dujotiekio Marijampolė - Kalvarija atšakos realizavimas, kai gamtinės dujos tiekiamos tik buitiniams vartotojams, bus ekonomiškai efektyvus ir naudingas. Trečiasis skirstomojo dujotiekio atšakos Marijampolė - Kalvarija tiesimo galimybės modelis pateiktas 4.3 pav.



4.3 pav. Planuojamos dujotiekio atšakos trečiojo modelio struktūrinė schema

Dujų tiekimo/suvartojimo pagal 3 modelį duomenys gauti analogiškais skaičiavimais ir pateikti 4.2 lentelėje.

4.2 lentelė. Trečiojo modelio potencialių vartotojų dujų poreikis

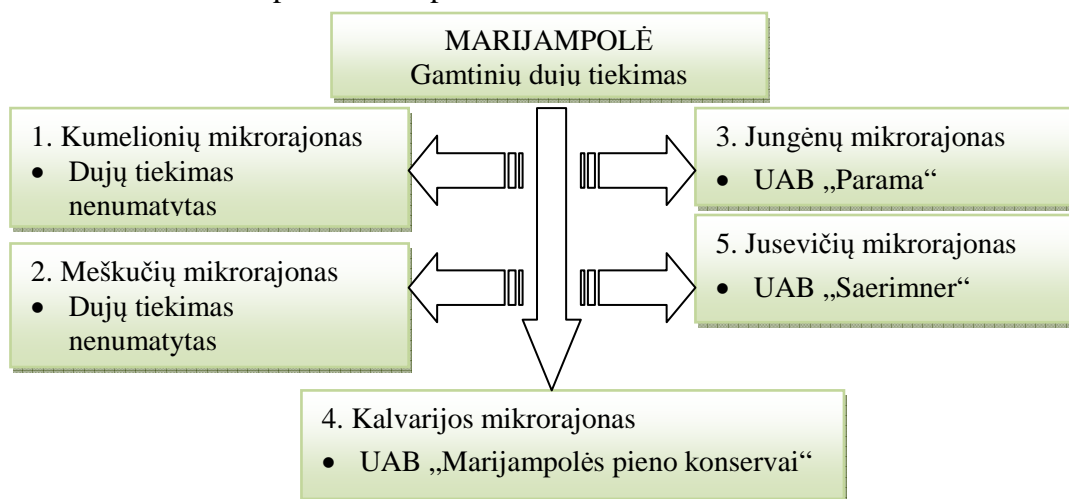
Dujų suvar - tojimas*	Kumelionys		Meškučiai		Jungėnai		Kalvarija		Jusevičiai		Iš viso:	
	Sunaudojama dujų: Q_{met} , mln. n.m ³ Q_h , n.m ³ /h											
	Q_{met}	Q_h	Q_{met}	Q_h	Q_{met}	Q_h	Q_{met}	Q_h	Q_{met}	Q_h	Q_{met}	Q_h
1	0,29	145,4	0,07	43,1	0,13	76,0	1,4	627,4	0,08	46,7	1,97	938,6
2	-	-	-	-	-	-	0,08	40,0	-	-	0,08	40,0
3	0,56	208,6	0,15	53,8	0,13	49,9	2,35	869,8	0,28	102,6	3,47	1284,7
Iš viso	0,85	354,0	0,22	96,9	0,26	125,9	3,83	1537,2	0,36	149,3	5,52	2263,3

* 1 – ūkinės – buitinės reikmės; 2 – paslaugų sektorius; 3 – šildymas.

Kaip matyti pagal modelio struktūrą ir dujų tiekimo/suvartojimo kiekius, realizavus šį trečiąjį modelį, stebimas ženklus gamtinių dujų poreikio sumažėjimas, lyginant su prieš tai analizuotais modeliais. Dujofikuojant numatytą rajoną ir tiesinat skirstomojo dujotiekio atšaką Marijampolė – Kalvarija, suminis maksimalus valandinis dujų suvartojimas siektų 2263,3 n.m³/h, iš jų Kumelionyse - 354 n.m³/h, Meškučiuose – 96,9 n.m³/h, Jungėnuose – 125,9 n.m³/h, Jusevičiuose – 149,3 n.m³/h, Kalvarijoje – 1537,2 n.m³/h.

Kaip matyti iš 3.12 lentelės duomenų, metinis gamtinių dujų poreikis pramonės įmonėse

sudaro daugiau nei pusę planuojamo per metus sunaudoti gamtinių dujų kiekio. Pramonės vartotojai tai tokie vartotojai, kuriems koncentruotai tiekiamas sąlyginai didelis gamtinių dujų kiekis, reikia mažiau resursų dujų tiekimo sistemai išvystyti, lyginat su buitinių vartotojų aprūpinimu dujomis, kai abiem vartotojų grupėms norima perduoti tas pats dujų kiekis. Sudarant ketvirtąjį galimo dujų tiekimo modelį į Kalvarijas priimama, kad pagrindiniai objektai – pramonės įmonės. Buitiniams vartotojams dujų tiekimas šiame modelyje nesvarstomas. Modelio struktūrinė schema pateikta 4.4 paveiksle.



4.4 pav. Planuojamos dujotiekio atšakos ketvirtojo modelio struktūrinė schema

Dujų suvartojimas šio modelio realizavimo atveju pateiktas 3.11 lentelėje.

Sudarius skirstomojo dujotiekio atšakos Marijampolė - Kalvarija tiesimo galimus modelius, apsprendžiami pagrindiniai planuojamų skirstomojo dujotiekio variantų elementai, vamzdyno įrengimo techniniai ir technologiniai klausimai. Planuojamos skirstomosios dujotiekio sistemos vamzdynai gali būti pasirenkami arba plieniniai, arba polietileniniai. Plieniniai dujotiekiai pastaraisiais metais tiesiami gyvenvietėse tik išimtiniais atvejais, tai lėmė tinklų su PE įrenginiais ilgaamžiškumas ir ekonomiškumas. Pagrindiniai PE dujų sistemų privalumai:

- atsparumas korozijai;
- palyginti nedidelis svoris;
- vamzdžių lankstumas. Ši savybė leidžia polietileninius vamzdžius transportuoti, sandėliuoti suvyniotus į būgnus ar rites;
- atskirų elementų sujungimo į sistemą lengvumas;
- ištisu gijų tiesimas be suvirinimo darbų;
- ekonomiškumas įrengiant ir eksploatuojant.

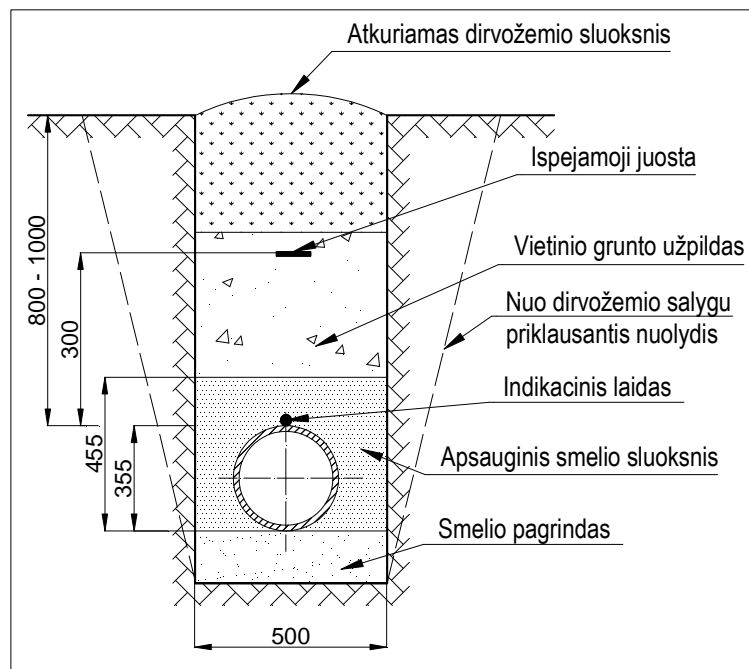
Atsižvelgiant į aukščiau išvardintus punktus, skirstomojo dujotiekio atšakos Marijampolė – Kalvarija vamzdynų tinklui pasirenkamas polietilenas. Vamzdynų įrengimui ir funkcionavimui būtini šie pagrindiniai funkciniai elementai:

- uždaromieji įtaisai;

- jungiamosios detalės;
- indikacinis laidas;
- kondensato rinktuvai;
- kompensatoriai;
- kontroliniai vamzdeliai;
- kontroliniai punktai;
- apsauginiai vožtuvai
- slėgio reguliavimo įrenginiai;
- apskaitos įtaisai;
- kitos pagalbinės medžiagos ir konstrukcijos vamzdynams įrengti.

Baigiamojo darbo tikslas yra ne skirstomosios sistemos projektavimas, o dujų tiekimo galimybės analizė Marijampolė – Kalvarija atkarpoje, šių funkcinių elementų parinkimas nesprenžiamas. Vamzdynų kiekis ir diametras skaičiuojami 4.4 skyriuje.

Priimama, kad planuojamas skirstomasis tinklas tiesiamas grunte 0,8 - 1,0 m gylyje. Polietileninių vamzdynų požeminiam suradimui prie jo pritvirtinamas indikacinis laidas. Taip pat tiesiama išpėjamoji juosta, kad kasimo darbų atveju būtų pastebėta, jog darbai vykdomi dujotiekio tiesimo zonoje. Dujotiekio vamzdyno apsaugai nuo mechaninių pažeidimų numatytas smėlio užpildas. 4.5 paveiksle pateiktas galimas dujotiekio tiesimo tranšėjoje variantas, kai klojamas d355 diametro vamzdis. Atstumai pateikti šioje schemoje priimti laikantis *Skirstomųjų polietileninių dujotiekių įrengimo taisyklių* reikalavimų.



4.5 pav. Skirstomojo PE dujotiekio d355 įrengimas tranšėjoje

Dujotiekiui kertant kelią arba geležinkelį dujotiekio vamzdis tiesiamas statmenai

keramajam inžineriniam tinklui. Po keliais ir geležinkeliais įrengiamas apsauginis dėklas.

Tiesiant dujotiekį per vandens kliūtis povandeninėje perėjoje turi būti naudojami plieniniai vamzdžiai, kurių plūdrumo kontrolė užtikrinama naudojant balastinius elementus.

Priimant planuojamo skirstomojo dujotiekio tiesimo sprendinius vienas iš pagrindinių kriterijų – kuo mažesnis sankirtų su inžineriniais tinklais bei vandens kliūtimis skaičius.

Be aukščiau aptartų skirstomojo dujotiekio sankirtų, „*Skirstomųjų dujotiekių taisyklėse*“ taikomi apribojimai ir reikalavimai kertantis bei prasilenkiant su baigiamajame darbe nepamintais inžineriniais tinklais. Dujotiekio projektavimo ir tiesimo ypatumai susiję su šiais apribojimais ir reikalavimais turi būti sprendžiami turint tikslus dujofikuojamą teritorijos duomenis (topografinė nuotrauka).

4.2. Gamtinių dujų tiekimo šaltinio vietos parinkimas

Šiame darbe nagrinėjama dujofikuojama teritorija priklauso Marijampolės ir Kalvarijos savivaldybėms. Marijampolės savivaldybės teritorijoje esančių skirstomųjų dujotiekių sistema sujungta su bendra Lietuvos gamtinių dujų tiekimo sistema, o vartotojų aprūpinimą dujomis užtikrina AB „Lietuvos dujų tiekimas“.

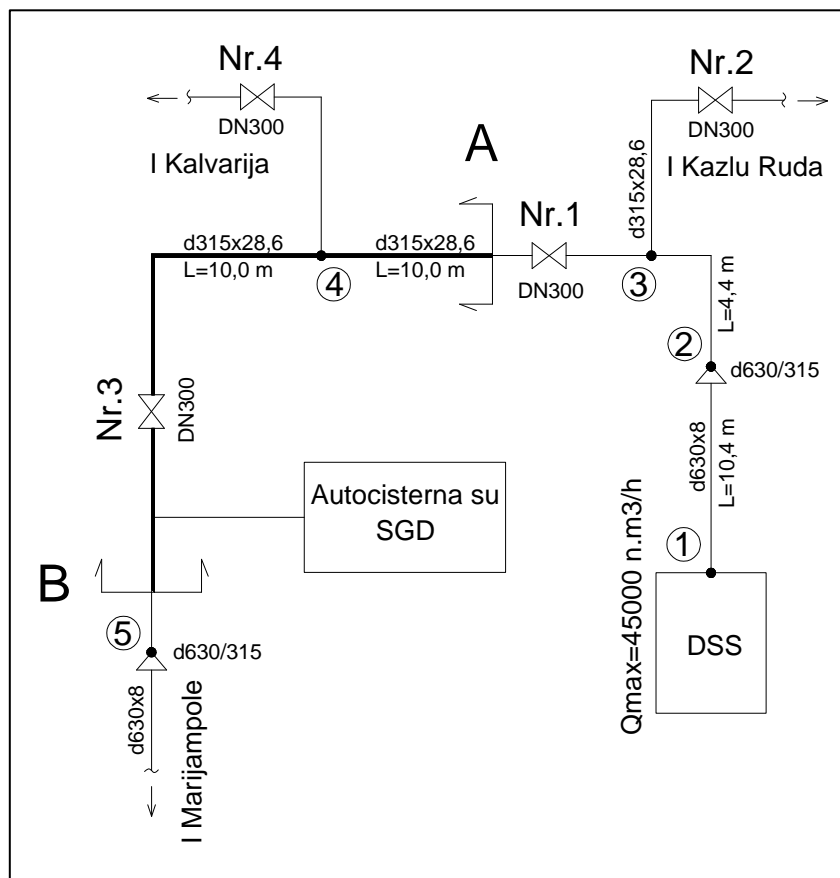
Marijampolės savivaldybės gamtinių dujų vartotojai dujomis aprūpinami iš savivaldybės teritorijoje esančios dujų skirstymo stoties, kurioje magistraliniame dujotiekyje esantis 55 bar slėgis sumažinamas iki 0,6 MPa ir skirstymo sistemos vamzdynais tiekiamas vartotojams. Maksimalus Marijampolės DSS tiekiamų dujų tūrinis debitas siekia 45000 n.m³/h.

D priede „Grafinė projekto dalis“ brėžinyje „Gamtinių dujų tiekimo sprendiniai“ pateikiamos galimos skirstomojo dujotiekio atšakos Marijampolė - Kalvarija prijungimo prie esamo skirstomojo dujotiekio tinklo vietos alternatyvos nr. 1, nr. 2 ir nr. 3.

Prijungimo vietos alternatyvos nr. 1 analizė

Pagal alternatyvą nr.1 dujos skirstomojo dujotiekio atšakai Marijampolė - Kalvarija gali būti tiekiamos tiesiogiai iš Marijampolės dujų skirstymo stoties. Įvertinus Marijampolės dujų skirstymo stoties galimą maksimalų valandinį dujų srautą bei maksimalius dujų srautus į Marijampolės miestą, bei Kazlų Rūdą, apskaičiuojamas slėgis planuojamame prisijungimo taške, patikrinama ar DSS maksimalus tiekiamų dujų srautas yra pakankamas, ir ar nebus per dideli slėgio nuostoliai, kas sutrikdytų gamtinių dujų tiekimą esamiems vartotojams.

Planuojamos dujotiekio atšakos prijungimo hidraulinė schema pateikta 4.6 paveiksle. Prieš darbų pradžią iš rekonstruojamo dujotiekio ruožo A - B, užsukus sklendes Nr. 1 ir Nr. 2, turi būti išleidžiamos dujos. Siekiant nenutraukti dujų tiekimo Marijampolės miesto ir rajono gamtinių dujų vartotojams, už sklendės Nr.3 prijungiama autocisterna su suskystintomis gamtinėmis dujomis (SGD), Kazlų Rūdos vartotojams dujų tiekimas darbų atlikimo metu užtikrinamas iš Marijampolės DSS, kai sklendė Nr. 1 uždaryta, o Nr. 2 – atidaryta [60].



4.6 pav. Planuojamos dujotiekio atšakos pajungimo schema pagal pirmąją alternatyvą

Maksimalus gamtinių dujų suvartojimas į Kazlų Rūdą – 11200 n.m³/h. Maksimalūs kada nors buvę dujų srautai: į Kazlų Rūdą – 5000 n.m³/h, į Marijampolę – 14000 n.m³/h. Slėgio radimui taške 4 atliekame du skaičiavimo variantus, pirmuoju atveju, kai DSS dirba maksimaliu pajėgumu ir į Kazlų Rūdą tiekiamas maksimalus gamtinių dujų srautas, o antruoju – realiems maksimaliems dujų srautams. Skaičiavimą atliekame 1 skirstomojo dujotiekio Marijampolė – Kalvarija modeliui, kai planuojamas didžiausias valandinis gamtinių dujų suvartojimas – 5501,3 n.m³/h. Slėgis planuojamame prisijungimo taške 4 gali būti apskaičiuojamas pagal 4.2 formulę [5]:

$$\frac{p_1^2 - p_2^2}{L} = \frac{0,336 \cdot Q^2}{d^{5,25}} \quad (4.1)$$

$$p_2 = \sqrt{p_1^2 - \left(\frac{0,336 \cdot Q^2}{d^{5,25}} \right) \cdot L}, \text{ bar} \quad (4.2)$$

čia:

p_1, p_2 , – absoliutiniai slėgiai skaičiuojamo ruožo pradžioje ir pabaigoje, bar;

L – skaičiuojamo ruožo ilgis, km;

Q – valandinis dujų srautas, n.m³/h;

d – vidinis vamzdžio skersmuo, cm.

Skaičiuojame slėgį taške 2, kai DSS veikia maksimaliu pajėgumu:

$$p_2 = \sqrt{p_1^2 - \left(\frac{0,336 \cdot Q^2}{d^{5,25}}\right) \cdot L} = \sqrt{(6 + 1)^2 - \left(\frac{0,336 \cdot 4500^2}{(630 - 2 \cdot 8)^{5,25}}\right) \cdot \frac{10,4}{1000}} = 5,9998 \text{ bar}$$

Kituose taškuose slėgis apskaičiuojamas, naudojantis ta pačia 4.6 formule, o skaičiavimų rezultatai pateikti 4.3 lentelėje.

4.3 lentelė. Dujų tiekimo pirmosios alternatyvos skaičiavimo rezultatai

1. DSS veikia maksimaliu pajėgumu					
	Pradinis slėgis, bar	Pajungimo vietos slėgis, bar	Dujų srautas n.m ³ /h	Ruožo ilgis, m	Diametras, mm
	p_1	p_2	Q	L	d
$p_1 \text{---} p_2$	6,0000	5,9998	45000	10,4	630x8
$p_2 \text{---} p_3$	5,9998	5,9915	45000	4,4	315x28,6
$p_3 \text{---} p_4$	5,9915	5,9807	33800	10,0	315x28,6
$p_4 \text{---} p_5$	5,9807	5,9732	28298,7	10	315x28,6
2. Realūs buvę didžiausi suvartojimai*					
	Pradinis slėgis, bar	Pajungimo vietos slėgis, bar	Dujų srautas n.m ³ /h	Ruožo ilgis, m	Diametras, mm
	p_1	p_2	Q	L	d
$p_1 \text{---} p_2$	6,0000	6,0000	14000	10,4	630x8
$p_2 \text{---} p_3$	6,0000	5,9984	14000	4,4	315x28,6
$p_3 \text{---} p_4$	5,9984	5,9964	9000	10,0	315x28,6
$p_4 \text{---} p_5$	5,9964	5,9957		10,0	315x28,6

* Parametrai, pateikti šioje lentelės grafoje surinkti, konsultuojantis su AB „Lietuvos dujų“ Marijampolės filialo darbuotojais.

Kaip matyti iš 4.3 lentelėje pateiktų skaičiavimo rezultatų, slėgio kritimai atšakos prijungimo taške 4 yra labai maži, todėl galima priimti, kad atšakos Marijampolė - Kalvarija prisijungimo vietoje (Marijampolės DSS – alternatyva nr. 1) slėgis – 0,6 MPa.

Prisijungimo vietos alternatyvos nr. 2 analizė

Antra gamtinių dujų tiekimo prisijungimo vietos alternatyva apima situaciją, kai dujos skirstomojo dujotiekio atšakai Marijampolė - Kalvarija bus tiekiamos iš esamo dujotiekio d630 vamzdyno, kai prisijungimo taške (esamas DRP1) slėgis - 0,57 MPa. Remiantis Marijampolės savivaldybės skirstomojo dujotiekio tinklo schema, žinome, kad iš Marijampolės DSS iki potencialaus prisijungimo taško nutiestas d630x8 mm 3273 metrų ilgio dujotiekis (žr. 4.7 pav.).

Skaičiuojame maksimalų pratekanti gamtinių dujų srautą [5]:

$$Q_h = 20,566 \cdot d^{8/3} \cdot \sqrt{\frac{p_1^2 - p_2^2}{\Delta \cdot z \cdot T \cdot L}}, \text{ n. m}^3/\text{h} \quad (4.3)$$

čia:

p_1, p_2 , – absoliutiniai slėgiai skaičiuojamo ruožo pradžioje ir pabaigoje, bar;

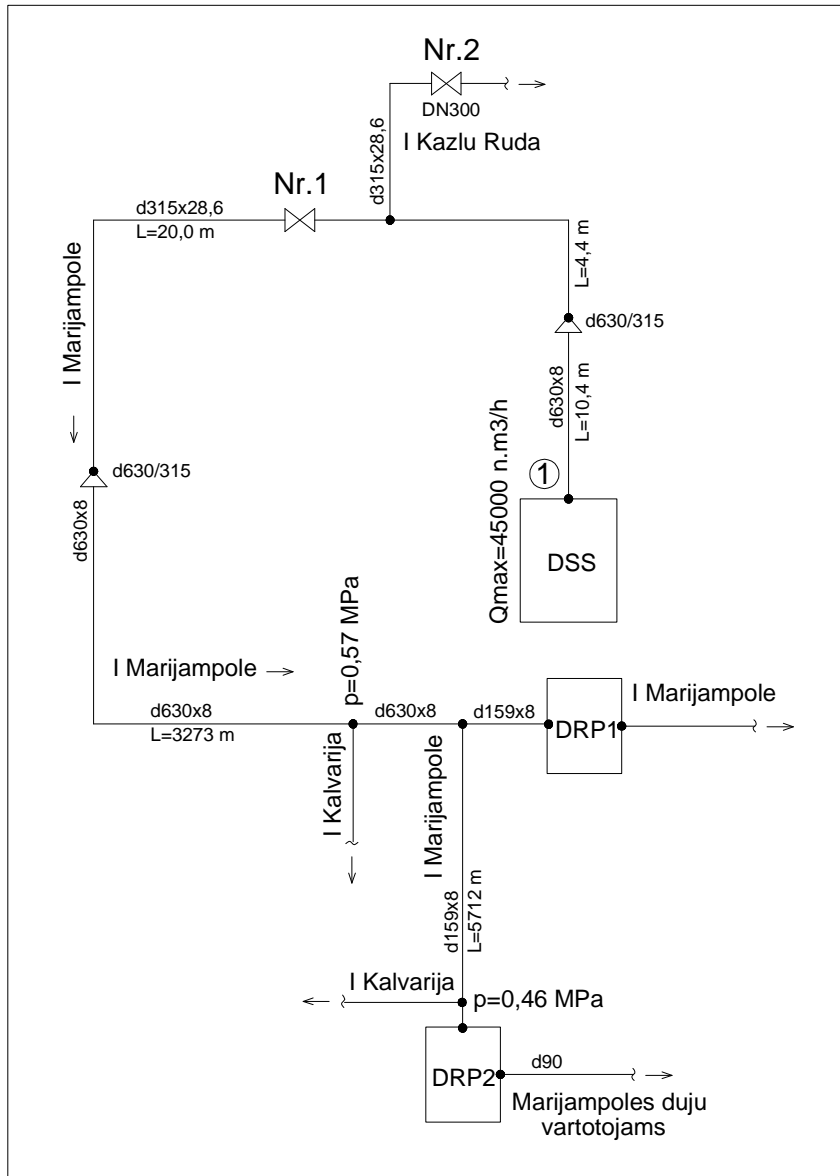
L – skaičiuojamo ruožo ilgis, km;

T – absoliutinė dujų temperatūra (K), $T = 273 + 10 = 283$ K;

Δ – dujų lyginamasis svoris, lyginant su oru, $\Delta = 0,57$;

z – suspaudimo koeficientas, paprastai priimama, kad $z = 1$;

d – vidinis vamzdžio skersmuo, cm.



4.8 pav. Planuojamos dujotiekio atšakos pajungimo schema pagal trečiąją alternatyvą

Skaičiuojame maksimalų pratekanti gamtinių dujų srautą nuo DRP1 iki DRP2:

$$\begin{aligned}
 Q_h &= 20,566 \cdot d^{8/3} \cdot \sqrt{\frac{p_1^2 - p_2^2}{\Delta \cdot z \cdot T \cdot L}} \\
 &= 20,566 \cdot \left(\frac{630 - 8 \cdot 2}{10}\right)^{8/3} \cdot \sqrt{\frac{(5,7 + 1)^2 - (4,67 + 1)^2}{0,57 \cdot 1 \cdot 283 \cdot 5,712}} \\
 &= 3577 \text{ n.m}^3/\text{h}
 \end{aligned}$$

Kadangi skaičiuojamasis maksimalus dujų srautas planuojamai atšakai Marijampolė – Kalvarija viršija penkis tūkstančius kubinių metrų per valandą, ši trečioji dujų tiekimo alternatyva netenkina reikalaujamo maksimalaus pralaidumo, todėl yra atmetama.

Nors techniškai pirmoji ir atroji dujų tiekimo vietos pasirinkimo alternatyvos yra tinkamos, tačiau tolimesnei analizei priimama, kad gamtinės dujos projektuojamai atšakai bus tiekiamos iš DRP1, o tai atitinka antrąją alternatyvą. Toks sprendimas grindžiamas tuo, kad

antrosios alternatyvos realizavimo atveju, planuojamas dujotiekis Marijampolės mieste būtų tiesiamas šalia jau esamo skirstomojo dujotiekio d159, toks sprendinys supaprastintų teisinius klausimus, susijusius su žemės sklypų savininkais, per kurių sklypus numatoma nauja skirstomojo dujotiekio atšaka. Kitas svarbus aspektas – sankirtos su inžineriniais tinklais. Esamas skirstomasis dujotiekis d159 nutiestas Marijampolės miesto periferijoje, daroma prielaida, kad tiesiant planuojamą atšaką Marijampolė – Kalvarija šalia šio esamo vamzdyno, sankirtų su inžineriniais tinklais būtų kur kas mažiau, nei pirmosios alternatyvos atveju – kai dujotiekis planuojamas tiesiti Marijampolės miesto centre.

Taigi, sudarius planuojamos skirstomojo dujotiekio atšakos modelius, apsprendus sistemos funkcinis elementus bei parinkus optimalią gamtinių dujų tiekimo vietą, turime pasirinkti planuojamos dujotiekio atšakos laipsniškumą (žr. 2.1 skyrių). Ši pasirinktis priklauso nuo optimalaus DRP skaičiaus, kuris skaičiuojamas sekančiame skyriuje.

4.3. DRP optimalaus projektinio skaičiaus nustatymas

DRP skaičius ir jų laidumo našumas apskaičiuojami atsižvelgiant į vartotojų skaičių ir sunaudojamą dujų kiekį. Automatinių reguliavimo įtaisų skaičius nustatomas įvertinant tokius pagrindinius techninius – ekonominius veiksnius:

- DRP įrangos, statybos bei montavimo kainą;
- mažo slėgio dujotiekio statybos kainą;
- dujų tinklų tankį;
- sąlyginį sunaudojamų dujų kiekį, tenkantį vienam gyventojui;
- numatomą dujų slėgio kritimo dydį skirstomuosiuose tinkluose.

Didėjant DRP skaičiui, mažėja mažo slėgio dujų tinklų kaina, nes santykinai mažėja projektuojamų dujotiekių skersmuo, tačiau padidėja DRP kaina, taip pat išauga kapitaliniai įdėjimai vidutinio ir didelio slėgio dujų tinklams įrengti. Tai paaiškinama tuo, kad padidėja dujotiekio atšakų, reikalingų prijungti prie DRP. Visos šios techninės – ekonominės DRP skaičiaus parinkimo priklausomybės turi būti įvertintos.

Pagal teorinius paskaičiavimus ir esamą gamybinę patirtį nustatyta, kad egzistuoja automatinių reguliavimo įtaisų optimalus veikimo spindulys, kuriam esant redukuotos sąnaudos, kai įvertinami kapitaliniai įdėjimai ir eksploatacinės išlaidos, visai dujotiekio sistemai yra laikomos minimaliomis. DRP optimalus veikimo spindulys kiekvienam dujofikuoti numatomam mikrorajonui yra randamas pagal 4.8 formulę [9]:

$$R_{opt} = 7,8 \cdot \frac{[(0,1 \cdot K_{DRP})^{0,388} \cdot (\Delta p \cdot 0,1)^{0,081}]}{[y^{0,245} \cdot (m \cdot e^{0,143})]}, m \quad (4.4)$$

čia:

R_{opt} – optimalus DRP veikimo spindulys, m;

K_{DRP} – vieno DRP statybos kaina, Lt: vadovaujantis esama DRP statybos sąmatine kaina Lietuvoje, skaičiuojant galima laikyti, kad spintinių DRP kaina – 25 tūkst. Lt, o atskirai DRP stovinčiuose pastatuose kaina 100 tūkst. Lt [9];

Δp – skaičiuotinas dujų slėgio kritimas skirstomuosiuose mažo slėgio dujotiekių tinkluose (laikoma, kad $\Delta p = 1200$ Pa);

m – gyventojų tankis – gyventojų skaičius, kuris tenka mikrorajono ploto vienetui, (žm./ha);

$\sum l$ – mikrorajono mažo slėgio dujotiekių ilgių suma, m;

e – dujų sunaudojimas, tenkantis vienam gyventojui, $n.m^3/\text{žm.}$ per h;

y – mažo slėgio dujų tinklų tankio tankio koeficientas, 1/m.

Mažo slėgio dujų tinklų tankio koeficientas randamas iš formulės [9]:

$$y = \frac{\sum l}{F}, 1/m \quad (4.5)$$

e – dujų sunaudojimas, tenkantis vienam gyventojui, skaičiuojamas kiekvienam dujofikuojamam mikrorajonui.

Būtina apskaičiuoti kiekvieno planuojamo dujofikuoti mikrorajono DRP optimalų apkrovimą, kuris apskaičiuojamas pagal formulę [9]:

$$Q_{opt} = \frac{m \cdot e \cdot R_{opt}^2}{5000}, n.m^3/h \quad (4.6)$$

Optimalus DRP skaičius kiekvienam dujofikuoti numatytam mikrorajonui apskaičiuojamas [9]:

$$n_{opt} = \frac{Q_{sk}}{Q_{opt}}, vnt. \quad (4.7)$$

čia:

Q_{sk} – valandinis sujų sunaudojimas, $n.m^3/h$.

Remdamiesi ankstesniuose skyriuosesurinktais turimais duomenimis, sudaroma išvestinių duomenų lentelė, siekiant apskaičiuoti e ir y , būtinus optimaliam DRP skaičiui apskaičiuoti.

4.4 lentelė. Išvestinių duomenų DRP optimalaus skaičiaus parinkimo lentelė

Mikrorajonas	Gyventojų skaičius G , žm.	Dujofikuojamos teritorijos plotas F , m^2	Gyventojų tankis, m, žm./ha	Skaičiuotinas dujų sunaudojimas, $n.m^3/h$	Dujų tinklų ilgis, $\sum l$, m	e , $n.m^3/\text{žm.}$ per h (eil.5/eil.2)	y , 1/m (eil.6/eil.3)
1	2	3	4	5	6	7	8
Kumelionys	678	64000	106	354	1219	0,5218	0,0190
Meškučiai	475	43000		97	2381	0,2042	0,0554
Jungėnai	975	80000		126	5086	0,1292	0,0636
Kalvarija	6099	461000	132	1537	10258	0,2520	0,0223
Jusevičiai	440	42000	106	150	1400	0,3409	0,0333

Taikydami formules (4.8), (4.10), (4.11) ir 4.4 lentelėje gautus išvestinius duomenis, bei laikydami, kad vieno DRP sąmatinė kaina 100000 tūkst. litų, skaičiuosime R_{opt} , Q_{opt} , n_{opt} .

1 mikrorajonas

$$R_{opt} = 7,8 \cdot \frac{[(0,1 \cdot K_{DRP})^{0,388} \cdot (\Delta p \cdot 0,1)^{0,081}]}{[y^{0,245} \cdot (m \cdot e^{0,143})]} = 7,8 \cdot \frac{[(0,1 \cdot 100000)^{0,388} \cdot (1200 \cdot 0,1)^{0,081}]}{[0,0190^{0,245} \cdot (106 \cdot 0,5218^{0,143})]} \\ = 609 \text{ m}$$

$$Q_{opt} = \frac{m \cdot e \cdot R_{opt}^2}{5000} = \frac{106 \cdot 0,5218 \cdot 609^2}{5000} = 4104 \text{ n. m}^3/\text{h}$$

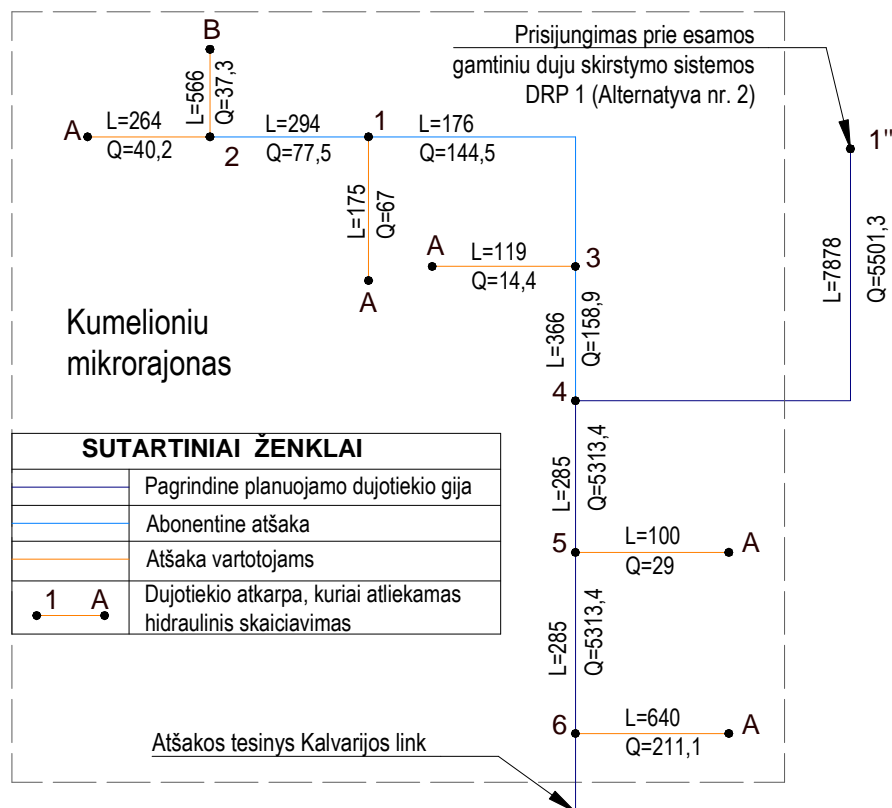
$$n_{opt} = \frac{Q_{sk}}{Q_{opt}} = \frac{354}{4104} = 0,08 \text{ vnt.}$$

Skaičiuodami optimalų DRP skaičių n_{opt} gavome, kad jis lygus 0,08 vnt. Toks rezultatas nėra pakankamas, kad būtų priimtas dujų reguliavimo punkto įrengimas. Atlikus skaičiavimus kitiems mikrorajonams gauname, kad DRP įrengimas, kai vartotojai išsidėstę dideliu atstumu vienas nuo kito, nėra tikslingas, todėl toliau nagrinėjama vienalaipsnė didelio slėgio (iki 0,6 MPa) skirstomojo dujotiekio atšaka. Ji patikimesnė, nes sudarys paprastesnes sąlygas ateityje prisijungti naujiems neplanuotiems vartotojams

4.4. Modelių hidrauliniai skaičiavimai

Hidrauliniai skaičiavimai atliekami siekiant parinktį tokį planuojamos dujotiekio atšakos vamzdžio skersmenis, kad būtų tenkinamos ne tik techninės sąlygos, bet atšaka būtų ekonomiškai efektyvi. Prieš pradėdant skaičiavimus, plane nubraižomi skirstomojo dujotiekio atšakos galimi tiesimo variantai (žr. D priedą „Grafinė projekto dalis“). Numatoma, kad skirstomasis dujotiekis bus tiesiamas esamose gatvių tinklo infrastruktūros ribose. Toks sprendimas priimamas, siekiant išvengti procedūrų, susijusių su žemės sklypų, per kuriuos gali būti tiesiamas dujotiekis, savininkais. Pateikta planuojamos dujotiekio atšakos trasuotė yra rekomendacinio pobūdžio. Atliekant Techninį bei Darbo projektus, turint topografinius duomenis, preliminarias sutartis su potencialiais dujų vartotojais, planuojamo skirstomojo dujotiekio tinklo schema turi būti koreguojama.

Pagal D priede pateikiamus planus braižomos dujotiekio schemas (žr. D priede). Atliekami hidrauliniai skaičiavimai sudarytam skirstomojo dujotiekio atšakos pirmajam modeliui, laikant kad atšakos pradžioje slėgis 0,57 MPa. Apsisprendžiama dėl pagrindinės atšakos atkarpos – priimama, kad ji yra DRP1 – Jusevičių mikrorajonas. Hidraulinius skaičiavimus atliekame planuojamo skirstomojo dujotiekio atšakos ruožui nuo DRP1 Marijampolėje iki Kumelionių mikrorajono – nuo taško 1" iki taško 6 (žr. 4.9 pav.).



4.9 pav. Pirmojo modelio dujotiekio hidraulinio skaičiavimo schemos elementas (pilna schema pateikta D priede)

Visai planuojamai atšakai Marijampolė - Kalvarija taikoma analogiška skaičiavimo metodika, o skaičiavimo rezultatai pateikiami C priede.

4.9 paveiksle pateiktas planuojamos skirstomojo dujotiekio atšakos pirmojo modelio hidraulinio skaičiavimo schemos elementas, kuriame išskirti skaičiuojamieji ruožai, šių ruožų ilgiai bei dujų debitas juose. Ruožų ilgiai pateikti metrais, o dujų debitas – $n \cdot m^3/h$.

1. Apskaičiuojamas skaičiuojamasis tinklo atkarpos 1" - 4 ilgis $l_{sk,1''-4}$, įvertinant vietinius pasipriešinimus [24]:

$$l_{sk,1''-4} = 1,1 \cdot l_{1''-4} = 1,1 \cdot 7878 = 8665,8 \text{ m}$$

čia:

$l_{1''-4}$ – faktinis dujų tinklo atkarpos 1" – 4 ilgis (m).

2. Priimtas slėgio kvadratų skirtumas šios atkarpos ekvivalentiniame 50 m ilgyje – 200 kPa^2 :

$$(p_{1''}^2 - p_{4'}^2)_{50 \text{ m}} = 200 \text{ kPa}^2$$

čia:

$p_{1''}$ – slėgis atkarpos pradžioje, kPa;

$p_{4'}$ - slėgis atkarpos pabaigoje (kai ekvivalentinis ilgis 50 m), kPa.

3. Pasinaudodami B priede pateikta nomograma vidutinio ir didelio slėgio gamtinių dujų tinklui skaičiuoti, randame skaičiuotiną planuojamos atšakos ruožo 1" – 4 diametrą,

kai dujų debitas šioje atšakoje 5501,3 n.m³/h. Taigi šio ruožo vidinis skerspjūvis – 273 mm.

- Iš *Skirstomųjų polietileninių dujotiekių taisyklių* 1 priedo 1 lentelės parenkame vamzdį d355x32,3 mm, kai SDR=11. Patikriname, ar parinktas vidinis diametras atitinka trečiame punkte nustatytąjį:

$$d_n - 2 \cdot e_n = 355 - 2 \cdot 32,3 = 290,44 \text{ mm}$$

Gauname, kad pasirinktas išorinis nominalus vamzdžio skersmuo tenkina trečio punkto sąlygas.

- Pasinaudodami 2.7 formule, randame absoliutinį slėgį p_4 ruožo 1" – 4 pabaigoje:

$$p_4 = \sqrt{p_{1''}^2 - 1,45 \cdot 10^{-3} \left(\frac{e}{d} + 1922 \frac{vd}{B_0} \right)^{0,25} \frac{B_0^2}{d^5} \rho_0 l} =$$

$$\sqrt{\left((0,57 + 0,1) \cdot 10,2 \right)^2 - 1,45 \cdot 10^{-3} \cdot \left(\frac{0,0003}{29,044} + 1922 \frac{14,3 \cdot 10^{-6} \cdot 29,044}{5501,3} \right)^{0,25} \cdot \frac{5501,3^2}{29,044^5} \cdot 0,6843 \cdot 8665,8} =$$

$$= 6,73 \text{ kg/cm}^2 = 0,56 \text{ MPa}$$

- Skaičiuojame vidutinį gamtinių dujų greitį atkarpoje 1" – 4 [24]:

$$v = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d^2} = \frac{4 \cdot \frac{5501,3}{3600}}{\pi \cdot 0,29044^2} = 23,08 \text{ m/s}$$

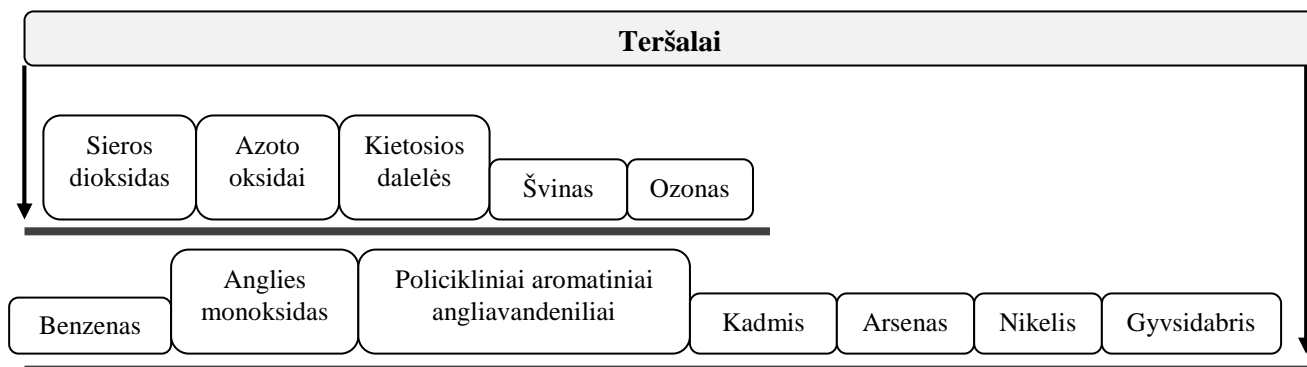
Kadangi $v = 23,08 \text{ m/s} < 25 \text{ m/s}$, dujų tekėjimo didelio slėgio vamzdyne sąlyga yra tenkinama. Tokiu pačiu būdu parenkami dujotiekio skersmenys visoms planuojamo skirstomojo dujotiekio Marijampolė – Kalvarija atkarpoms. Skaičiavimai atliekami visiems trimis analizėje sudarytiems modeliams, o rezultatai pateikiami C priede. Šie rezultatai yra pagrindinis kriterijus vertinant planuojamos dujų sistemos ekonominę efektyvumą.

4.5. Aplinkosauginis atšakos įrengimo įvertinimas

Bet kokia žmogaus veikla yra neatsiejama nuo poveikio aplinkai. Vienas pagrindinių poveikių, kalbant apie iškastinio kuro naudojimą - antropogeninis atmosferos teršimas, t.y. aplinkos oro tarša degimo produktais.

Oro tarša yra viena sudėtingiausių ir sunkiausiai sprendžiamų aplinkos apsaugos problemų. Deginant kurą, kartu su pagrindiniais degimo produktais į atmosferą išmetama nemažai žalingų medžiagų - toksogenų. Tai kietosios dalelės (pelenai, suodžiai) ir dujos (sieros, azoto, anglies oksidai ir kt.).

Aplinkos užteršimo laipsnis apibūdinamas žalingų priemaišų ribine leistinąja koncentracija ore. Tai tokia įvairių medžiagų ir cheminių junginių koncentracija, kuriai esant ilgą laiką, kasdien šių medžiagų veikiamame organizme nepastebima patologinių pokyčių ar susirgimų [49]. Teršalai, kurių ribinė vertė, leistinas nukrypimo dydis ir pavojaus slenkstis turi būti nustatomi, pateikti 4.10 paveiksle.



4.10 pav. Teršalai, kurių ribinė vertė, leistinas nukrypimo dydis turi būti nustatomi [49]

Pagrindiniai į aplinkos orą išmetami teršalai deginant gamtines dujas yra anglies monoksidas (CO), anglies dioksidas (CO₂) ir azoto oksidai (NO_x), o deginant mazutą arba akmens anglis be minėtų teršalų susidaro sieros dioksidas (SO₂), kietosios dalelės (KD). Pažymėtina, kad deginant mazutą į aplinką patenka vanadžio pentoksidas (V₂O₅). Be to saugant mazutą rezervuaruose, išsiskiria lakūs organiniai junginiai (LOJ). Šios medžiagos teršia atmosferą, todėl blogėja miestų, gyvenviečių, laukų, miškų sanitarinė higieninė būklė, kenkiama žmonėms, augmenijai, daugelio įmonių produkcijos kokybei, intensyviau dyla mechanizmai, yra pastatai. Šiuo metu daug dėmesio skiriama teršalų emisijos mažinimui [26].

4.5.1. Aplinkos oro užterštumas

Šiame skyriuje siekiama išanalizuoti situaciją, kaip pakistų aplinkos oro tarša (skaičiuojamas momentinis išmetamų teršalų kiekis g/s) bei modeliuojama išmetamų teršalų sklaida skirstomojo dujotiekio atšakos Marijampolė - Kalvarija pirmojo modelio realizavimo atveju, t.y. Meškučių, Kumelionių, Kalvarijos Pietinio miestelio katilinėms, UAB „Parama“, UAB „Marijampolės pieno konservai“ ir UAB „Saerimner“ būtų užtikrintas gamtinių dujų tiekimas, į aplinką išmetami teršalai - azoto oksidai NO_x ir anglies monoksidas CO.

Vertinant teršalų sklaidos atmosferos ore rezultatus atsižvelgiama į teisės aktus, kuriais remiantis nustatoma kokį poveikį ši veikla sąlygotų atmosferos užterštumui lyginant su dabartine teršalų emisija. Poveikio aplinkos orui vertinimas atliekamas vadovaujantis teisės aktų nuostatomis [46,47,48,48,50].

4.5 lentelė. Leistinos teršalų ribinės vertės 2 m aukštyje nuo žemės [47]

Teršalo pavadinimas	Ribinės vertės	
	Periodas	Ribinė vertė
Anglies monoksidas	8 valandų	10mg/m ³
Azoto oksidai	1 valandos	200 µg/m ³
	Kalendorinių metų	40 µg/m ³

Modeliuojant teršalų NO_x ir CO išsisklidimą atmosferos ore siekiama išsiaiškinti ar planuojama ūkinė veikla (skirstomasis dujotiekis Marijampolė - Kalvarija) leistina ir nepažeidžia anksčiau minėtų normų reikalavimų t.y. neviršijamos leistinosios ribinės vertės (žr. 4.5 lentelę).

Teršalų išsklaidymo atmosferos ore modeliavimas atliekamas programos „AERMOD View“ darbo aplinkoje, naudojant AERMOD matematinį modelį, kuris skirtas pramoninių objektų išmetamų teršalų sklaidai aplinkoje simuliuoti. Aplinkos apsaugos agentūros direktoriaus įsakymu AERMOD modelis yra rekomenduojamas teršalų sklaidai modeliuoti [50].

Atliekant skaičiavimus minėtos programos aplinkoje, įvesties duomenys yra keturių metų meteorologiniai duomenys kiekvienai metų valandai, t.y. aplinkos oro temperatūra, oro drėgnumas, vėjo greitis, vėjo kryptis, krituliai, debesuotumas, atmosferinis slėgis. Pagrindinis klimatologinis veiksnys, sąlygojantis išmetamų į atmosferą degimo produktų sklaidą yra vyraujantys vėjai. Nei Marijampolės, nei Kalvarijos miestuose meteorologijos stočių nėra, todėl baigiamajame darbe naudojamos artimiausios meteorologinės stoties, kurios fizinės - geografinės sąlygos panašios, duomenimis (Lazdijų meteorologinė stotis). Šie duomenys randami *RSN 156 – 94 „Statybinė klimatologija“*. Remiantis šiomis statybos normomis nagrinėjamame regione vidutinis vėjo greitis siekia 2,8 - 4,2 m/s, maksimalus vėjo greitis (gūšiai) gali siekti 28 m/s. Sąlygos, kai vėjo greitis 0 m/s, yra stebimos vidutiniškai 9% laiko.

Be minėtų klimatologinių duomenų „AERMOD View“ taršos sklaidai sumodeliuoti reikalingi papildomi duomenys pateikti 4.6 ir 4.7 lentelėse.

Kaip jau buvo minėta, toksogenų sklaidos modeliavimui reikalingi ne tik tiriamojo regiono klimatologiniai duomenys, bet ir taršos šaltinių charakteristikos. Vienas pagrindinių taškinių taršos šaltinių parametru yra energetinio objekto kamino aukštis ir žiočių skersmuo. Baigiamajame darbe priimama, kad rekonstravus ar išplėtus 4.7 lentelėje pateiktus energetinius objektus ir pritaikius juos gamtinėms dujoms, susidarantių teršalų šalinimui naudojami jau esami kaminai, kurių parametrai pateikiami toje pačioje lentelėje. Tokiu būdu siekiama nustatyti, ar kaminai atitinka toksogenų išsklaidymo sanitarinius reikalavimus.

4.6 lentelė. Taškinių taršos šaltinių charakteristikos (1)*

Nr.	Taškinis taršos šaltinis	Vietovė	Taršos šaltinio koordinatės*		Įrenginių galia MW	Energos gavyba Dabar	Kamino aukštis m	Kamino žiočių skersmuo m
			x	y				
1	Kumelionių katilinė	Kumelionių mikrorajonas	6044246	456632	3,8	Akmens anglis	24	0,70
2	Meškučių katilinė	Meškučių mikrorajonas	6042694	454726	2,9	Akmens anglis	15	0,63
3	UAB "Parama"***	Jungėnų mikrorajonas	6034188	451896	30***	Elektra	60***	2,10***
4	UAB "Marijampolės pieno konservai"	Kalvarijos mikrorajonas	6031396	448874	28,5	Mazutas	60	2,10
5	Pietinio miestelio katilinė		6029803	449653	2,0	Akmens anglis	10	0,50

Nr.	Taškinis taršos šaltinis	Vietovė	Taršos šaltinio koordinatės*		Įrenginių galia	Energijos gavyba	Kamino aukštis	Kamino žiočių skersmuo
			x	y	MW	Dabar	m	m
6	UAB "Saerimner"***	Jungėnų mikrorajonas	6028772	454390	0,5***	Elektra	5***	0,30***

* koordinatės pateiktos LKS-94 koordinatų sistemoje.

** taškiniai taršos šaltiniai, kuriuose šiuo metu šildymui ir technologiniams procesams naudojama elektros energija, laikomi potencialiais taršos šaltiniais, nes magistro projekte nagrinėjama gamtinių dujų panaudojimo galimybė šiuose objektuose.

*** parametrai surinkti konsultuojantis su įmonių technologais

Be taškinių taršos šaltinių charakteristikų, pateiktų 4.6 lentelėje svarbu ir tokie skaičiuotini parametrai, kaip susidarančių degimo produktų tūris, jų greitis kamine bei temperatūra, momentiniai išsiskiriančių teršalų kiekiai.

Skaičiavimai atliekami 28,5 MW instaliuotos galios UAB „Marijampolės pieno konservai“ katilams, kai energijos gamybai naudojamos gamtinės dujos. 4.75 lentelėje pateiktiems taškiniams taršos šaltiniams taikoma ta pati skaičiavimo metodika, o skaičiavimo rezultatai pateikiami 4.7 lentelėje.

Žinome, kad maksimalus valandinis gamtinių dujų sunaudojimas UAB „Marijampolės pieno konservai“ yra 1000 n.m³/h (žr. 3.11 lentelę), priimame, kad degimo produktų temperatūra 160 °C ir skaičiuojame susidarančių dūmų tūrį m³/s [22]:

$$V_D = B_{val} \cdot [V_D + (\alpha - 1) \cdot V_0] \cdot \left(\frac{273 + t}{273} \right) =$$

$$= 1000 \cdot [10,62 + (1,05 - 1) \cdot 9,45] \cdot \left(\frac{273 + 160}{273} \right) = 17593 \text{ m}^3/\text{h} = 4,89 \text{ m}^3/\text{s}$$

čia:

V_D - degimo produktų tūrinis debitas m³/h;

B_{val} - valandinis sudeginto kuro kiekis n.m³/h;

V_0 - teorinis oro kiekis, reikalingas sudeginti n.m³ kuro;

α - oro pertekliaus koeficientas;

t - degimo produktų temperatūra, °C.

Anglies monoksido kiekio g/s apskaičiavimas [27]:

$$M_{CO} = C_{CO} \cdot B_s \left(1 - \frac{q_4}{100} \right) = 0,17 \cdot \frac{1000}{3600} \cdot \left(1 - \frac{0,5}{100} \right) = 0,046 \text{ g/s}$$

čia:

M_{CO} - anglies monoksido kiekis dūmuose, g/s;

C_{CO} - anglies monoksido kiekis, susidarantis deginant kietąjį, skystąjį ar dujinį kurą kg/t, kg/tūkst.n.m³;

B_s - sekundinis kuro sunaudojimas, kg/s, n.m³/s;

q_4 - šilumos nuostoliai dėl kuro neviseiško mechaninio sudegimo %, priklausantys nuo

pakuros tipo ir kuro rūšies. Gamtinių dujų atveju $q_4=0,5$ [27].

Parametras C_{CO} kg/tūkst.n.m³ apskaičiuojamas pagal formulę [27]:

$$C_{CO} = \frac{q_3 \cdot R \cdot Q_{\%}^n}{1013} = \frac{0,01 \cdot 0,5 \cdot 33615}{1013} = 0,17 \text{ kg/tūkst. n. m}^3$$

čia:

q_3 - šilumos nuostoliai dėl kuro neviseiško cheminio sudegimo % (šis dydis kiekvienam kūryklos tipui priklauso nuo kuro tiekimo ir maišymosi su oru pobūdžio). Gamtinių dujų atveju $q_3=0,01$ [27];

C_{CO} - anglies monoksido kiekis, susidarantis deginant kietąjį, skystąjį ar dujinį kurą kg/t, kg/tūkst.n.m³;

R - koeficientas, įvertinantis šilumos nuostolius dėl CO dujų buvimo dūmuose. Dujiniam kurui $R=0,5$;

$Q_{\%}^n$ – kuro žemutinė degimo šiluma, kJ/n.m³.

4.7 lentelė. Taškinių taršos šaltinių charakteristikos (2)

Nr.	Dujų srauto greitis, m/s	Dujų srauto tūrio debitas, m ³ /s	t, °C	Max kuro sunaudojimas, n.m ³ /h	Dujų tūris normaliosiomis sąlygomis	NO _x , g/s	CO, g/s
1	3,53	0,22	160	45,00	0,14	0,05	0,002
2	3,29	0,21	160	42,00	0,13	0,05	0,002
3	11,29	7,82	160	1600,00	4,93	1,73	0,073
4	7,05	4,89	160	1000,00	3,08	1,08	0,046
5	8,62	0,54	160	110,00	0,34	0,12	0,005
6	2,07	0,03	160	6,00	0,02	0,01	0,000

Pagal 4.6 ir 4.7 lentelių duomenis atlikus teršalų sklaidos modeliavimą AERMOD programos aplinkoje (žr. E priedą), nustatyta, kad pritaikius pramonės objektų esamą šilumos ūkio sistemą gamtinėms dujoms, aplinkos oro tarša neviršytų normuojamų maksimalių ribinių verčių. Į aplinką taip pat nebūtų išmetama teršalų, kurie susidaro deginant mazutą arba akmens anglis, t.y. sieros dioksidas (SO₂), kietosios dalelės (KD), vanadžio pentoksidas (V₂O₅), lakūs organiniai junginiai (LOJ).

4.6. Ekonominė variantų analizė

Ankstesniuose skyriuose atlikta techninė analizė, kurioje buvo tiriamos planuojamos dujotiekio atšakos Marijampolė – Kalvarija techninės charakteristikos. Šio skyriaus tikslas - išanalizuoti pasiūlytų modelių ekonominę vertę bei atsipirkimą. Naudojantis UAB „SISTELA“ statinių statybos skaičiuojamųjų kainų palyginamųjų ekonominių rodiklių žurnalais pagal 2013 m. spalio mėnesio kainų lygmenį, randamas skirstomojo dujotiekio vamzdynų įrengimui reikalingų lėšų dydis (į kainas jau įtrauktos žemės darbų, vamzdynų bei armatūros kainos) [25]. 4.8 lentelėje pateikiama 4.1 skyriuje sudarytų modelių sąmata.

4.8 lentelė. Numatomos investicijos skirstomojo dujotiekio tinklo išvystymui

Nr.	Ilgis, m				d_n , mm	Kaina, eur/m	Kaina, eur			
	1 modelis	2 modelis	3 modelis	4 modelis			1 modelis	2 modelis	3 modelis	4 modelis
1	18149	18730	-	-	355	192	3484608	3484608	-	-
2	4072	4072	-	-	250	133	541576	541576	-	-
3	848	848	17927	18158	225	123	104304	104304	2205021	2233434
4	1009	1009	12607	921	200	94	94846	94846	1185058	86574
5	309	309	-	4990	160	69	21321	21321	-	344310
6	1380	1380	-	1063	140	60	82800	82800	-	63780
7	1070	1070	3079	-	125	51	54570	54570	81549	-
8	752	752	-	-	110	38	28576	28576	-	-
9	575	575	482	-	90	38	21850	21850	24582	-
10	2414	1886	1886	-	75	38	91732	71668	71668	-
11	6361	4109	2885	-	63	25	159025	102725	72125	-
12	1078	2660	2502	-	50	25	26950	66500	62550	-
13	5465	4137	2556	-	40	25	136625	103425	63900	-
14	4693	6082	6073	-	32	25	117325	152050	151825	-
15	5862	5952	5772	-	25	25	146550	148800	144300	-
16	4858	4941	2670	5858	20	25	121450	123525	66750	146450
Σ	58895	58512	58439	31571			5234108	5203144	4129328	2874548

Iš lentelėje pateiktų duomenų matyti, kad didžiausių investicijų prireiktų realizuojant pirmąjį bei antrąjį skirstomojo dujotiekio Marijampolė – Kalvarija modelį, jos siektų atitinkamai 5,2 mln. eurų. Įrengiant planuojamą dujotiekio atšaką pagal trečiąjį sudarytą modelį, investicijos sumažėtų 20% , lyginant su pirmuoju modeliu, ir būtų lygios 4,1 mln. eurų. Ketvirtasis modelis pasižymi mažiausiu investicijų dydžiu.

Siekiant išrinkti optimalų skirstomojo dujotiekio atšakos variantą, neužtenka tik numatomų investicijų apskaičiavimo, reikia atlikti ir kiekybinį vertinimą: kokio dydžio naudą planuojamos skirstomojo dujotiekio atšakos projektas generuos, per kiek laiko būtų galima tikėtis, kad projekto išlaidas padengs sukurta nauda. Šiam tikslui pasiekti turi būti įvertintos eksploatacinės išlaidos: išlaidos gamtinių dujų pirkimui, pridėtinio kapitalo procentas bei amortizacija. Taip pat turi būti paskaičiuotos pajamos, kurias generuotų planuojamas projektas.

Išlaidos gamtinių dujų įsigijimui skaičiuojamos laikant, kad 1 n.m³ kaina – 0,240 euro centai [36]. Ilgalaikio turto amortizacija skaičiuojama taikant tiesinį skaičiavimo metodą, pagal kurį nusidėvėjimo per metus suma apskaičiuojama ilgalaikio turto įsigijimo savikainą padauginus iš metų nusidėvėjimo procento ir sandaugą padalijus iš 100. Metų nusidėvėjimo procentas nustatomas 100 procentų padalijus iš numatomo naudingo turto tarnavimo metų skaičiaus. Pagal 2008 04 10 LR įstat. Nr. X-1484, vamzdynamics šis laikotarpis yra 15 metų. Tuomet amortizacija bus lygi 6,7%.

Vertinant pridėtines investicijas, priimama, kad planuojama dujotiekio atšaka bus pilnai įrengta per 15 metų. Pirmaisiais metais dujotiekio tinklai bus nutiesti pramonės įmonėms, katilinėms bei 20% buitinių vartotojų (jei modelyje priimta dujofikuoti šiuos objektus). Likę vartotojai prisijungs prie planuojamos sistemos palaipsniui per penkiolikos metų laikotarpį.

Apskaičiavus bendrąsias investicijas, atliekami planuojamų pajamų skaičiavimai. Tuo tikslu 4.9 lentelėje pateikiami ankstesniuose skyriuose surinkti metinių dujų suvartojimo kiekiai kiekvienam planuojamos dujotiekio atšakos variantui. Sudaromos trys vartotojų kategorijos, kurioms diferencijuojama gamtinių dujų kaina pagal šiuo metu AB „Lietuvos dujų tiekimas“ numatytas vertes.

4.9 lentelė. Metinis gamtinių dujų suvartojimas pagal vartotojų grupes

Suvartojamų gamtinių dujų kiekis per metus, n.m ³		
iki 500 n.m ³ vartotojų grupei	nuo 500 iki 20000 vartotojų grupei	daugiau kaip 20000 vartotojų grupei
Pirmas skirstomojo dujotiekio modelis		
548635,85	4969784,15	8544119
Antras skirstomojo dujotiekio modelis		
548635,85	4969784,15	8260000
Trečias skirstomojo dujotiekio modelis		
548635,85	4969784,15	-
Ketvirtasis skirstomojo dujotiekio modelis		
-	-	8260000

Atlikus piniginių srautų skaičiavimus, būtina nustatyti šių ateities pinigų srautų dabartinę vertę. Tuo tikslu naudojama Diskonto norma. Remiantis Europos sąjungos rekomendacijomis, ekonominėje analizėje naudojama 5% Diskonto norma.

Planuojamos dujotiekio atšakos pirmojo modelio ekonominio skaičiavimo rezultatai pateikti F priede. Kaip matyti, šis projektas nėra ekonomiškai efektyvus, diskontuotos bendrosios investicijos gerokai viršija diskontuotas planuojamas pajamas. Toks skirstomosios dujų sistemos išvystymo modelis Kalvarijos mieste ir jo apylinkėse laikomas netinkamu. Antrojo ir trečiojo modelio atveju gaunama analogiška situacija – investicijos viršija pajamas.

Nagrinėjamas ketvirtasis skirstomojo tinklo atšakos tiesimo galimybės modelis, kai gamtinės dujos numatytos tiekti tik į pramonės įmones. Skaičiavimo rezultatai pateikiami 4.10 lentelėje. Kaip matyti iš šių rezultatų, jau trečiaisiais dujotiekio atšakos eksploatavimo metais pastebima, kad projektas pradeda nešti naudą. Skaičiuojame projekto atsipirkimo laiką [29]:

$$\begin{aligned}
 T &= (k - 1) + \frac{\sum_{t=1}^{k-1} (P_t^m - C_t^m)}{P_k^m} = \\
 &= (4 - 1) + \frac{(3225534,64 - 2071464,97) + (3071776,48 - 1972720,21)}{292569,16} = \\
 &= 3,77 \text{ metai}
 \end{aligned}$$

čia:

T – investicijų atsipirkimo laikas, metais;

t – investavimo ir pajamų gavimo metų indeksas ($t=1, 2, \dots, k$);

k – metai, kai akumuliuotos pajamos viršija visas investicijas;

P_k^m – pajamos, gautos tais metais, kai akumuliuotos pajamos viršija visas investicijas;

$P_t^m - t$ – t – ujų metų pajamos;

$C_t^m - t$ – ujų metų investicijos.

Žinoma, šio projekto atsipirkimo laikas galėtų būti ilgesnis, nes skaičiuojant investicijas buvo vertintas tik skirstomojo dujotiekio linijinės dalies indėlis. Šis dujotiekio modelis pasirenkamas kaip optimalus dujų tiekimo variantas Kalvarijos mieste ir jo apylinkėse.

4.10 lentelė. Ketvirtojo modelio ekonominio skaičiavimo rezultatai

Metai	Investicijos, eur	Amor - tizacija, eur	Kuro kaina, eur	Bendros eksploatacinės išlaidos, eur	Bendros investicijos, eur	Pajamos, eur	Diskonto koe - ficientas	Diskontuotos bendros investicijos, eur	Diskon - tuotos pajamos, eur	Diskontuotos investicijos, eur
0	2874548,00				2874548,00		1,0000	2874548,00		2874548
1		192594,72	1982400,00	2174994,72	2174994,72	3386743,64	0,9524	2071464,97	3225534,64	2071464,97
2		192594,72	1982400,00	2174994,72	2174994,72	3386743,64	0,9070	1972720,21	3071776,48	1972720,21
3		192594,72	1982400,00	2174994,72	2174994,72	3386743,64	0,8638	1878760,44	2925469,16	1878760,44
4		192594,72	1982400,00	2174994,72	2174994,72	3386743,64	0,8227	1789368,15	2786273,99	1789368,16
5		192594,72	1982400,00	2174994,72	2174994,72	3386743,64	0,7835	1704108,36	2653513,64	1704108,36
6		192594,72	1982400,00	2174994,72	2174994,72	3386743,64	0,7462	1622981,06	2527188,10	1622981,06
7		192594,72	1982400,00	2174994,72	2174994,72	3386743,64	0,7107	1545768,74	2406958,70	1545768,75
8		192594,72	1982400,00	2174994,72	2174994,72	3386743,64	0,6768	1472036,42	2292148,10	1472036,43
9		192594,72	1982400,00	2174994,72	2174994,72	3386743,64	0,6446	1402001,59	2183094,95	1402001,6
10		192594,72	1982400,00	2174994,72	2174994,72	3386743,64	0,6139	1335229,26	2079121,92	1335229,26
11		192594,72	1982400,00	2174994,72	2174994,72	3386743,64	0,5847	1271719,41	1980229,01	1271719,41
12		192594,72	1982400,00	2174994,72	2174994,72	3386743,64	0,5568	1211037,06	1885738,86	1211037,06
13		192594,72	1982400,00	2174994,72	2174994,72	3386743,64	0,5303	1153399,70	1795990,15	1153399,7
14		192594,72	1982400,00	2174994,72	2174994,72	3386743,64	0,5051	1098589,83	1710644,21	1098589,83
15		192594,72	1982400,00	2174994,72	2174994,72	3386743,64	0,4810	1046172,46	1629023,69	1046172,46

5. IŠVADOS

1. Vadovaujantis šalyje galiojančiais teisinio reguliavimo aktais, parengta skirstomojo tinklo atšakos Marijampolė – Kalvarija bendrojo pagrįstumo analizė, kai pagrindinis rodiklis, apsprendžiantis nagrinėjamo rajono dujofikavimo tikslingumą – planuojamas metinis gamtinių dujų poreikis. Nustatyta, kad šis rodiklis keleriopai viršija minimalią įstatymų numatytą vertę, todėl gamtinių dujų tiekimas į Kalvarijos miestą bei jo apylinkes yra tikslingas.
2. Studijoje, įvertinus potencialių gamtinių dujų vartotojų geografinį išsidėstymą bei optimalaus DRP skaičiaus parinkimo skaičiavimo rezultatus, nustatyta, kad planuojamos dujų tiekimo sistemos optimalus variantas – vienalaipsnis didelio slėgio šakotasis dujų tinklas.
3. Atsižvelgus į esamą skirstomojo dujotiekio tinklą, planuojamo dujotiekio klojimo aspektus, taikant hidraulinio skaičiavimo metodus pasirinktai didelio slėgio sistemai, nustatyta, kad tinkamiausias dujų tiekimo šaltinis – Marijampolės mieste esantis DRP1, kai slėgis prisijungimo taške siekia 0,57 MPa.
4. Remiantis atliktais hidraulinio skaičiavimo rezultatais, UAB „Lietuvos dujų tiekimas“ rekomendacijomis, parinkti planuojamos sistemos funkciniai elementai ir medžiagos - dujotiekio tinklo įrengimui numatoma naudoti polietileninius vamzdynus.
5. Atlikus esamos sistemos ir siūlomų dujotiekio klojimo alternatyvų palyginamąją analizę, nustatyta, kad aplinkosauginiu aspektu, planuojamos atšakos tiesimas nepažeidžia įstatymuose numatytų reikalavimų, o skirstomojo tinklo įgyvendinimas sumažintų daromą žalą gamtai bei žmogui.
6. Atlikus sudarytų kurių modelių įrengimo išlaidų ekonominį vertinimą ir investicijų atsipirkimo prognozę – galima teigti, kad optimaliai gamtinės dujos į nagrinėjamą teritoriją galėtų būti tiekiamos įgyvendinus ketvirtąjį siūlomą modelį, kai dujų tiekimas numatomas tik pramoniniams objektams. Nustatyta, kas dujų tiekimas buitiniams dislokuotiems vartotojams – ekonomiškai neefektyvus.
7. Studijoje pasirinktas optimalus skirstomojo gamtinių dujų tinklo išvystymo modelis Kalvarijos mieste bei jo apylinkėse, galėtų būti svarstomas, kaip dujų tiekimo galimybė ir buitiniams vartotojams, tačiau šie turėtų būti išsidėstę nedideliu atstumu nuo planuojamos atšakos, o modelio ekonominis ir techninis vertinimas turėtų būti atliekamas realiu atveju - skirstomojo tinklo projektavimo eigoje, tokiems vartotojams pateikus prašymus bei dujofikavimo projektą planuojančiai atlikti dujų įmonei sudarius preliminaras dujų tiekimo sutartis su jais.

6. LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. Ališauskas K.; Kazlauskienė, Ž. Investicinių projektų rengimas, valdymas ir vertinimas. - Šiauliai: VšĮ ŠU, 2005. - 161 p. ISBN 9986-38-572-5.
2. Баясанов Д.Б., Быкова З.Я. Расчет и проектирование городских газовых сетей среднего и высокого давления. - Москва:Стройиздат, 1972. - 249 p.
3. Bivainis J. Investicinių projektų vertinimas. Vilnius: LII, 1997. - 40 p. ISBN 9986-13-541-9.
4. Bogdevičius M. Vamzdynų technologiniai įrenginiai: mokojoji knyga. Vilniaus Gedimino technikos universitetas. - Vilnius: Technika, 2012. - 71 p.
5. Borodinas I. Dujotiekių tinklai ir įrengimai: mokymo priemonė technikams: versta iš antrojo perdirbto ir pataisyto leidimo. - Vilnius: Valst. polit. ir moksl. lit. I-kla, 1963. - 85-107 p.
6. Burbulys J. Dujotiekininko vadovas. - Vilnius: Mintis, 1968. - 520-536 p.
7. Burbulys, V. Metodiniai nurodymai miesto (rajono, mikrorajono) dujotiekių diplominiams projektams: šilumos - dujų tiekimo ir vėdinimo specialybės(1208) diplomantams; Kauno politechnikos institutas. Šildymo ir vėdinimo katedra. - Kaunas: KPI, 1972. - 71 p.
8. Chmieliauskas, G. Lietuvos dujotiekių sistemos plėtra ir naujų magistralinių dujotiekių projektavimo aspektai // "11-oji jaunųjų mokslininkų konferencija", konferencija (2012; Kaunas). Mechanikos inžinerija - 2012: konferencijos pranešimų medžiaga. - Kaunas, 2012.p. 16-23.
9. Degiųjų dujų sistema. Dujų ūkio sistemos darbuotojų mokojoji knyga / Lietuvos dujos. - Klaipėda: Klaipėdos universiteto leidykla, 2006. - 47 p. ISBN 9955-18-127-3.
10. Graphical Interfacethe US EPA Gaussian Plume Air Dispersion Model - Aeromod. / Lakes Enviromental Software, 2010.
11. Handbook of natural gas transmission and processing / Saeid Mokhatab, William A. Poe, James G. Speight et al.–BurlingtonMass.:Gulf Professional Publishing, 2006. - 148 p. ISBN 9780750677769.
12. Kennedy John L. Oil and gas pipeline fundamentals.–Tulsa Okla:PennWell, 1993. - 71 p. ISBN 0878143904.
13. Керимов М. З. Трубопроводы нефти и газа. - Vilnius: VU I-kla, 1997. - 71 p.
14. Krivickas P.S. Gamtinės dujos Lietuvoje: 40 metų: žmonės - darbai - praeitis - dabartis. - Vilnius: Sapnų sala, 2001. - 19 p.
15. Kugelevičius J. Lietuvos magistralinių dujotiekių funkcionavimo ir plėtros tyrimai: daktaro disertacija: technologijos mokslai, energetika ir termoinžinerija /Lietuvos energetikos institutas. - Lietuvos energetikos institutas, 2010. - 26 p.
16. Miestotvarka: vadovėlis / M. Burinskienė, K. Jakovlevas - Mateckis, V. Adomavičius ir kt. -

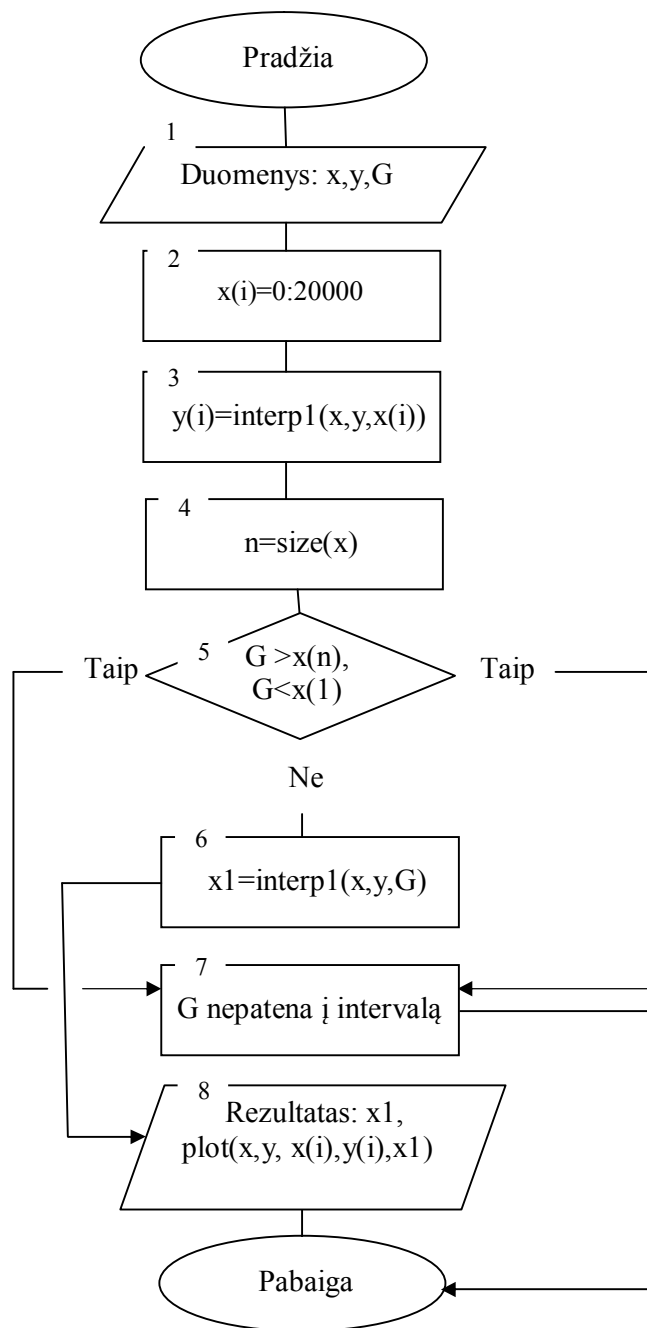
- Vilnius: Technika, 2011. ISBN 978-609-457-078-0.
17. Nadzeikienė J. Aplinkos apsaugos inžinerija: mokomoji knyga; Aleksandro Stulginskio universitetas. - Vilnius: Akademija, 2012. - 12 p. ISBN 9786094490170.
 18. Narbutis B. Degių dujų savybės ir degimo principai: mokomoji knyga; Vilniaus Gedimino technikos universitetas. - Vilnius: Technika, 2004. - 71 p. ISBN 9986057337.
 19. Pekus R. Inžinerinių tinklų hidrauliniai skaičiavimai: vandentiekis, vandens šildymo sistemos ir dujotiekis: mokomoji knyga. - Vilnius: Technika, 2004. - 71 p. ISBN 9986057183.
 20. Ragoža A., Šiupšinskas G. Skirstomųjų polietileninių dujotiekių įrengimo taisyklių taikymo praktikoje analizė ir rekomendacijų jų patikslinimui parengimas: mokslo darbo ataskaita; Vilniaus Gedimino technikos universitetas. 2006. - 249 p.
 21. Rogoža, A. Design of city's gas supply network: methodical instructions for the preparation of a city's gas supply project: (thermal engineering program, APSVB7008 course); Vilnius Gediminas Technical University. - Vilnius: Technika, 2005. - 71 p. ISBN 998605804X.
 22. Сборник методик по расчету выбросов в атмосферу загрязняющих веществ различными производствами / Государственный комитет СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды. - Ленинград, 1986.
 23. Shashi Menon E. Gas pipeline hydraulics.–Boca Raton Fla.: Taylor & Francis, 2005. - 71 p. ISBN 9780849327858.
 24. Sudintas A. Kuprys A. Dujų tiekimo sistemos: mokomoji knyga. - Vilnius: Vilniaus pedagoginio universiteto leidykla, 2011. - 249 p. ISBN 9789955207030.
 25. Sustambinti statybos darbų kainų apskaičiavimai. (pagal 2013 m. spalio mėn. skaičiuojamąsias resursų rinkos kainas). /UAB Sistela, 2013.
 26. Šiluminė technika: vadovėlis / G. Gimbutis, K. Kajutis, A. Pranckūnas ir kt. - Vilnius: Mokslas, 1993. - 158-159 p. ISBN 5-420-00751-7.
 27. Švenčianas P. Miliauskas G. Energetinio objekto dujų ūkis: mokomoji knyga. - Kaunas: Technologija, 1995. - 25p. ISBN 9986-13-254-1.
 28. Švenčianas P. Narbutas T. Šiluminė technika: vadovėlis. - Kaunas: Technologija, 1997. - 249 p. ISBN 9986135206.
 29. T200M014 modulio "Energetikos ekonomika" paskaitų konspektas.
 30. Žilinskas, V.J. Investicinių projektų Optimalios atrankos metodas; Klaipėdos universitetas. Vadybos katedra. - Klaipėda, 2009. - 15 p.
 31. Gamtinių dujų parametrų pokyčio analizė ir tinkamų vartotojams verčių nustatymas AB „Lietuvos dujos“ perdavimo sistemoje. Galimybių studija: 2012 m. / Lietuvos energetikos institutas. - Kaunas, 2012. - 47 p.
 32. Galimybių studija dėl magistralinio dujotiekio Klaipėda - Kuršėnai antros gijos (magistralinio

- dujotiekio Klaipėda - Kiemėnai pajėgumų didinimas) projekto pripažinimo valstybei svarbiu ekonominiu projektu. / AB „AmberGrid“. - Vilnius, 2013.
33. Gamtinių dujų perdavimo sistemos operatoriaus dešimties metų (2013-2022 m.) tinklo plėtros planas. / AB „AmberGrid“. - Vilnius, 2013, 7-24 p.
 34. Gamtinių dujų rinkos stebėsenos ataskaita: 2014 m. / Valstybinė kainų ir energetikos kontrolės komisija. - Vilnius, 2014. - 47 p.
 35. Informacija apie gamtinių dujų perdavimo sistemą Lietuvoje. <http://www.ambergrid.lt/lt/perdavimo-sistema/Lietuvos-perdavimo-sistema> (paskutinį kartą žiūrėta 2015-03-02).
 36. Informacija apie gamtinių dujų skirstymo sistemą Lietuvoje. <http://www.lietuvosdujos.lt/> (paskutinį kartą žiūrėta 2015-05-02).
 37. Kalvarijos savivaldybės administracija. Prieiga internete: <http://www.kalvarija.lt/>.
 38. Lietuvos respublikos energetikos ministerija. Prieiga internete: http://www.enmin.lt/lt/activity/veiklos_kryptys/strateginiai_projektai/PGDS_syderiai.php.
 39. Lietuvos Respublikos gamtinių dujų apskaitos sistemų ir komercinių atsiskaitymų pertvarkymo koncepcijos bei jos įgyvendinimo plano parengimas ryšium su numatomu skirtingos sudėties ir kokybės gamtinių dujų tiekimu. Studija. / UAB "Ekotermija" studija. - Vilnius, 2013.
 40. Magistralinio dujotiekio Klaipėda – Kuršėnai specialusis planas. / UAB "Ardynas", 2013.-10 p.
 41. Oficialiosios statistikos portalas. Prieiga internete: <http://osp.stat.gov.lt/>.
 42. Suskystintų gamtinių dujų terminalas, susijusios infrastruktūros ir dujotiekio statybos specialusis planas. Sprendiniai. Tekstinė dalis./ AB “Klaipėdos nafta”. 2013, 51-64 p.
 43. Suskystintųjų gamtinių dujų terminalo, susijusios infrastruktūros ir dujotiekio statybos specialusis planas. Sprendiniai. Tekstinė dalis. Galimybių studija. / AB "Klaipėdos nafta". 2014. - 47 p.
 44. Terminalas. Suskystintų gamtinių dujų terminalo naujienlaikraštis / AB "Klaipėdos nafta". 2014. - 47 p.
 45. Valstybinės kainų ir energetikos kontrolės komisijos oficialus portalas. Prieiga internete: <http://www.regula.lt/dujos/Puslapiai/sarasai/gamtiniu-duju-skirstymo-licencijas-turincios-imonas.aspx>.
 46. Aplinkos oro apsaugos įstatymas (Žin., 1999, Nr.98-2813, Žin., 2013, Nr.VIII-1392).
 47. Dėl aplinkos oro užterštumo normų nustatymo, Lietuvos Respublikos aplinkos ministro ir sveikatos ministro įsakymas Nr.591/640 (Žin., 2001, Nr. 106-3827; TAR, 2015, Nr. 5317).
 48. Dėl išmetamų teršalų iš didelių kurą deginančių įrenginių normų ir išmetamų teršalų iš kurą

- deginančių įrenginių normų LAND 43 - 2001 nustatymo, Lietuvos Respublikos aplinkos ministro įsakymas Nr.486 (Žin., 2004, Nr. 37-1210).
49. Dėl teršalų, kurių kiekis aplinkos ore ribojamas pagal Europos Sąjungos kriterijus, sąrašo ir ribinių aplinkos oro užterštumo verčių patvirtinimo, Lietuvos Respublikos aplinkos ministro ir sveikatos ministro įsakymas Nr.D1-329/V-469 (Žin., 2007, Nr. 67-2627).
 50. Dėl ūkinės veiklos poveikiui aplinkos orui vertinti teršalų sklaidos skaičiavimo modelių pasirinkimo rekomendacijų patvirtinimo, aplinkos apsaugos agentūros direktoriaus įsakymas Nr. AV-200 (Žin., 2008, Nr.143-5768).
 51. Dėl valstybės ilgalaikės raidos strategijos, Lietuvos Respublikos Seimo nutarimas Nr.IX-1187 (Žin., 2002, Nr.113-5029)
 52. Gamtinių dujų sektoriaus teisės aktai. Prieiga internete: http://www.enmin.lt/lt/activity/veiklos_kryptys/elektra_ir_siluma/aktai_dujos.php.
 53. Lietuvos Respublikos energetikos įstatymas (Žin., 2002, Nr. 56-2224; Žin., 2011, Nr. 160-7576).
 54. Lietuvos Respublikos statybos įstatymas (Žin., 1996, Nr. 32-788; 2001, Nr. 101-3597).
 55. Lietuvos Respublikos teritorijų planavimo įstatymas (Žin., 1995, Nr. 107-2391; 2004, Nr. 21-617).
 56. LST 1569:2012 Statinio projektas. Lauko inžinerinių tinklų grafiniai ženklai. - Vilnius: Lietuvos standartizacijos departamentas, 2012. - 8 p.
 57. RSN 156-94 Statybinė klimatologija (Žin., 1994, Nr. 24-394; Žin., 2002, Nr. 96-4230).
 58. Specialiosios žemės ir miško naudojimo sąlygos, patvirtintos Lietuvos Respublikos Vyriausybės 1992 m. gegužės 12 d. nutarimu Nr. 343 (Žin., 1992, Nr. 22-652; Žin.,1996, Nr. 4-43).
 59. Lietuvos geografinė informacija. Prieiga internete: <http://www.geoportal.lt/map/>.
 60. Konsultantas AB „Lietuvos dujos“ Marijampolės filialas.
 61. Konsultantas UAB „Ardynas“.

7. PRIEDAI

7.1. A PRIEDAS. Interpoliavimo algoritmas



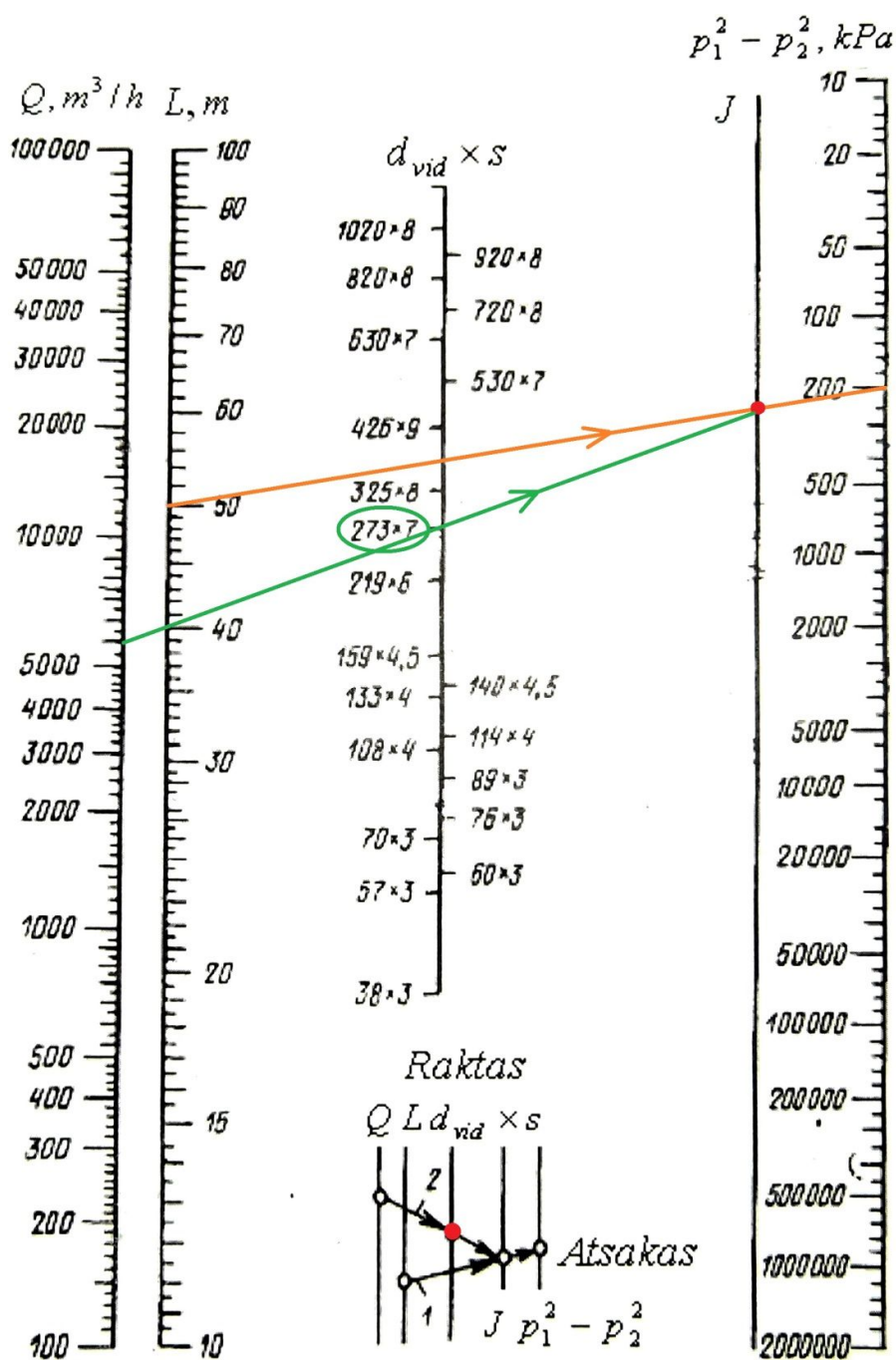
7.1 pav. Algoritmo blokinė schema tarpinėms K_m^h reikšmėms skaičiuoti

7.1 Interpoliavimo algoritmo realizavimas MATLAB darbo aplinkoje

7.1 pav. Pateiktą algoritmą realizuojame MATLAB darbo aplinkoje, sukurdami M – file funkciją *interpoliavimas.m*, kuri pateikta žemiau

```
function [c]=interpoliavimas(x,y,G)
x = [10002000300050001000020000];%gyventojų skaičius,G
y = [1/18001/20001/20501/21001/22001/2300];%didžiausias valandinis dujų
suvartojimo koeficientas
G=input('Įveskite G:'); %gyventojų skaičius G, kuriam ieškome didžiausio
valandinio dujų suvartojimo koeficiento
xi = 0:2000;%interpoliavimo intervalas, kai žingsnis 1
yi = interp1(x,y,xi);
[n]=size(x);%x masyvo dydis
ifG>x(n)%sąlyga, jei įvestoji reikšmė nepatenka į intervalą.
disp('G nepatenka į intervalą');% Išvedama į ekraną : G nepatenka į
intervalą
elseif T<x(1)%sąlyga, jei įvestoji reikšmė nepatenka į intervalą.
disp('G nepatenka į intervalą');% išvedama į ekraną : G nepatenka į
intervalą
else
    x1=interp1(x,y,T)%Interpoliuojama prie reikšmės G.
    plot(x,y,'+',xi,yi,'red',T,x1,'O')%išvedami grafikai
    set(gca,'FontSize',14,'Fontname','TimeNew Roman Baltic'); %Aprašomas
grafiko užrašų dydis bei šriftas
xlabel('G');%užrašomas x ašies pavadinimas
ylabel('K');%užrašomas y ašies pavadinimas
end
end
```


7.2. B PRIEDAS. Nomograma gamtinių dujų tinklui skaičiuoti



7.2 pav. Nomograma vidutinio ir didelio slėgio (iki 1,2 MPa) gamtinių dujų tinklui skaičiuoti (kai $\rho=0,73 \text{ kg/m}^3$, $\nu=14,3 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$)

7.3. C PRIEDAS. Hidraulinio skaičiavimo rezultatai

7.3.1. C1. Pirmojo modelio rezultatai

Hidraulinio skaičiavimo rezultatų lentelėje žymėjimuose priimta:

l – faktinis skaičiuojamo ruožo ilgis, m;

l_{sk} – skaičiuojamasis ruožo ilgis, įvertinus slėgio nuostolius vietinėse kliūtyse, m;

Q – dujų debitas skaičiuojamajame ruože, $n.m^3/h$;

d_n – nominalus vamzdyno išorinis skersmuo, mm;

s – sienutės storis, mm;

p – slėgis, MPa;

v – vidutinis dujų greitis skaičiuojamajame ruože, m/s.

7.1 lentelė. Pirmojo modelio hidraulinio skaičiavimo rezultatai

SKIRSTOMASIS DUJOTIEKIS MARIJAMPOLĖ - KALVARIJA MODELIS NR.1										
Planuojamas maksimalus valandinis gamtinių dujų suvartojimas, $n.m^3/h$									5501,3	
Nr.	Ruožas	l , m	l_{sk} , m	Q , $n.m^3/h$	d_n , mm	s , mm	p , MPa		v , m/s	Pastabos
							Pradžia	Pabai-		
Kumelionių mikrorajonas										
Planuojamas maksimalus valandinis gamtinių dujų suvartojimas, $n.m^3/h$									399	
1	1"-4	78	8665,8	5501,3	355	32,3	0,5700	0,5598	23,08	Pagrindinė gija
2	4-5	56	616,0	5342,4	355	32,3	0,5598	0,5591	22,42	
3	5-6	28	313,5	5313,4	355	32,3	0,5591	0,5588	22,29	
4	4-3	36	402,6	158,9	63	5,8	0,5588	0,5552	21,28	Abonentinė atšaka
5	3-1	75	832,7	144,5	63	5,8	0,5552	0,5488	19,35	
6	1-2	29	323,4	77,5	50	4,6	0,5488	0,5463	16,48	Atšakos vartotojams
7	1-A	17	192,5	67,0	40	3,7	0,5488	0,5455	22,30	
8	2-A	26	290,4	40,2	40	3,7	0,5463	0,5443	13,37	
9	2-B	56	622,6	37,3	32	3	0,5443	0,5327	19,55	
10	3-A	11	130,9	14,4	25	3	0,5552	0,5532	14,12	
11	5-A	10	110,0	29,0	32	3	0,5591	0,5579	15,18	
12	6-A	64	704,0	211,1	75	6,8	0,5588	0,5543	19,81	
Meškučių mikrorajonas										
Planuojamas maksimalus valandinis gamtinių dujų suvartojimas, $n.m^3/h$									138,9	
13	6-7	74	822,8	5102,3	355	32,3	0,5588	0,5579	21,41	Pagrindinė gija
14	7-8	57	635,8	4967,3	355	32,3	0,5579	0,5573	20,84	
15	7-1	81	891,0	135,0	63	5,8	0,5579	0,5519	18,08	Abonentinė atšaka
16	1-2	11	124,3	66,6	40	3,7	0,5519	0,5498	22,17	
17	1-2'	17	190,3	68,4	40	3,7	0,5498	0,5463	22,78	Atšakos vartotojams
18	2'-A	83	91,3	49,7	40	3,7	0,5463	0,5454	16,54	
19	2'-B	31	343,2	18,7	25	3	0,5463	0,5379	18,38	
20	2-A	70	778,8	31,3	32	3	0,5498	0,5393	16,36	
21	2-B	18	200,2	35,3	32	3,7	0,5498	0,5455	20,66	
22	8-A	48	537,9	3,9	20	3	0,5573	0,5538	7,04	
Jungėnų mikrorajonas										
Planuojamas maksimalus valandinis gamtinių dujų suvartojimas, $n.m^3/h$									2100,9	
23	8-9	81	8910,0	4963,4	355	32,3	0,5573	0,5484	20,83	Pagrindinė gija
24	9-10	11	1240,8	2874,6	250	22,7	0,5484	0,5459	24,30	
25	9-1	45	500,5	2088,8	225	20,5	0,5484	0,5475	21,83	Abonentinė atšaka
26	1-2	39	432,3	2084,2	225	20,5	0,5475	0,5466	21,78	
27	2-3	27	306,9	484,2	110	10	0,5466	0,5453	21,15	
28	3-4	34	380,6	109,2	50	4,6	0,5453	0,5398	23,21	

SKIRSTOMASIS DUJOTIEKIS MARIJAMPOLĒ - KALVARIJA MODELIS NR.1										
Planuojamas maksimalus valandinis gamtinių dujų suvartojimas, n.m ³ /h										5501,3
Nr.	Ruožas	l,	l _{sk} , m	Q ₂	d _n	s, mm	p, MPa		v, m/s	Pastabos
29	4-5	32	359,7	57,1	40	3,7	0,5398	0,5350	19,00	Pastabos
30	5-6	56	619,3	44,6	32	3	0,5350	0,5190	23,34	
31	4-5'	73	811,8	52,1	40	3,7	0,5398	0,5305	17,36	
32	1-A	45	49,5	4,6	20	3	0,5475	0,5470	8,30	Atšakos vartotojams
33	2-A	74	81,4	1600,0	200	18,2	0,5466	0,5465	21,15	
34	3-A	93	102,3	375,0	90	8,2	0,5453	0,5445	24,50	
35	5-A	21	236,5	12,5	20	3	0,5350	0,5226	22,53	
36	6-A	44	489,5	32,1	32	3	0,5190	0,5118	16,78	
37	6-B	43	480,7	12,5	20	3	0,5190	0,4926	22,61	
38	5'-A	18	201,3	6,1	20	3	0,5305	0,5275	11,06	
39	5'-B	63	696,3	46,0	40	3,7	0,5305	0,5241	15,32	
40	10-A	27	304,7	12,1	20	3	0,5459	0,5309	21,85	
Kalvarijos mikrorajonas										
Planuojamas maksimalus valandinis gamtinių dujų suvartojimas, n.m ³ /h										2707,2
41	10-11	23	2637,8	2862,5	250	22,7	0,5484	0,5431	24,20	Pagrindinė gija
42	11-12	80	88,0	2833,5	250	22,7	0,5431	0,5429	23,95	
43	12-13	14	155,1	2822,8	250	22,7	0,5429	0,5426	23,86	
44	13-14	62	68,2	2803,7	250	22,7	0,5426	0,5424	23,70	
45	14-15	16	182,6	2787,7	250	22,7	0,5424	0,5421	23,56	
46	15-16	97	106,7	2774,2	250	22,7	0,5421	0,5419	23,45	
47	16-17	18	199,1	1043,1	160	14,6	0,5419	0,5413	21,57	
48	17-18	17	187,0	809,6	140	12,7	0,5413	0,5406	21,81	
49	18-19	84	92,4	791,0	140	12,7	0,5406	0,5403	21,31	
50	19-20	21	234,3	770,4	140	12,7	0,5403	0,5396	20,76	
51	20-21	14	162,8	761,1	140	12,7	0,5396	0,5391	20,51	
52	21-22	76	841,5	744,1	140	12,7	0,5391	0,5365	20,05	
53	22-23	47	520,3	538,1	110	10	0,5365	0,5336	23,51	
54	23-24	48	530,2	336,5	90	8,2	0,5336	0,5303	21,98	
55	16-1	93	1028,5	1731,1	200	18,2	0,5419	0,5394	22,89	1 abonentinė
56	1-A	12	140,8	1000,0	160	14,6	0,5394	0,5390	20,68	1 abonentinės atšakos atšakos
57	1-B	10	1177,0	697,0	125	11,4	0,5394	0,5338	23,61	
58	17-1	43	480,7	219,2	75	6,8	0,5413	0,5380	20,57	2 abonentinė atšaka
59	1-2	14	160,6	191,1	75	6,8	0,5380	0,5371	17,94	
60	2-3	14	155,1	148,8	63	5,8	0,5371	0,5358	19,93	
61	3-4	98	107,8	122,2	63	5,8	0,5358	0,5352	16,36	
62	4-5	54	59,4	84,6	50	4,6	0,5352	0,5346	17,98	
63	5-6	31	343,2	76,5	50	4,6	0,5346	0,5320	16,27	2 abonentinės atšakos atšakos vartotojams
64	1-A	35	394,9	28,1	32	3	0,5380	0,5335	14,70	
65	2-A	59	657,8	24,5	25	3	0,5371	0,5105	23,99	
66	2-B	31	344,3	17,8	25	3	0,5371	0,5292	17,50	
67	3-A	43	481,8	16,4	25	3	0,5358	0,5263	16,04	
68	3-B	18	198,0	10,2	25	3	0,5358	0,5341	10,04	
69	4-A	62	687,5	37,6	32	3	0,5352	0,5220	19,68	
70	5-A	64	70,4	8,0	20	3	0,5346	0,5329	14,49	
71	6-A	48	531,3	23,1	25	3	0,5320	0,5125	22,68	3 abonentinė atšakos atšakos
72	6-B	45	501,6	36,3	32	3	0,5320	0,5229	19,02	
73	22-1	52	580,8	206,0	75	6,8	0,5365	0,5328	19,33	
74	1-A	31	350,9	146,0	63	5,8	0,5328	0,5300	19,55	
75	1-B	79	874,5	60,0	40	3,7	0,5328	0,5199	19,98	4 abonentinė atšaka
76	23-1	66	729,3	201,6	75	6,8	0,5336	0,5292	18,93	
77	1-2	72	79,2	101,2	50	4,6	0,5292	0,5282	21,52	
78	1-2'	22	250,8	68,7	40	3,7	0,5292	0,5245	22,88	4 abonentinės atšakos atšakos vartotojams
79	2-A	68	757,9	36,8	32	3	0,5282	0,5141	19,25	
80	2-B	13	1463,0	64,5	40	3,7	0,5282	0,5031	21,46	
81	2'-A	32	359,7	16,3	25	3	0,5245	0,5174	15,96	

SKIRSTOMASIS DUJOTIEKIS MARIJAMPOLĖ - KALVARIJA MODELIS NR.1										
Planuojamas maksimalus valandinis gamtinių dujų suvartojimas, n.m ³ /h									5501,3	
Nr.	Ruožas	<i>l</i> , m	<i>l_{sk}</i> , m	<i>Q</i> , n.m ³ /h	<i>d_n</i> , mm	<i>s</i> , mm	<i>p</i> , MPa		<i>v</i> , m/s	Pastabos
82	2'-B	60	666,6	52,4	40	3,7	0,5245	0,5166	17,46	Atšakos vartotojams nuo pagrindinės gijos
83	11-A	30	330,0	11,2	20	3	0,5431	0,5289	20,18	
84	11-B	34	374,0	17,8	25	3	0,5431	0,5346	17,44	
85	12-A	22	247,5	10,7	20	3	0,5429	0,5330	19,38	
86	13-A	25	280,5	19,0	25	3	0,5426	0,5355	18,66	
87	14-A	25	283,8	16,1	25	3	0,5424	0,5371	15,76	
88	15-A	23	256,3	13,5	20	3	0,5421	0,5267	24,39	
89	17-A	21	239,8	14,2	25	3	0,5413	0,5377	13,97	
90	18-A	28	312,4	18,7	25	3	0,5406	0,5330	18,31	
91	19-A	14	1628,0	20,5	25	3	0,5403	0,4915	20,10	
92	20-A	60	66,0	9,3	20	3	0,5396	0,5375	16,82	
93	21-A	25	282,7	17,0	25	3	0,5391	0,5332	16,67	
94	24-A	66	226,0	181,2	63	5,8	0,5303	0,5276	24,27	
Jusevičių mikrorajonas										
Planuojamas maksimalus valandinis gamtinių dujų suvartojimas, n.m ³ /h									155,3	
95	24-25	18	1991,0	155,3	63	5,8	0,5303	0,5122	20,80	Pagrindinė gija
96	25-A	23	2563,0	6,0	20	3	0,5122	0,4728	10,83	Atšakos vartotojams
97	25-B	14	1540,0	149,3	63	5,8	0,5122	0,4988	20,00	

7.3.2. C2. Antrojo modelio rezultatai

Hidraulinio skaičiavimo rezultatų lentelėje žymėjimuose priimta:

l – faktinis skaičiuojamo ruožo ilgis, m;

l_{sk} – skaičiuojamasis ruožo ilgis, įvertinus slėgio nuostolius vietinėse kliūtyse, m;

Q – dujų debitas skaičiuojamajame ruože, n.m³/h;

d_n – nominalus vamzdžio išorinis skersmuo, mm;

s – sienutės storis, mm;

p – slėgis, MPa;

v – vidutinis dujų greitis skaičiuojamajame ruože, m/s.

7.2 lentelė. Antrojo modelio hidraulinio skaičiavimo rezultatai

SKIRSTOMASIS DUJOTIEKIS MARIJAMPOLĖ - KALVARIJA MODELIS NR.2										
Planuojamas maksimalus valandinis gamtinių dujų suvartojimas, n.m ³ /h									5304,3	
Nr.	Ruožas	<i>l</i> , m	<i>l_{sk}</i> , m	<i>Q</i> , n.m ³ /h	<i>d_n</i> , mm	<i>s</i> , mm	<i>p</i> , MPa		<i>v</i> , m/s	Pastabos
							Pradžia	Pabaiga		
Kumelionių mikrorajonas										
Planuojamas maksimalus valandinis gamtinių dujų suvartojimas, n.m ³ /h									354	
1	1"-4	78	8665,8	5304,3	355	32,3	0,5700	0,5605	22,26	Pagrindinė gija
2	4-5	56	616,0	5190,4	355	32,3	0,5605	0,5598	21,78	
3	5-6	28	313,5	5161,4	355	32,3	0,5598	0,5595	21,66	
4	4-3	36	402,6	113,9	63	5,8	0,5595	0,5575	15,26	Abonentinė atšaka
5	3-1	75	832,7	99,5	63	5,8	0,5575	0,5567	13,33	
6	1-2	29	323,4	77,5	50	4,6	0,5567	0,5543	16,48	
7	1-A	90	99,0	22,0	25	3	0,5567	0,5536	21,55	Atšakos vartotojams
8	2-A	26	290,4	40,2	32	3	0,5543	0,5482	21,02	
9	2-B	56	622,6	37,3	32	3	0,5482	0,5367	19,55	
10	3-A	11	130,9	14,4	25	3	0,5575	0,5555	14,12	
11	5-A	10	110,0	29,0	32	3	0,5598	0,5585	15,18	
12	6-A	64	704,0	211,1	75	6,8	0,5595	0,5550	19,81	
Meškučių mikrorajonas										
Planuojamas maksimalus valandinis gamtinių dujų suvartojimas, n.m ³ /h									96,9	
13	6-7	74	822,8	4950,3	355	32,3	0,5595	0,5587	20,77	Pagrindinė gija
14	7-8	57	635,8	4853,4	355	32,3	0,5587	0,5581	20,36	
15	7-1	81	891,0	96,9	50	4,6	0,5587	0,5486	20,60	Abonentinė atšaka

SKIRSTOMASIS DUJOTIEKIS MARIJAMPOLĒ – KALVARIJA MODELIS NR.2									
Planojamas maksimalus valandinis gamtinių dujų suvartojimas, n.m ³ /h									5304,3
Nr.	Ruožas	l,	l _{sk} , m	Q ₂	d _n ,	s,	p, MPa	v, m/s	Pastabos
16	1-2	11	124,3	66,6	40	3,7	0,5486	0,5462	23,47
17	1-2'	17	190,3	26,4	32	3	0,5462	0,5443	13,83
18	2'-A	83	91,3	7,7	20	3	0,5443	0,5423	13,85
19	2'-B	31	343,2	18,7	25	3	0,5443	0,5358	18,38
20	2-A	70	778,8	31,3	32	3	0,5462	0,5356	16,36
21	2-B	18	200,2	35,3	32	3	0,5462	0,5418	20,66
22	8-A	48	537,9	3,9	20	3	0,5581	0,5546	7,04
Jungėnų mikrorajonas									
Planojamas maksimalus valandinis gamtinių dujų suvartojimas, n.m ³ /h									2100,9
23	8-9	81	8910,0	4853,4	355	32,3	0,5581	0,5495	20,36
24	9-10	11	1240,8	2764,6	250	22,7	0,5495	0,5472	23,37
25	9-1	45	500,5	2088,8	225	20,5	0,5495	0,5486	21,83
26	1-2	39	432,3	2084,2	225	20,5	0,5486	0,5478	21,78
27	2-3	27	306,9	484,2	110	10	0,5478	0,5464	21,15
28	3-4	34	380,6	109,2	50	4,6	0,5464	0,5410	23,21
29	4-5	32	359,7	57,1	40	3,7	0,5410	0,5362	19,00
30	5-6	56	619,3	44,6	32	3	0,5362	0,5202	23,34
31	4-5'	73	811,8	52,1	40	3,7	0,5410	0,5317	17,36
32	1-A	45	49,5	4,6	20	3	0,5486	0,5481	8,30
33	2-A	74	81,4	1600,0	200	18,2	0,5478	0,5476	21,15
34	3-A	93	102,3	375,0	90	8,2	0,5464	0,5456	24,50
35	5-A	21	236,5	12,5	20	3	0,5362	0,5237	22,53
36	6-A	44	489,5	32,1	32	3	0,5202	0,5129	16,78
37	6-B	43	480,7	12,5	20	3	0,5202	0,4938	22,61
38	5'-A	18	201,3	6,1	20	3	0,5317	0,5287	11,06
39	5'-B	63	696,3	46,0	40	3,7	0,5317	0,5252	15,32
40	10-A	27	304,7	12,1	20	3	0,5472	0,5323	21,85
Kalvarijos mikrorajonas									
Planojamas maksimalus valandinis gamtinių dujų suvartojimas, n.m ³ /h									2597,2
41	10-11	23	2637,8	2752,5	250	22,7	0,5495	0,5446	23,27
42	11-12	80	88,0	2723,5	250	22,7	0,5446	0,5444	23,02
43	12-13	14	155,1	2712,8	250	22,7	0,5444	0,5441	22,93
44	13-14	62	68,2	2693,7	250	22,7	0,5441	0,5440	22,77
45	14-15	16	182,6	2677,7	250	22,7	0,5440	0,5436	22,63
46	15-16	97	106,7	2664,2	250	22,7	0,5436	0,5435	22,52
47	16-17	18	199,1	933,1	160	14,6	0,5435	0,5430	19,30
48	17-18	17	187,0	699,6	140	12,7	0,5430	0,5425	18,85
49	18-19	84	92,4	681,0	140	12,7	0,5425	0,5422	18,35
50	19-20	21	234,3	660,4	140	12,7	0,5422	0,5417	17,79
51	20-21	14	162,8	651,1	140	12,7	0,5417	0,5413	17,54
52	21-22	76	841,5	634,1	140	12,7	0,5413	0,5393	17,09
53	22-23	47	520,3	538,1	110	10	0,5393	0,5365	23,51
54	23-24	48	530,2	336,5	90	8,2	0,5365	0,5332	21,98
55	16-1	93	1028,5	1731,1	200	18,2	0,5435	0,5409	22,89
56	1-A	12	140,8	1000,0	160	14,6	0,5409	0,5405	20,68
57	1-B	10	1177,0	697,0	125	11,4	0,5409	0,5354	23,61
58	17-1	43	480,7	219,2	75	6,8	0,5430	0,5396	20,57
59	1-2	14	160,6	191,1	75	6,8	0,5396	0,5388	17,94
60	2-3	14	155,1	148,8	63	5,8	0,5388	0,5375	19,93
61	3-4	98	107,8	122,2	63	5,8	0,5375	0,5369	16,36
62	4-5	54	59,4	84,6	50	4,6	0,5369	0,5363	17,98
63	5-6	31	343,2	76,5	50	4,6	0,5363	0,5337	16,27
64	1-A	35	394,9	28,1	32	3	0,5396	0,5352	14,70
65	2-A	59	657,8	24,5	25	3	0,5388	0,5122	23,99
66	2-B	31	344,3	17,8	25	3	0,5388	0,5309	17,50

SKIRSTOMASIS DUJOTIEKIS MARIJAMPOLĖ – KALVARIJA MODELIS NR.2										
Planuojamas maksimalus valandinis gamtinių dujų suvartojimas, n.m ³ /h									5304,3	
Nr.	Ruožas	<i>l</i> , m	<i>l_{sk}</i> , m	<i>Q₂</i> , n.m ³ /h	<i>d_n</i> , mm	<i>s</i> , mm	<i>p</i> , MPa		<i>v</i> , m/s	Pastabos
67	3-A	43	481,8	16,4	25	3	0,5375	0,5280	16,04	
68	3-B	18	198,0	10,2	25	3	0,5375	0,5358	10,04	
69	4-A	62	687,5	37,6	32	3	0,5369	0,5238	19,68	
70	5-A	64	70,4	8,0	20	3	0,5363	0,5346	14,49	
71	6-A	48	531,3	23,1	25	3	0,5337	0,5142	22,68	
72	6-B	45	501,6	36,3	32	3	0,5337	0,5247	19,02	
73	22-1	52	580	96,0	50	4,6	0,5393	0,5364	20,41	3 abonentinė atšaka
74	1-A	31	350,9	36,0	32	3	0,5364	0,5303	18,84	3 abonentinės atšakos atšakos vartotojams
75	1-B	79	874,5	60,0	40	3,7	0,5364	0,5235	19,98	
76	23-1	66	729,3	201,6	75	6,8	0,5365	0,5321	18,93	4 abonentinė atšaka
77	1-2	72	79,2	101,2	50	4,6	0,5321	0,5311	21,52	
78	1-2'	22	250,8	68,7	40	3,7	0,5321	0,5274	22,88	4 abonentinės atšakos atšakos vartotojams
79	2-A	68	757,9	36,8	32	3	0,5311	0,5170	19,25	
80	2-B	13	1463,0	64,5	40	3,7	0,5311	0,5061	21,46	
81	2'-A	32	359,7	16,3	25	3	0,5274	0,5203	15,96	
82	2'-B	60	666,6	52,4	40	3,7	0,5274	0,5195	17,46	
83	11-A	30	330,0	11,2	20	3	0,5446	0,5305	20,18	
84	11-B	34	374,0	17,8	25	3	0,5446	0,5362	17,44	
85	12-A	22	247,5	10,7	20	3	0,5444	0,5346	19,38	
86	13-A	25	280,5	19,0	25	3	0,5441	0,5370	18,66	
87	14-A	25	283,8	16,1	25	3	0,5440	0,5387	15,76	
88	15-A	23	256,3	13,5	20	3	0,5436	0,5283	24,39	
89	17-A	21	239,8	14,2	25	3	0,5430	0,5393	13,97	
90	18-A	28	312,4	18,7	25	3	0,5425	0,5348	18,31	
91	19-A	14	1628,0	20,5	25	3	0,5422	0,4936	20,10	
92	20-A	60	66,0	9,3	20	3	0,5417	0,5396	16,82	
93	21-A	25	282,7	17,0	25	3	0,5413	0,5354	16,67	
94	24-A	66	226,0	181,2	63	5,8	0,5332	0,5305	24,27	
Jusevičių mikrorajonas										
Planuojamas maksimalus valandinis gamtinių dujų suvartojimas, n.m ³ /h									155,3	
95	24-25	18	1991,0	155,3	63	5,8	0,5332	0,5151	20,80	Pagrindinė gija
96	25-A	23	2563,0	6,0	20	3	0,5151	0,4759	10,83	Atšakos vartotojams
97	25-B	14	1540,0	149,3	63	5,8	0,5151	0,5018	20,00	

7.3.3. C3. Trečiojo modelio rezultatai

Hidraulinio skaičiavimo rezultatų lentelėje žymėjimuose priimta:

l – faktinis skaičiuojamo ruožo ilgis, m;

l_{sk} – skaičiuojamasis ruožo ilgis, įvertinus slėgio nuostolius vietinėse kliūtyse, m;

Q – dujų debitas skaičiuojamajame ruože, n.m³/h;

d_n – nominalus vamzdyno išorinis skersmuo, mm;

s – sienutės storis, mm;

p – slėgis, MPa;

v – vidutinis dujų greitis skaičiuojamajame ruože, m/s.

7.3 lentelė. Trečiojo modelio hidraulinio skaičiavimo rezultatai

SKIRSTOMASIS DUJOTIEKIS MARIJAMPOLĖ - KALVARIJA MODELIS NR.3										
Planuojamas maksimalus valandinis gamtinių dujų suvartojimas, n.m ³ /h									2258,7	
Nr.	Ruožas	<i>l</i> , m	<i>l_{sk}</i> , m	<i>Q₂</i> , n.m ³ /h	<i>d_n</i> , mm	<i>s</i> , mm	<i>p</i> , MPa		<i>v</i> , m/s	Pastabos
							Pradžia	Pabaiga		
Kumelionių mikrorajonas										
Planuojamas maksimalus valandinis gamtinių dujų suvartojimas, n.m ³ /h									354	
1	1"-4	7878	8665,8	2258,7	225	20,5	0,5700	0,5512	23,61	Pagrindinė gija
2	4-5	560	616,0	2144,8	225	20,5	0,5512	0,5499	22,42	

SKIRSTOMASIS DUJOTIEKIS MARIJAMPOLĖ - KALVARIJA MODELIS NR.3											
Planuojamas maksimalus valandinis gamtinių dujų suvartojimas, n.m ³ /h										2258,7	
Nr.	Ruožas	l, m	l _{sk} , m	Q _z	d _n	s, mm	p, MPa		v, m/s	Pastabos	
3	5-6	285	313,5	2115,8	225	20,5	0,5499	0,5493	22,11		
4	4-3	366	402,6	113,9	50	4,6	0,5493	0,5432	24,21	Abonentinė atšaka	
5	3-1	757	757	99,5	63	5,8	0,5432	0,5424	13,33		
6	1-2	294	323,4	77,5	50	4,6	0,5424	0,5399	16,48		
7	1-A	90	99,0	22,0	25	3	0,5424	0,5392	21,55	Atšakos vartotojams	
8	2-A	264	290,4	40,2	32	3	0,5399	0,5337	21,02		
9	2-B	566	622,6	37,3	32	3	0,5337	0,5219	19,55		
10	3-A	119	130,9	14,4	25	3	0,5432	0,5411	14,12		
11	5-A	100	110,0	29,0	32	3	0,5499	0,5486	15,18		
12	6-A	640	704,0	211,1	75	6,8	0,5493	0,5448	19,81		
Meškučių mikrorajonas											
Planuojamas maksimalus valandinis gamtinių dujų suvartojimas, n.m ³ /h										96,9	
13	6-7	748	822,8	1904,7	225	20,5	0,5493	0,5480	19,91	Pagrindinė gija	
14	7-8	578	635,8	1807,8	225	20,5	0,5480	0,5470	18,89		
15	7-1	810	891,0	96,9	50	4,6	0,5480	0,5377	20,60	Abonentinė atšaka	
16	1-2	113	124,3	70,5	40	3,7	0,5377	0,5353	23,47		
17	1-2'	173	190,3	26,4	32	3	0,5353	0,5333	13,83	Atšakos vartotojams	
18	2'-A	83	91,3	7,7	20	3	0,5333	0,5313	13,85		
19	2'-B	312	343,2	18,7	25	3	0,5333	0,5247	18,38		
20	2-A	708	778,8	31,3	32	3	0,5353	0,5245	16,36		
21	2-B	182	200,2	35,3	32	3,7	0,5353	0,5308	20,66		
22	8-A	489	537,9	3,9	20	3	0,5470	0,5434	7,04		
Jungėnų mikrorajonas											
Planuojamas maksimalus valandinis gamtinių dujų suvartojimas, n.m ³ /h										121,3	
23	8-9	8445	9289,5	1807,8	200	18,2	0,5470	0,5221	23,90	Pagrindinė gija	
24	9-10	1128	1240,8	1698,6	200	18,2	0,5221	0,5200	22,46		
25	9-1	201	221,1	109,2	50	4,6	0,5221	0,5189	23,21	Abonentinė atšaka	
26	1-2	393	432,3	103,1	50	4,6	0,5189	0,5130	21,91		
27	2-3	279	306,9	57,1	40	3,7	0,5130	0,5088	19,00		
28	3-4	346	380,6	44,6	32	3	0,5088	0,4985	23,34	Atšakos vartotojams	
32	1-A	107	117,7	6,1	20	3	0,5189	0,5171	11,06		
33	2-A	632	695,2	46,0	32	3	0,5130	0,4933	24,09		
35	3-A	215	236,5	12,5	20	3	0,5088	0,4958	22,53		
36	4-A	445	489,5	32,1	32	3	0,4985	0,4911	16,78		
37	4-B	437	480,7	12,5	20	3	0,4985	0,4712	22,61		
38	10-A	277	304,7	12,1	20	3	0,5200	0,5044	21,85		
Kalvarijos mikrorajonas											
Planuojamas maksimalus valandinis gamtinių dujų suvartojimas, n.m ³ /h										1537,2	
39	10-11	2398	2637,8	1686,5	200	18,2	0,5200	0,5136	22,30	Pagrindinė gija	
40	11-12	80	88,0	1657,0	200	18,2	0,5136	0,5134	21,91		
41	12-13	141	155,1	1646,0	200	18,2	0,5134	0,5130	21,76		
42	13-14	62	68,2	1626,6	200	18,2	0,5130	0,5128	21,50		
43	14-15	166	182,6	1610,2	200	18,2	0,5128	0,5124	21,29		
44	15-16	97	106,7	1596,4	200	18,2	0,5124	0,5122	21,11		
45	16-17	181	199,1	1575,5	200	18,2	0,5122	0,5118	20,83		
46	17-18	170	187,0	1337,4	200	18,2	0,5118	0,5115	17,68		
47	18-19	84	92,4	1318,4	200	18,2	0,5115	0,5113	17,43		
48	19-20	213	234,3	600,5	125	11,4	0,5113	0,5104	20,34		
49	20-21	148	162,8	591,0	125	11,4	0,5104	0,5098	20,02		
50	21-22	765	841,5	573,6	125	11,4	0,5098	0,5069	19,43		
51	22-23	473	520,3	536,9	125	11,4	0,5069	0,5053	18,19		
52	23-24	482	530,2	331,3	90	8,2	0,5053	0,5019	21,64		
53	17-1	437	480,7	223,5	75	6,8	0,5118	0,5081	20,98		1 abonentinė atšaka
54	1-2	146	160,6	194,9	75	6,8	0,5081	0,5072	18,29		
55	2-3	141	155,1	151,7	63	5,8	0,5072	0,5058	20,32		

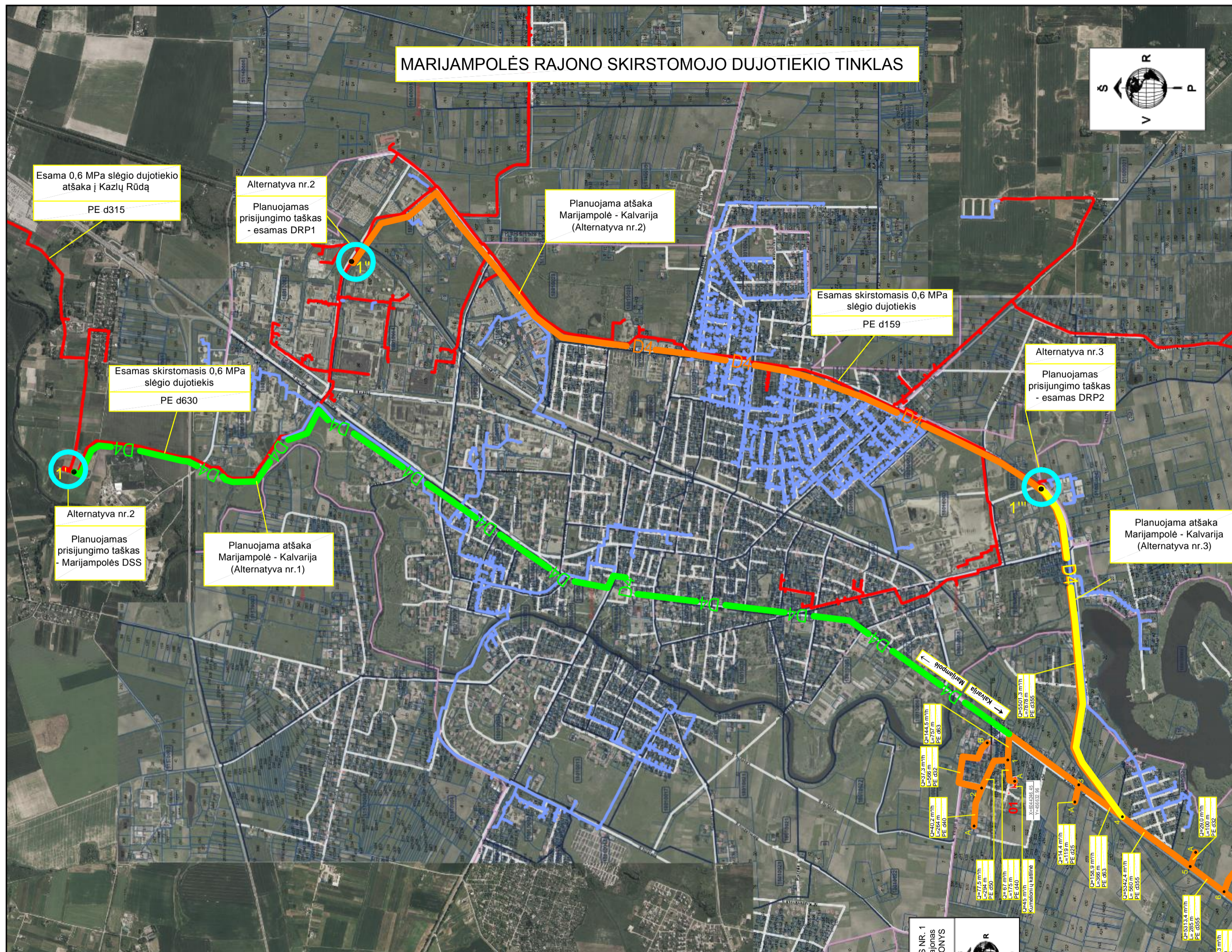
SKIRSTOMASIS DUJOTIEKIS MARIJAMPOLĖ - KALVARIJA MODELIS NR.3										
Planuojamas maksimalus valandinis gamtinių dujų suvartojimas, n.m ³ /h										2258,7
Nr.	Ruožas	<i>l</i> , m	<i>l_{sk}</i> , m	<i>Q_z</i>	<i>d_n</i> , mm	<i>s</i> , mm	<i>p</i> , MPa		<i>v</i> , m/s	Pastabos
56	3-4	98	107,8	124,6	63	5,8	0,5058	0,5051	16,69	
57	4-5	54	59,4	86,3	50	4,6	0,5051	0,5045	18,33	
58	5-6	312	343,2	78,1	50	4,6	0,5045	0,5016	16,60	
59	1-A	359	394,9	28,6	32	3	0,5081	0,5033	14,99	1 abonentinės atšakos atšakos vartotojams
60	2-A	598	657,8	25,0	25	3	0,5072	0,4782	24,47	
61	2-B	313	344,3	18,2	25	3	0,5072	0,4986	17,84	
62	3-A	438	481,8	16,7	25	3	0,5058	0,4955	16,36	
63	3-B	180	198,0	10,4	20	3	0,5058	0,4978	18,85	
64	4-A	625	687,5	38,3	32	3	0,5051	0,4908	20,07	
65	5-A	64	70,4	8,2	20	3	0,5045	0,5027	14,78	
66	6-A	483	531,3	23,6	25	3	0,5016	0,4804	23,13	
67	6-B	456	501,6	37,0	32	3	0,5016	0,4918	19,39	
68	23-1	663	729,3	205,6	75	6,8	0,5053	0,5005	19,30	
69	1-2	72	79,2	103,2	50	4,6	0,5005	0,4994	21,95	
70	1-2'	228	250,8	70,1	40	3,7	0,5005	0,4953	23,34	2 abonentinės atšakos atšakos vartotojams
71	2-A	689	757,9	37,5	32	3	0,4994	0,4840	19,63	
72	2-B	1330	1463,0	65,7	40	3,7	0,4994	0,4721	21,89	
73	2'-A	327	359,7	16,6	25	3	0,4953	0,4876	16,27	
74	2'-B	606	666,6	53,5	40	3,7	0,4953	0,4868	17,81	Atšakos vartotojams nuo pagrindinės gijos
75	11-A	300	330,0	11,4	20	3	0,5136	0,4982	20,58	
76	11-B	340	374,0	18,1	25	3	0,5136	0,5044	17,79	
77	12-A	225	247,5	10,9	20	3	0,5134	0,5027	19,77	
78	13-A	255	280,5	19,4	25	3	0,5130	0,5053	19,03	
79	14-A	258	283,8	16,4	25	3	0,5128	0,5071	16,07	
80	15-A	233	256,3	13,8	20	3	0,5124	0,4957	24,88	
81	16-A	1480	1628,0	20,9	25	3	0,5122	0,4590	20,50	
82	17-A	218	239,8	14,5	25	3	0,5118	0,5078	14,25	
83	18-A	284	312,4	19,0	25	3	0,5115	0,5031	18,67	
84	19-A	1480	1628,0	717,9	125	11,4	0,5113	0,5028	24,32	
85	20-A	60	66,0	9,5	20	3	0,5104	0,5082	17,15	
86	21-A	257	282,7	17,3	25	3	0,5098	0,5034	17,00	
87	22-A	528	580,8	36,7	32	3	0,5069	0,4958	19,21	
88	24-A	660	226,0	182,0	63	5,8	0,5019	0,4990	24,38	
Jusevičių mikrorajonas										
Planuojamas maksimalus valandinis gamtinių dujų suvartojimas, n.m ³ /h										149,3
89	24-A	1810	1991,0	149,3	63	5,8	0,5019	0,4842	20,00	Pagrindinė gija

7.3.4. C3. Ketvirtojo modelio rezultatai

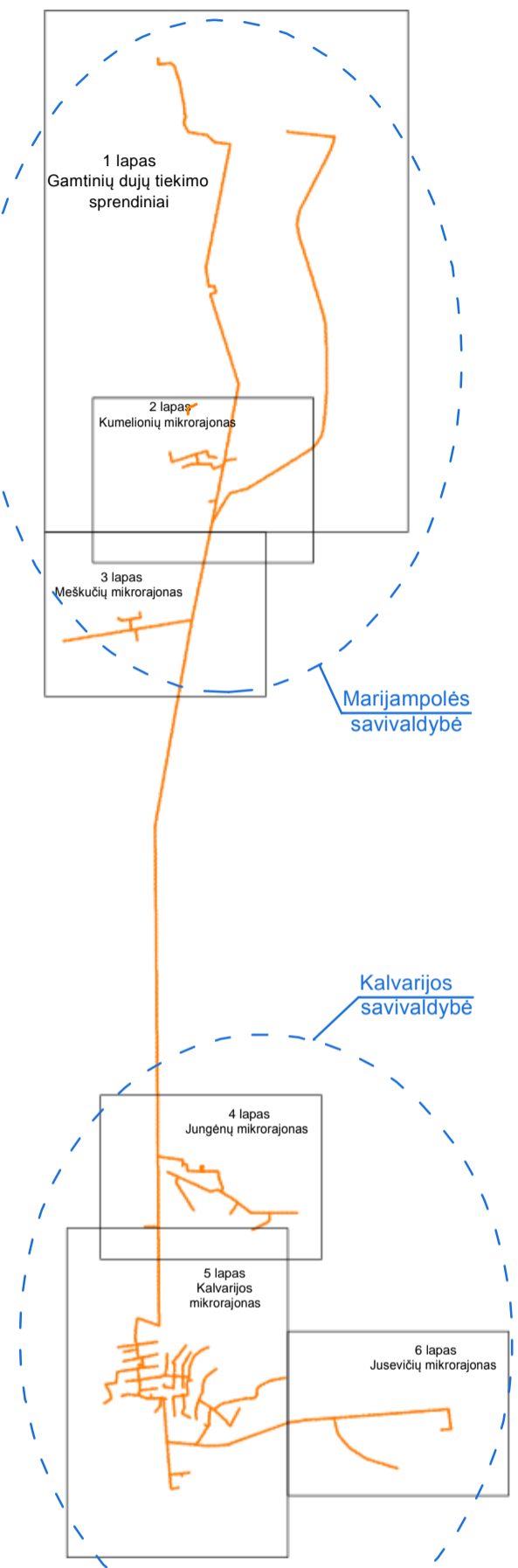
7.4 lentelė. Ketvirtojo modelio hidraulinio skaičiavimo rezultatai

SKIRSTOMASIS DUJOTIEKIS MARIJAMPOLĖ – KALVARIJA MODELIS NR.4										
Planuojamas maksimalus valandinis gamtinių dujų suvartojimas, n.m ³ /h										2606
Nr	Ruožas	<i>l</i> , m	<i>l_{sk}</i> , m	<i>Q_z</i> , n.m ³ /h	<i>d_n</i> , mm	<i>s</i> , mm	<i>p</i> , MPa		<i>v</i> , m/s	Pastabos
							Pradžia	Pabaiga		
1	1"-9	1815	19973,8	2606,0	225	15	0,5700	0,5269	24,25	Pagrindinė gija
2	9-2-A	921	1013,1	1600,0	200	18,2	0,5269	0,5246	21,15	UAB "Parama"
3	9-16	4990	5489,0	1006,0	160	14,6	0,5269	0,5113	20,81	Pagrindinė gija
4	16-2-A	1063	1169,3	1000,0	140	9,3	0,5269	0,5222	24,01	UAB „Marijampolės
5	16-24-A	5858	6443,8	6,0	20	3	0,5269	0,4250	10,83	UAB „Saerimmer“

MARIJAMPOLĖS RAJONO SKIRSTOMOJO DUJOTIEKIO TINKLAS

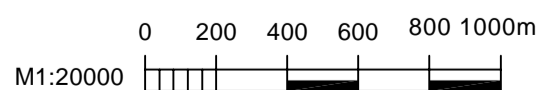


Lapų išdėstymo schema



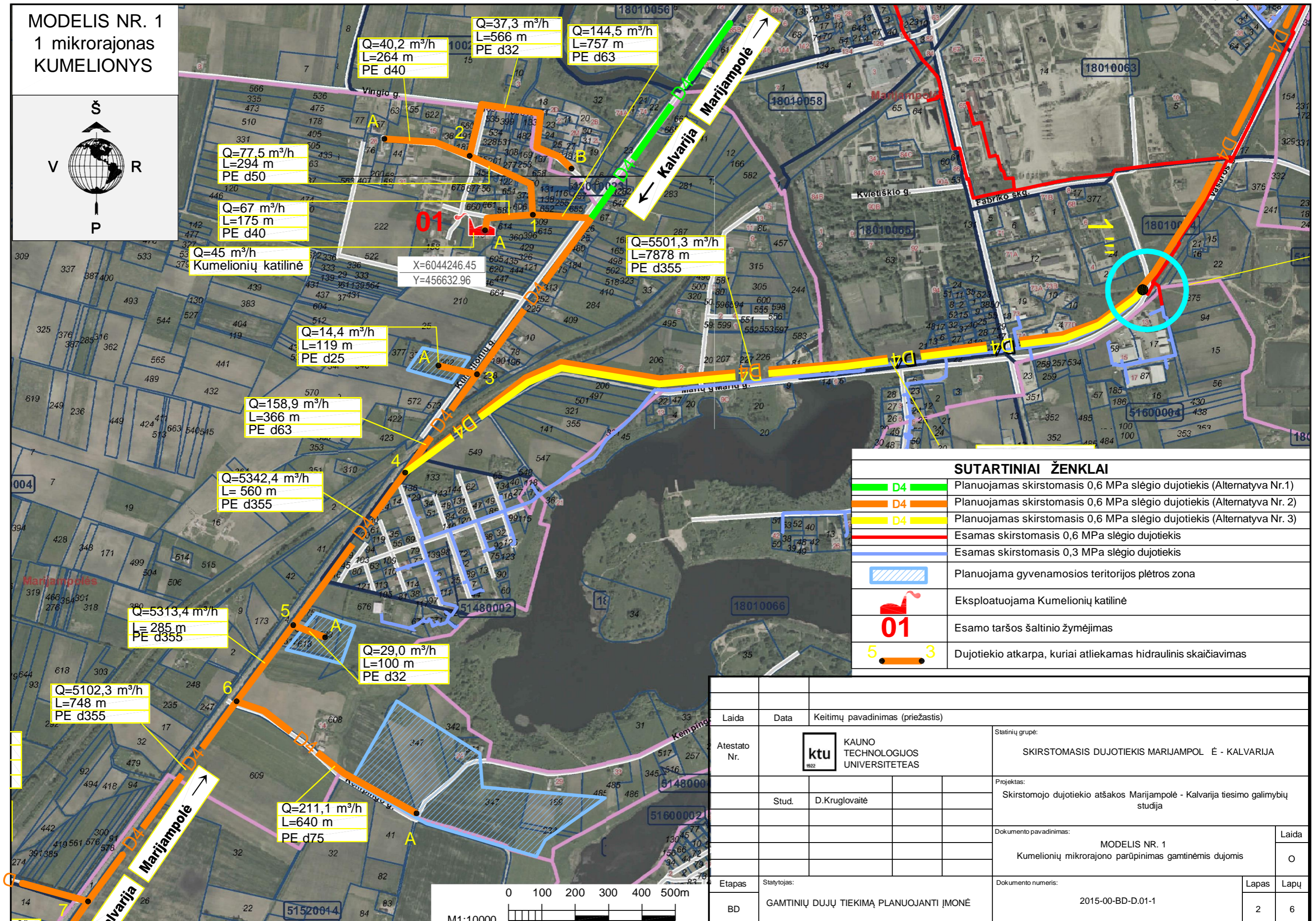
IS NR. 1
rajonas
LIONYS

SUTARTINIAI ŽENKLAI	
	Planuojamas skirstomasis 0,6 MPa slėgio dujotiekis (Alternatyva Nr. 1)
	Planuojamas skirstomasis 0,6 MPa slėgio dujotiekis (Alternatyva Nr. 2)
	Planuojamas skirstomasis 0,6 MPa slėgio dujotiekis (Alternatyva Nr. 3)
	Esamas skirstomasis 0,6 MPa slėgio dujotiekis
	Esamas skirstomasis 0,3 MPa slėgio dujotiekis
	Dujotiekio atkarpa, kuriai atliekamas hidraulinis skaičiavimas



Laida	Data	Keitimų pavadinimas (priežastis)
Atestato Nr.		KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
Statinių grupė:	SKIRSTOMASIS DUJOTIEKIS MARIJAMPOLĖ - KALVARIJA	
Projektas:	Skirstomojo dujotiekio atšakos Marijampolė - Kalvarija tiesimo galimybių studija	
Etapas	Statytojas:	Dokumento pavadinimas:
BD	GAMTINIŲ DUJŲ TIEKIMĄ PLANUOJANTI ĮMONĖ	Gamtinių dujų tiekimo sprendiniai
		Dokumento numeris:
		2015-00-BD-D.01-1
		Laida
		0
		Lapas
		1
		Lapų
		6

MODELIS NR. 1
1 mikrorajonas
KUMELIONYS



Q=77,5 m³/h
L=294 m
PE d50

Q=67 m³/h
L=175 m
PE d40

Q=45 m³/h
Kumelionių katilinė

Q=14,4 m³/h
L=119 m
PE d25

Q=158,9 m³/h
L=366 m
PE d63

Q=5342,4 m³/h
L= 560 m
PE d355

Q=5313,4 m³/h
L= 285 m
PE d355

Q=5102,3 m³/h
L=748 m
PE d355

Q=211,1 m³/h
L=640 m
PE d75

Q=29,0 m³/h
L=100 m
PE d32

Q=40,2 m³/h
L=264 m
PE d40

Q=37,3 m³/h
L=566 m
PE d32

Q=144,5 m³/h
L=757 m
PE d63

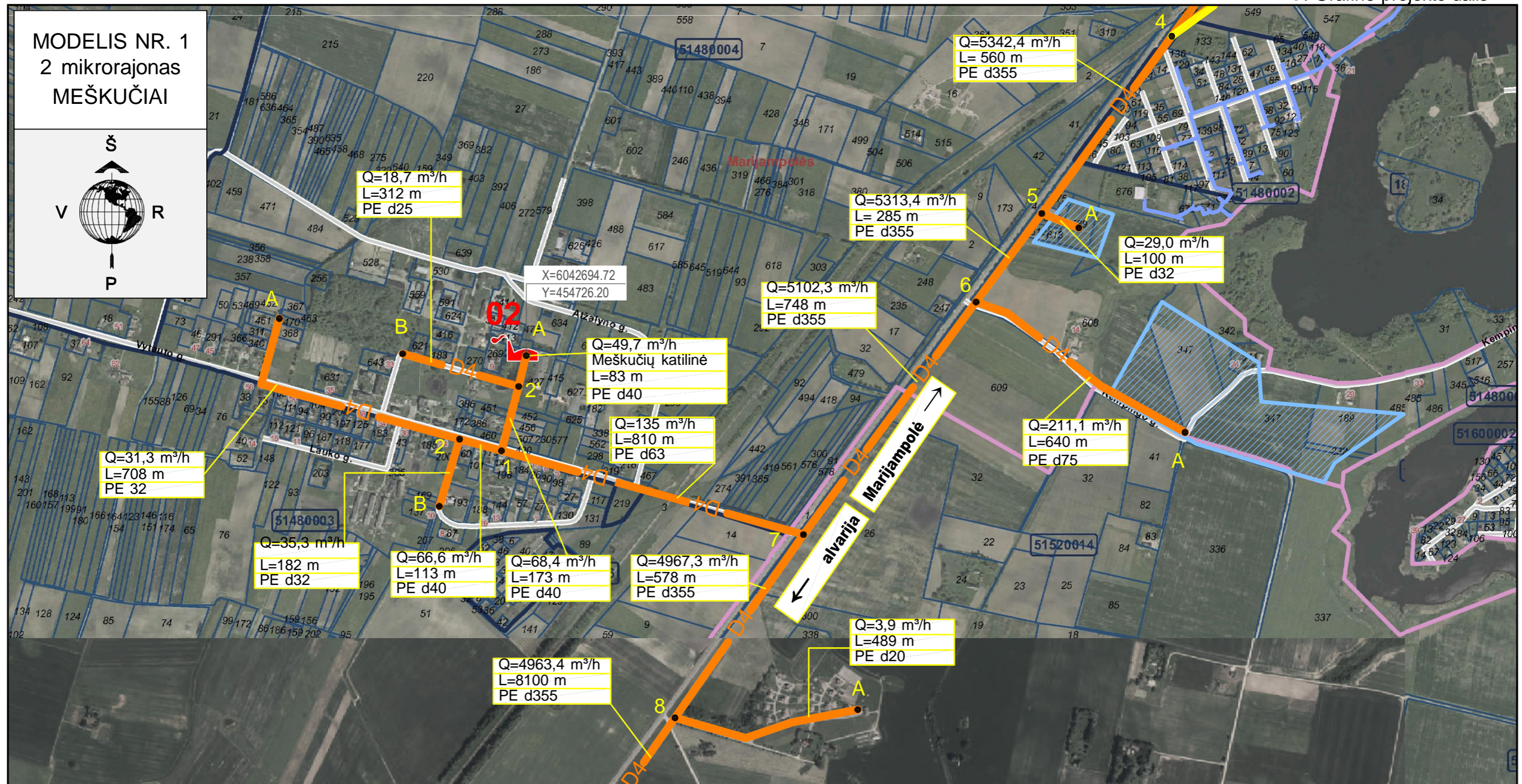
Q=5501,3 m³/h
L=7878 m
PE d355

X=6044246.45
Y=456632.96

SUTARTINIAI ŽENKLAI	
	Planuojamas skirstomasis 0,6 MPa slėgio dujotiekis (Alternatyva Nr.1)
	Planuojamas skirstomasis 0,6 MPa slėgio dujotiekis (Alternatyva Nr. 2)
	Planuojamas skirstomasis 0,6 MPa slėgio dujotiekis (Alternatyva Nr. 3)
	Esamas skirstomasis 0,6 MPa slėgio dujotiekis
	Esamas skirstomasis 0,3 MPa slėgio dujotiekis
	Planuojama gyvenamosios teritorijos plėtros zona
	Eksploatuojama Kumelionių katilinė
	Esamo taršos šaltinio žymėjimas
	Dujotiekio atkarpa, kuriai atliekamas hidraulinis skaičiavimas

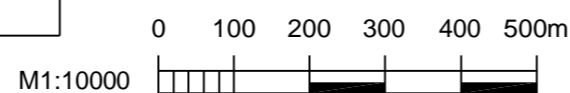
Laida	Data	Keitimų pavadinimas (priežastis)
Atestato Nr.		KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
Stud.	D.Kruglovaitė	Skirstomojo dujotiekio atšakos Marijampolė - Kalvarija tiesimo galimybių studija
Dokumento pavadinimas:	MODELIS NR. 1 Kumelionių mikrorajono parūpinimas gamtinėmis dujomis	
Laida	O	
Etapas	Statytojas:	Dokumento numeris:
BD	GAMTINIŲ DUJŲ TIEKIMĄ PLANUOJANTI ĮMONĖ	2015-00-BD-D.01-1
Lapas	2	Lapų
		6

MODELIS NR. 1
2 mikrorajonas
MEŠKUČIAI



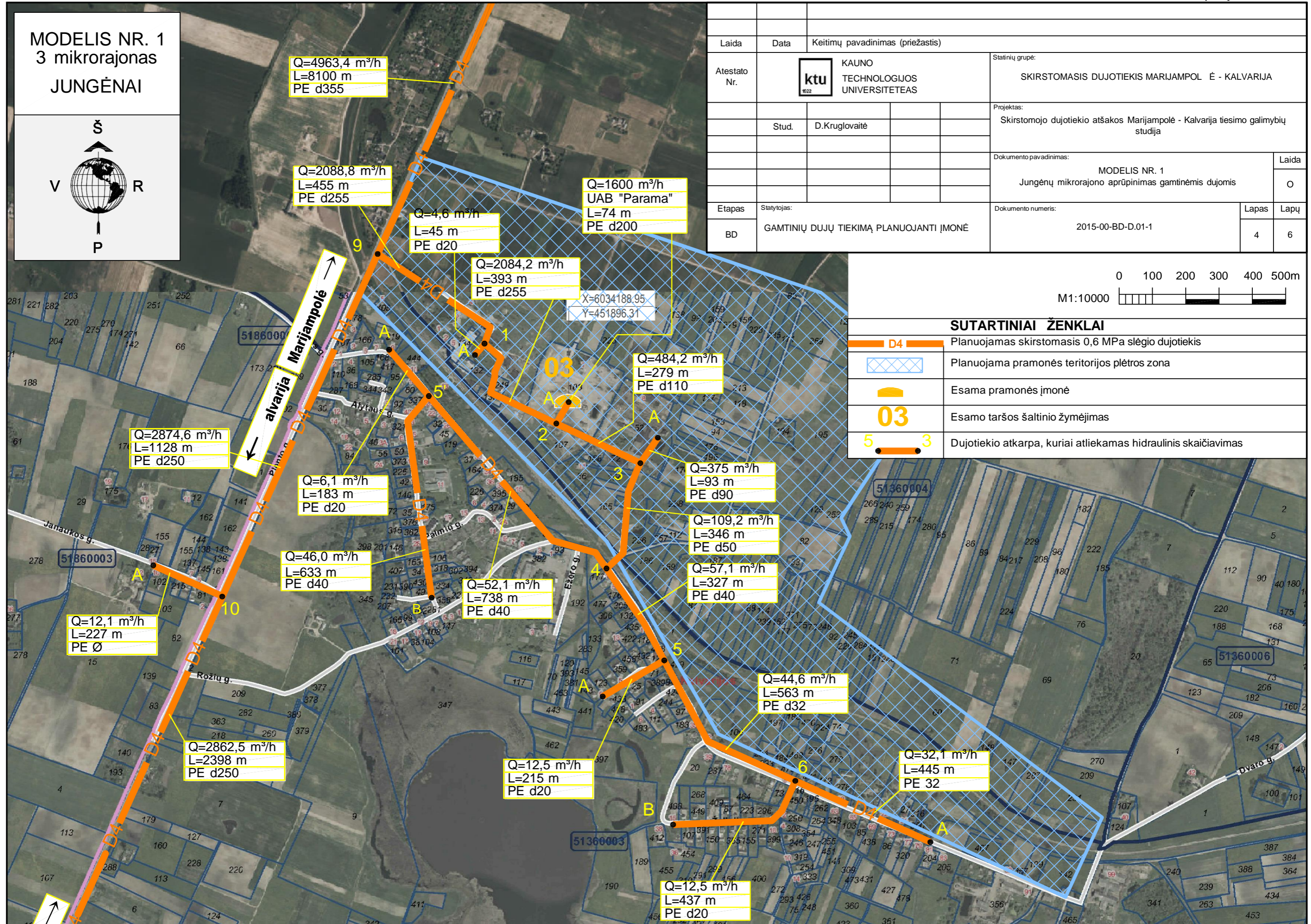
SUTARTINIAI ŽENKLAI

	Planuojamas skirstomasis 0,6 MPa slėgio dujotiekis (Alternatyva Nr. 2)
	Planuojamas skirstomasis 0,6 MPa slėgio dujotiekis (Alternatyva Nr. 3)
	Esamas skirstomasis 0,6 MPa slėgio dujotiekis
	Esamas skirstomasis 0,3 MPa slėgio dujotiekis
	Planuojama gyvenamosios teritorijos plėtros zona
	Eksploatuojama Meškučių katilinė
	Esamo taršos šaltinio žymėjimas
	Dujotiekio atkarpa, kuriai atliekamas hidraulinis skaičiavimas

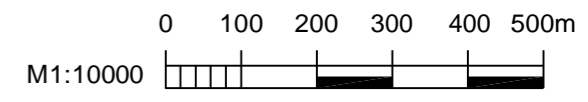


Laida	Data	Keitimų pavadinimas (priežastis)	Statinių grupė: SKIRSTOMASIS DUJOTIEKIS MARIJAMPOL Ė - KALVARIJA	
Atestato Nr.		KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS	Projektas: Skirstomojo dujotiekio atšakos Marijampolė - Kalvarija tiesimo galimybių studija	
Stud.	D.Kruglovaite		Dokumento pavadinimas: MODELIS NR. 1 Meškučių mikrorajono parūpinimas gamtinėmis dujomis	Laida O
Etapas	Statytojas: GAMTINIŲ DUJŲ TIEKIMĄ PLANUOJANTI ĮMONĖ		Dokumento numeris: 2015-00-BD-D.01-1	Lapas 3
BD				Lapų 6

MODELIS NR. 1
3 mikrorajonas
JUNGĖNAI



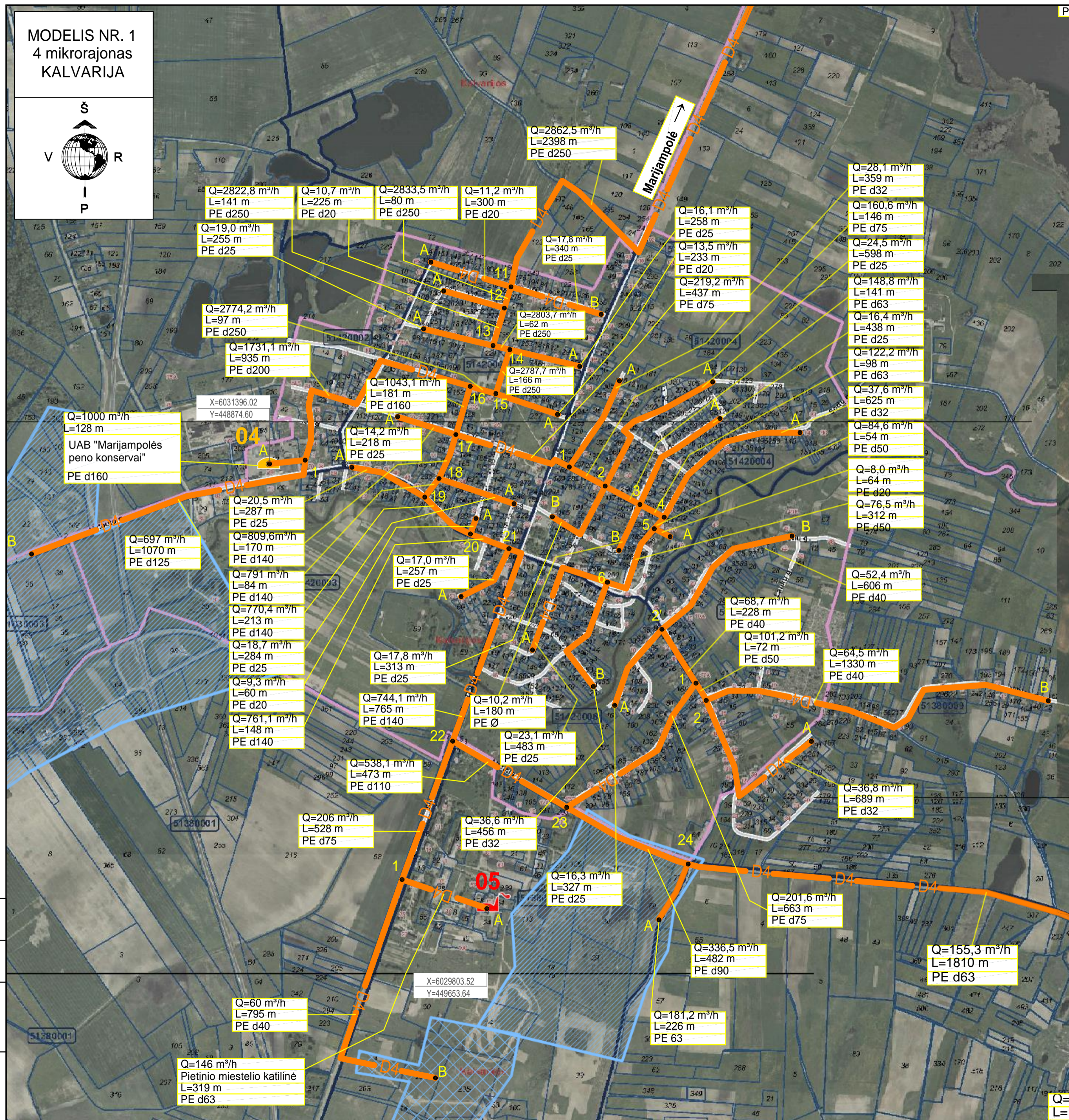
Laida	Data	Keitimų pavadinimas (priežastis)	Statinių grupė:	
Atestato Nr.	KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS		SKIRSTOMASIS DUJOTIEKIS MARIJAMPOLĖ - KALVARIJA	
Stud.	D.Kruglovaitė		Projektas: Skirstomojo dujotiekio atšakos Marijampolė - Kalvarija tiesimo galimybių studija	
Etapas	Statytojas:		Dokumento pavadinimas:	Laida
BD	GAMTINIŲ DUJŲ TIEKIMĄ PLANUOJANTI ĮMONĖ		MODELIS NR. 1 Jungėnų mikrorajono aprūpinimas gamtinėmis dujomis	O
			Dokumento numeris:	Lapas
			2015-00-BD-D.01-1	Lapų
				4 / 6



SUTARTINIAI ŽENKLAI

	D4	Planuojamas skirstomasis 0,6 MPa slėgio dujotiekis
		Planuojama pramonės teritorijos plėtros zona
		Esama pramonės įmonė
		Esamo taršos šaltinio žymėjimas
		Dujotiekio atkarpa, kuriai atliekamas hidraulinis skaičiavimas

MODELIS NR. 1
4 mikrorajonas
KALVARIJA

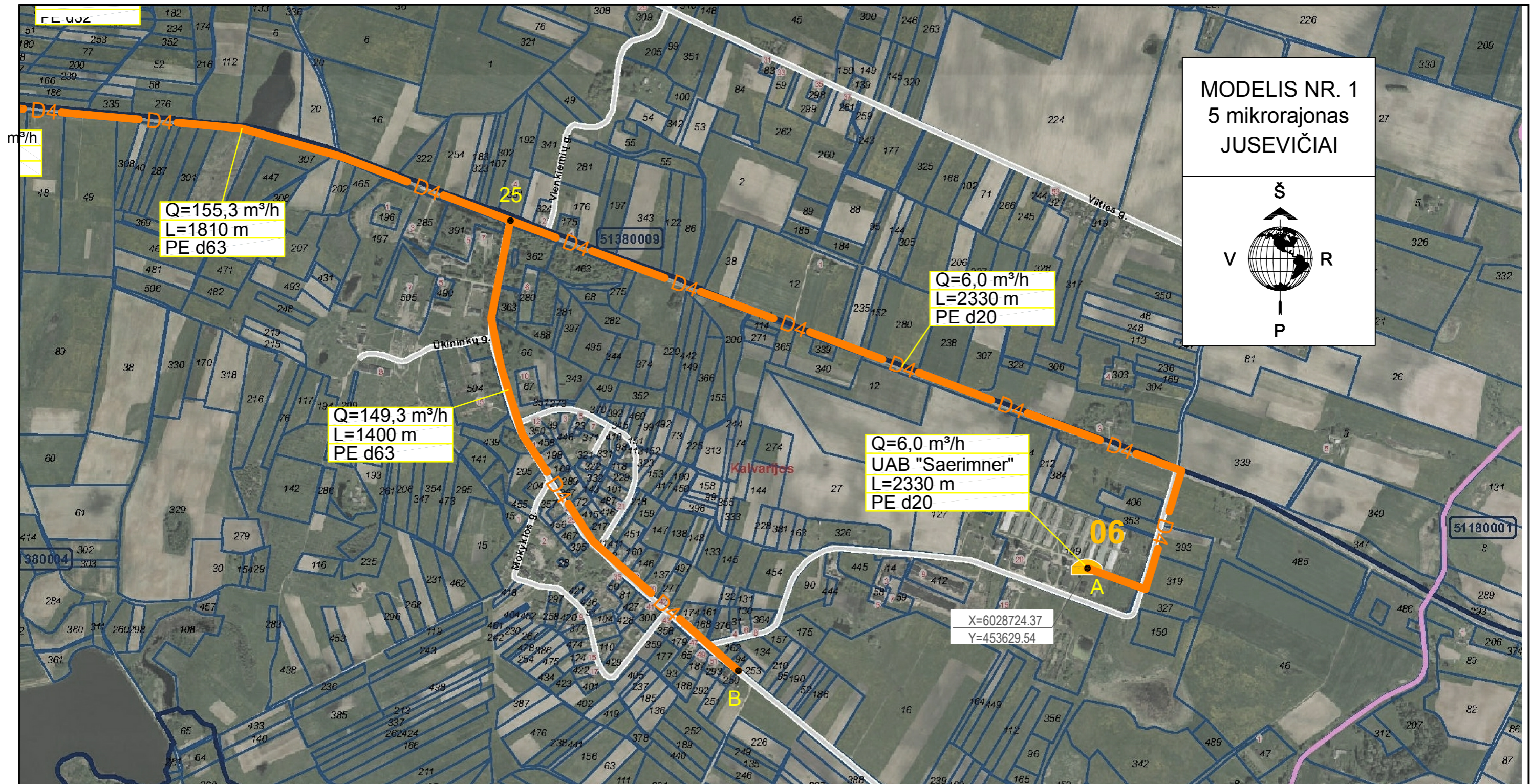


SUTARTINIAI ŽENKLAI	
	Planuojamas skirstomasis 0,6 MPa slėgio dujotiekis
	Planuojama gyvenamosios teritorijos plėtros zona
	Planuojama pramonės teritorijos plėtros zona
	Esama pramonės įmonė
	Eksploatuojama Pietinio miestelio katilinė
	Esamo taršos šaltinio žymėjimas
	Dujotiekio atkarpa, kuriai atliekamas hidraulinis skaičiavimas



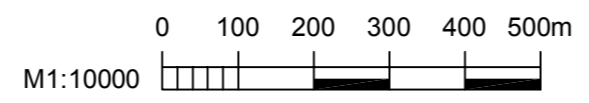
Proj. dalis	
Pavardė	
Parašas	
Data	

Laida	Data	Keitimų pavadinimas (priežastis)	
Atestato Nr.		KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS	Statinių grupė: SKIRSTOMASIS DUJOTIEKIS MARIJAMPOLĖ - KALVARIJA
Stud.	D.Kruglovaitė		Projektas: Skirstomojo dujotiekio atšakos Marijampolė - Kalvarija tiesimo galimybių studija
Etapas	Statytojas: GAMTINIŲ DUJŲ TIEKIMĄ PLANUOJANTI ĮMONĖ	Dokumento pavadinimas: MODELIS NR. 1 Kalvarijos mikrorajono aprūpinimas gamtinėmis dujomis	Laida 0
BD		Dokumento numeris: 2015-00-BD-D.01-1	Lapas 5



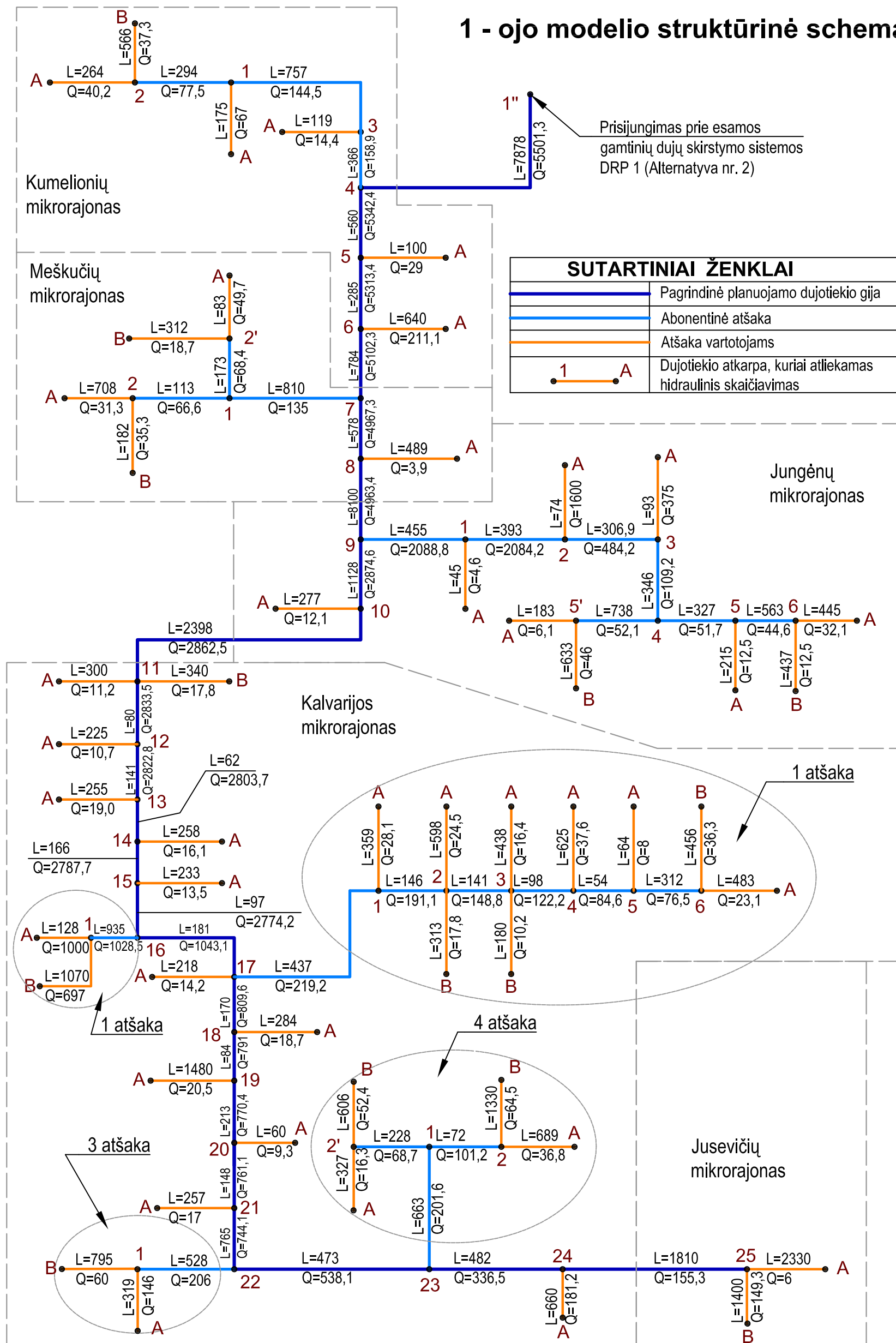
MODELIS NR. 1
5 mikrorajonas
JUSEVIČIAI

SUTARTINIAI ŽENKLAI	
	Planuojamas skirstomasis 0,6 MPa slėgio dujotiekis
	Planuojama pramonės teritorijos plėtros zona
	Esama pramonės įmonė
06	Esamo taršos šaltinio žymėjimas
5	Dujotiekio atkarpa, kuriai atliekamas hidraulinis skaičiavimas



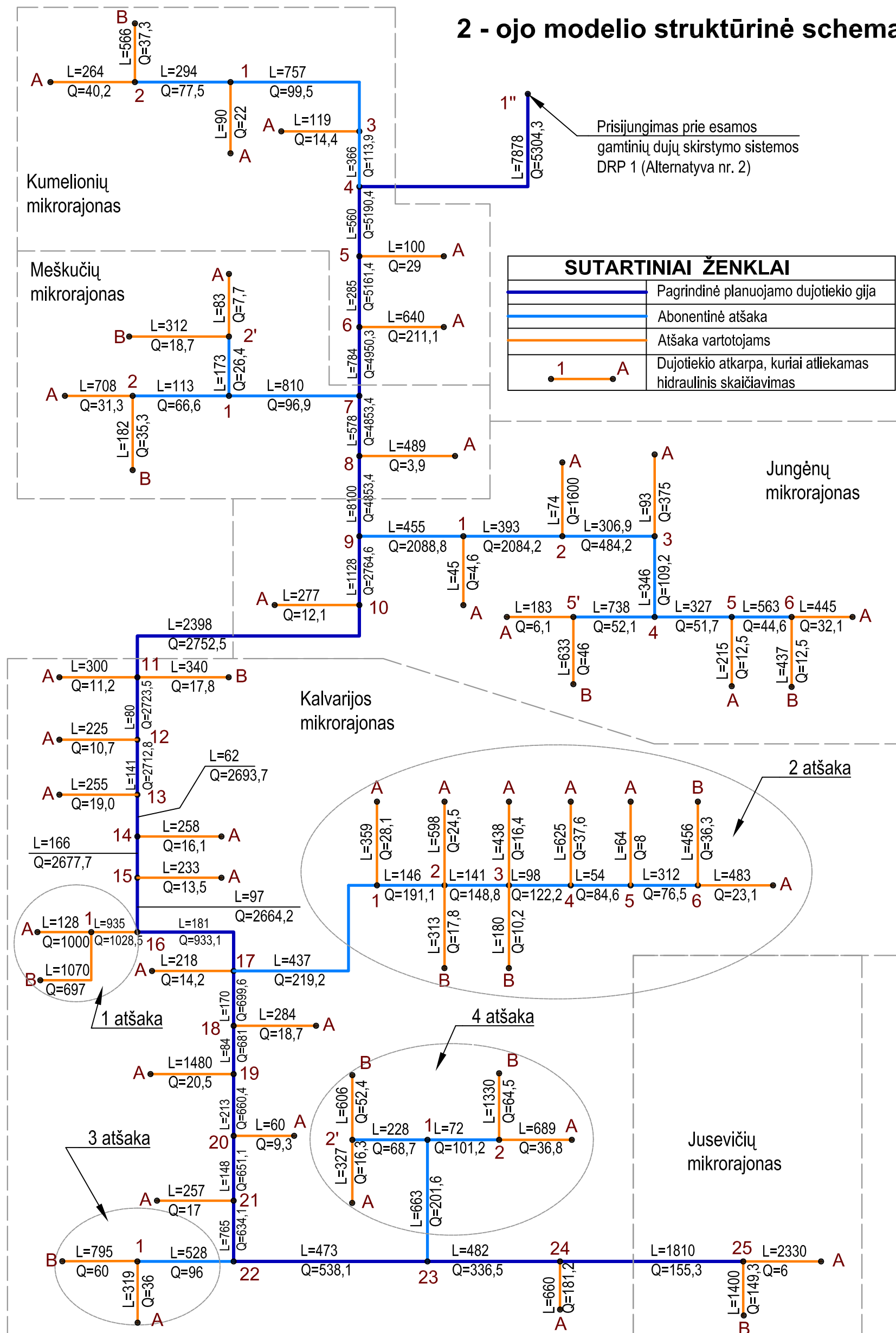
Laida	Data	Keitimų pavadinimas (priežastis)	
Atestato Nr.		KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS	
Stud.	D.Kruglovaitė	Statinių grupė: SKIRSTOMASIS DUJOTIEKIS MARIJAMPOL Ė - KALVARIJA	
Etapas	Statytojas:	Projektas: Skirstomojo dujotiekio atšakos Marijampolė - Kalvarija tiesimo galimybių studija	
BD	GAMTINIŲ DUJŲ TIEKIMĄ PLANUOJANTI ĮMONĖ	Dokumento pavadinimas: MODELIS NR. 1 Jusevičių mikrorajono aprūpinimas gamtinėmis dujomis	
		Dokumento numeris: 2015-00-BD-D.01-1	Laida O
		Lapas 6	Lapų 6

1 - ojo modelio struktūrinė schema



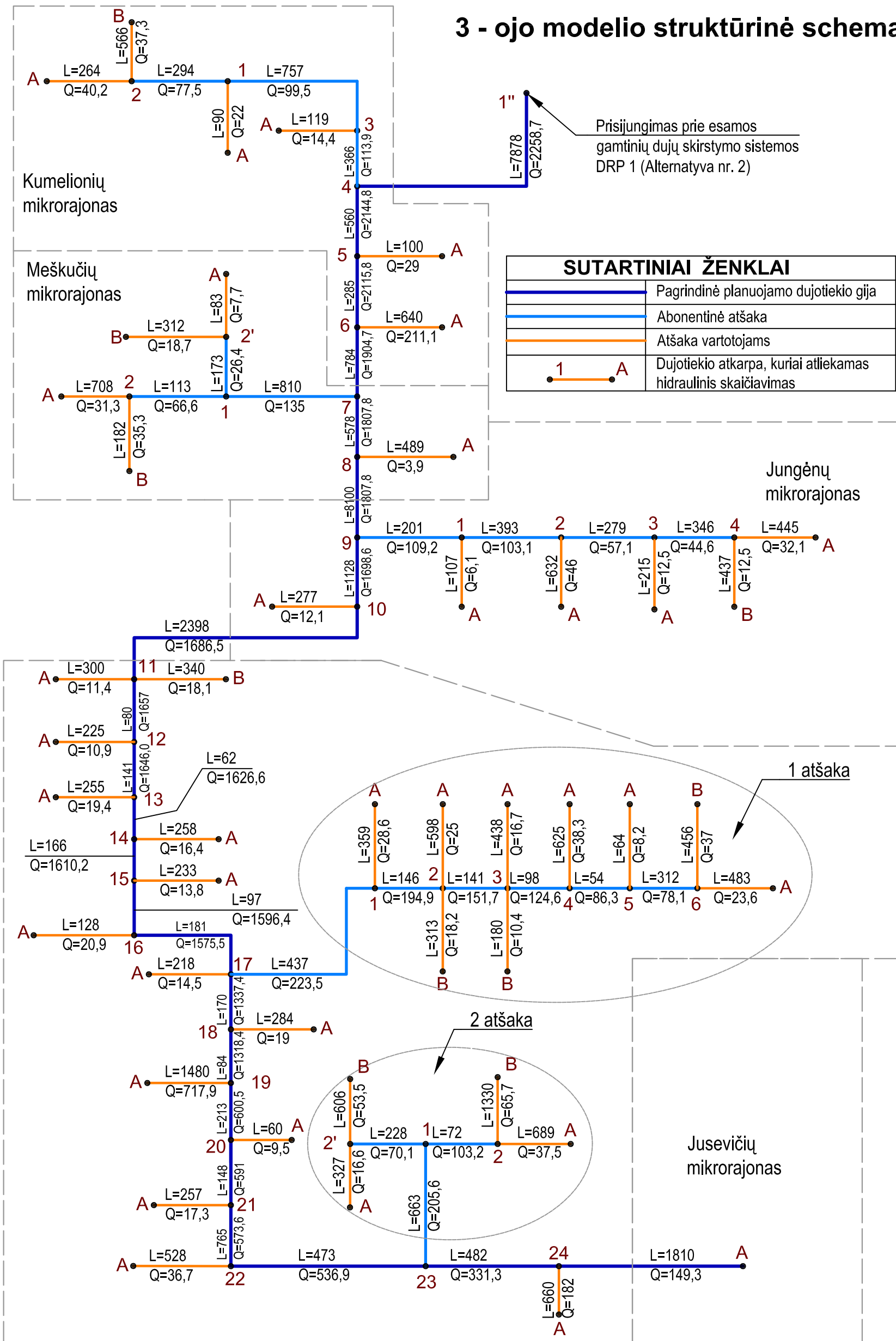
Pastaba: schemoje dujotiekio atkarpų ilgiai L duoti metrais, o maksimalus valandinis gamtinių dujų suvartojimas Q - n.m³.

2 - ojo modelio struktūrinė schema



Pastaba: schemoje dujotiekio atkarpų ilgiai L duoti metrais, o maksimalus valandinis gamtinių dujų suvartojimas Q - n.m³.

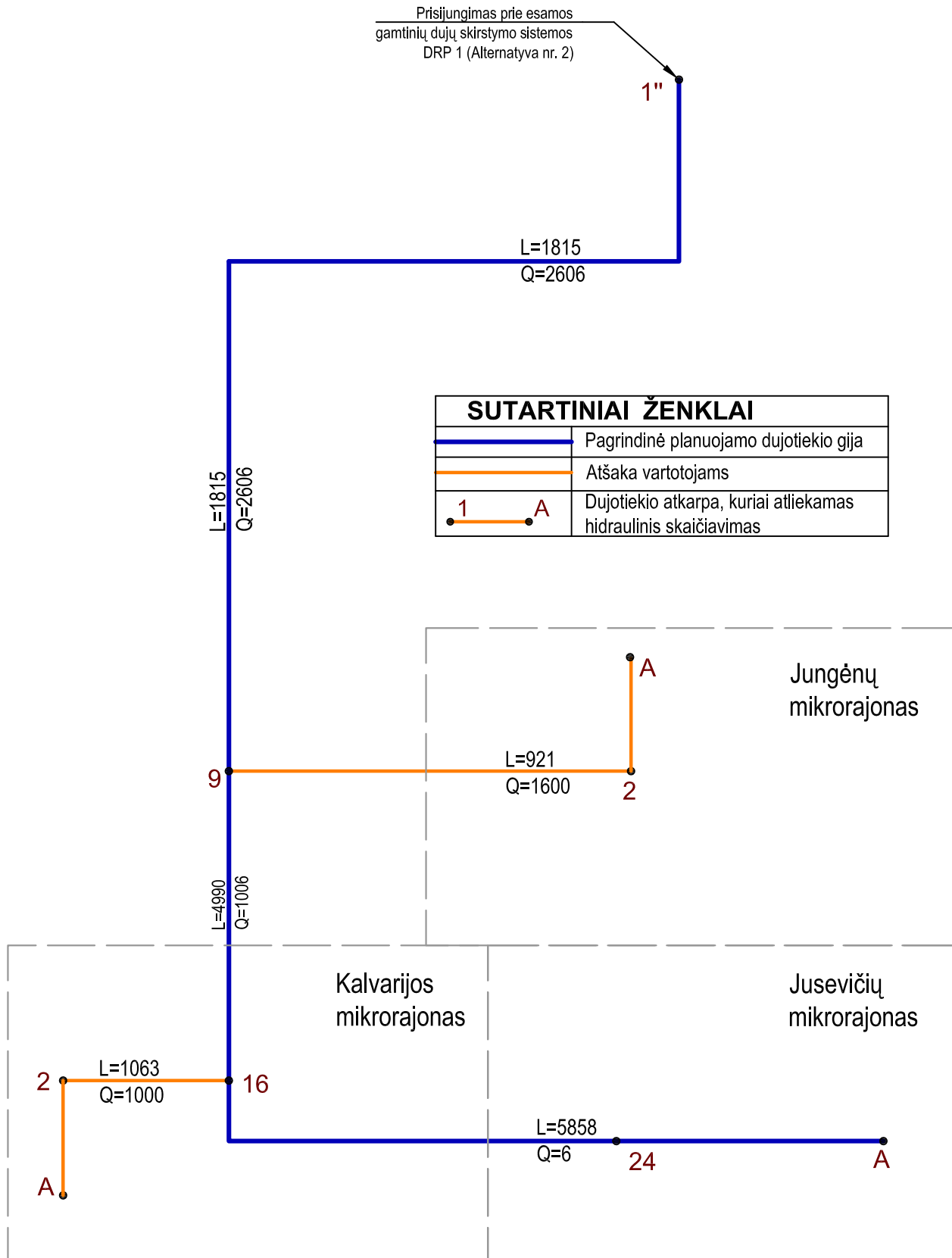
3 - ojo modelio struktūrinė schema



SUTARTINIAI ŽENKLAI	
	Pagrindinė planuojamo dujotiekio gija
	Abonentinė atšaka
	Atšaka vartotojams
	Dujotiekio atkarpa, kuriai atliekamas hidraulinis skaičiavimas

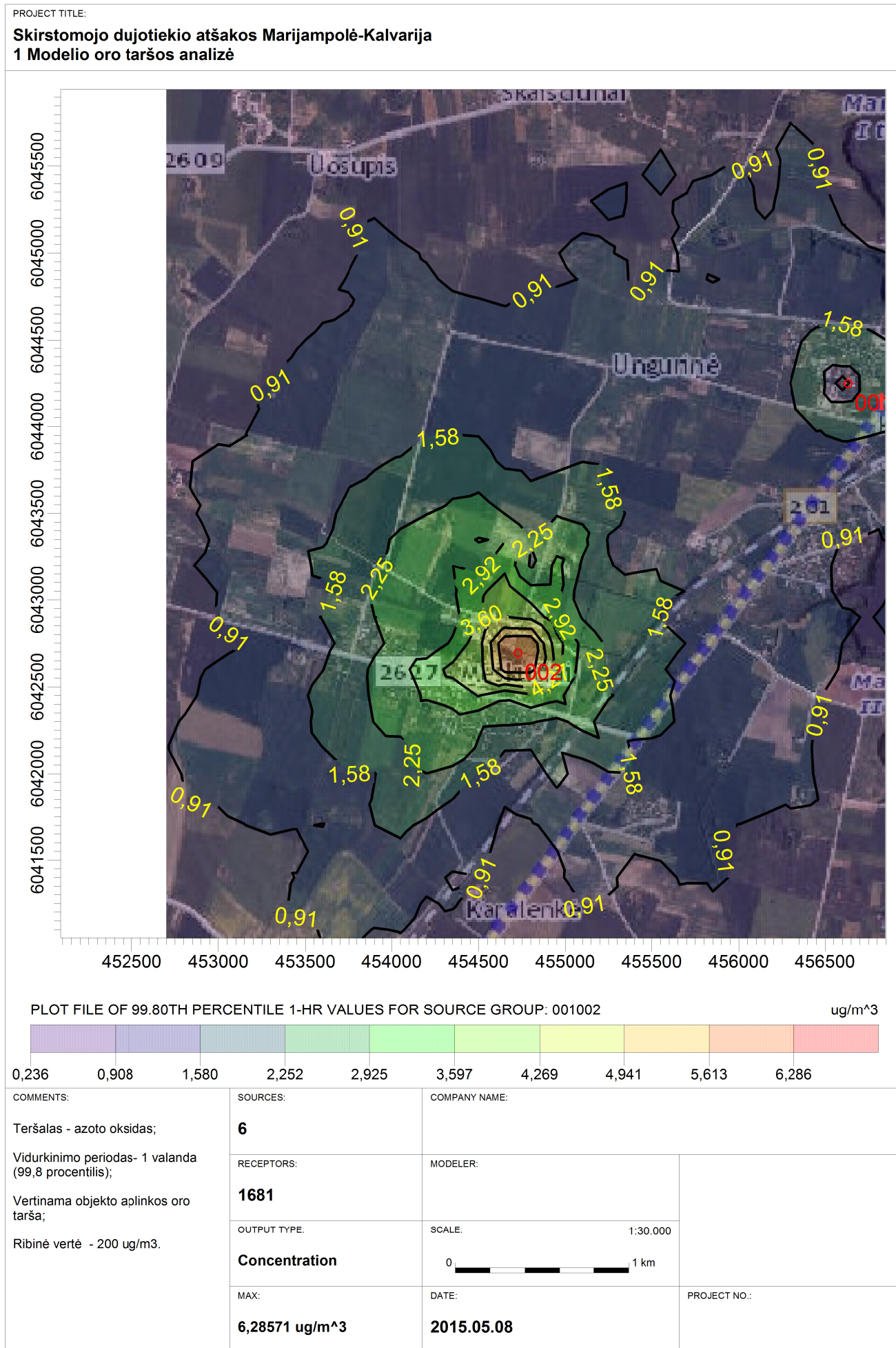
Pastaba: schemoje dujotiekio atkarpų ilgiai L duoti metrais, o maksimalus valandinis gamtinių dujų suvartojimas Q - n.m³.

4 - ojo modelio struktūrinė schema



Pastaba: schemoje dujotiekio atkarpų ilgiai L duoti metrais, o maksimalus valandinis gamtinių dujų suvartojimas Q - n.m³.

7.5. E PRIEDAS. Taršos sklaidos modeliavimas

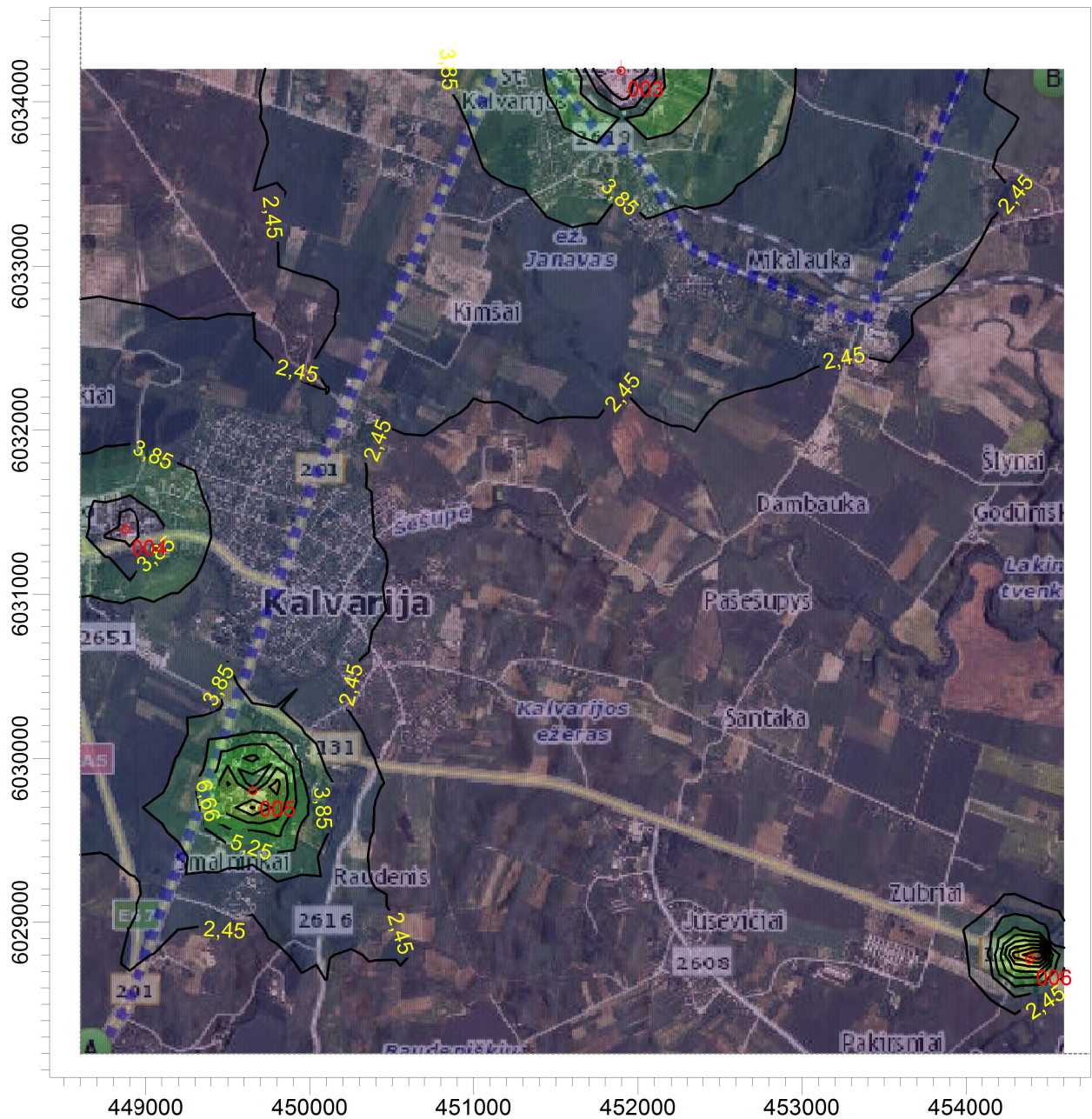


AERMOD View - Lakes Environmental Software

7.3 pav. Aplinkos oro taršos azoto oksidais sklaidos modeliavimas Marijampolės rajono savivaldybės teritorijoje: 001 – Kumelionių katilinė; 002 – Meškučių katilinė

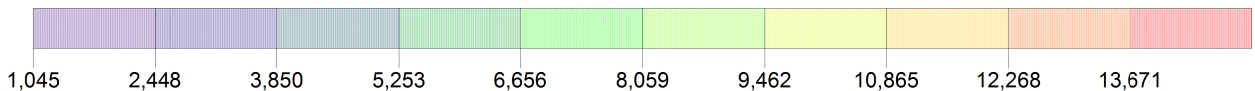
PROJECT TITLE:

**Skirstomojo dujotiekio atšakos Marijampolė-Kalvarija
1 Modelio oro taršos analizė**



PLOT FILE OF 99.80TH PERCENTILE 1-HR VALUES FOR SOURCE GROUP: 003006

ug/m³



<p>COMMENTS:</p> <p>Teršalas - azoto oksidas;</p> <p>Vidurkinimo periodas- 1 valanda (99,8 procentilis);</p> <p>Vertinama objekto aplinkos oro tarša;</p> <p>Ribinė vertė - 200 ug/m³.</p>	<p>SOURCES:</p> <p>6</p>	<p>COMPANY NAME:</p>		
	<p>RECEPTORS:</p> <p>1681</p>	<p>MODELER:</p>		
	<p>OUTPUT TYPE:</p> <p>Concentration</p>	<p>SCALE:</p> <p>1:40.000</p>		
	<p>MAX:</p> <p>13,67102 ug/m³</p>	<p>DATE:</p> <p>2015.05.08</p>	<p>PROJECT NO.:</p>	

AERMOD View - Lakes Environmental Software

7.5 pav. Aplinkos oro taršos azoto oksidais sklaidos modeliavimas Kalvarijos rajono savivaldybės teritorijoje: 003 – UAB „Parama“; 004 – UAB „Marijampolės pieno konservai“; 005 – pietinio miestelio katilinė; 006 - UAB „Saerimmer“.

7.6. F PRIEDAS. Ekonominio skaičiavimo rezultatai

7.5 lentelė. Pirmojo modelio ekonominio skaičiavimo rezultatai

Metai	Investicijos, eur	Amortizacija, eur	Kuro kaina, eur	Metinis dujų suvartojimas	Bendros eksploatacinės išlaidos, eur	Bendros investicijos, eur	Pajamos, eur	Diskonto koeficientas	Diskontuotos bendros investicijos, eur	Diskontuotos pajamos, eur
0	4691928,80					4691928,80		1,0000	4691928,80	
1	4728074,08	316780,96	2315472,72	9647803,00	2632253,68	7360327,76	28280,53	0,9524	7009976,16	26934,37
2	4764219,36	319202,70	2391153,91	9963141,29	2710356,61	7474575,97	168246,75	0,9070	6779440,40	152599,81
3	4800364,64	321624,43	2466835,10	10278479,57	2788459,53	7588824,17	308212,98	0,8638	6555226,32	266234,38
4	4836509,92	324046,16	2542516,29	10593817,86	2866562,45	7703072,37	448179,21	0,8227	6337317,64	368717,04
5	4872655,20	326467,90	2618197,47	10909156,14	2944665,37	7817320,57	588145,44	0,7835	6124870,67	460811,95
6	4908800,48	328889,63	2693878,66	11224494,43	3022768,30	7931568,78	728111,67	0,7462	5918536,62	543316,93
7	4944945,76	331311,37	2769559,85	11539832,71	3100871,22	8045816,98	868077,90	0,7107	5718162,13	616942,96
8	4981091,04	333733,10	2845241,04	11855171,00	3178974,14	8160065,18	1008044,13	0,6768	5522732,11	682244,27
9	5017236,32	336154,83	2920922,23	12170509,29	3257077,06	8274313,38	1148010,36	0,6446	5333622,41	740007,48
10	5053381,60	338576,57	2996603,42	12485847,57	3335179,98	8388561,58	1287976,58	0,6139	5149737,96	790688,83
11	5089526,88	340998,30	3072284,61	12801185,86	3413282,91	8502809,79	1427942,81	0,5847	4971592,88	834918,16
12	5125672,16	343420,03	3147965,79	13116524,14	3491385,83	8617057,99	1567909,04	0,5568	4797977,89	873011,75
13	5161817,44	345841,77	3223646,98	13431862,43	3569488,75	8731306,19	1707875,27	0,5303	4630211,67	905686,26
14	5197962,72	348263,50	3299328,17	13747200,71	3647591,67	8845554,39	1847841,50	0,5051	4467889,52	933344,74
15	5234108,00	350685,24	3375009,36	14062539,00	3725694,60	8959802,60	1987807,73	0,4810	4309665,05	956135,52