



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
MECHANIKOS INŽINERIJOS IR DIZAINO FAKULTETAS

Vitalij Lavruvjanec

**ŠILUMOS TIEKIMO IGNALINOS AE OBJEKTAMS VARIANTŲ
TECHNINIS EKONOMINIS ĮVERTINIMAS**

Baigiamasis magistro projektas

Vadovas

Doc. dr. Juozas Gudzinskas

Kaunas 2018



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
MECHANIKOS INŽINERIJOS IR DIZAINO FAKULTETAS

**ŠILUMOS TIEKIMO IGNALINOS AE OBJEKTAMS VARIANTŲ
TECHNINIS EKONOMINIS ĮVERTINIMAS**

Baigiamasis magistro projektas
Termoinžinerija (kodas 621E30001)

Vadovas

Doc. dr. Juozas Gudzinskas

Recenzentas

Prof. Gintautas Miliauskas

Projektą atliko

Vitalij Lavruvjanec

Kaunas 2018



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
MECHANIKOS INŽINERIJOS IR DIZAINO FAKULTETAS

(Fakultetas)

Vitalij Lavruvjanec

(Studento vardas, pavardė)

Termininžinerija, 621E30001

(Studijų programos pavadinimas, kodas)

„Šilumos tiekimo Ignalinos AE objektams variantų techninis ekonominis įvertinimas“

AKADEMINIO SAŽINGUMO DEKLARACIJA

20 18 m. gegužės 31 d.
Kaunas

Patvirtinu, kad mano, **Vitalijaus Lavruvjanec**, baigiamasis projektas tema „Šilumos tiekimo Ignalinos AE objektams variantų techninis ekonominis įvertinimas“ yra parašytas visiškai savarankiškai ir 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)



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

Studijų programa **.Termoinžinerija** 621E30001

MAGISTRANTŪROS STUDIJŲ BAIGIAMOJO PROJEKTO UŽDUOTIS

Studentui **Vitalij Lavruvjanec**

1. Baigiamojo projekto tema

Šilumos tiekimo Ignalinos AE objektams variantų techninis ekonominis įvertinimas/ Technical Economic Evaluation of Heat Supply Options to the Facilities of Ignalina Nuclear Power Plant (INPP)

Patvirtinta 2018 m. balandžio 12 d. dekanų potvarkiu Nr. V25-11-6.

2. Projekto tikslas ir uždaviniai

Metai iš metų mažėjant IAE šilumos poreikiams šildymui, įvertinti, koks racionalus šilumos tiekimo būdas iš VI „Visagino energija“ turėtų būti perspektyvoje. Įvertinti galimus šilumos tiekimo būdus - panaudojant esamą termofikacinio vandens tiekimo magistralę, naujos biokuro katilinės statybą netoli IAE teritorijos, išnaudoti esamą IAE garo katilinę.

3. Pradiniai Projekto duomenys

Realūs esami bei perspektyviniai IAE šilumos poreikiai.

4. Pagrindiniai reikalavimai ir sąlygos

Baigiamąjį projektą atlikti, prisilaikant galiojančių norminių aktų projektavimo ir eksploatacijos reikalavimų termoinžinerijos srityje.

5. Projekto aprašomosios dalies struktūra

Esamos šilumos tiekimo IAE situacijos įvertinimas; esamos termofikacinio vandens tiekimo magistralinio vamzdžio eksploatacijos perspektyvos vertinimas; vietinio šilumos gamybos šaltinio įrengimo racionalumo įvertinimas; galimų variantų techninių ekonominių rodiklių įvertinimas ir išvados.

6. Grafinės Projekto dalies sudėtis

Pateikta grafinė dalis turi pilnai atspindėti BP esmę.

7. Projekto konsultantai - nėra numatyti.

Magistrantas: Vitalij Lavruvjanec..... 2018-02-05.....
(vardas, pavardė, parašas, data)

Projekto vadovas..... Juozas Gudzinskas..... 2018-02-05.....
(vardas, pavardė, parašas, data)

Krypties studijų programos vadovas..... Algimantas Balčius..... 2018-02-05.....
(vardas, pavardė, parašas, data)

Turinys

Įvadas	10
1. Šilumos tiekimas Valstybės Įmonei Ignalinos atominės elektrinės objektams	11
1.1. Visagino savivaldybėje veikiančių šilumos gamintojų analizė.....	11
1.2. Klimatologiniai VĮ „Ignalinos atominės elektrinės vietovės duomenų analizė“	18
1.3. VĮ „Ignalinos atominės elektrinės“ pastatų šilumos sąnaudų duomenų analizė.....	22
2. Šilumos tiekimo magistralinių tinklų optimalaus rekonstrukcijos varianto pasirinkimas	24
2.1. Vamzdynų skersmens parinkimas.....	27
2.2. Šilumos nuostolių analizė	29
2.2.1. Antžeminiu būdu paklotų vamzdynų šilumos nuostolių analizė	30
2.2.2. Bekanaliu būdu paklotų vamzdynų šilumos nuostolių analizė.....	31
2.3. Šilumos tiekimo magistralinių tinklų rekonstrukcijos ekonominė analizė	35
2.3.1. Šilumos tiekimo magistralinių tinklų klojimas antžeminiu būdu.....	35
2.3.1. Šilumos tiekimo magistralinių tinklų klojimas bekanaliu būdu.....	36
2.4. Šilumos tiekimo magistralinių tinklų modernizavimo analizė.....	37
3. Vietiniu šilumos gamybos šaltiniu naudojimas	38
3.1. Šilumos tiekimas iš esamos garo katilinės	39
3.2. Biokuro katilo įrengimas.....	41
3.2.1. Kieto kuro ardyninė pakura	41
3.2.2. Dūmų kondensacinis ekonomizeris	42
3.2.3. Investicijų poreikis biokuro katilo įrengimui	43
4. Šilumos tiekimo IAE objektams variantų ekonominis įvertinimas	45
4.1. Investicijų išlaidos.....	47
4.1. Techniniai ir teisiniai projektų įgyvendinimo apribojimai	47
Išvados	50
Literatūros sąrašas	51

Paveikslų sąrašas

- 1 pav. Šilumos tinklų ortofotografija
- 2 pav. Magistralinių šilumos tinklų nuo ŠP-1 iki ŠP-20 schema
- 3 pav. VĮ „Visagino energija“ šiluminė katilinė
- 4 pav. Magistralinių šilumos tinklų nuo ŠP-2 iki ŠP-8 schema
- 5 pav. Visagino CŠT sistema su geografiniu šilumos gamybos šaltinių ir vartotojų išdėstymu
- 6 pav. Dienolaipsnių skaičius atskirais šildymo sezonais
- 7 pav. VĮ IAE Maksimali skaičiuotina galia skirtingais šildymo sezonais
- 8 pav. Visagino miesto vartotojų skaičiuotina galia skirtingais šildymo sezonais
- 9 pav. Prognozuojamas šilumos energijos poreikis 2018-2038m.
- 10 pav. Antžeminiu būdu paklotos šilumos tiekimo vamzdynai
- 11 pav. Požeminių bekanalių būdu paklotos šilumos tiekimo vamzdynai
- 12 pav. Apibendrinti šilumos nuostoliai
- 13 pav. Atstumas tarp judamųjų atramų
- 14 pav. Trasos rekonstrukcijos išlaidos, klojant magistralinius tinklus
- 15 pav. VĮ IAE garo katilinė
- 16 pav. Surenkamas plokštelinis šilumokaitis
- 17 pav. Kūrykla su ardynu, sudarytu iš stacionarios dalies ir judamosios pasvirusios dalies
- 18 pav. Dūmų kondensacinis ekonomaizeris
- 13 pav. Visagino savivaldybės šilumos kainos kintamumas
- 14 pav. Įvairių variantų rekonstrukcijos išlaidos

Lentelių sąrašas

- 1 lentelė. Magistralinio vamzdyno nuo mazgo M-4 iki šilumos punkto ŠP-20 kontrolinių taškų aukščiai
- 2 lentelė. Šilumos vartotojų poreikiai
- 3 lentelė. Visagino savivaldybėje veiklą vykdančios šilumos gamintojai
- 4 lentelė. Klimatologiniai duomenys atskirais šildymo sezonais
- 5 lentelė. Šilumos sąnaudų IAE atskirais kalendoriniais metais palyginimas
- 6 lentelė. Pagrindiniai šilumos gamybos ir tiekimo rodikliai
- 7 lentelė. Pagrindiniai šilumos tinklų hidrauliniai duomenys
- 8 lentelė. Slėgiai šilumos punkte ŠP- 1, mazge M- 4 ir šilumos punkte ŠP- 20 skirtingiems parinktiems vamzdynų skersmenims
- 9 lentelė. Antžeminiu būdu paklotų vamzdynų skaičiuotini šilumos nuostoliai per vamzdynų paviršius
- 10 lentelė. Bekanaliu būdu (po žeme) paklotų vamzdynų skaičiuotini šilumos nuostoliai per vamzdynų paviršius
- 11 lentelė. Apibendrinti šilumos nuostoliai
- 12 lentelė. Trastos rekonstrukcijos išlaidos, klojant magistralinius tinklus antžeminiu būdu
- 13 lentelė. Trastos rekonstrukcijos išlaidos, klojant magistralinius tinklus požeminiu bekanaliu būdu
- 14 lentelė. Santykiniai šilumokaičio įrengimo kaštai

Lavruvjanec, Vitalij. Šilumos Tiekimo Ignalinos AE Objektams Variantų Techninis Ekonominis Įvertinimas. *Magistro* baigiamasis projektas / vadovas doc. dr. Juozas Gudzinskas; Kauno technologijos universitetas, mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas.

Studijų kryptis ir sritis: Energijos inžinerija (E13), Inžinerijos mokslai (E).

Reikšminiai žodžiai: IAE, šiluminė trasa, šilumos nuostoliai, šilumnešis, biokuras, vamzdynas.

Kaunas, 2018. 52 p.

SANTRAUKA

Magistriniame baigiamajame darbe nagrinėti šilumos teikimo Ignalinos atominės elektrinės objektams variantų techniniai ir ekonominiai aspektai. Analizuoti šilumos tiekimo gerinimo būdai, ištirti kuriuo būdu paklota šiluminė trasa, atvirame ore ar įrengta bekanaliu būdu patirs mažiausiai šilumos nuostolių. Ištirti kiti šilumos tiekimo variantai, esamos katilinės rekonstrukcija ir naujos biokuro katilinės statyba.

Baigiamąjį projektą sudaro 4 skyriai. Pirmajame skyriuje išanalizuota esama situacija ir įvertinti vietovės klimatologiniai duomenys. Antrajame skyriuje atlikti nuostolių skaičiavimai ir analizuojamas optimaliausias trasos rekonstrukcijos variantas. Trečiajame skyriuje nagrinėjamos esamos garo katilinės rekonstrukcija ir naujos biokuro katilinės statyba. Ketvirtame skyriuje atliekamas šilumos tiekimo IAE objektams techninis - ekonominis įvertinimas.

Rekonstrukcijos variantų palyginimas parodė, kad ekonominiu požiūriu esamos trasos rekonstrukcija, panaudojant esančias atramas, yra pigesnė alternatyva palyginti su požeminės trasos įrengimu arba esamos katilinės rekonstrukcija arba naujos biokuro katilinės statyba.

Lavruvjanec, Vitalij. Technical Economic Evaluation of Heat Supply Options to the Facilities of Ignalina Nuclear Power Plant (INPP): *Master's* Final Degree Project / supervisor assoc. prof. Juozas Gudzinskas. The Faculty of Mechanical Engineering and Design Kaunas University of Technology.

Study field and area (study field group): Power Engineering (E13), Engineering Sciences (E).

Key words: INPP, district heating, heating, biomass fuel, pipeline.

Kaunas, 2018. 52 p.

SUMMARY

One of the key points of the Master's thesis is to analyse (examine) engineering and economic aspects of heat supply options to the Facilities of Ignalina Nuclear Power Plant. Moreover, such factors as means of improving the heat supply are analysed, the ways of pipe laying are examined. Is it on open air or implementation of trenchless method will lead to the minimal heat losses. Other means of heat supply are examined, i.e. updating of the existing boiler house and construction of a new boiler house using biomass fuel.

The Master's thesis consists of 4 sections. The first section describes the analysis of the current situation and evaluation of climatological data of the region. Loss estimates and analysis of the best option to modernise the pipeline are provided in the second section. The third section describes analysis of modernisation of the existing boiler house and construction of the new boiler house using biomass fuel. The fourth section provides the economic evaluation of heat supply to the Facilities of INPP.

A comparison of updating options showed that from the commercial view it is more cost effective to update the existing pipeline using the same supporting piers rather than to implement underground piping or to modernise the existing boiler house or to construct the new boiler house using biomass fuel.

IVADAS

VĮ „Ignalinos atominė elektrinė“ iki 2009 m. buvo pagrindinis IAE ir Visagino savivaldybės centralizuoto šilumos tiekimo šaltinis bei pagrindinis elektros energijos gamybos šaltinis Lietuvai. IAE nutraukus eksploataciją, ji tapo ne šilumos gamintoju, o šilumos ir elektros energijos vartotoju. Iki branduolinio kuro iškrovimo ir pašalinimo patalpose su radiacinę saugą užtikrinančiomis sistemomis taip pat ir kita įranga būtina palaikyti reglamentuotas ir higienos normose nustatytas temperatūras.

Darbo tikslas: atlikti šilumos tiekimo VĮ „Ignalinos atominės elektrinės“ objektams variantų techninę ekonominę analizę.

Darbo pradžioje aprašyta Visagino savivaldybėje veikiančių šilumos gamintojų esamos situacijos analizė. Aprašyta 2010 - 2017 metų IAE šilumos energijos sąnaudų vertinimas, esamos IAE šilumos energijos vartojimo situacijos analizė.

Kituose skyriuose pateiktos išvalgos apie galimybę taupyti šilumos energiją naudojant šiuolaikines technologijas. Įvertinus galimus rekonstrukcijos variantus, kai šilumos tiekimo magistraliniai tinklai nuo mazgo Nr. 4 iki šilumos paviljono Nr. 20 klojami antžeminiu būdu, demontuojant senus šilumos tiekimo tinklų vamzdynus ir kai šie tinklai klojami bekanaliu (požeminiu) būdu ir kitus variantus, pvz., naujos katilinės statyba.

Darbo pabaigoje pateikta techninė ekonominė analizė ir išvados.

1. ŠILUMOS TIEKIMAS VALSTYBĖS ĮMONĖS „IGNALINOS ATOMINĖ ELEKTRINĖ“ OBJEKTAMS“

VĮ „Ignalinos atominė elektrinė“ iki 2009 m. buvo pagrindinis IAE ir Visagino savivaldybės centralizuoto šilumos tiekimo šaltinis bei pagrindinis elektros energijos gamybos šaltinis Lietuvai. IAE nutraukus eksploataciją, tapo ne šilumos gamintoju, o šilumos ir elektros energijos vartotoju. Iki branduolinio kuro iškrovimo ir pašalinimo, patalpose su radiacinę saugą užtikrinančiomis sistemomis, taip pat ir kita įranga, būtina palaikyti reglamentuotose ir higienos normose nustatytas temperatūras.

1.1 Visagino savivaldybėje veikiančių šilumos gamintojų analizė

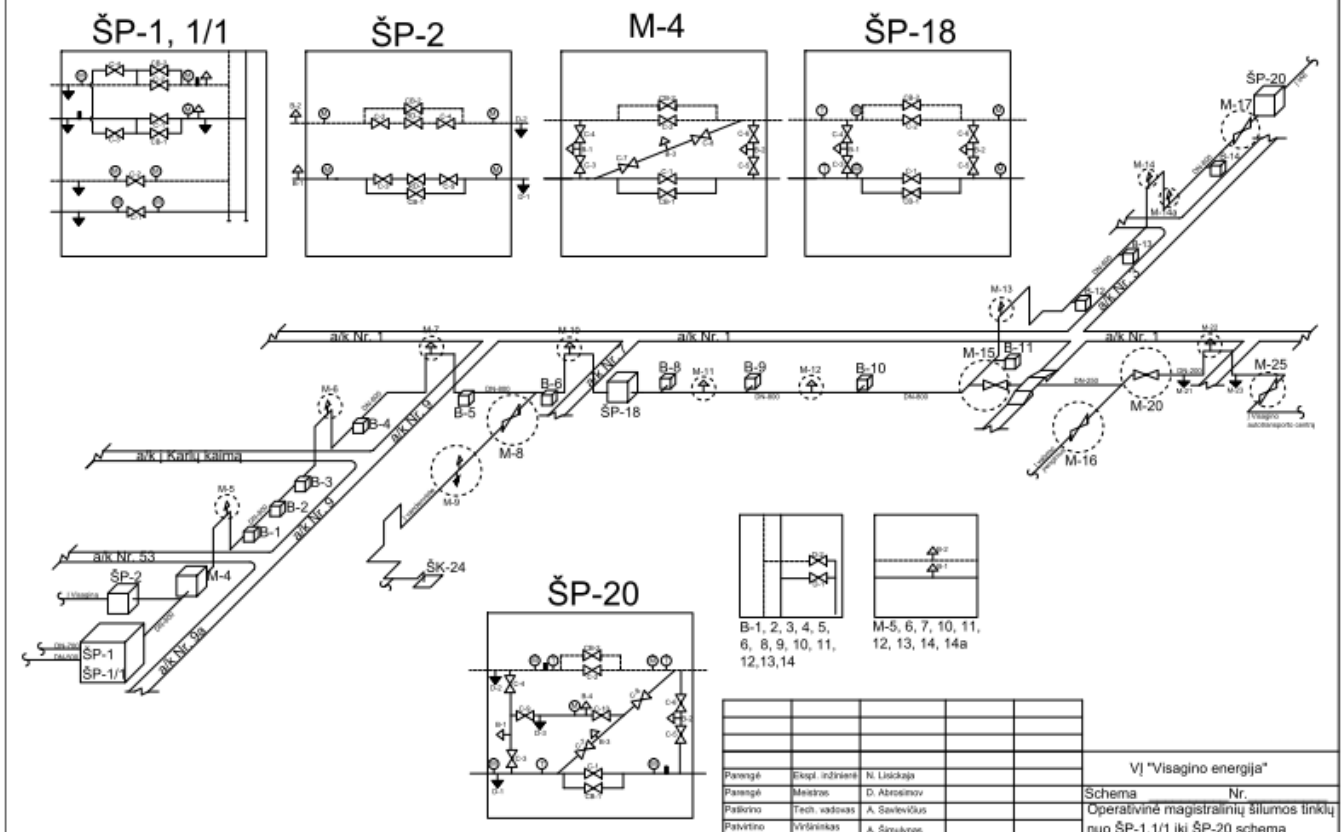
VĮ „Visagino energija“ yra vienintelis šilumos tiekėjas Visagino miesto savivaldybėje ir IAE bei valdo ir eksploatuoja centralizuotus šilumos tinklus. Šiais tinklais šilumos energija tiekama Visagino miestui ir uždaramai VĮ „Ignalinos atominė elektrinė“.

Į IAE šilumos energija tiekama antžemiais apie 6,3 kilometrų ilgio magistraliniais dviejų vamzdinių šilumos tinklais, kurių $D_N = 800 \text{ mm}$ ($2 \times \text{DN } 800$). Šilumos tiekimo tinklų orto fotografinė nuotrauka ir schema-eskizas bei vartotojų poreikiai nuo mazgo Nr. 4 iki šilumos punkto Nr. 20 pateikiami paveiksluose 1 ir 2 [1, 2]. 2006-aisiais metais buvo atnaujinta vamzdyno izoliacija, pakeičiant ją į 110 mm storio mineralinės vatos izoliaciją su apsaugine skarda.



1 pav. Šilumos tinklų ortofotografija [1]

Operativinė magistralinių šilumos tinklų nuo ŠP-1,1/1 iki ŠP-20 schema



2 pav. Magistralinių šilumos tinklų nuo ŠP-1 iki ŠP-20 schema [2]

Magistralinio vamzdžio nuo M-4 iki šilumos punkto ŠP-20 kontrolinių taškų aukščiai pateikti 1 lentelėje. Kaip matyti iš 2 paveikslo, be IAE prie magistralinio tinklo prijungta laikinai panaudoto branduolinio kuro saugykla (LPBKS), vandenvietė ir valymo įrenginiai. 2 paveiksle pavaizduotų šilumos vartotojų poreikiai pateikti 2 lentelėje.

1 lentelė. Magistralinio vamzdžio nuo mazgo M-4 iki šilumos punkto ŠP-20 kontrolinių taškų aukščiai

Taškas	Aukštis (m)
M-4	169,0
Atšaka į vandenvietę	163,0
ŠP-18	161,0
Atšaka į valymo įrenginius	155,0
Atšaka į LPBKS	160,0
ŠP-20	156,0

2 lentelė. Šilumos vartotojų poreikiai

Šilumos vartotojas	Šilumos poreikis
Vandenvietė	5,924 m ³ /h prie 130 - 70 °C temperatūrų yra ~ 390 kW, arba 5,58 t/h
Valymo įrenginiai	6,006 m ³ /h prie 130 - 70 °C temperatūrų yra ~ 400 kW, arba 6,06 t/h
LPBKS	41,3 m ³ /h prie 130 - 70 °C temperatūrų yra ~ 2728 kW, arba 39,0 t/h
VĮ „Ignalinos atominė elektrinė“	Planuojama maksimali šilumos suvartojimo galia iki 2034 metų 680 t/h

Valstybės įmonė „Visagino energija“ įsteigta 2003 m. sausio 21 d. Įmonės savininko teises ir pareigas įgyvendinanti institucija yra Lietuvos Respublikos ūkio ministerija. VĮ „Visagino energija“ tęsia VĮ Ignalinos atominės elektrinės nepagrindinės veiklos padalinio – Šilumos tiekimo ir požeminių komunikacijų cecho funkcijas. Minėtas cechą pradėjo savo veiklą dar 1977 m. spalio mėnesį ir buvo seniausias cechą Ignalinos atominėje elektrinėje, kuris tiekė miestui elektrą, šilumą, vandenį ir teikė nuotekų tvarkymo paslaugas.

VĮ „Visagino energija“ teikia 99,9 % Visagino savivaldybės vartotojų kompleksą centralizuotai tiekiamų energijos išteklių: šilumos energiją (šilumos, garo ir karšto vandens gamyba ir tiekimas), šaltą vandenį (geriamojo šalto vandens gavyba, ruošimas ir tiekimas) bei nuotekų tvarkymo paslaugas. Įmonė turi patirtį visose energijos išteklių tiekimo, pirkimo-pardavimo srityse ir yra vienintelė tokio tipo įmonė Lietuvoje. Per metus VĮ „Visagino energija“ tiekia, skirsto ir parduoda apie 254,4 tūkst. MWh šilumos ir apie 288,5 tūkst. m³ karšto vandens.

Šiluminės katilinės kompleksą sudaro dvi katilinės – senoji ir naujoji katilinė, stovinčioje pačioje teritorijoje, viena šalia kitos. Šiluminėje katilinėje vykdoma pagrindinė veikla, susijusi su šilumos gamyba (termofikacinio vandens ruošimas). Termofikacinio vandens tinklo maitinimui naudojamo vandens paruošimo užduotis – pakeisti pradinio vandens fizikinius – cheminius rodiklius taip, kad jie atitiktų keliamus pamaitinimo vandeniui reikalavimus. Šiluminės katilinės vandens paruošimo stotyje paruoštas papildomo maitinimo vanduo turi būti be agresyviųjų medžiagų, sukeliančių įrangos, vamzdynų koroziją, taip pat be medžiagų, dėl kurių įrangos ir vamzdynų paviršiuje susidaro nuoviros, ir svarbiausia, turi atitikti geriamajam vandeniui keliamus reikalavimus.

Senoji katilinė pradėta eksploatuoti 1982 m. Joje buvo įrengti trys vandens šildymo katilai KVGGM – 50 (Priedas Nr.1 Katilinės principinė schema). Vandens šildymo katilai KVGGM – 50 (vieno katilo instaliuota galia 50 MW) skirti kūrenti gamtinėmis dujomis (rezervinis – dyzelinis krosnių kuras).

2005 m. senosios katilinės teritorijoje pradėta eksploatuoti nauja šildymo katilinė su septyniais vandens šildymo katilais LOOS UT-HZ-3500x18 (Priedas Nr.2 Katilinės principinė schema) vieno katilo instaliuota galia 27 MW, kuri skirta IAE objektų, Visagino miesto ir kitų šilumos vartotojų aprūpinimui šiluma. Pagrindinė šiluminės katilinės naudojamo kuro rūšis – gamtinės dujos (rezervinis – dyzelinis krosnių kuras). Deginant dujas, kartu su išmetamais dūmais į aplinkos orą išmetamas CO, NO_x, o deginant dyzelinį krosnių kurą – dar ir SO₂ bei kietosios dalelės.

Įmonėje 2013 m. pradėjo veikti 8 MW biokuro katilas su 5 MW kondensaciniu ekonomizeriu, leidžiantis padidinti bendrą šilumos gamybos efektyvumą. 2014 pradėjo veikti antrasis 8 MW biokuro katilas. Iš biokuro kūrenamo vandens šildymo katilo į aplinką išmetamos kietos dalelės ir CO.

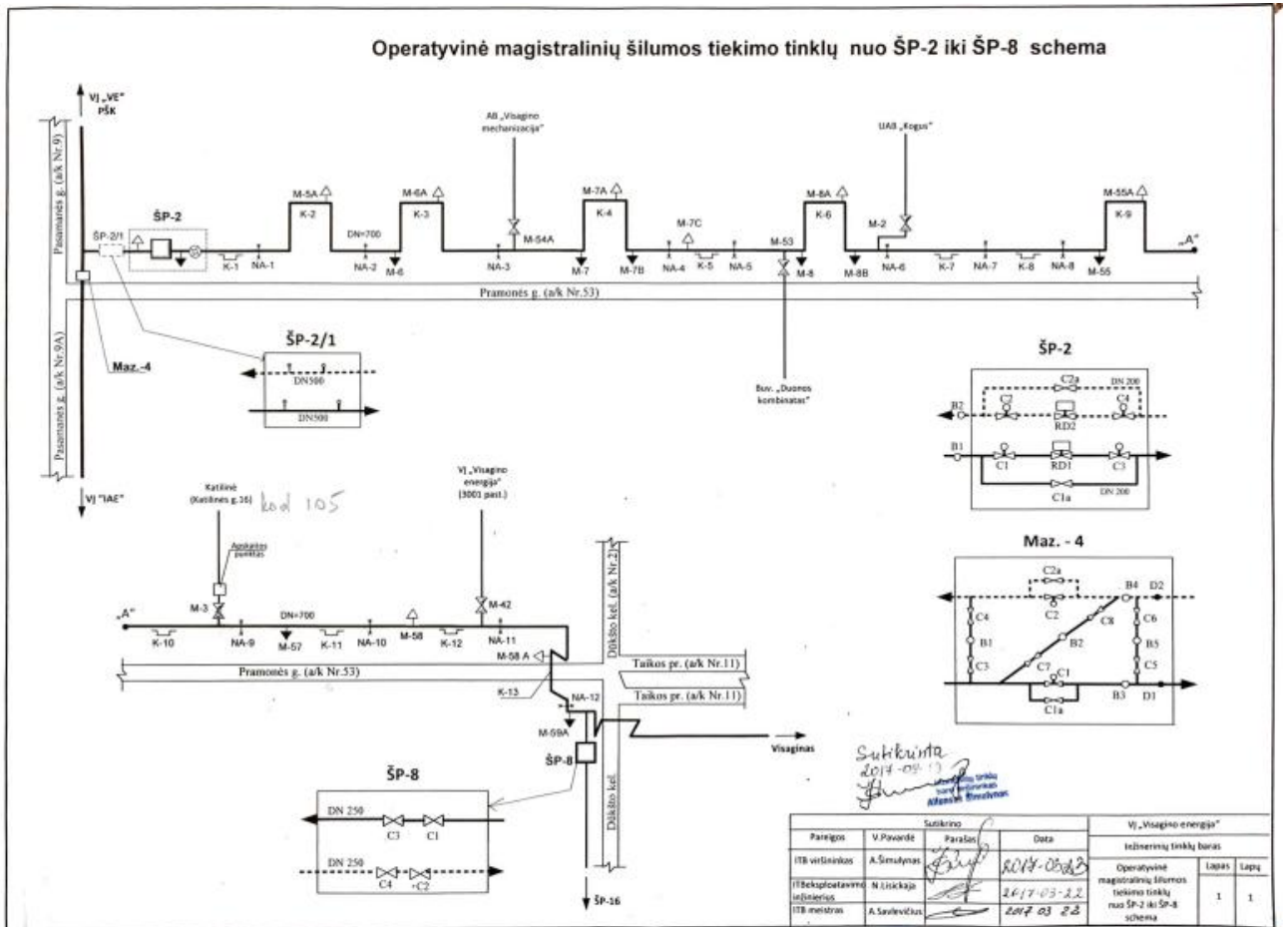
Instaliuotų šilumos energijos gamybos įrenginių galima patiekti galia siekia ~388,9 MW. Bendra biokurą naudojančių šilumos energijos gamybos įrenginių galia siekia ~20 MW, likusių šilumos gamybos šaltinių pagrindinis kuras yra gamtinės dujos arba dyzelinas (kaip rezervinis kuras).

Šiluminė katilinė atsisakė taršaus kuro – mazuto, kuris buvo naudojamas šilumos energijos gamybai.



3 pav. VĮ „Visagino energija“ šiluminė katilinė

Šiluminėje katilinėje paruoštas termofikacinis vanduo magistraliniais tinklais per šilumos energijos apskaitos punktus tiekiamas vartotojams. Visagino mieste iki šiol naudojama atvira šilumos tiekimo sistema, kurioje dalis termofikacinio vandens iš šilumos tiekimo tinklų tiesiogiai naudojamas kaip karštas vanduo buitinėms ir į šilumos šaltinį negražinamas. Todėl visas termofikacinis vanduo turi atitikti geriamojo vandens reikalavimus.



4 pav. Magistralinių šilumos tinklų nuo ŠP-2 iki ŠP-8 schema [2]

2009 m. Visagino savivaldybės tarybos sprendimu buvo pradėtas atviro centralizuotos šildymo sistemos pertvarkymas į uždaroją sistemą. Nuo 2011 m. Visagino miesto I – amė mikrorajone šilumos tiekimo sistema yra uždaro tipo (236 šilumos punktai su moderniomis valdymo ir duomenų nuskaitymo technologijomis, tai sudaro apie 1/2 miesto vartotojų), o miesto II ir III mikrorajonuose – atviro tipo (apie 200 šilumos punktų). Visagino savivaldybė vykdo Ignalinos programos projektą VDH.02 „Centralizuotos šildymo sistemos modernizavimas ir atnaujinimas“, kurio metu planuoja pakeisti šilumos punktus II ir III miesto mikrorajonuose (~ 200), tokiu būdu Visagino miestas pereitų prie uždaros centralizuotos šilumos tiekimo sistemos (planuojama 2019 m.)

Dviejų tipų centralizuoto šildymo sistemų išlaikymas reikalauja papildomų sąnaudų. Visagino miestui perėjus prie uždaros šildymo sistemos, įmonės sąnaudos termofikacinio vandens paruošimui mažės.

Moderni uždaro tipo miesto centralizuoto šildymo sistema mažins energijos nuostolius, tačiau tikėtina, kad ir toliau mažės energijos vartojimas (esant efektyviam, automatiniam reguliavimui), todėl prognozuojama, kad gali mažėti šilumos energijos gamybos apimtys (apie 5-10 proc.), o tokiu būdu ir įmonės pajamos.

Visagino mieste dar nevykdoma daugiabučių namų energijos efektyvumo didinimo programa „Visagino Energizacija“ (nėra renovuotų daugiabučių gyvenamųjų namų), tačiau 90 proc. visuomeninių pastatų yra apšiltinti, vykdant Visagino savivaldybės strategiją – mažinti energijos suvartojimą ir nuostolius. Atsižvelgiant į tai įmonė jau tiekia mažiau šilumos energijos savivaldybės valdomiems pastatams. Tokiu būdu, atsižvelgiant į esamas tendencijas Lietuvoje, įgyvendinus daugiabučių gyvenamųjų namų energijos efektyvumo didinimo programos projektus, dėl šios priežasties ateityje irgi gali mažėti energijos vartojimas (apie 10-20 proc.).

VĮ „Visagino energija“, investuoja lėšas į naujas technologijas, kurios ateityje suteiks galimybes mažinti sąnaudas ir atitinkamai teikiamų paslaugų kainas. VĮ „Visagino energija“ stengiasi pritraukti kuo daugiau investicijų, finansuojamų iš ES fondų. Įmonėje diegiamos naujos technologijos prisideda prie Visagino miesto švaresnės aplinkos palaikymo.

Įmonė užsiima geriamojo vandens gavyba, jo tiekimu ir pardavimu bei teikia nuotekų tvarkymo paslaugas. Per metus iš artezinių šulinių išgaunama apie 1,13 mln. m³ šalto geriamojo vandens ir sutvarkoma apie 1,28 mln. m³ nuotekų. VĮ „Visagino energija“ dirba 198 darbuotojų [3].

Didžiausia veikiančių šilumos gamintojų koncentracija, pagal šilumos gamybos šaltinių skaičių bei į centralizuoto šilumos tiekimo (CŠT) sistemą maksimalią galimą patiekti šiluminę galią, yra centrinėje dalyje (pramonės teritorijoje), kuri vienodai nutolus tiek nuo Visagino miesto, tiek nuo Ignalinos atominės elektrinės. Šilumos tiekėjas (ŠT) VĮ „Visagino energija“ šiuo metu savo įrenginiais užtikrina visą reikiamą energijos kiekį.

VĮ „Visagino energija“ užsiima ne tik šilumos energijos ir karšto vandens gamyba ir tiekimu, bet ir geriamojo vandens gavyba, jo tiekimu ir pardavimu bei teikia nuotekų tvarkymo paslaugas.

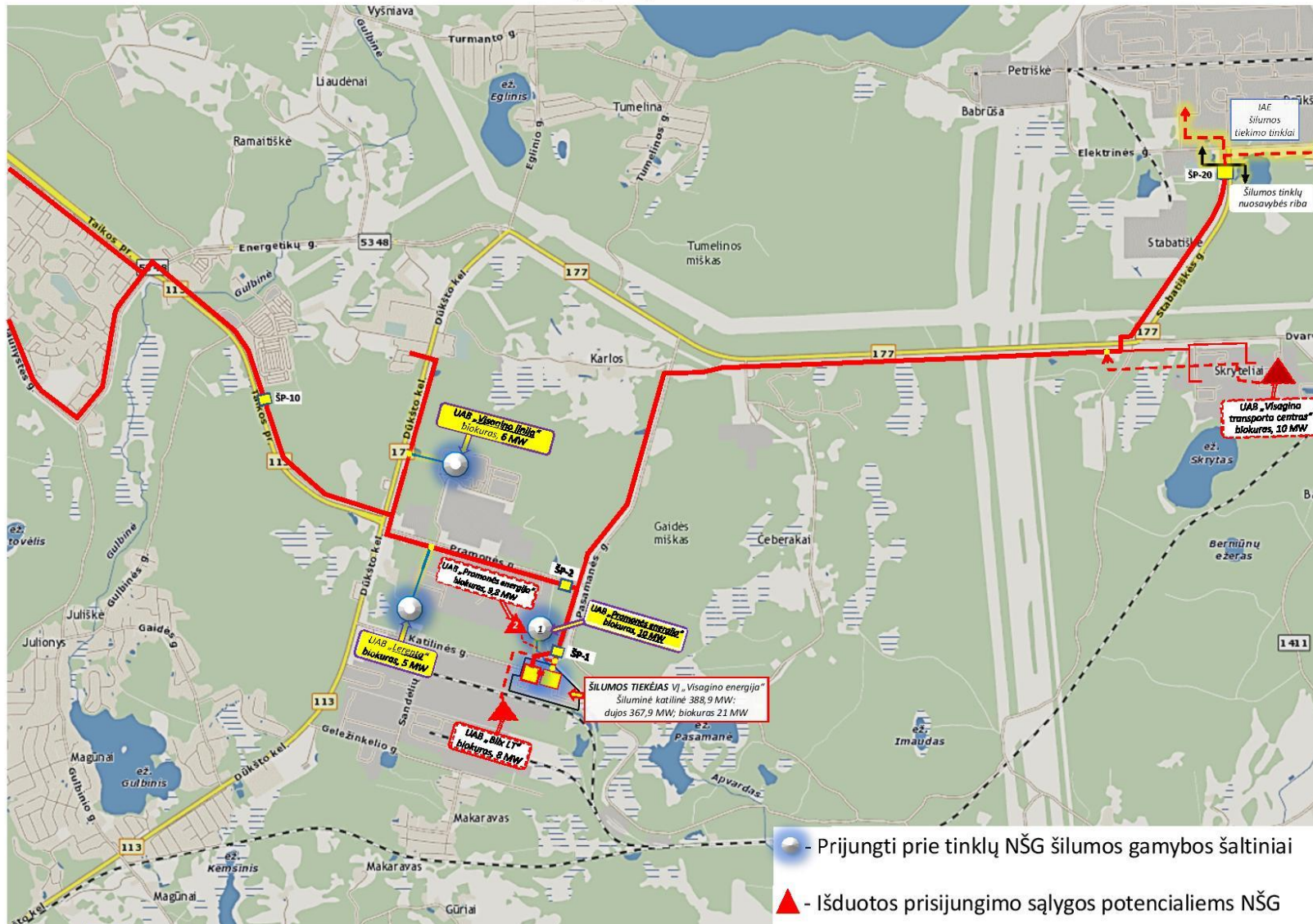
Visagino savivaldybėje papildomai dar veikė trys nepriklausomi šilumos gamintojai (NŠG) – UAB „Visagino linija“, UAB „Lerenta“, UAB „Pramones energija“ (3 lentelė). Šie NŠG teisės aktuose nustatyta tvarka yra prisijungę prie Visagino savivaldybės CŠT sistemos ir turi galimybę nuosavyse įrenginiuose pagamintą šilumos energiją tiekti į CŠT sistemą (5 pav).

Vadovaujantis LR šilumos ūkio įstatymu šilumos gamintojai gali būti nepriklausomi šilumos gamintojai (NŠG) arba šilumos tiekėjai. ŠT yra asmuo (fizinis, juridinis ar kt.), turintis šilumos tiekimo licenciją (teisę verstis šilumos tiekimu nustatytoje teritorijoje) ir tiekiantis šilumą

virtotojams pagal űilumos pirkimo–pardavimo sutartis. Licencijos űilumos tiekimo veiklai suteikia teisę vienam asmeniui tik tam tikroje nustatytoje teritorijoje vykdyti űilumos tiekėjo veiklą neterminuotą laiką. NűG yra asmuo, kuris gali gaminti ir parduoti űilumą ir (arba) karštą vandenį űilumos tiekėjui arba tiesiai virtotojui, jei jam yra išduota űilumos tiekimo licencija [4].

űT ir NűG eksploatuojami energijos gamybos įrenginiai ir NűG konkurencijos konkrečioje CűT sistemoje intensyvumas iš dalies leidžia nustatyti konkurencinės űilumos energijos gamybos ir pardavimo űilumos tiekėjui kainos viršutinę ribą ir už űią kainą galimą parduoti űilumos energijos kiekį per mėnesį. NűG pagamintos űilumos pardavimo sąlygos yra nustatytos űilumos supirkimo iš nepriklausomų űilumos gamintojų tvarkos ir sąlygų apraše [5].

PRIE VĮ „VISAGINO ENERGIJA“ ŠILUMOS PERDAVIMO TINKLŲ PRIJUNGTI IR PLANUOJAMI PRIJUNGTI NEPRIKLAUSOMŲ ŠILUMOS GAMINTOJŲ (NŠG) ŠILUMOS GAMYBOS ŠALTINIAI



5 pav. Visagino CŠT sistema su geografiniu šilumos gamybos šaltinių ir vartotojų išdėstymu

3 lentelė. Visagino savivaldybėje veiklą vykdančios šilumos gamintojai

Eil. Nr.	Šilumos gamintojo pavadinimas	Instaliuota galia MW	Kuro rūšys
1	VĮ „Visagino energija“	388,9	dujos, biokuras
2	UAB „Visagino linija“	6	biokuras
3	UAB „Lerenta“	5	biokuras
4	UAB „Pramonės energija“	10	biokuras

VĮ „Visagino energija“ šilumos energijos kainoje didžiąją dalį sąnaudų sudaro kuro žaliavos (dujų ir biokuro) pirkimas. Įmonė vadovaudamasi 2015 m. lapkričio 17 d. Lietuvos Respublikos suskystintų gamtinių dujų terminalo įstatymo Nr. XI-2053 2,5 ir 11 straipsnių pakeitimo įstatymu Nr. XII-2036 [6]. Įpareigota privaloma tvarka nustatyta dujų kiekį pirkti iš suskystintų gamtinių dujų (SDG) terminalo per paskirtąjį UAB „LITGAS“. Kainų komisija, nustatydamas viršutines paslaugų kainų ribas, reguliuoja gamtinių dujų pardavimo, perdavimo ir skirstymo paslaugų kainas.

Biokuras įsigijamas vadovaujantis 2012 m. gegužės 22 d. Lietuvos Respublikos energijos išteklių rinkos įstatymo Nr. XI-2023 1 straipsnio 3 dalimi [7], kurioje nustatyta, kad įsigijimo energijos išteklių biržoje būdu turi būti teikiama pirmenybė prieš kitus teisės aktuose numatytus energijos įsigijimo būdus. Kiti būdai gali būti taikomi tada kai yra ekonomiškai naudinga arba dėl objektyvių priežasčių nebuvo galima įsigyti reikalingo biokuro rūšies kiekio. 2018 m. įmonė biokurą perka sudarydama sandorius per energijos išteklių biržos operatorių UAB BALTPPOOL.

1.2 Klimatologinių VĮ „Ignalinos atominės elektrinė“ vietovės duomenų analizė

Klimato sąlygų įtaka energijos sąnaudoms šildymui yra didžiausia, todėl vertinant objektų energijos sąnaudas atskirais metais, vertinant įdiegtų energijos taupymo priemonių efektyvumą, būtina įvertinti klimato sąlygų įtaką.

Projektuojant ir statant pastatus, privaloma laikytis bendrai priimtinių reikalavimų ir projektuoti pastatus projektinėms klimatologinėms sąlygoms. Jos yra nusakytos RSN 156-94 „Statybinė klimatologija“ [8].

Šildymo sezonas prasideda tuomet, kai vidutinė aplinkos oro temperatūra yra žemesnė, nei 10 °C. Atitinkamai šildymo sezonas baigiasi tuomet, kai aplinkos oro temperatūra pasidaro aukštesnė nei 10 °C.

2017 - 2018 metų šildymo sezono minimali aplinkos oro temperatūra: (25) °C;

Šildymo sezono pradžia – spalio 12 dieną;

Šildymo sezono pabaiga – balandžio 10 dieną;

Šildymo sezono trukmė – 181 dienos;

Vidutinė šildymo sezono aplinkos oro temperatūra – (-1,7) °C;

Dienolaipsnių (DL) skaičius per šildymo sezoną – 3566.

Realios klimato sąlygos skiriasi nuo standartinių metų klimato sąlygų, todėl, jeigu būtų galima palyginti energetines pastatų sąnaudas šildymui skirtingais metais, norminiame dokumente nurodomos šilumos suvartojimo normos, kurių neturėtų viršyti realios sąnaudos šildymui.

Jeigu būtų galima realias sąnaudas šildymui lyginti su norminėmis, šiame norminiame dokumente nurodoma maksimalias metines šilumos suvartojimo normas perskaičiuoti, taikant faktinį metinį pastato šildymo dienolaipsnių skaičių per metus įvertinantį koeficientą K_D :

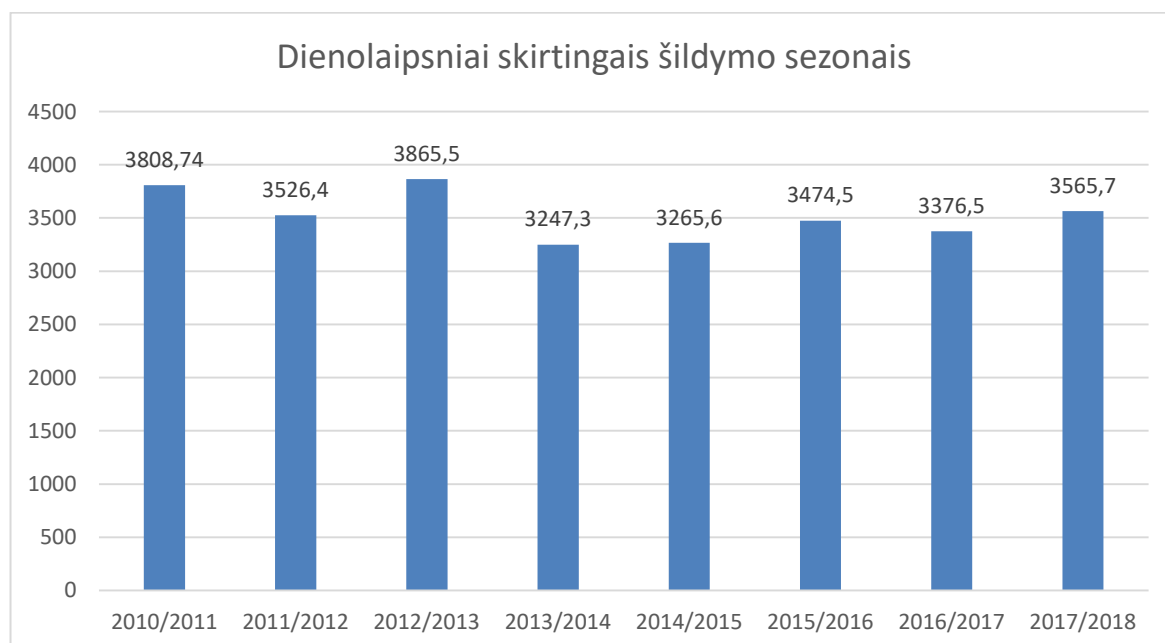
$$kD = \frac{DL}{3822}, \quad (1)$$

čia: DL – faktinis metinis pastato šildymo dienolaipsnių skaičius, nustatomas pagal atitinkamo regiono meteorologijos stoties pateiktus duomenis ir faktinę energijos vartojimo šildymui objekto trukmę.

Standartinių metų DL skaičius bus toks pat skaičiuojant tiek kalendoriniams metams, tiek šildymo sezonams.

Realūs dienolaipsniai šildymo sezonais 2010/2011 – 2017/2018 metais pateikti (6 pav.).

Realūs klimatologiniai duomenys šildymo sezonais 2010/2011 – 2017/2018 metais pateikti 4 lentelėje.



6 pav. Dienolaipsnių skaičius atskirais šildymo sezonais

4 lentelė. Klimatologiniai duomenys atskirais šildymo sezonais

Mėnuo	2009/ 2010	2010/ 2011	2011/ 2012	2012/ 2013	2013/ 2014	2014/ 2015	2015/ 2016	2016/ 2017	2017/ 2018
Lapkritis	3,38	3,3	2,7	3,8	4,0	1,3	3,6	-0,4	2,8
Gruodis	-2,25	-7,4	1,2	-5,5	0,7	-2,4	1,9	-0,8	0,3
Sausis	-10,3	-3,7	-4,8	-7,9	-7,3	-1,4	-8,6	-4,8	-2,3
Vasaris	-7,1	-9,6	-10,6	-2,9	-0,6	-0,9	0,6	-3,3	-7,7
Kovas	-0,4	-0,4	0,4	-6,0	4,0	3,6	0,7	2,3	-1,7
Vidutinė laikotarpio temperatūra	-3,3	-3,5	-2,1	-3,8	0,2	0,1	-0,4	-1,4	-1,7

Pagal turimus duomenis apskaičiuojamą IAE pastatų skaičiuotina šiluminė galia (maksimali vidutinė galia per parą).

Per šildymo sezoną suvartotą šilumą šildymo tikslams galima apskaičiuoti pagal formulę:

$$Q = N_{max} \frac{(t_{kamb.real} - t_{oro.vid})}{(t_{kamb.nor} - t_{oro.min})} \times n \times 24, [MWh], \quad (2)$$

Čia: Q – šilumos sąnaudos šildymui, MWh;

N_{max} – maksimali skaičiuotina galia šildymui, MW;

$t_{kamb.real}$ – realiai palaikoma temperatūra kambariuose, °C;

$t_{oro.vid}$ – vidutinė aplinkos oro temperatūra, °C;

$t_{kamb.nor} = 18$ °C, normatyvinė patalų temperatūra, °C;

$t_{oro.min} = -27$ °C, minimali aplinkos oro temperatūra, °C;

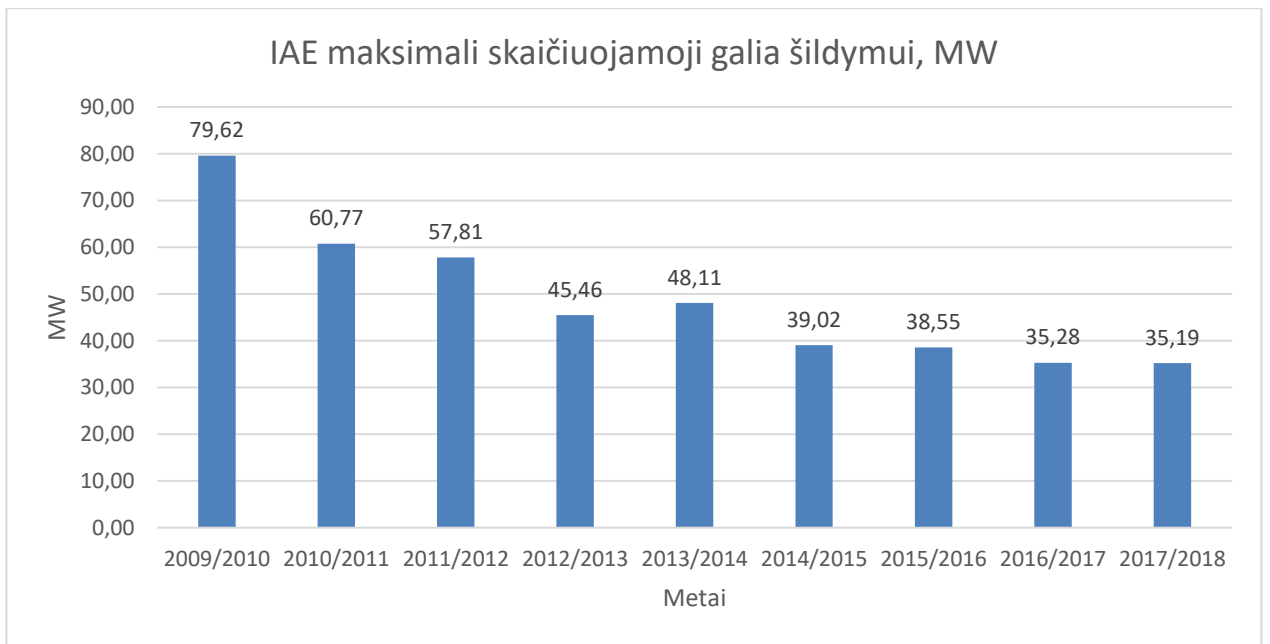
n – dienų skaičius analizuojamu laikotarpiu;

24 – valandų skaičius paroje.

Naudojant aukščiau pateiktą formulę ir žinant realias IAE pastatų šilumos sąnaudas šildymui, galima apskaičiuoti realią maksimalią skaičiuotiną galią šildymo tikslams pagal formulę:

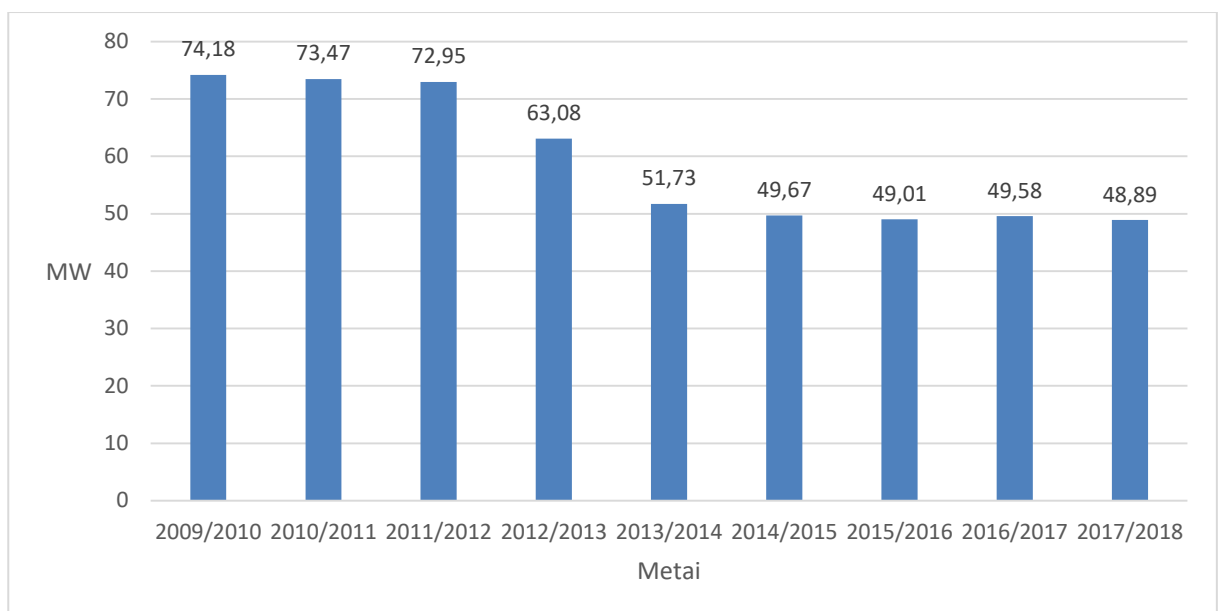
$$N_{max} = Q \frac{(t_{kamb.real} - t_{oro.vid})}{(t_{kamb.nor} - t_{oro.min}) \times n \times 24}, [MW], \quad (3)$$

Skaičiuotina galia 2010 – 2018 metų pateikta (7 pav.), grafike pateikti skaičiai rodo jog IAE skaičiuotina maksimali galia, lyginant su duomenimis prieš 9 metus, žymiai sumažėjo.



7 pav. IAE Maksimali skaičiuotina galia skirtingais šildymo sezonais

Visagino miesto skaičiuotina galia 2010 – 2018 metų pateikta (8 pav.), grafike pateikti skaičiai rodo jog Visagino miesto skaičiuotina maksimali galia, lyginant su duomenimis prieš 9 metus, žymiai sumažėjo tačiau praktiškai stabilizavosi pastaraisiais metais. Žymesnių šilumos sąnaudų pokyčių galima tikėtis tik tuomet, jeigu mieste bus pradėta vykdyti pastatų renovacija.



8 pav. Visagino miesto vartotojų skaičiuotina galia skirtingais šildymo sezonais

1.3 VĮ „Ignalinos atominės elektrinės“ pastatų šilumos sąnaudų duomenų analizė

Šilumos energija IAE objektams šildymui ir karšto vandens ruošimui yra tiekama VĮ „Visagino energija“ (nuo ŠP – 20). Šilumos tiekimo tinklai tiek pagrindinėje IAE aikštelėje, tiek IAE statybos aikštelėje daugiausiai praversti ore (sąlyginis skersmuo DN 300, DN 600, DN 800).

Šiuo metu termofikacinis vanduo IAE tiekiamas tik šildymo sezono metu. Pastatuose, kur yra karšto vandens poreikis, įrengti 29 elektriniai tūriniai karšto vandens šildytuvai (kai kuriuose pastatuose su karšto vandens recirkuliacija). Taip pat nešildymo sezono metu veikia momentiniai (pratekančio srauto) elektriniai šildytuvai, 36 pastato vėdinimo ir kondicionavimo sistemos.

Garų katilinėje įrengti trys garų katilai, kurių suminė galia 30 MW. Garas tiekiamas 150 pastate esantiems skystų atliekų išgarinimo ir bitumavimo įrenginiams ir 156 pastato (skalbyklos) įrenginiams. Garų katilinėje taip pat yra įrengtas 10 MW galios termofikacinis mazgas, skirtas 101/1,2 pastato saugiam svarbių sistemų funkcionavimui šildymo sezono laikotarpiu užtikrinti (kaip rezervinis šilumos šaltinis). Šalia garų katilinės įrengtos rezervinio kuro (dyzelino) talpos. Esant poreikiui, ateityje katilinė galėtų būti rekonstruota, įrengiant papildomus garų / vandens šilumokaičius ir cheminio vandens paruošimo sistemą. Ši katilinė ateityje, sumažėjus IAE pastatų šilumos poreikiams, galėtų būti naudojama IAE pastatų bei statinių šildymui.

156 pastate skalbykloje yra įrengti individualūs garų generatoriai, skirti užtikrinti garų tiekimą šio pastato vartotojams tuo metu, kai nedirba pagrindinė IAE garų katilinė. Vanduo šiems elektriniams garų generatoriams tiekiamas iš šilumos tiekimo tinklo.

IAE šilumos vartotojų šildymo sistemos skirstomos:

- tiekiamosios ventiliacijos su kaloriferiais (visuose IAE pastatuose, išskyrus 31, 31B, 87, 02, 499, 437/2 past.);
- radiatorinės šildymo sistemos (visuose IAE pastatuose);
- mišrios šildymo sistemos (vandens ir oro šildymo veikiančios 111, 137, 165, 459, B19-1 pastatuose);
- oro kondicionavimo sistemos (veikia pastatuose 101/1,2, 36 past.).

Pastatuose šildymo sistemos yra vienvamzdės, viršutinio paskirstymo, nesubalansuotos. Todėl pastatai šyla netolygiai. Šildymo prietaisai špižiniai arba įvairių modifikacijų plieniniai radiatoriai. Kai kuriuose pastatuose radiatoriai pakeisti į naujus.

101/1,2 pastatų energijos poreikį labiausiai įtakoja įrangos ir technologinių sistemų projektiniai reikalavimai – pavyzdžiui, turbinų salėje radiologinės kontrolės prietaisų veikimo sąlygoms užtikrinti temperatūra palaikoma ne žemesnė nei +10 °C.

IAE pastatų projektiniai poreikiai ir 2010 – 2018 metų pateikti 5 lentelėje.

Siekiant taupyti šilumos energiją, didžiausią dėmesį būtina skirti būtent stambiausiems vartotojams- nors ir maža dalimi sumažinus tokių pastatų šilumos sąnaudas, tai žymiai įtakotų viso IAE objekto šilumos sąnaudų mažėjimą.

Vartotojų šiluminės galios įvertinimas kiekvienais metais taip pat leidžia įvertinti IAE, kaip šildymo objekto, šildymo galios kitimo dinamiką ir prognozuoti šilumos sąnaudas perspektyvoje bei prognozuoti maksimalias reikalingas galias, nusakančias šilumos tiekimo vamzdyno pralaidumą, arba vietinės katilinės galingumą, užtikrinančius IAE šilumos poreikius šildymui.

5 lentelė. Šilumos sąnaudų IAE atskirais kalendoriniais metais palyginimas [9].

Past. Nr.	IAE objekto pavadinimas	Projektiniai poreikia MW	Max. 2010 m. apkrova MW	Max. 2018 m. apkrova MW
Past. 101/1,2	Pagrindinis pastatas	82,7	61,1	27,2
Past. 130	CRC remonto korpusas	4,5	2,6	1,1
Past. 150, 151,154,158	Skystųjų radioaktyvių atliekų perdirbimo ir bitunavimo korpusas	3,9	2,6	1,7
Past. 111	Dyzelinė stotis	3,2	1,0	0,4
Past. 159	Garažai, plovykla	2,6	0,8	0,5
Past. 138	Kompresorių ir šaldymo stotis	2,3	1,1	0,4
Past. 165	Bendrasis sandėlis	1,9	0,8	0,2
Past. 166	Chemikalų sandėlis	1,9	1,5	0,5
Past. 185/1	Administracijos korpusas	1,6	0,9	0,3
Past. 129	Administracijos korpusas	1,5	1,1	0,6
Past. 156	Spec. skalbykla	1,3	0,5	0,4
Past. 140/1	Buitinių patalpų korpusas	1,2	0,8	0,7
Past. 186	Valgykla	1,2	0,3	0,2
Past. 158/2	Sucementuotų atliekų saugykla	1,0	0,9	0,7
Past. 137	Azoto ir deguonies stotis	0,8	0,4	0,2
Past. 103	EC sandėlis	0,7	0,2	0,2
Past. 120	Techninio vandens tiekimo siurblinė	0,6	0,2	0,2
Past. 185/2	Apsaugos būstinė	1,2	0,4	0,2
Past. 140/2	Buitinių patalpų korpusas	0,6	0,4	0,3
		114,7	76,6	36

2. ŠILUMOS TIEKIMO MAGISTRALINIŲ TINKLŲ OPTIMALIAUS REKONSTRUKCIJOS VARIANTO PASIRINKIMAS, NUOSTOLIŲ MAŽINIMO AKTUALUMAS

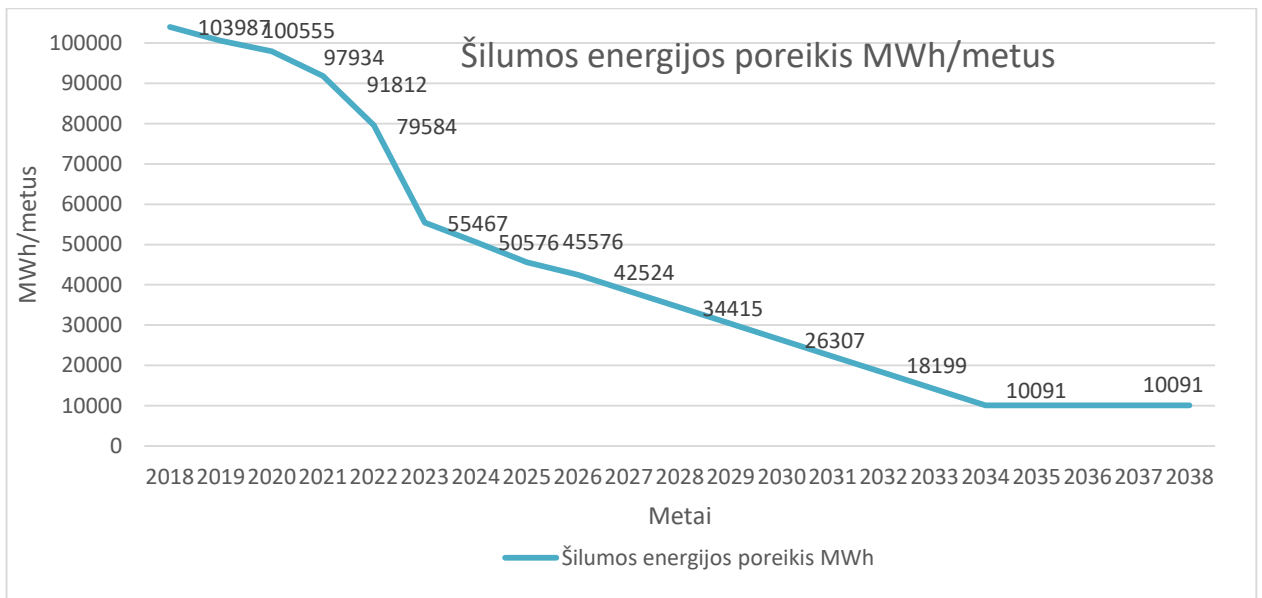
Šilumos tiekimo magistralinių tinklų rekonstrukcijos tikslas yra sumažinti šilumos nuostolius tiekimo vamzdynuose. Šiuo metu šilumos tiekėjas VĮ „Visagino energija“ gamina ir tiekia šilumą Visagino miestui ir eksploataciją nutraukiančiai IAE. Visi šilumos tiekimo vamzdynuose kylantys šilumos tiekimo nuostoliai ir su tuo susijusios išlaidos yra įskaičiuojamos į šilumos tarifą ir paskirstomos visiems vartotojams. Šių nuostolių sumažėjimas vienoje iš tinklo atšakų, nutiestoje į IAE, sumažintų visas šilumos tiekimo išlaidas ir tuo pačiu šilumos tarifą visiems vartotojams.

Šio metu nėra duomenų apie išmatuotus šilumos nuostolius nagrinėjamoje tinklo atšakoje, todėl ekonominiame vertinime naudosis pagal galiojančią šilumos nuostolių nustatymo metodiką apskaičiuoti šilumos nuostolių dydį. Remiantis VĮ „Visagino energija“ duomenimis [10], viso šilumos tinklo nuostoliai yra 12,8% viso į tinklą patiekto šilumos kiekio. IAE šiuo metu yra didelis šilumos vartotojas, jo dalis yra 46% viso realizuojamos šilumos kiekio (duomenys pateikti 6 lentelėje).

6 lentelė. Pagrindiniai šilumos gamybos ir tiekimo rodikliai

Rodiklis	Vienetis	Dydis
Pateiktas šilumos kiekis	MWh/metus	254436,617
Realizuotinas šilumos kiekis	MWh/metus	213291,371
Papildomas šilumos kiekis	MWh/metus	41145,246
Savoms reikmėms naudotinas šilumos kiekis	MWh/metus	2178,474
Perkamas šilumos kiekis iš NŠG	MWh/metus	67631,800
Gaminamas šilumos kiekis	MWh/metus	186804,817
Tiekimo nuostoliai	MWh/metus	32666,373
Tiekimo nuostoliai	%	12,8

Pagal turimus prognozes šilumos poreikius (pav. 9.) [11], 2023 metais IAE šilumos poreikis ženkliai sumažėtų, todėl ženkliai padidėtų santykiniai šilumos nuostoliai. Kad išsaugoti vieną iš stambiausių vartotojų reikėtų imtis konkrečių veiksmų. Yra du vamzdynų rekonstrukcijos variantai – įrengiant naują vamzdyną ant esamų atramų ir išardant esantį vamzdyną bei atramas bei tiesiant požeminį iš anksto izoliuotą vamzdyną esančio antžeminio vamzdyno vietoje.



9 pav. Prognozuojamas šilumos energijos poreikis 2018-2038 m.

Finansiniu požiūriu pirmoji alternatyva yra pigesnė, nepaisant to, kad esantį vamzdyną ir atramas ateityje vis tiek reikės išmontuoti.

Norint užtikrinti reikiamą slėgių skirtumą vartotojų prisijungimo taškuose, sumažinus vamzdynų skersmenį ir dėl to padidėjus hidrauliniam pasipriešinimui, šilumos šaltinyje turi būti palaikomas didesnis slėgių skirtumas nei esant didesnio skersmens vamzdynams. Dėl šios priežasties išauga elektros sąnaudos, nes didesniai slėgiui palaikyti sunaudojama daugiau energijos.

Ekonominiu požiūriu esamos trasos (pav. 10.) rekonstrukcija panaudojant esamas atramas yra pigesnė alternatyva palyginti su požeminės trasos įrengimu. Antžeminiu būdu šilumos tiekimo vamzdynai klojami tais atvejais, kai yra pakankamai vietos neužstatytose teritorijose arba pramoninių teritorijų viduje. Taip įrengti vamzdynai yra geriau matomi, todėl pakeičia kraštovaizdį, sudaro kliūtis judėjimui. Esanti trasa į IAE yra paklota virš žemės, ant įrengtų betono ir gelžbetonio atramų.



10 pav. Antžeminiu būdu pakloti šilumos tiekimo vamzdynai

Požeminė trasa (pav. 11.) taip pat turi privalumą – nereikalingi „U“ formos kompensatoriai, trasos ilgis sutrumpėja, tuo pačiu sumažėja hidrauliniai ir šilumos nuostoliai. Plačiausiai šiuo metu naudojamo šilumos tinklų vamzdynų įrengimo technologija yra iš anksto izoliuotų vamzdžių klojimas bekanaliu būdu. Įrengiant naujus vamzdynus šis būdas yra pigesnis už antžeminių vamzdynų įrengimą. Be to, po žeme esantys vamzdžiai nekliudo praėjimui, nereikia statyti estakadų virš gatvių ir kelių, išvengiama vizualinės landšafto taršos. Šiuolaikinės vamzdynų techninės būklės kontrolės technologijos leidžia operatyviai nustatyti galimo šilumnešio nuotėkio vietas, izoliacijos kokybę.



11 pav. Požeminiai bekanaliu būdu pakloti šilumos tiekimo vamzdynai

Tačiau bet kuriuo atveju gauta nauda dėl šilumos gamybos sąnaudų sumažėjimo yra palyginti nedidelė ir atsipirkimo laikas yra gana ilgas. Be to, padidinus tiekiamo šilumnešio slėgį, išauga transportavimo sąnaudos (elektros sąnaudos siurbliams). Šis laikas būtų dar ilgesnis, jei įvertinčiau kapitalo kaštus – paskolos palūkanas, tuo atveju kai rekonstrukcija vykdoma skolintomis lėšomis. Po 2023 m. rekonstrukcija ekonomiškai būtų patrauklesnė ir atsipirkimo laikas sumažėtų dėl to, kad sumažėjus IAE šilumos poreikiui galima instaliuoti mažesnio skersmens vamzdžius, tuo pačiu sumažinant investicijas. Tiekiant mažesnę šilumnešio srautą elektros sąnaudos šilumos transportavimui taip pat sumažės netgi dvigubai mažesnio skersmens vamzdyne.

2.1 Vamzdynų skersmens parinkimas

Siekiant atlikti šilumos tiekimo magistralinių tinklų nuo mazgo Nr.4 iki šilumos paviljono Nr.20 techninę analizę, pirmiausiai reikia atlikti termohidraulinę vamzdynų analizę, įvertinant kintamus šilumos vartojimo poreikius IAE, nustatyti optimalų šilumos magistralinių tinklų vamzdynų skersmenį ir šilumos nuostolius nuo vamzdynų. Šios analizės metu gauti duomenys leis vėliau atlikti ekonominę analizę, nustatyti šiluminės energijos sutaupymą.

Norint sumažinti šilumos trasos vamzdynų skersmenį būtina žinoti maksimalų vandens debitą magistraliniame tinkle į IAE. Maksimalus debitas paskaičiuotas remiantis 2017-2018 metų šildymo sezono duomenimis prie skaičiuotinos $-27\text{ }^{\circ}\text{C}$ lauko temperatūros ir prognozuojamu IAE šilumos poreikių kitimu. Daroma prielaida, kad maksimalus vandens debitas magistraliniame tinkle į IAE yra tiesiškai proporcingas IAE šilumos poreikiams.

Remiantis 2017-2018 metų šildymo sezono duomenimis maksimali suvartojimo galia sieke 50 MW (780 t/h), kai metinis šilumos poreikis buvo 105200 MWh. Proporcingai 2019-asiems metams, kai prognozuojamas metinis šilumos poreikis bus 100555 MWh, apytiksliai gauname:

$$\frac{50}{105200} \times 100555 = 47,79 \text{ MW (710) t/h,} \quad (4)$$

Maksimali suvartojimo galia 2019 metais gali siekti 47,79 MW, kas atitinka 710 t/h vandens debitą (prie skaičiuotinos -27 °C lauko temperatūros ir ŠP-20 šilumos tiekimo temperatūros grafiko 128-70 °C).

7 lentelė. Pagrindiniai šilumos tinklų hidrauliniai duomenys [12]

Parametras	Reikšmė
Maksimalus tiekiamo vandens slėgis katilinėje	16,0 (bar)
Minimalus grįžtamo vandens slėgis katilinėje	1,9 (bar)
Tiekiamo vandens slėgis šilumos punkte ŠP-20	8,4±0,4 (bar)
Grįžtamo vandens slėgis šilumos punkte ŠP-20	4,2±0,2 (bar)
Butinas perkretis (šildymo sezono metu) šilumos punkte ŠP-20	3,6-4,8 (bar)

8 lentelė. Slėgiai šilumos punkte ŠP- 1, mazge M- 4 ir šilumos punkte ŠP- 20 skirtingiems parinktiems vamzdinių skersmenims[13].

Slėgis (bar)	2xDN800	2XDN500	2xDN450
Slėgis tiekimo linijoje šilumos punkte ŠP-1	8,30	9,75	10,88
Slėgis grįžimo linijoje punkte ŠP-1	3,75	2,36	1,90
Slėgis tiekimo linijoje Mazge M-4	7,38	8,83	9,96
Slėgis grįžimo linijoje Mazge M-4	2,79	1,40	0,94
Slėgis tiekimo linijoje šilumos punkte ŠP-20	8,49	8,40	8,40
Slėgis grįžimo linijoje punkte ŠP-20	4,20	4,20	4,80
Slėgių skirtumas šilumos punkte ŠP-20	4,20	4,20	3,60

2.2 Šilumos nuostolių analizė

Šilumos nuostoliai įvertinti remiantis „Šilumos tiekimo vamzdinių nuostolių nustatymo metodika“, patvirtinta Lietuvos Respublikos energetikos ministerijos, 2016 m. vasario 5d. įsakymu Nr. 1-26 [14]. Šilumos nuostoliai įvertinti naudojant Dūkšto meteorologinės stoties vidutinės mėnesio temperatūros iš STR 2.01.02:2016 „Pastatų energijos naudingumo projektavimas ir sertifikavimas“,

patvirtinta Lietuvos Respublikos aplinkos ministerijos, 2016 m. lapkričio 11 d. Nr. D1-754 [15]. Vidutinė mėnesio tiekiamo bei grįžtamo šilumnešio temperatūros buvo parinktos remianti VĮ „Visagino energija“ katilinės temperatūriniais grafikais. [16].

Pagal metodiką [12], yra vertinami dviejų tipų šilumos nuostoliai: per vamzdynų paviršius bei dėl ištekėjusio šilumnešio. Nuostoliai dėl ištekėjusio šilumnešio pagal šią metodiką paprastai vertinami tik senos statybos trasoms be nuotėkio kontrolės sistemų vamzdynuose. Šilumnešio ištekėjimas iš antžeminiu būdu paklotos trasos yra labai greitai pastebimas. Šiuo laikinių požeminių, bekanaliu būdu nutiestų trasų vamzdynai turi nuotėkų kontrolės įrangą. Taigi bet kurio atveju, šilumnešio ištekėjimas būtų greitai identifikuotas ir eliminuotas, atlikus remontą. Kita vertus, šilumos tiekimo magistralinių tinklų į IAE trasa turi labai nedaug atsišakojimų, tad ir nesandarumų atsiradimo tikimybė yra labai nedidelė.

Šilumos nuostolių srautas nuo vamzdynų paviršiaus apskaičiuojamas pagal formulę:

$$q = \frac{t_f - t_a}{R}, [\text{W/m}], \quad (5)$$

čia: t_f – šilumnešio temperatūra (°C);

t_a – aplinkos temperatūra (°C);

R – šiluminė varža ($\text{m} \cdot \text{K/W}$).

Šiluminė varža R priklauso nuo vamzdynų paklojimo būdo, vamzdžio skersmens, izoliacijos ir kt. parametru, todėl apskaičiuojama taikant tam atvejui pritaikytus metodus.

Žinant šilumos nuostolių srautą, galima apskaičiuoti suminius metinius šilumos nuostolius pagal formulę:

$$Q = \beta \times L \times q \times n, [\text{W} \cdot \text{m}], \quad (6)$$

čia: β – šilumos nuostolių pataisos koeficientas;

L – vamzdyno ilgis (m);

q – šilumos nuostolių srautas nuo 1 m ilgio vamzdyno paviršiaus (W/m);

n – eksploatavimo trukmė (h).

Šilumos nuostolių pataisos koeficientas $\beta = 1,15$, kai vamzdynai klojami bekanaliu būdu arba antžeminiu būdu $\text{DN} \geq 150$ mm, parinktas pagal [15], 9 priedą.

2.2.1 Antžeminiu būdu paklotų vamzdynų šilumos nuostolių analizė

Remiantis šilumos nuostolių vertinimo metodika [14], antžeminiu būdu paklotų vamzdynų šiluminė varža R apskaičiuojama pagal formulę:

$$R = R_{iz} + R_a, [\text{m} \cdot \text{K/W}], \quad (7)$$

čia: R_{iz} – izoliacijos šiluminė varža;

R_a – išorinio paviršiaus šiluminė varža.

Įvertinus šias varžas, kiekvieno vamzdžio šilumos nuostolių srautas q apskaičiuojamas atskirai pagal formulę:

$$q = \frac{\pi(t_f - t_a)}{\sum_{k=1}^n \frac{1}{2\lambda_k} \ln \frac{d_{k+1}}{d_k} + \frac{1}{\alpha d_{n+1}}}, [\text{W} \cdot \text{m}], \quad (8)$$

čia d_1 – išorinis vamzdžio skersmuo (m), $d_{k+1}..d_{n+1}$ – skersmuo (m), pridėjus atitinkamą skaičių izoliacijos sluoksnių (nagrinėjamu atveju vertinamas vienas izoliacijos sluoksnis);

t_f – šilumnešio temperatūra (°C), t_a – aplinkos oro temperatūra (°C);

λ_k – izoliacijos sluoksnio šilumos laidumo koeficientas (W/(m·K));

α – šilumos atidavimo aplinkai koeficientas (W/(m²·K)), 2006 metais buvo atlikti darbai esamos 2xDN800 trasos izoliacijos atnaujinimo darbai. Įvertindami galimus izoliacinių savybių prastėjimo procesus, šios izoliacijos šilumos laidumo koeficientą priimu lygų $\lambda_{iz} = 0,05$ W/(m·K). Naujai tiesiamoms trasoms, šį koeficientą priimu mažesnę (pagal realius izoliacinių medžiagų duomenis) - $\lambda_{iz} = 0,04$ W/(m·K).

Antžeminiu būdu paklotiems vamzdynams šilumos atidavimo koeficientas α apskaičiuojamas pagal formulę:

$$\alpha = 11,6 + 7 \sqrt{v_{vėjo}}, [\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})], \quad (9)$$

čia $v_{vėjo}$ – vidutinis vėjo greitis (m/s).

Vidutinis vėjo greitis regione (3,5 m/s) buvo parinktas pagal Lietuvos hidrometeorologijos tarnybos skelbiamus duomenis [16].

Naudoti parametrai bei apskaičiuoti šilumos nuostoliai per vamzdynų paviršius pateikti 9 lentelėje.

9 lentelė. Antžeminiu būdu paklotų vamzdynų skaičiuotini šilumos nuostoliai per vamzdynų paviršius.

DN		800	500	450	400	350			
Išorinis skersmuo, mm		820	529	478	426	377			
Izoliacijos storis, mm		110	80	80	80	80			
Skersmuo su izoliacija, mm		1040	689	638	586	537			
Vamzdyno ilgis, m		6300	6300	6300	6300	6300			
Šilumos nuostolių pataisos koeficientas β		1,15	1,15	1,15	1,15	1,15			
Mėnesiai	Vid. oro temperatūra, °C	Trukmė, h	Šilumnėsio tempertūra		Skaičiuotini šilumos nuostoliai, W/m				
			$t_{pad.}$	$t_{grįžt.}$					
Sausis	-4,77	744	82,4	50,8	153,23	137,18	125,58	113,73	102,55
Vasaris	-3,26	672	79,8	49,9	147,69	132,23	121,04	109,62	98,84
Kovas	2,25	744	71,8	45,9	126,82	113,54	103,93	94,13	84,87
Balandis	4,59	720	70,0	51,2	115,65	103,54	94,78	85,84	77,40
Gegužė	11,49	744	70,0	56,0	106,26	95,13	87,08	78,87	71,11
Birželis	14,56	720	70,0	56,0	99,16	88,77	81,27	73,60	66,36
Liepa	16,09	744	70,0	56,0	96,45	86,34	79,04	71,58	64,55
Rugpjūtis	16,58	744	70,0	56,0	98,32	88,03	80,58	72,98	65,80
Rugsėjis	12,72	720	70,0	56,0	108,14	96,81	88,62	80,26	72,37
Spalis	5,55	744	70,0	52,2	114,61	102,60	93,93	85,06	76,70
Lapkritis	2,79	720	70,0	46,9	120,14	107,56	98,46	89,17	80,40
Gruodis	0,31	744	75,6	47,8	136,73	122,41	112,06	101,49	91,51
Metiniai šilumos nuostoliai per vamzdynų paviršius MWh		9366,34	6730,01	6160,77	5579,59	5030,96			

2.2.2 Bekanaliu būdu paklotų vamzdynų šilumos nuostolių analizė

Remiantis šilumos nuostolių vertinimo metodika [14], bekanaliu (požeminiu) būdu paklotuose vamzdynuose, kai greta pakloti du vamzdynai, o juose teka skirtingų parametrų šilumnešis (nagrinėjamu atveju tiekiamas ir grįžtamas), bendra šiluminė varža apskaičiuojama kiekvienam vamzdynui atskirai pagal formulę:

$$R_{g1} = \frac{\left(\frac{\lambda_{gr}}{\lambda_{iz}} \ln \frac{d_{iz2} + \ln \frac{h_2}{d_{iz2}}}{d_{iz2}}\right) \left(\frac{\lambda_{gr}}{\lambda_{iz}} \ln \frac{d_{iz1} + \ln \frac{h_1}{d_{iz1}}}{d_{iz1}}\right) + \ln \frac{\sqrt{s^2 + (h_1 + h_2)^2}}{\sqrt{s^2 + (h_1 - h_2)^2}}}{2\pi \lambda_{gr} \left(\frac{\lambda_{gr}}{\lambda_{iz}} \ln \frac{d_{iz2} + \ln \frac{h_2}{d_{iz2}}}{d_{iz2}} - \frac{t_{f2} - t_a}{t_{f1} - t_a} \ln \frac{\sqrt{s^2 + (h_1 + h_2)^2}}{\sqrt{s^2 + (h_1 - h_2)^2}}\right)}, \text{ [m} \cdot \text{K/W)],} \quad (10)$$

čia: indeksai 1 ir 2 žymi kiekvieną vamzdį;

λ_{gr} – grunto šilumos laidumo koeficientas (W/(m·K));

λ_{iz} – izoliacijos šilumos laidumo koeficientas (W/(m·K)); d_{iz} – izoliacijos sluoksnio skersmuo (m);

d – vamzdžio išorinis skersmuo (m);

s – atstumas tarp vamzdžių ašių (m);

h – atstumas nuo grunto paviršiaus iki vamzdžio ašies (m);

t_f – šilumnešio temperatūra (°C);

t_a – aplinkos temperatūra (°C).

Skaičiavimuose buvo naudojamas rekomenduojamas minimalus atstumas nuo grunto paviršiaus iki vamzdžio paviršiaus, kuris lygus 0,4 m [17]. Remiantis rekomendacijomis [19], jeigu atstumas nuo grunto paviršiaus iki vamzdžio ašies $h < 2 \cdot d_{iz}$, aplinkos temperatūra yra laikoma vietovės oro temperatūra. Tokiu atveju taip pat turi būti įvertinta grunto paviršiaus varža, kuri įvertinama fiktyviu vamzdžio įgilinimu h_f formulė:

$$h_f = \frac{\lambda_{gr}}{\alpha_{gr}}, [\text{m}], \quad (11)$$

čia λ_{gr} – grunto šilumos laidumo koeficientas (W/(m·K));

α_{gr} – grunto paviršiaus šilumos atidavimo koeficientas (W/(m²·K)). Grunto varžos skaičiavime naudojamas vamzdžio gylis yra laikomas tikrojo gylio ir fiktyviojo gylio suma: $h = h_{tikrasis} + h_f$.

Grunto šilumos atidavimo koeficientas lygus 10-15 W/(m²·K). Atliktuose šilumos nuostolių skaičiavimuose (8 lentelėje) buvo naudojama reikšmė $\alpha_{gr} = 10$ W/(m²·K). Įprasto grunto šilumos laidumo koeficientas buvo priimtas $\lambda_{gr} = 1,75$ W/(m·K). Kiti parametrai bei apskaičiuoti šilumos nuostoliai pateikti 10 lentelėje.

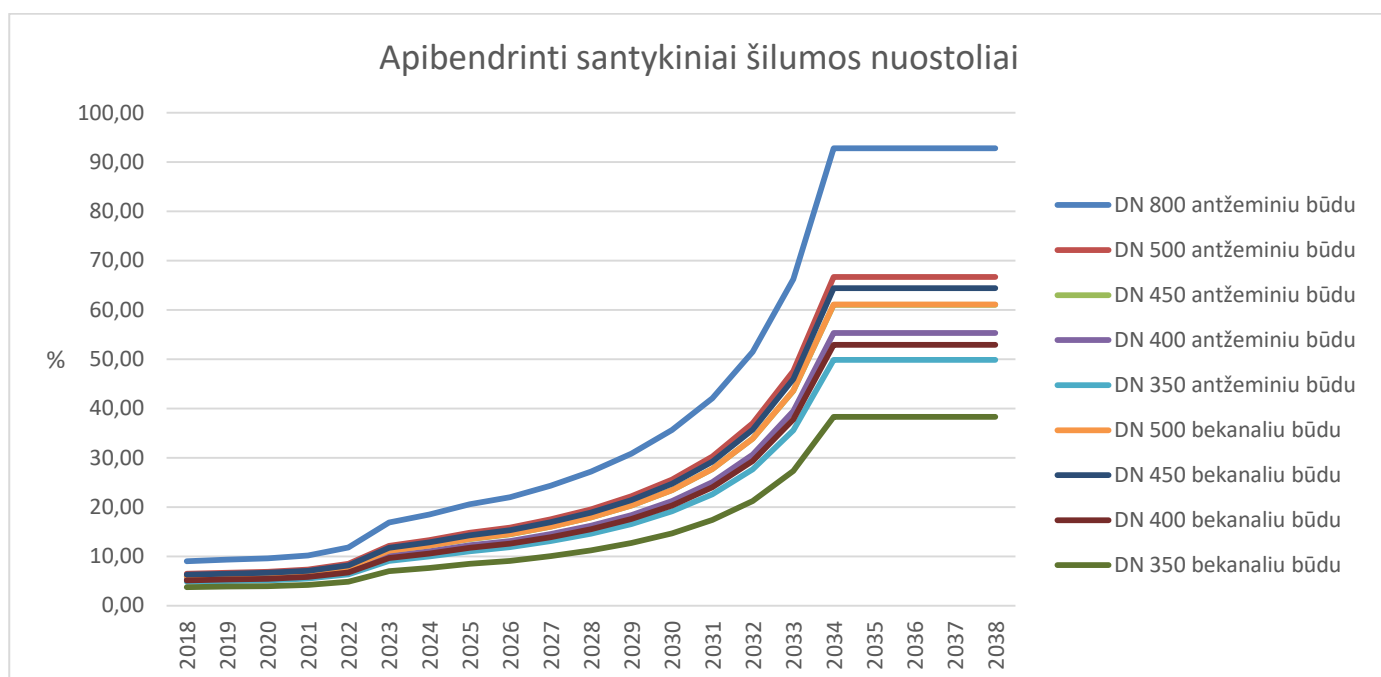
10 lentelė. Bekanaliu būdu (po žeme) paklotų vamzdynų skaičiuotini šilumos nuostoliai per vamzdynų paviršius.

DN		500	450	400	350			
Išorinis skersmuo, mm		508	457,2	406,4	355,6			
Standartinis izoliacijos storis, mm		54,4	45,4	51,1	66,6			
Apsauginio vamzdžio storis, mm		6,6	6	5,7	5,6			
Izoliuoto vamzdžio skersmuo, mm		630	560	520	500			
Izoliacijos sluoksnio skersmuo, mm		616,8	548	508,6	488,8			
Atstumas nuo vamzdžio paviršiaus iki grunto viršaus, m		0,4	0,4	0,4	0,4			
Atstumas nuo grunto paviršiaus iki vamzdžio ašies, m		0,715	0,68	0,66	0,65			
Fiktyvus vamzdynų įgilinimas, m		0,175	0,175	0,175	0,175			
Atstumas nuo grunto paviršiaus iki vamzdžio ašies, įvertinus fiktyvų įgilinimą, m		0,89	0,855	0,835	0,825			
Atstumas tarp vamzdžių ašių, m		0,88	0,81	0,77	0,75			
Vamzdyno ilgis, m		5542	5542	5542	5542			
Šilumos nuostolių pataisos koeficientas β		1,15	1,15	1,15	1,15			
Mėnesiai	Vid. oro temperatūra, °C	Trukmė, h	Šilumnėsio tempertūra		Skaičiuotini šilumos nuostoliai, W/m			
			$t_{pad.}$	$t_{grįžt.}$				
Sausis	-4,77	744	82,4	50,8	123,95	130,45	107,42	78,01
Vasaris	-3,26	672	79,8	49,9	121,38	127,99	105,08	76,00
Kovas	2,25	744	71,8	45,9	104,22	109,89	90,23	65,26
Balandis	4,59	720	70,0	51,2	95,06	100,24	82,30	59,51
Gegužė	11,49	744	70,0	56,0	87,35	92,11	75,62	54,68
Birželis	14,56	720	70,0	56,0	81,51	85,95	70,57	51,03
Liepa	16,09	744	70,0	56,0	79,28	83,60	68,63	49,63
Rugpjūtis	16,58	744	70,0	56,0	80,83	85,23	69,97	50,60
Rugsėjis	12,72	720	70,0	56,0	88,90	93,74	76,96	55,65
Spalis	5,55	744	70,0	52,2	94,21	99,34	81,56	58,98
Lapkritis	2,79	720	70,0	46,9	98,74	104,11	85,48	61,82
Gruodis	0,31	744	75,6	47,8	112,37	118,49	97,29	70,36
Metiniai šilumos nuostoliai per vamzdynų paviršius MWh			6168,13	6502,55	5340,51	3863,86		

Šilumos nuostoliai, tiek klojant šilumos tiekimo magistralinius tinklus antžeminiu būdu, tiek požeminiu, bekanaliu būdu, apibendrinti 11 lentelėje.

11 lentelė. Apibendrinti šilumos nuostoliai

DN	800 (esami antžeminiai vamzdynai)	500	450	400	350
Šilumos tiekimo magistralinių tinklų klojimas antžeminiu būdu					
Vamzdyno ilgis, m	6300	6300	6300	6300	6300
Metiniai šilumos nuostoliai per izoliaciją MWh	9366,34	6730,01	6160,77	5579,59	5030,96
Šilumos tiekimo magistralinių tinkle klojimas bekanaliu būdu					
Vamzdyno ilgis, m	-	5542	5542	5542	5542
Metiniai šilumos nuostoliai per izoliaciją ir gruntą MWh	-	6168,13	6502,55	5340,51	3863,86



12 pav. Apibendrinti santykiniai šilumos nuostoliai

Pagal prognozuojamus IAE šilumos poreikių sumažėjimus ženklus santykinų nuostolių atšakoje į IAE padidėjimas (dėl mažesnio šilumos poreikio IAE) turėtų būti 2023-2024 metais, kaip kad parodyta 12 paveiksle. Po 2024 metų jie taptų didesni už dabartinius santykinus šilumos nuostolius, o tai padidintų šilumos kainą visiems Visagino energijos vartotojams.

Šiuo metu šilumos tiekėjui VĮ „Visagino energija“ visų šilumos tiekimo vamzdynuose atsirandantys šilumos tiekimo nuostoliai ir susijusios išlaidos yra įskaičiuojami į šilumos tarifą ir paskirstomi visiems vartotojams. Taigi šilumos nuostolių sumažėjimas atšakoje į IAE sumažintų visas šilumos tiekimo išlaidas ir tuo pačiu šilumos tarifą visiems vartotojams.

2.3 Šilumos tiekimo magistralinių tinklų rekonstrukcijos ekonominė analizė

Atliksiu magistralinių šilumos tinklų rekonstrukcijos ekonominę analizę dviem būdais:

- kai šilumos tiekimo magistraliniai tinklai nuo mazgo Nr. 4 iki šilumos paviljono Nr. 20 klojami antžeminiu būdu, demontuojant senus šilumos tiekimo tinklų vamzdynus;
- kai šilumos tiekimo magistraliniai tinklai nuo mazgo Nr. 4 iki šilumos paviljono Nr. 20 klojami bekanaliu būdu esamos trasos vietoje, demontuojant šilumos tiekimo tinklų vamzdynus.

2.3.1 Šilumos tiekimo magistralinių tinklų klojimas antžeminiu būdu

Antžeminiu būdu šilumos tiekimo vamzdynai klojami tais atvejais, kai yra pakankamai vietos neužstatytose teritorijose arba pramoninių teritorijų viduje. Taip įrengti vamzdynai yra gerai matomi, todėl pakeičia kraštovaizdį, sudaro kliūtis judėjimui. Esanti trasa į IAE yra paklota virš žemės, ant įrengtų betono ir gelžbetonio atramų. Keičiant esantį vamzdyną galima panaudoti esančias atramas. Keičiant esantį vamzdyną mažesnio skersmens vamzdžiai gali panaudoti tiek judamas tiek nejudamas atramas, estakadas išlaikant būtiną atstumą tarp atramų. Didesnio kaip 500 mm skersmens vamzdynams maksimalus atstumas tarp nejudamų atramų yra 180 m [17]. Pagal esamos trasos dokumentacijos duomenis tarp nejudamų atramų atstumas yra mažesnis už maksimalų, todėl papildomų nejudamų atramų įrengti nereikėtų. Tačiau, gali tekti įrengti papildomas judamas atramas, kadangi parinkus mažesnio skersmens vamzdžius, jie gali įlinkti. Remiantis Lietuvos Respublikos energetikos ministro patvirtintomis „Šilumos tiekimo tinklų ir šilumos punktų įrengimo taisyklėmis“ (115 punktu), „Didžiausias atstumas tarp judamųjų atramų apskaičiuojamas pagal vamzdynų atsparumą, laikant leistinu didžiausią įlinkį, lygų 0,02 vamzdžio skersmens (DN)“ [17].



13 pav. Judamosios atramos

Naujos antžeminės 2xDN500 skersmens 1 km trasos statybos kaina, remiantis UAB „Sistela“ Nekilnojamojo turto atkūrimo kaštų (statybinės vertės) kainynu NTK 2018.03 [20] yra 978,34 tūkst. Eurų/km, o visos trasos statybos kaina – 6 163 542 Eurų. Atitinkamai, 2xDN 400 ir 2xDN350 trasos kaina yra 5 037 732 ir 4 307 877 Eurų.

Statybos kaina esamos trasos vietoje panaudojant esančias atramas sumažės dėl išvengtų išlaidų atramų įrengimui, tačiau prisidės esamo vamzdyno apskardinimo ir izoliacijos išardymo, esančių vamzdžių demontavimo kaštai [20]. Išmontuoti vamzdžiai ir cinkuota skarda gali būti parduoti kaip metalo laužas ir bus gautos papildomos pajamos [21].

Apskaičiuojant tokios trasos rekonstrukcijos kainą (žiūr. 12 lentelę) yra įskaičiuoti esamo 2xDN800 vamzdyno ir izoliacijos išmontavimo darbai, 2xDN500 vamzdžių kaina [22], montavimo darbai, izoliavimo ir apskardinimo darbai bei numatomos pajamos už metalo laužą.

12 lentelė. Trasos rekonstrukcijos išlaidos, klojant magistralinius tinklus antžeminiu būdu

Išlaidos	Vienetai	2xDN500	2Xdn400	2xDN350
Izoliacijos ir apskardinimo ardymas	Eur	354 734	354 734	354 734
Esamo vamzdyno išmontavimas	Eur	259 356	259 356	259 356
Pajamos už metalo laužą	Eur	469 802	469 802	469 802
Vamzdyno kaina	Eur	1 690 691	1 080 393	942 938
Vamzdyno montavimas	Eur	481 661	364 972	306 628
Izoliacijos įrengimas	Eur	870 170	748 251	699 244
Iš viso:	Eur	3 186 810	2 337 903	2 093 098

2.3.2 Šilumos tiekimo magistralinių tinklų klojimas bekanaliu būdu

Plačiausiai šiuo metu naudojamo šilumos tinklų vamzdynų įrengimo technologija yra iš anksto izoliuotų vamzdžių klojimas bekanaliu būdu. Įrengiant naujus vamzdynus šis būdas yra pigesnis už antžeminių vamzdynų įrengimą. Be to, po žeme esantys vamzdžiai nekliudo praėjimui, nereikia statyti estakadų virš gatvių ir kelių, išvengiama vizualinės landšafto taršos. Šiuolaikinės vamzdynų techninės būklės kontrolės technologijos leidžia operatyviai nustatyti galimo šilumnešio nuotėkio vietas, izoliacijos kokybę.

Keičiant esamą vamzdyną, ir įrengiant požeminę šilumos tiekimo trasą esančios antžeminės trasos vietoje pirmiausiai reikėtų demontuoti esantį antžeminį vamzdyną, išardyti ir išvežti esančias atramas, iškasti tranšėją ten, kur būtina, įrengti drenažą, pakloti naujus vamzdžius ir išlyginti virš trasos esantį gruntą. Esamų antžeminės trasos demontavimo išlaidų įtraukimas į rekonstrukcijos kainą, užbaigus IAE eksploatacijos nutraukimo darbus ir sumažėjus maksimalios šilumos galios poreikiui iki ~ 4 MW po 2034 m. (bendram prie trasos prijungtų vartotojų maksimalios galios poreikiui iki 8,3 MW) netgi rekonstruotos trasos nuostoliai bus palyginti dideli ir turėtų būti

analizuojami alternatyvūs prie šios trasos prijungtų vartotojų šilumos poreikių patenkino scenarijai. Kitaip tariant, esamą antžeminį šilumos tiekimo vamzdyną anksčiau ar vėliau vis tiek teks išmontuoti. Vienintelis skirtumas, kad norint nutiesti požeminę trasą esamos antžeminės trasos vietoje, šią trasą ir esančias betono/gelžbetonio atramas tektų išmontuoti nedelsiant.

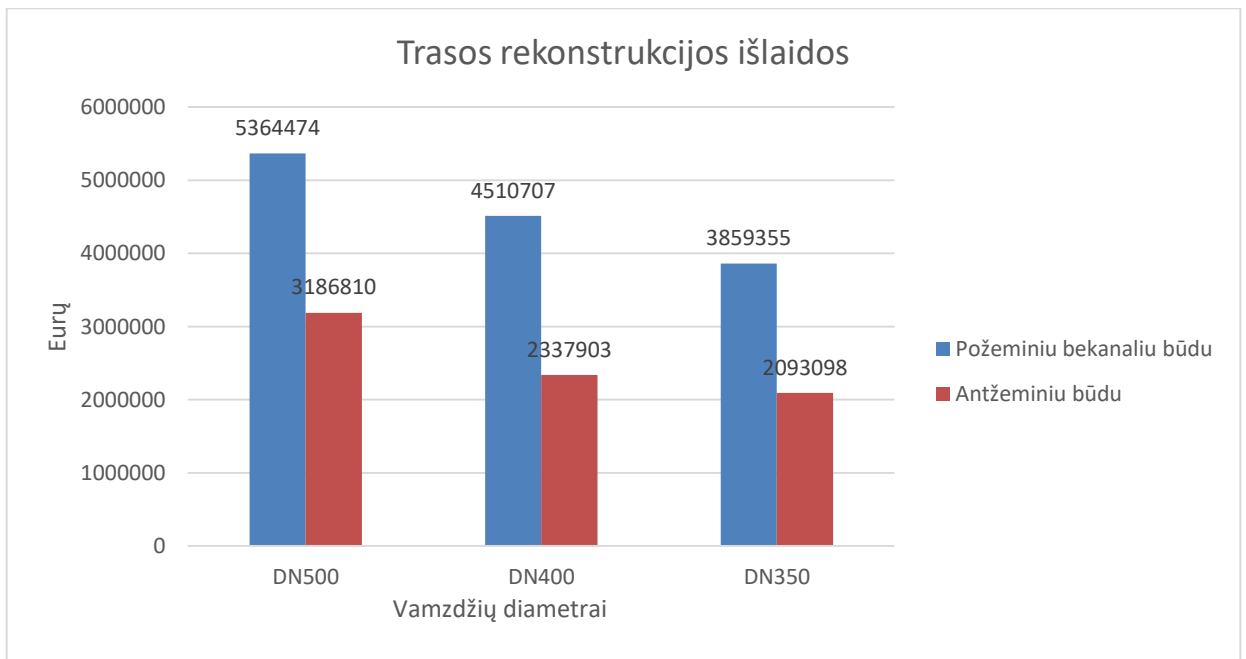
Šilumos tiekimo vamzdyno įrengimo kaina klojant iš anksto izoliuotus vamzdynus bekanaliu būdu apskaičiuota vadovaujantis UAB „Sistela“ Nekilnojamojo turto atkūrimo kaštų (statybinės vertės) kainynu NTK 2018.03 [20]. Statybos kaina 1 km DN 500 vamzdžio trasai yra 479,32 tūkst. Eurų. Atitinkamai DN 400 vamzdžio trasai – 401,12 tūkst., DN 350 - 341,46 tūkst. Eurų. Kiekvieno papildomo vamzdžio klojimui taikant kainos koeficientą 0,97, bendra 5,54 km ilgio 2xDN500 trasos statybos kaina yra 5 233 091, 2xDN400 – 4 379 324, 2xDN350 – 3 727 972 Eurų. Esamos trasos ir atramų išardymas bei grunto išlyginimo darbai papildomai kainuotų dar apie 570 tūkst. Eurų [20]. Galimos pajamos už parduotą metalo laužą – apie 470 tūkst. Eurų [21]. Apskaičiuojant tokios trasos rekonstrukcijos kainą pateikiama 13 lentelėje.

13 lentelė. Trasos rekonstrukcijos išlaidos, klojant magistralinius tinklus požeminiu bekanaliu būdu

Išlaidos	Vienetai	2xDN500	2xDN400	2xDN350
Požeminės trasos statybos kaina (L = 5542 m)	Eur	5 233 091	4 379 324	3 727 972
Esamų vamzdynų ir atramų išardymas	Eur	571 185	571 185	571 185
Grunto išlyginimas	Eur	30 000	30 000	30 000
Pajamos už metalo laužą	Eur	469 802	469 802	469 802
Iš viso:	Eur	5 364 474	4 510 707	3 859 355

2.4 Šilumos tiekimo magistralinių tinklų modernizavimo analizė

Rekonstrukcijos variantų palyginimas parodė, kad ekonominiu požiūriu esamos trasos rekonstrukcija panaudojant esančias atramas yra kiek pigesnė alternatyva lyginant su požeminės trasos įrengimu. Požeminė trasa taip pat turi privalumą, nes nereikia „U“ formos kompensatorių, dėl kurių, trasos ilgis sutrumpėja apie 758 metrų, tuo pačiu sumažėtų hidrauliniai pasipriešinimai ir šilumos nuostoliai. Tačiau bet kuriuo atveju gauta nauda dėl šilumos gamybos sąnaudų sumažėjimo yra palyginus nedidelė ir atsipirkimo laikas yra gana ilgas. Be to, padidinus tiekiamo šilumnešio slėgį, išauga transportavimo sąnaudos (elektros sąnaudos siurbliams). Sumažėjus IAE šilumos poreikiui galima panaudoti mažesnio skersmens vamzdžius, tuo pačiu sumažinant investicijas.



14 pav. Trasos rekonstrukcijos išlaidos, klojant magistralinius tinklus

3. VIETINIŲ ŠILUMOS GAMYBOS ŠALTINIŲ NAUDOJIMAS

2005 m. IAE teritorijoje pradėta eksploatuoti nauja garo katilinė su trimis garo katilais su degikliu SKVG-A 124 (Priedas Nr.5 Katilinės principinė schema) pav. 11. Naujos garo katilinės galia – 30 t garų /val. (3 katilai, kiekvieno našumas 15 t garų/val.). Pagrindinis katilinės kuras – dujos, rezervinis – skystasis kuras (dyzelinas). Projektas buvo finansuojamas Tarptautinio IAE eksploatavimo nutraukimo rėmimo fondo lėšomis, administruojamomis Europos plėtros ir rekonstrukcijos banko.



15 pav. IAE garo katilinė [23].

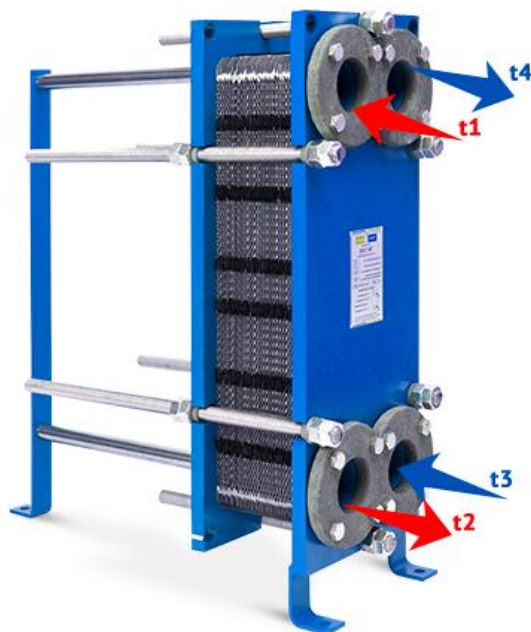
Garas tiekiamas 150 pastate esantiems skystų atliekų išgarinimo ir bitumavimo įrenginiams ir 156 pastato (skalbyklos) įrenginiams. Garo katilinėje taip pat yra įrengtas 10 MW galios termofikacinis mazgas, skirtas 101/1,2 pastato saugiam svarbių sistemų funkcionavimui šildymo sezono laikotarpiu užtikrinti (kaip rezervinis šilumos šaltinis). Šalia garo katilinės įrengtos rezervinio kuro (dyzelino) talpos. Esant poreikiui, ateityje katilinė galėtų būti rekonstruota, įrengiant papildomus garo / vandens šilumokaičius ir cheminio vandens paruošimo sistemą. Ši katilinė ateityje, sumažėjus IAE pastatų šilumos poreikiams, galėtų būti naudojama IAE pastatų bei statinių šildymui.

Kaip matome iš 7 pav. ir 5 lentelės, kad suminė maksimali IAE vartotojų galia 2018 metais sumažėjo iki 36 MW. Šis sumažėjimas paaiškinamas personalo kryptingai atliekama veikla – buvo įdiegtos įvairios šilumos taupymo priemonės pvz., atjungta dalis ventiliacijos sistemų, patalpose sumažinta temperatūra, o taip pat nutraukta dalies pastatų eksploatacija. Bet esamos garo katilinės pajėgumai negali padengti visų IAE objektų šilumos poreikio. Net ir įrengus papildomus termofikacinius mazgus garo katilinės galios neužtektų. Norint padengti reikiamą maksimalų IAE vartotojų šilumos poreikį, reikalinga naujos katilinės statyba. Optimaliausias variantas būtų papildomų termofikacinių mazgų (šilumokaičių) ir reikiamos galios biokuro katilo įrengimas.

3.1 Šilumos tiekimas iš esamos garo katilinės

Įrengus papildomą šilumokaitį esamoje garo katilinėje galima būtų padengti dalį reikiamo šilumos poreikio. Galima būtų įrengti papildomą 10 MW surenkamą plokštelinį šilumokaitį.

Šie surenkami plokšteliniai šilumokaičiai yra naudojami tuose objektuose, kur yra keliami aukštesni saugumo reikalavimai, sistemoje cirkuliuoja aukštesnis slėgis ar temperatūra ir gali būti naudojami chemijos, maisto ir kitose pramonės šakose. Didelė turbulencija ir priešrovinis tekėjimas užtikrina efektyvų šilumos perdavimą. Dėl surenkamos konstrukcijos jų priežiūra ir eksploatacija yra lengvesnė. Šio tipo prietaisas turi privalumą prieš kitas prietaisų rūšis, nes surenkamos konstrukcijos dėka galima koreguoti galingumą pagal sistemos poreikį, jungiant naujas plokšteles arba mažinant esamų skaičių atsiranda galimybė pagal sistemos poreikį koreguoti galingumą. Plokštelės yra jungiamos per specialias tarpines, dėl to yra užtikrinamas sistemos sandarumas ir patikimumas (žr. 16 pav.).



16 pav. Surenkamas plokštelinis šilumokaitis [24]

Surenkamo plokštelinio šilumokaičio techniniai duomenys:

Galingumas: iki 40 MW

Projektinis slėgis: 21 bar;

Darbo terpė: garas, vanduo, glikolis ir kt. skysčiai;

Tarpinių medžiaga: NBR, EPDM, VITON ir kt.

Projektinė temperatūra: +400° C;

Pajungimas srieginis ar flanšinis: DN 15 – DN 300;

Korpusas: anglinis bei nerūdijantis plienas.

Igyvendinus projektą galima būtų padidinti esamos garo katilinės efektyvumą. Informacija apie santykinės investicijas pagal naudojamas technologijas yra pateikiama 14 lentelėje.

14 lentelė. Santykiniai šilumokaičio įrengimo kaštai

Eil.Nr	Investicijų objektas	Nominalios investicijos Eur
1	Darbo projekto paruošimas	2.000
2	10 MW šilumokaitis	29.500
3	Montavimo ir kiti darbai	3.500
	Investicijų iš viso:	~35.000

3.2 Biokuro katilo įrengimas

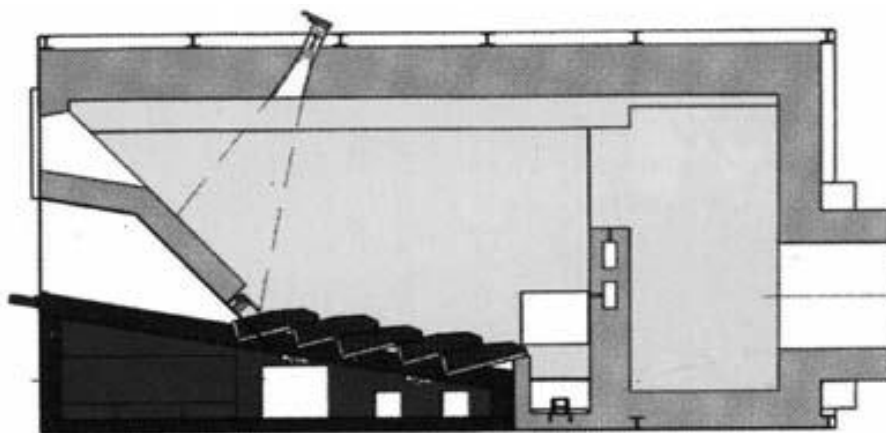
Pagal matomas tendencijas, žiūrint iš retrospektyvos, matosi, kad biokuras Lietuvoje visada buvo ženkliai pigesnis už gamtines dujas, tačiau šiuo metu, išaugus biokuro rinkai, jo kaina yra taip pat didinama. Galima daryti prielaidą, kad labiau plečiantis šilumos gamybos iš biokuro pajėgumams, bei didėjant medienos gaminių bei kokybiško biokuro (granulių, briketų ir pan.) eksporto mastams, jo kainos augimas bus šiek tiek spartesnis nei gamtinių dujų, tačiau kainos skirtumas su gamtinių dujų kaina turėtų išlikti panašus arba šiek tiek mažesnis negu dabar.

Biokuro katilines pagrindiniai elementai yra:

- kuro sandėliavimo ir kuro padavimo sistemos;
- kieto kuro degimo įrenginys;
- katilas (tipas gali skirtis priklausomai nuo naudojamos technologijos ir kitų faktorių);
- generatorius;
- kondensacinis ekonomaizeris;
- dūmų valymo įranga
- pelenu, šlako ir dūmų valymo produktų surinkimo sistema.

3.2.1 Kieto kuro ardyninė pakura

Įrenginių mechaninė pakura/ardeliai ir katilo apatinės dalies šoninės sienos ir lubos padengtos ugniai atsparių plytų danga. Katilo paviršius yra aušinamas vandeniu. Viršutinė katilo dalis yra vadinama antrine degimo kamera. Jos šoninės sienos taip pat aušinamos vandeniu. Šoninės sienos pagamintos iš plytų ar kitos ugniai atsparios dangos tam, kad išlaikytų aukštą temperatūrą. Žiotys tarp katilo ir antrinės degimo kameros pagerina sūkurio formavimąsi išmetamosiose dujose tam, kad išmetamosios dujos ir antrinis oras būtų veiksmingai sumaišomi ir pasiekiamas visiškas kuro sudegimas. Katilo sienose, prie antrinio oro įpurškimo antgalių, dažniausiai yra montuojami papildomi katilo paleidimo degikliai.



Pav. 17 Kūrykla su ardynu, sudarytu iš stacionarios dalies ir judamosios pasvirusios dalies [25]

Kuras per piltuvus paduodamas ant ardyno. Kuro piltuvo forma įtakoja įrangos naudingumą. Pagrindo kampas yra toks, kad kuras galėtų lengvai slysti, o latako apatinė dalis natūraliai prisipildytų kuru. Latake po piltuvu yra išlaikomas tam tikras kuro lygis. Stūmoklinis kuro daviklis iš piltuvo paduoda kurą ant ardyno. Latakas yra pagamintas iš ugniai atsparių plytų. Tuo atveju, kai eksploatacija nevyksta, sumontuotus hidraulinius sukamo tipo ardelius galima atidaryti/uždaryti iš kuro krano valdymo patalpos.

Ardyno konstrukcija gali kisti priklausomai nuo gamintojo. Ardyną paprastai sudaro tokie atskiri ardelių skyriai: džiovinimo ardeliai, degimo ardeliai ir sudegimo ardeliai.

Skirtingas įvairių ardelių tipų veikimas priklauso nuo aušinimo. Aušinimas vandeniū sudaro sąlygas deginti kurą, kurio kaloringumas žymiai didesnis (>14 MJ/kg, šiaudų granulių kaloringumas $\sim 15,3$ MJ/kg), palyginti su tais atvejais, kai aušinimui naudojamas pirminis oras. Oro, reikalingo degimui, reguliavimas taip pat yra geresnis tuomet, kai naudojamas aušinimas vandeniū, kadangi tokiu atveju aušinamo oro kiekį galima sumažinti.

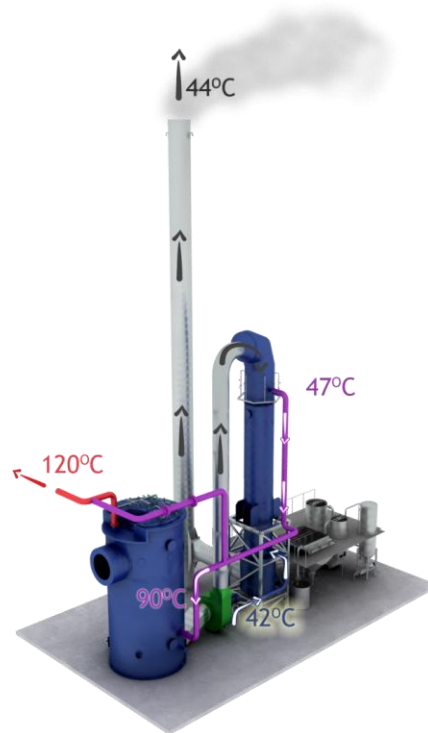
Katile yra atskiros pirminio ir antrinio oro tiekimo sistemos. Pirminis oras per ardeles bei kuro sluoksnį tiekiamas į katilą. Tuo pačiu metu pirminis oras veiksmingai aušina ardyno konstrukciją. Į įvairius ardyno skyrius tiekiamo oro kiekis yra valdomas taip, kad kiekvienas skyrius gautų optimalų oro srautą. Kuro padavimo sistemoje yra atskiras aušinimo ventiliatorius, kuris orą tiekia tik į šią dalį. Šis oro srautas yra laikomas antriniu oru. Antrinis oras į katilą yra tiekiamas ardyno gale arba katilo pirmojo dūmtakio pradžioje. Antrinis oras į išmetamąsias dujas įleidžiamas dideliu greičiu, užtikrinančiu gerą susimaišymą.

Ardyninio tipo pakuros naudojamos vandens šildymo katiluose ribose nuo 1 MW iki 20 MW, įrengiant galingesnius vandens šildymo katilus ar TE iki 50 MW, ardynas privalo būti papildomai aušinamas.

3.2.2 Dūmų kondensacinis ekonomizeris

Dūmų kondensacinio ekonomizerio (14 pav.) (DKE) paskirtis yra gaminti šiluminę energiją tam panaudojant iš biokuro katilo išmetamų degimo produktų likutinę šilumos energiją. Šiluminė energija ekonomizeryje gaunama tiek dūmų fizinės, tiek dūmuose esančių vandens garų kondensacinės šilumos sąskaita. Tinkamas sąlygas efektyviam kondensacinio ekonomizerio darbui sudaro:

- biokuro katile deginamo kuro drėgnumas (gali siekti iki 60%),
- sąlyginai žema iš šilumos tiekimo sistemos grįžtančio vandens temperatūra,
- aukšta katilų išmetamų degimo produktų temperatūra.



18 pav. Degimo produktų kondensacinis ekonomaizeris [26]

Už katilo dūmsiurbio išmetami degimo produktai paduodami į kondensacinį ekonomaizerį, kuriame turi būti ataušinami termofikaciniu vandeniu. Už ekonomaizerio ataušę dūmai išmetami į atmosferą per dūmtraukį. Už ekonomaizerio išmetamuose dūmuose susikondensavę smulkūs lašai sugaudomi dūmtraukio žiotyse įrengtame išplatėjime. Pašilęs termofikacinis vanduo už ekonomaizerio gražinamas į tą pačią grįžtančio vandens magistralę.

Kondensaciniame ekonomaizeryje susidaręs kondensatas yra surenkamas kondensato surinkimo talpykloje ir nuolatos akumuliuojasi. Taip susikuria kondensato perteklius, kurį reikia pašalinti. Šalinimas nėra galimas dėl kondensato užterštumo. Dūmuose esančios kietosios dalelės patenka į kondensatą, taip kartu su kitais veiksniais veidamos vandens kokybę bei užterštumą. Tam, kad pašalintume perteklinį kondensatą, reikia jį neutralizuoti ir išvalyti. Perteklinis kondensatas toliau dozuojamas į kondensato valymo sistemą, kur pirmiausiai yra neutralizuojamas jo pH lygmuo, pasiekiant reikalingą išmetamo į kanalizaciją kondensato pH = 6,5-6,8. Tam į kondensatą dozuojami šarmo ir rūgšties tirpalai. Kad smulkiosios dalelės kondensate koaguliųotų į didesnes, reikia koagulianto reagento. Sukoaguliuotas daleles flokuliuojame naudodami flokuliato reagentą. Po šio cheminio ir mechaninio kondensato apdorojimo naudojami mechaniniai filtrai. Tik tuomet kondensatas yra tinkamas nutekėti į kanalizaciją. Likęs kondensatas yra recirkuliuojamas sistemoje norint palaikyti kondensacinės sistemos nepertraukiamą veikimą ir padidinti šilumos perdavimo efektyvumą.

Dūmų kondensacinio ekonomizaizerio privalumai:

- Maži hidrauliniai ir aerodinaminiai pasipriešinimai – mažos elektros sąnaudos;
- Efektyvūs šilumos mainai ekonomizaizeryje;
- Kondensaciniai ekonomizaizeriai lengvai pritaikomi prie visų tipų katilų;
- Termofikacinis vanduo šildomas be tarpinio šilumokaičio;
- Gaunamas iki 30 proc. papildomas šilumos kiekis nuo katilo galios.

3.2.3 Investicijų poreikis biokuro katilo įrengimui

Norint įgyvendinti projektą reikalinga įvykdyti šiuos darbus:

- Organizuoti viešojo pirkimo procedūras atlikimui;
- Katilinės pastato arba priestato prie esamos katilinės statyba;
- Biokurą deginančios pakuros, vandens šildymo katilo su jų pagalbinais įrengimais montavimas;
- Pelenų šalinimo įrengimų montavimas;
- Biokuro sandėlio įrengimas;
- Kondensacinio dūmų ekonomizaizerio įrengimas;
- Kondensato valymo nuo kietųjų dalelių ir kitų teršalų valymo įrenginių įrengimas;
- Kamino įrengimas;
- Dyzelinio generatoriaus įrengimas;
- Elektrotechninių įrenginių montavimas;
- Montażas ir kiti darbai.

Informacija apie santykinės investicijas pagal naudojamas technologijas yra pateikiama 14 lentelėje.

14 lentelė. Santykiniai 10MW biokuro katilinės įrengimo kaštai

Eil.Nr	Investicijų objektas	Nominalios investicijos, tūks Eur.
1	Darbo projekto paruošimas	124,936
2	Statybinė dalis	838,935
3	Biokuro padavimo įrengimas	234,871
4	Kuro deginimo įrengimas	190,913
5	Šilumos gamybos įrengimas	495,247
6	Degimo produktų šalinimas	583,341
7	Elektros-automatikos įrengimas	423,867
8	Kondensacinis dūmų ekonomizaizeris	369,786
9	Montavimo ir kiti darbai	336,280
Investicijų iš viso:		~3598,176

4. ŠILUMOS TIEKIMO IAE OBJEKTAMS VARIANTŲ EKONOMINIS ĮVERTINIMAS

VĮ „Visagino energija“ yra visuomeninis tiekėjas, įpareigotas tiekti šilumos energiją aptarnaujamoje teritorijoje visiems to pageidaujantiems vartotojams pagal patvirtintus tarifus. Įmonei yra patikėta rūpintis prekyba šilumos energija ir kokybišku šilumos energijos vartotojų aptarnavimu.

Šilumos energijos tiekimo patikimumas yra labai svarbus rodiklis. Šilumos energiją tiekiančios bendrovės privalo užtikrinti nuolatinį tokios energijos tiekimą. Nutrūkus pagrindiniam šilumos tiekimui, turi būti numatytas rezervinis šilumos tiekimas.

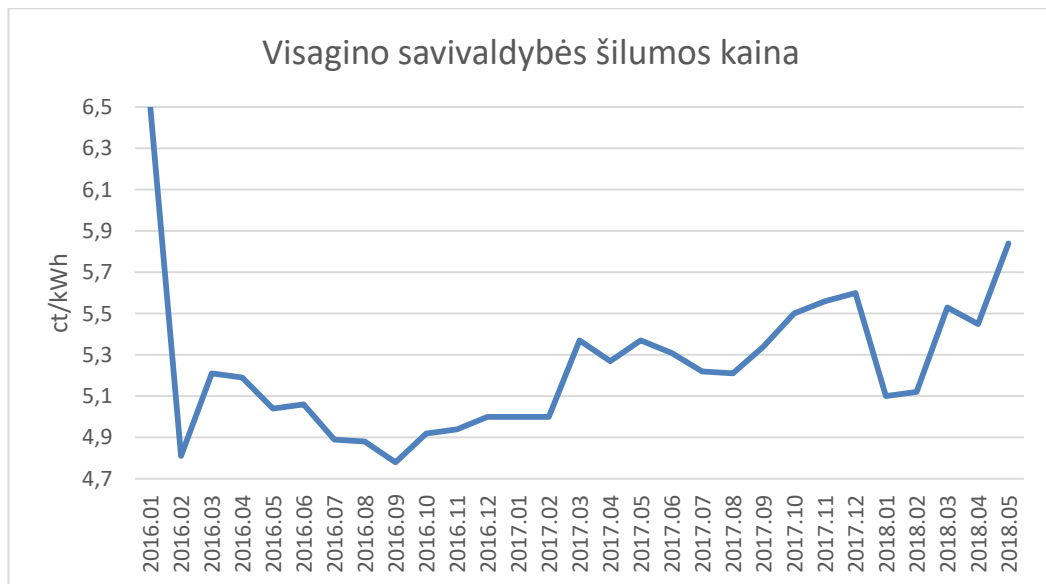
Prognozių patikimumas labai priklauso nuo to, kaip pavyksta nustatyti veiksnius, kurie turi didelę įtaką analizuojamo proceso kaitai, ir kokybiškai įvertinti jų tarpusavio ryšius su šiuo procesu. Turint palyginti ilgas statistinių duomenų eilutes ir esant stabiliam tokių veiksnių bei jų tarpusavio ryšių kitimui, galima parengti patikimas prognozes. Tačiau dažnai tenka prognozuoti nepakankamai ištirtų arba tikimybinių reiškinių raidą artimai ar tolimesnei perspektyvai. Tokiu atveju reikia atlikti kur kas detalesnę empirinių duomenų analizę ir taikyti matematinius modelius, kurie leidžia iširti įvairių veiksnių įtaką reiškinio kitimo tendencijoms ir juos adekvačiai įvertinti rengiant prognozę.

VĮ „Visagino energija“ veikla yra reguliuojama, kad paslaugos būtų tiekiamos kainomis, ne didesnėmis nei sąnaudos, būtinos tai paslaugai pateikti. Todėl pelno dydis įmonei yra nustatomas teikiamų paslaugų tarifuose ir gali būti naudojamas tik investicijoms.

Optimizuojant šilumos tiekimo veiklą įmonė siekia atnaujinti esamą šilumos tiekimo veiklos ilgalaikį turtą ir rekonstruoti centralizuoto šildymo sistemos dalis. Įmonė 2017 m. yra parengusi paraišką ES paramos finansavimui pagal Ekonomikos augimo veiksmų programos „Šilumos tiekimo tinklų modernizavimas ir plėtra“.

Pajamų mažėjimas yra siejamas su teikiamų paslaugų vartojimo mažėjimu (ženkliai sumažėjo IAE vartojimas, apšiltinami Visagino miesto viešieji pastatai (didinant pastatų energijos efektyvumą), mažėja buitinis vartotojų vartojimas).

Remiantis Šilumos kainų nustatymo metodika šilumos ir kainos perskaičiuojamos kas mėnesį, priklausomai nuo kuro kainos pasikeitimo, todėl VĮ „Visagino energija“ nepatiria papildomų nuostolių dėl nepadengtų kuro sąnaudų, nes vartotojai tas sąnaudas padengia.



19 pav. Visagino savivaldybės šilumos kainos kintamumas [27]

Šilumos energija tiekama Visagino savivaldybės vartotojams antžemiais ir požemiais šilumos tinklais (pereinamajame bei nepereinamuosiuose kanaluose). Dalis centralizuotų šilumos tinklų yra modernizuoti (nuo 2003 m. 11 km antžeminių (magistralinių) tinklų, 6,1 km – požeminių (magistralinių ir kvartalinių) miesto tinklų). Sumažinti energijos praradimai ir nuostoliai, renovuotų trasų atkarpose jie sudaro ne daugiau ne 10 %. Visagino mieste yra nerenovuoti 31,8 km inžinerinių tinklų, energijos praradimai ir nuostoliai, kurių atkarpos sudaro iki 30 %, kurias renovavus energijos nuostolius bus galima sumažinti iki 10 %.

Aktuali problema išlieka kvartalinio šilumos tinklo modernizavimas, kur nebuvo atliktos kapitalinės investicijos nuo miesto statybos pradžios 1975 m, t.y., apie 40 metų.

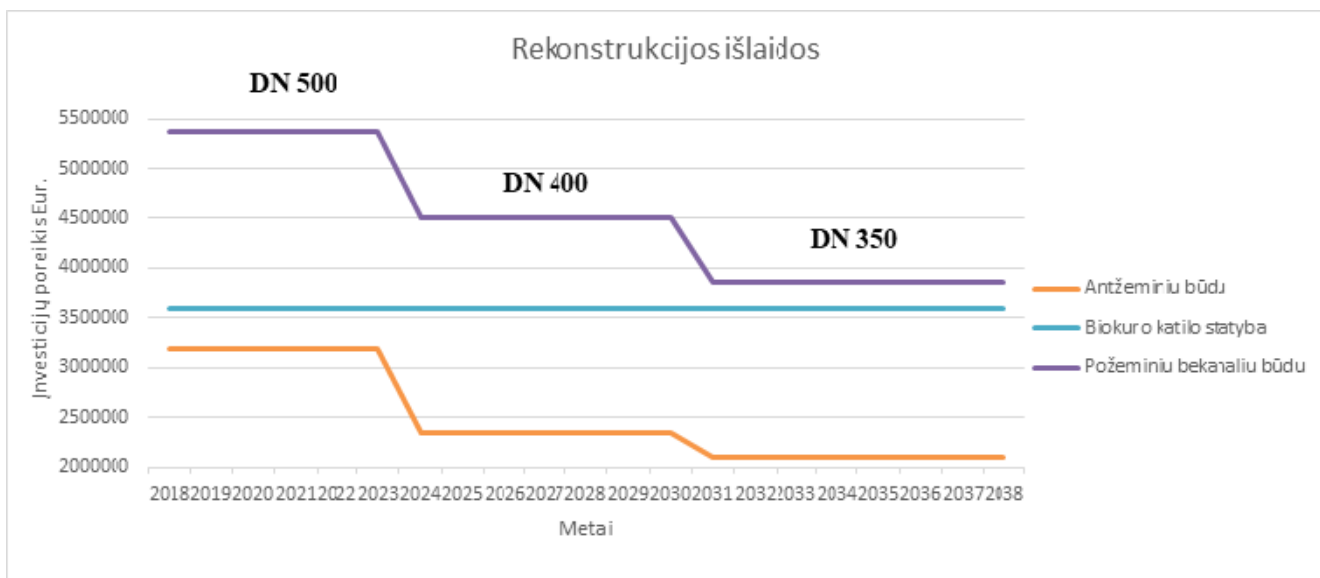
Labai svarbu pažymėti, kad esant dabartinei miesto šilumos tiekimo tinklų būklei, gali įvykti didelė avarija (panaši į 2006 metais įvykusią šilumos tiekimo tinklų avariją Telšių mieste). Tokiu atveju vien avarijos padarinių likvidavimui vienoje vamzdinių atkarpoje būtų išleista didžiulė pinigų suma. Be to, pačios jautriausios šilumos vartotojų grupės – ligoninės, mokyklos ir gyventojai kelias dienas negautų šilumos energijos.

Būtent į šias vietas dabar reikalinga investuoti pinigus. Įmonė tikisi gauti ES paramos finansavimą centralizuoto šildymo sistemos rekonstravimui. Vykdyti iškart ir miesto centralizuotos šildymo sistemos rekonstravimą ir magistralinių tinklų rekonstravimą būtų didžiule našta įmonės biudžetui.

VĮ „Visagino energija“ savo centralizuotai tiekiamos šilumos trasas atnaujina nuosekliai, teikdama pirmenybę seniausioms ir daugiausiai šilumos nuostolių patiriančioms atkarpoms (Priedas 6 ir 7).

4.1 Investicijų išlaidos

Galimų projektų investicijų išlaidos – tai visos projekto veikloms įgyvendinti reikalingos išlaidos, kurias planuojama patirti sukūriant apibrėžtus projekto rezultatus (20 pav.).



20 pav. Įvairių variantų rekonstrukcijos išlaidos

Šilumos trasų modernizavimas užtikrina patikimumą, leidžia sumažinti šilumos nuostolius. Todėl tiesiogiai tokie projektai negeneruoja tiesioginių pajamų. Tuo tarpu galima įvertinti konkrečius sutaupymus, kurie atsiranda modernizavus trasą. Sutaupymai vertintini kaip sąnaudos su minuso ženklu. Išskiriamos 2 pagrindinės kategorijos – sutaupymai dėl sumažėjusių eksploatacinių sąnaudų ir sutaupymai dėl sumažėjusių šilumos nuostolių.

4.2 Techniniai ir teisiniai projektų įgyvendinimo apribojimai

Šilumos tiekimo veikla gali verstis tik tos įmonės, kurios turi šilumos tiekimo licenciją. LR Vyriausybės nutarime „Dėl teisės aktų, būtinų Lietuvos Respublikos šilumos ūkio įstatymui įgyvendinti, patvirtinimo“ yra numatyta, kad šilumos tiekimo licenciją gali gauti įmonė, apibrėžtoje teritorijoje valdanti šilumos perdavimo tinklus. Įmonė, kuri šiuo metu šilumos perdavimo tinklus valdo ne nuosavybės ar patikėjimo teise, gali gauti licenciją, jeigu jos įstatinis kapitalas – ne mažesnis kaip 5 procentai jai pagal sudarytą nuomos sutartį perduoto turto vertės. Licenciją gavusi įmonė privalo per kiekvieni paskesnius metus didinti savo įstatinį kapitalą ne mažiau kaip 5 procentais, kol jos įstatinis kapitalas sudarys ne mažiau kaip 15 procentų jai pagal sudarytą nuomos sutartį perduoto turto vertės. Įmonė, kuri šilumos perdavimo tinklus pradės valdyti ne nuosavybės ar patikėjimo teise po šių Taisyklių įsigaliojimo, gali gauti licenciją, jeigu jos įstatinis

kapitalas – ne mažesnis kaip 15 procentų jai pagal sudaromą nuomos sutartį perduodamo turto vertės.

VĮ „Visagino energija“ tapo licencijuotu šilumos tiekėju pagal VKEKK 2004 m. sausio 22 d. nutarimą Nr. O3-7 (licencijos Nr. L4-ŠT-15).

Optimalu, kad ateityje konkurencija šilumos ūkio sektoriuje tarp alternatyvių energijos rūšių tiekėjų būtų reglamentuojama ir reguliuojama savivaldybių specialiaisiais šilumos ūkio planais, derinamais su Nacionaline energetikos strategija, šalies šilumos ūkio plėtros kryptimis (nacionaliniu šilumos ūkio plėtros planu), siekiančiais vartotojų poreikių šilumai tenkinimą užtikrinti vartotojui mažiausiomis sąnaudomis. Alternatyvių energijos rūšių tiekimo infrastruktūrų vystymas, tenkinant atskirų verslo grupių ar atskirų vartotojų (paprastai mažumos) norus, neturi pažeisti kitų vartotojų teisių ir teisėtų interesų.

Nacionalinėje energetinės nepriklausomybės strategijoje yra nurodyta, kad šilumos gamybos ir perdavimo efektyvumas bus didinamas nuosekliai gerinant šilumos gamybos ir perdavimo infrastruktūrą. Renovuojant santykinai senus ir nepatikimus šilumos perdavimo tinklus, tikimasi sumažinti energijos nuostolius iki 0,4 TWh per metus.

Toje pačioje strategijoje yra numatyti ir ilgalaikiai – 2020 – 2030 metų tikslai. Vienas iš tikslų – šilumos gamybos ir tiekimo sistemos tobulinimas. Tai reiškia, jog ir ateityje bus skiriamas itin didelis dėmesys, šilumos tiekimo tinklų tobulinimui, renovacijai ir modernizacijai. Todėl kiekviena pažangi ir socialiai atsakinga šilumos tiekimo įstaiga, privalo skirti papildomų lėšų šilumos tiekimo sistemos modernizavimui. Siekiant didesnio masto ir efekto, būtina ES Struktūrinių fondų pagalba.

Norint įgyvendinti Nacionalinėje energetinės nepriklausomybės strategijoje, šalies šilumos ūkio plėtros kryptyse, ES direktyvose ir šalies įsipareigojimuose ES numatytas kogeneracijos, atsinaujinančių energijos šaltinių ir vietinio kuro panaudojimo šilumos gamybai apimtis, būtina ne tik įgyvendinti rinkos santykius šilumos gamybos sektoriuje, bet ir išsaugoti, modernizuoti ir vystyti centralizuoto šilumos tiekimo sistemas.

Lietuvos Respublikos šilumos ūkio įstatyme (2003 m. gegužės 20 d. Nr. IX-1565, *Žin.*, 2003, Nr. [51-2254](#))[4] yra nurodyta, kad vienas iš šilumos ūkio plėtros tikslų yra didinti šilumos gamybos, perdavimo ir vartojimo efektyvumą. Senų, nusidėvėjusių vamzdynų pakeitimas naujais, leis padidinti šilumos energijos perdavimo efektyvumą.

Lietuvos Respublikos nutarime „Dėl šilumos ūkio plėtros krypčių patvirtinimo“ (2004 m. kovo 22 d. Nr. 307, *Žin.*, 2004, nr. 44-1446), viena iš krypčių yra: „išsaugant esamas aprūpinimo šiluma sistemas ten, kur jas naudoti tikslinga ir efektyvu tiek aplinkosaugos, tiek ekonominiu požiūriu, geriau naudojantis šių sistemų pranašumais.

Biokuro panaudojimo energijos gamybos plėtra tiesiogiai prisideda prie energijos vartojimo efektyvumo didinimo, išmetamųjų ŠESD kiekio mažinimo ir IAE dalies panaudojimo energijos gamyboje didinimo tikslų.

Lietuvoje kietuoju medienos biokuru prekiaujama sudarant tiesioginius sandorius arba per energijos išteklių biržą. Ši birža Lietuvoje veikia nuo 2012 m., o energijos išteklių biržos operatorius, organizuojantis prekybą energijos ištekliais, administruojantis energijos išteklių biržą ir turintis išduotą energijos išteklių biržos operatoriaus licenciją yra UAB Baltpool.

Lietuvos miškų urėdijos nuo 2014 m. sausio 1 d. įpareigtos iš miško kirtimo atliekų gaminti skiedras ir parduoti jas biokuro biržoje. Iki 2014 m. sausio 1 d. urėdijos tokio įpareigojimo neturėjo ir prekiaavo tik miško kirtimų atliekomis.

Prognozuojant biokuro kainos kitimą remiamasi LEKA ataskaita. Pagal labiausiai tikėtiną medienos biokuro plėtros scenarijų, numatoma medienos kilmės biokuro vidutinė kaina 2020-2025 m. su transportavimo į objektą kaštais siektų ~209-232 Eur/tne arba ~18-20 Eur/MWh. Šios kainos atitiktų ~2,9 % vidutinį metinį biokuro kainos augimą.

IAE dėl dalinio projekto finansavimo gali kreiptis paramos į ES struktūrinius fondus. Iš struktūrinių fondų gali būti finansuojami iki 50 % visų finansuoti tinkamų išlaidų. Subsidijos skyrimas ar neskyrimas ar skiriamo dydžio pasikeitimas įtakoja projektų finansinį gyvybingumą.

Palūkanų normos pasikeitimai darys įtaką finansiniams projektų rodikliams ir kapitalui. Dėl palūkanų normos išaugimo išaugs sąnaudos susijusios su skolinto kapitalo grąžinimu. Infliacija gali daryti įtaką paslaugų ir prekių kainų augimui šalyje, dėl to numatyti pinigų srautai gali pasikeisti. Ši rizika mažai tikėtina dėl trumpo projekto įgyvendinimo laikotarpio.

Dėl pokyčių teisinėje aplinkoje (naujai priimti įstatymai, taisyklės, nutarimai ir kt.) gali būti pradėti taikyti didesni pajamų, pelno, pridėtinės vertės, nekilnojamo turto ar socialinių mokesčių tarifai, dėl kurių padidėtų eksploatacinės išlaidos. Žymūs pokyčiai teisinėje aplinkoje yra mažai tikėtini. Teisiniai pokyčiai taip pat gali paveikti šilumos energijos tarifo nustatymų principus arba patį tarifą. Dėl šios priežasties pasikeistų projektų pajamas ir projektų kaštų – naudos rezultatai.

Pastaruoju metu stebimi globalinio klimato kaitos procesai, kurie turi įtakos ir Lietuvai. Dažniau stebimi ekstremalūs vėjai, uraganai, kritulių kiekis ir temperatūrų kaita. Pažymėtina, kad gamtos veiksnių rizika yra sunkiai prognozuojama ir nekontroliuojama.

Projektavimo rizika (gali paveikti investicinius kaštus ir gilinimo darbų laikotarpį). Dažniausiai ši rizika gali atsirasti dėl klaidų rengiant techninius projektus. Projektavimo rizika gali turėti įtakos visoje projekto eigoje ir paskatinti didinti išlaidas.

Eksploatavimo kaštų, biokuro, gamtinių dujų kainos išaugimas su šių kaštų išaugimu susijęs projektų pelningumas ir finansinis gyvybingumas. Išaugus šiems kaštams projektų rodikliai investicijoms ir kapitalui gali pasikeisti.

IŠVADOS

1. Dėl pastoviai mažėjančių šilumos energijos sąnaudų IAE pastatams šildyti, esamoje šilumos tiekimo magistralėje santykiniai šilumos nuostoliai gali pasidaryti pernelyg dideli ir toks šilumos tiekimas taptų neracionalus. Kadangi laikomasi nuostatos, jog Ignalinos atominė elektrinė šilumos tiekėjas turi išlikti VI „Visagino energija“, būtina numatyti optimalų šilumos tiekimo būdą perspektyvoje.
2. Darbe atliktas galimų rekonstrukcijų variantų analizė (šilumos tiekimas esamų vamzdynu, šilumos tiekimas naujai perklotu vamzdynu, IAE katilinės modernizavimas, naujos biokuro katilinės statyba) parodė, kad ekonominiu požiūriu esamos trasos rekonstrukcija, panaudojant esančias atramas, yra pigesnė alternatyva, lyginant kitomis alternatyvomis. Tačiau gauta nauda dėl trasos rekonstrukcijos ir šilumos gamybos sąnaudų sumažėjimo yra palyginti nedidelė ir tokios rekonstrukcijos atsipirkimo laikas bus gana ilgas.
3. Akivaizdu, kad Ignalinos atominės elektrinės šilumos poreikiams smarkiai sumažėjus po 2024 metų, VI „Visagino energija“ reikėtų rekonstruoti magistralinius šilumos tiekimo tinklus, kad nebūtų prarastas vienas iš stambiausių vartotojų. Būtent po 2024 metų rekonstrukcija ekonomiškai tampa patrauklesnė, galima naudoti mažesnio skersmens vamzdžius, tuo pačiu sumažinant investicijas. Rekonstrukcija galėtų būti ekonomiškai patrauklesnė, jeigu dalis rekonstrukcijos išlaidų būtų subsidijuojama, pavyzdžiui, ES struktūrinių fondų lėšomis.
4. Suprantama, tolimesnėje perspektyvoje, IAE šilumos poreikiams dar daugiau sumažėjus, šilumos tiekimo IAE pastatams strategiją reikėtų vertinti naujai, atsižvelgiant į pokyčius kuro kainų rinkose ir kitus faktorius.

LITERATŪROS SĄRAŠAS IR KITI INFORMACIJOS ŠALTINIAI

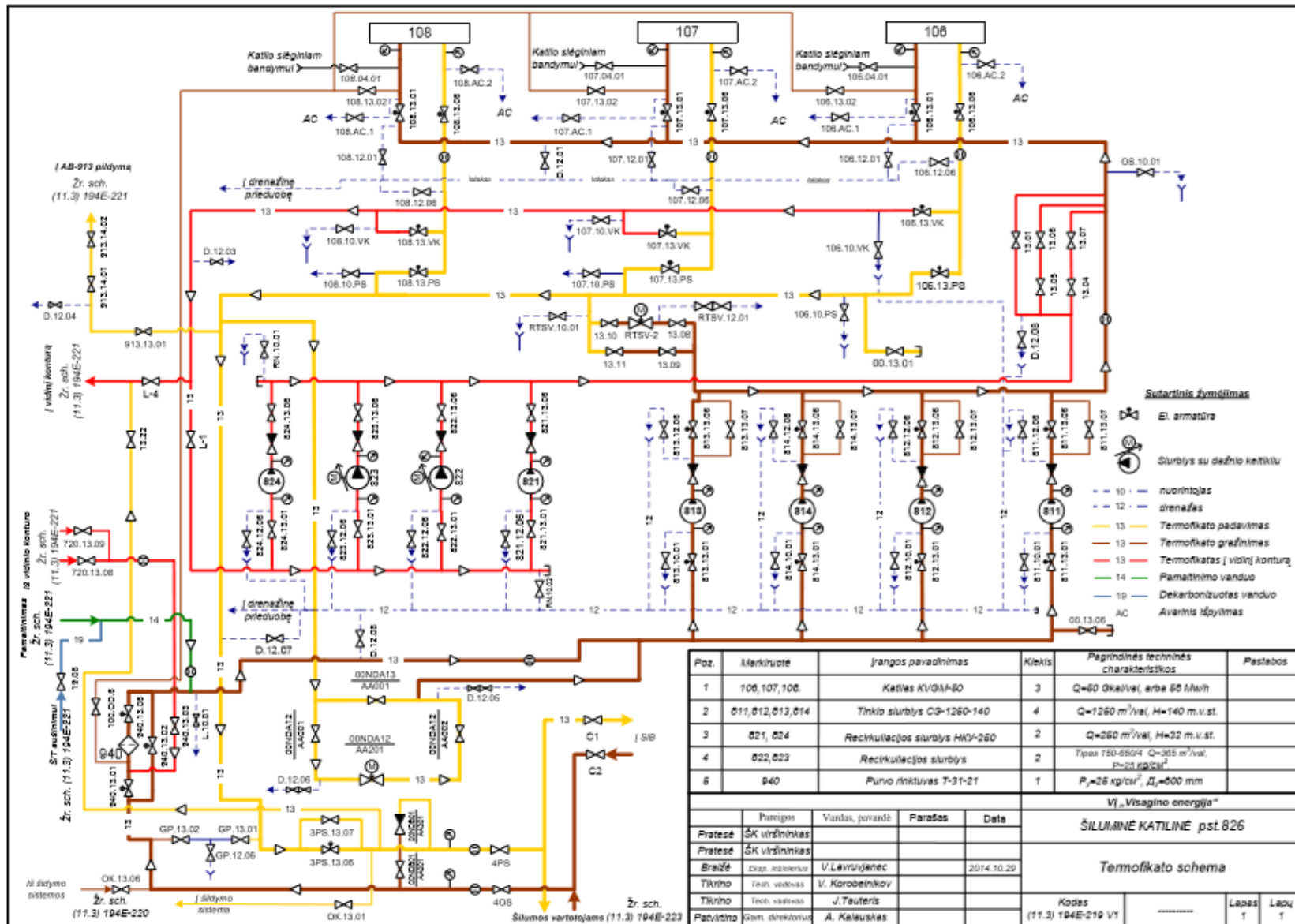
1. Valstybės įmonės „Visagino energija“ šilumos tinklų ortofotografija;
2. Valstybės įmonės „Visagino energija“ informacija apie šilumos tinklų schemą ir projektinius poreikius;
3. Valstybės įmonės „Visagino energija“ informacija apie gamybos rodiklius ir darbuotojų skaičius;
4. Lietuvos Respublikos šilumos ūkio įstatymas. Prieiga per internetą <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.F62AD965997D>;
5. Dėl šilumos gamybos ir (ar) supirkimo tvarkos ir sąlygų aprašo patvirtinimo. Prieiga per internetą <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.A37C2263838C>;
6. Suskystintų gamtinių dujų terminalo įstatymas Nr. XI-2053. Prieiga per internetą <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.74733D7DB1CF>;
7. Energijos išteklių rinkos įstatymas Nr. XI-2023. Prieiga per internetą <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.425430>;
8. RSN 156-94 statybinė klimatologija. Prieiga per internetą <http://www.remontogidas.lt/images/Kita/Statybine%20klimatologija%20RSN156-94.www.remontogidas.lt.pdf>;
9. Valstybės įmonės „Ignalinos atominė elektrinė“ informacija apie šilumos sąnaudų IAE atskirais kalendoriniais metais;
10. Valstybės įmonės „Visagino energija“ informacija apie pagrindinius šilumos gamybos ir tiekimo rodiklius;
11. Valstybės įmonės „Ignalinos atominė elektrinė“ informacija apie prognozuojamas šilumos energijos poreikius 2018-2038m.;
12. Valstybės įmonės „Visagino energija“ informacija apie pagrindinius šilumos tinklų hidraulinius duomenis;
13. Valstybės įmonės „Visagino energija“ informacija apie slėgius pagal pjezometrinius grafikus punkte ŠP- 1, mazge M- 4 ir šilumos punkte ŠP- 20 skirtingiems parinktiems vamzdinių skersmenims;
14. Šilumos tiekimo vamzdinių nuostolių nustatymo metodika. Prieiga per internetą <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/46101f50cbe111e583a295d9366c7ab3>;
15. Pastatų energijos naudingumo projektavimas ir sertifikavimas. Prieiga per internetą <https://www.etar.lt/portal/lt/legalAct/2c182f10b6bf11e6aae49c0b9525cbbb/vUIAHduDvW>;
16. Valstybės įmonės „Visagino energija“ informacija apie temperatūrinius grafikus. Prieiga per internetą <http://www.visaginoenergija.lt/index.php?id=991>;

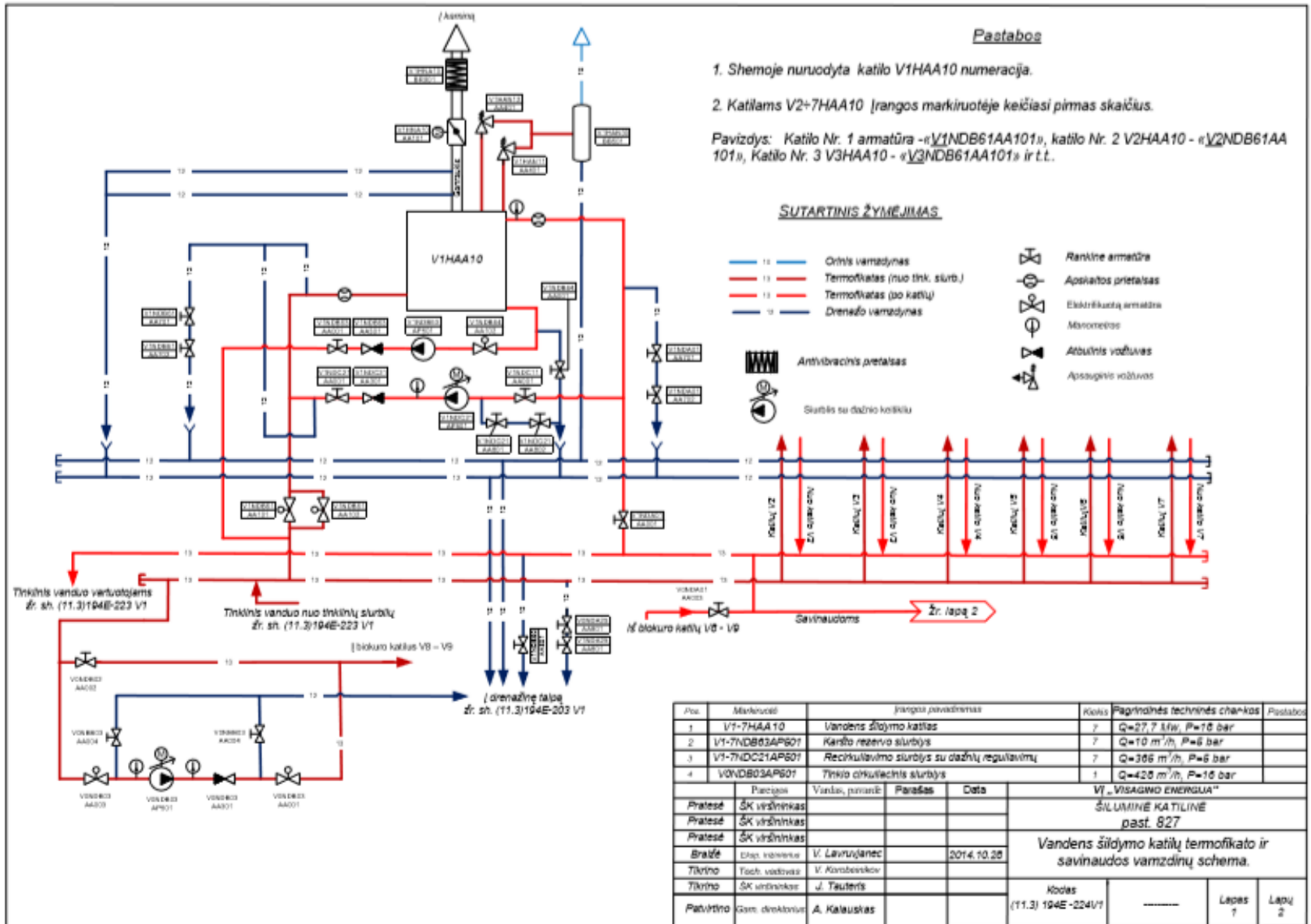
17. Šilumos tiekimo tinklų ir šilumos punktų įrengimo taisyklės. Prieiga per internetą <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.402279>;
18. Lietuvos hidrometeorologijos tarnybos informacija. Prieiga per internetą <http://www.meteo.lt/tikrinta/2018-04-14>);
19. Šilumos perdavimo tinklų ir šilumos punktų montavimo bei priežiūros taisyklės. Prieiga per internetą <http://www.statybostaisykles.lt/node/2777>;
20. UAB „Sistela“ Nekilnojamojo turto atkūrimo kaštų (statybinės vertės) kainynu NTK 2018.03;
21. Juodųjų metalų laužo supirkimas. Prieiga per internetą <http://www.metalukainos.lt/>;
22. Vamzdžių kaina. Prieiga per internetą <http://www.stadema.lt/prekiu-katalogas/lauko-inzineriniu-tinklu-sistemas/vamzdziai/plieniniai-vamzdziai-ir-fasonines-dalys.html>;
23. IAE garo katilinė. Prieiga per internetą <https://www.iae.lt/lt/b51/>;
24. Surenkamas plokštelinis šilumokaitis. Prieiga per internetą <http://www.nit.lt/images/default/source/Fiorini/Plate%20Heat%20Exchangers/Katalogai/Surenkami-silumokaiciai.pdf>;
25. Biokuro naudotojo žinynas. Prieiga per internetą <http://www.zara.lt/content/biokuro-naudotojo-zinynas>;
26. Dūmų kondensacinis ekonomizeris. Prieiga per internetą <http://www.enerstena.lt/lt/ekonomizeriai-ir-kodensato-valymo-sistema-econerg>
27. Visagino savivaldybės šilumos kainos. Prieiga per internetą http://www.visaginoenergija.lt/lt/silumos_vandens_tarifai;
28. Dėl šilumos ūkio plėtros kryptių patvirtinimo. Prieiga per internetą https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.1D138ADE5937/TAIS_266351.

PRIEDAI

VI „Visagino energija“ senos katilinės principinė schema

1 priedas






 ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
 ИГНАЛИНСКАЯ АТОМНАЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ
 ДЕПАРТАМЕНТ СНЯТИЯ С ЭКСПЛУАТАЦИИ

DVS
 2014-09-05 пр. № DVS.01-0015-144

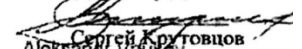
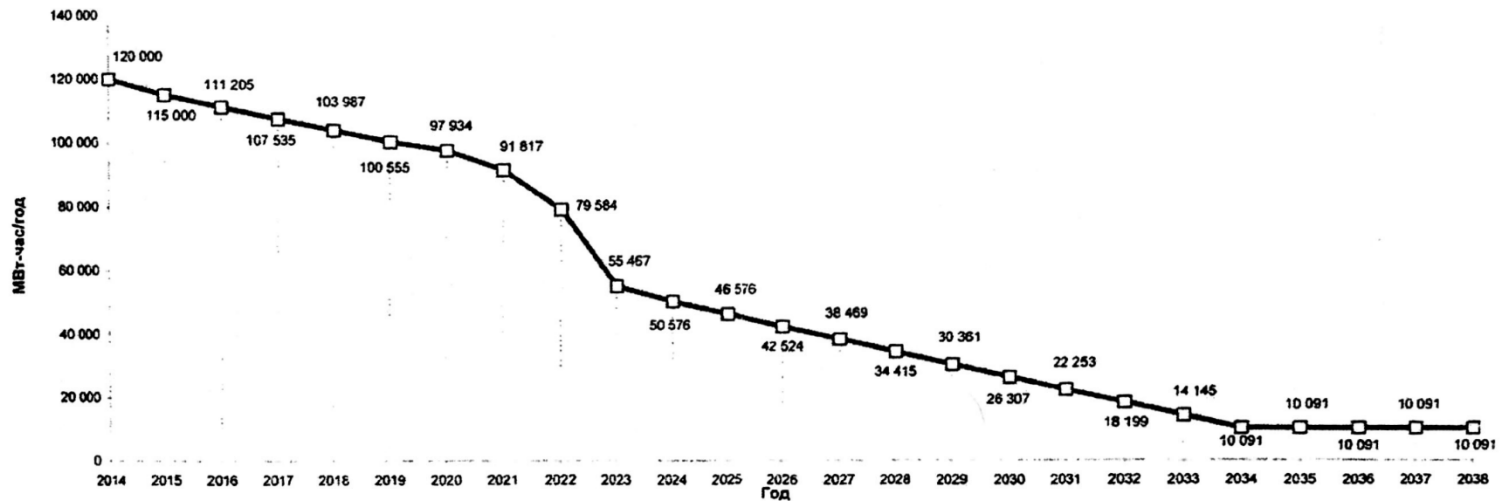
УТВЕРЖДАЮ
 Директор ДСЭ

 Сергей Крутовцов
 Александр Виноков

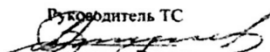
ГРАФИК
 ПРОГНОЗИРУЕМОГО ТЕПЛОПОТРЕБЛЕНИЯ ИАЭС В ПЕРИОД 2014-2038 гг.
 (по состоянию на 1 сентября 2014г.)

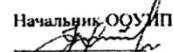
2014-09-05 № МТДР-8 (3.257)
 Висагинас

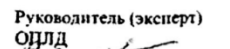


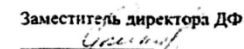
Примечание:

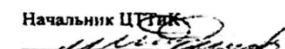
Составлено в соответствии с Графиком мегапроекта снятия ГТТ ИАЭС с эксплуатации, №GF-360(15.80.1) от 2014-04-04 и проекта Описание теплоснабжения при снятии с эксплуатации ГТТ ИАЭС (стратегия на 2014 – 2038 годы).

Руководитель ТС

 Александр Виноков
 2014-09-04

Начальник ООУАП

 Юрий Гриневский
 2014-09-04

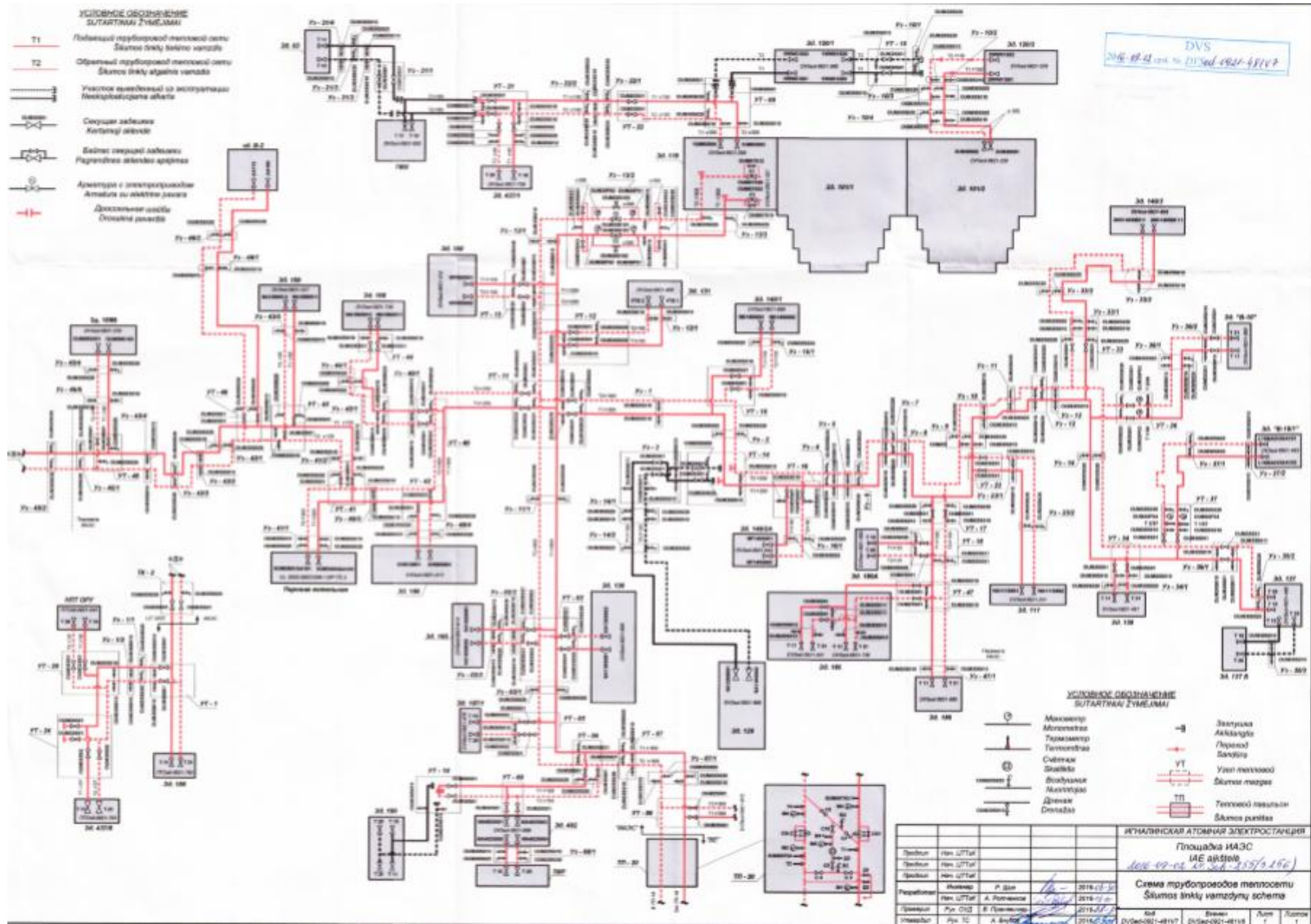
Руководитель (эксперт)
 ОПЛД

 Юрий Тараканов
 2014-09-04 ir LS poskyto
 viršininkas
 Nikolaj Gromov

Заместитель директора ДФ

 Евгений Грумекас
 2014-09-04

Начальник ЦТЭЖ

 Александр Ротченков
 2014-09-05

VI „IAE“ šilumos trasų principinė schema

4 priedas



Visagino miesto II ir III MKR šilumos tinklų principinė schema

6 priedas

