



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

Julius Jakštas

**BIOKURĄ NAUDOJANČIOS KOGENERACINĖS JĖGAINĖS
KAUNE ŠILUMINĖS SCHEMOS OPTIMIZAVIMAS**

Baigiamasis magistro projektas

Vadovas

Doc. Juozas Gudzinskas

KAUNAS, 2015

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

TVIRTINU
Katedros vedėjas
Doc. dr. Egidijus Puida

BIOKURĄ NAUDOJANČIOS KOGENERACINĖS JĖGAINĖS
KAUNE ŠILUMINĖS SCHEMOS OPTIMIZAVIMAS

Baigiamasis magistro projektas

Terminžinerija (kodas 621E30001)M

Vadovas
Doc. Juozas Gudzinskas

Recenzentas
Prof. hab. dr. Stasys Šinkūnas

Projektą atliko
Julius Jakštas

KAUNAS, 2015

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

Tvirtinu: _____
Šilumos ir atomo energetikos (parašas, data)
katedros vedėjas _____
Doc. E. Puida
(vardas, pavardė)

**PAGRINDINIŲ UNIVERSITETINIŲ STUDIJŲ BAIGIAMOJO DARBO UŽDUOTIS
Studijų programa ŠILUMOS ENERGETIKA IR TECHNOLOGIJOS**

Universitetinių pagrindinių studijų, kurias baigus įgyjamas magistro kvalifikacinis laipsnis, baigiamasis darbas yra taikomojo arba tiriamojo pobūdžio projektas. Jam atlikti ir apginti skiriama 12 kreditų. Šiuo projektu studentas parodo, kad yra sukaupęs pakankamai žinių, turi pakankamai gebėjimų ir nemažą pasirinktos studijų krypties analitinio ar projektavimo darbo patirtį. Taip pat jis parodo, kad yra kūrybingas, išmano socialinės ir komercinės aplinkos, teisės aktų ir finansinės galimybes, turi informacijos šaltinių paieškos ir jų analizės, projektavimo ir inžinerinės analizės, informacinių technologijų naudojimo ir rašytinio bendravimo, taisyklingos kalbos vartosenos įgūdžių, giliai suvokia nagrinėjamą temą, geba tinkamai formuluoti išvadas.

1. Darbo tema **Biokurą naudojančios kogeneracinės jėgainės Kaune šiluminės schemos optimizavimas**
Optimization of flow diagram of biofuel CHP plant in Kaunas.....
Patvirtinta 2015 m. gegužės mėn. 11 d. dekanų įsakymu Nr. ST17-F-11-2.....
2. Darbo tikslas – **atlikti kogeneracinės jėgainės šiluminės schemos skaičiavimą ir įvertinti šios jėgainės darbo efektyvumą esant įvairioms darbo sąlygoms.**
3. Darbo struktūra

 - **Apžvelgti situaciją Kauno miesto CŠT sistemos šilumos gamybos srityje.**
 - **Apžvelgti esamą situaciją elektros tiekimo sektoriuje ir elektros gamybos sektoriuje.**
 - **Atlikti kogeneracinės jėgainės principinės schemos analizę bei skaičiavimą.**
 - **Apskaičiuoti šiluminės schemos NVK, panaudojant tarpinį šilumokaitį ir be jo.**
 - **Atlikti numatomų investicijų įvertinimo analizę.**

4. Reikalavimai ir sąlygos – **darbas turi būti atliktas, prisilaikant baigiamųjų darbų atlikimui skirtų metodinių nurodymų bei LR galiojančių normatyvinių aktų reikalavimų.**
5. Užbaigto darbo pateikimo terminas: **2015 m 05 mėn. 29d.**
6. Ši užduotis yra neatskiriama baigiamojo darbo dalis.
Išduota studentui **Juliui Jakštui**
- Užduotį gavau **Julius Jakštas** 2015.02.04
(studento vardas, pavardė) (parašas) (data)
- Vadovas **Juozas Gudzinskas** 2015.02.04
(pareigos, vardas, pavardė) (parašas) (data)



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS

MECHANIKOS INŽINERIJOS IR DIZAINO FAKULTETAS

(Fakultetas)

Julius Jakštas

(Studento vardas, pavardė)

Terminžinerija (kodas 621E30001)M

(Studijų programos pavadinimas, kodas)

Baigiamojo projekto „Pavadinimas“

AKADEMINIO SAŽINGUMO DEKLARACIJA

2015 m gegužės mėn. 25 d.
Kaunas

Patvirtinu, kad mano **Juliaus Jakšto** baigiamasis projektas tema „**Biokurą naudojančios kogeneracinės jėgainės Kaune šiluminės schemos optimizavimas.**“ yra parašytas visiškai savarankiškai, o visi pateikti duomenys ar tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai. Šiame darbe nei viena dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose. Įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.

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

(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

(parašas)

Jakštas Julius. Optimization of flow diagram of biofuel CHP plant in Kaunas. Master's final project / guide associate professor doc. Juozas Gudzinskas; Kaunas University of Technology, Faculty of design and mechanical engineering, Department of thermal and nuclear energy.

Kaunas, 2015. 65 psl.

SUMMARY

Kogeneration is one of the energy saving technology. This technology is most important, because from the same fuel is received energy and heat. For electricity generation, heat is received like waste heat. The purpose of this thesis was to analyze the situation of Kaunas district heating networks and perform thermal scheme optimization of Kaunas biofuel cogeneration plant. The main tasks:

- Situation in the city of Kaunas district heating network.
- Situation of electricity supply and electricity generation.
- Analyze principal scheme of kogeneration power plant.
- Calculate principal scheme efficiency, with heat exchanger and without.
- Investments assessment analysis.
- Input calculation of alternative source heat.

Independent heat manufacture, in recent two years, lower heat price in Kaunas city and diminish heat losses in city heat network. Calculating principal scheme efficiency with heat exchanger, efficiency decrease about 16 %.

Turinys

Paveikslų sąrašas	7
Lentelių sąrašas	8
Įvadas	9
1 Situacija Kauno miesto šilumos vartotojų sektoriuje.....	10
1.1 Šilumos kainos dedamoji vartotojams	10
1.2 2012- metų šilumos suvartojimas ir nuostoliai šilumos tinkluose.....	11
1.3 2013 metų šilumos poreikis Kauno mieste ir nuostoliai tinkluose.....	12
1.4 Šilumos suvartojimo palyginimas daugiabučiuose 2012-2014 metais	14
2 Esama situacija Kauno šilumos gamybos sektoriuje	18
2.1 LR atsinaujinančių išteklių energetikos įstatymo apžvalga.....	18
2.2 Kauno miesto situacija šilumos gamybos sektoriuje	20
2.3 Ribotos šilumos generavimo iš biokuro šaltinių techninės galimybės, CŠT sistemoje..	23
2.4 Galimi situacijos sprendimo būdai:	26
3 Esama situacija elektros tiekimo sektoriuje ir prognozuojamos elektros gamybos apimtys .	27
3.1 Elektros sudedamosios dalys:	27
3.2 Elektros gamybos apimtys.....	30
3.3 Prognozuojamos elektros gamybos apimtys.....	31
4 GECO Kaunas termofikacinė elektrinės būsima padėtis bei prognozuojama jėgainės pajungimo vieta prie CŠT	35
5 Technologinės schemos aprašymas	36
5.1 Kieto kuro katilas ir kuro ūkis	38
5.2 Garo sistema ir turbina su kondensatoriumi	41
5.3 Šilumos nuvedimas į šilumos tiekimo sistemą	44
5.4 Dūmų kondensacinis ekonomizeris	45
5.5 Kondensatas.....	46
6 Termofikacinės katilinės šiluminės schemos skaičiavimas	47
6.1 I šiluminės schemos skaičiavimo variantas, kuomet šiluma tiesiogiai tiekama po turbinos kondensatoriaus	47
6.2 II skaičiavimo variantas, kuomet šiluma tiekama į AB “Kauno energijos” miesto šilumos tinklus per tarpinį šilumokaitį.	51
6.3 Garo išsiplėtimą turbinoje atvaizduoju h-s diagramoje.....	57
7 Numatomų investicijų įvertinimas bei prognozuojami jėgainės darbo techniniai ekonominiai aspektai.....	58
8 Alternatyvaus šilumos šaltinio sąnaudų skaičiavimas	60
Išvados.....	64
Literatūros sąrašas	65

Paveikslų sąrašas

1.1 pav. Pateiktos šilumos ir technologinių šilumos nuostolių diagrama 2010-2013 metais.....	13
1.2 pav. Šilumos tinklų papildymas 2008 – 2014 metais.[4].....	14
1.3 pav. Šilumos suvartojimas daugiabučiuose	17
3.1 pav. Bendras elektrinių skaičius pagal kuro rūšį Lietuvoje 2012 – 2014 metais[10].....	29
3.2 pav. Elektrinių skaičius pagal elektrinių rūšį 2012-2014 metais.[10]	30
3.3 pav. Elektros gamybos apimtys, pagal energijos rūšį.[10]	31
4.1 pav. Būsimos GECO termofikacinės katilinės padėtis.	35
4.2 pav. Kuro kiekio priklausomybė nuo apkrovimo.	356
6.1 pav. Turbinos kondensatorius, trečiame garo nuėmime..	47
6.2 pav. Šilumokaitis garas – kondensatas, antras garo nuėmimas.	48
6.3 pav. Deaeratorius. Šilumos kiekis po pirmojo garo nuėmimo.....	50
6.4 pav. Turbinos kondensatorius, trečiame garo nuėmime.... ..	51
6.5 pav. Šilumokaitis garas – kondensatas, antras garo nuėmimas... ..	52
6.6 pav. Deaeratorius. Šilumos kiekis po pirmojo garo nuėmimo.....	53
6.7 pav. Tarpinis šilumokaitis.....	54
6.8 pav. Garo išsiplėtimas turbinoje.. ..	35

Lentelių sąrašas

1.1 lentelė. LR nutarimo vertinimo kriterijai. [5]	15
2.1 lentelė. Uždaviniai iškelti, kad sumažinti vartojimą šilumos sektoriuje iki 2020 m.	20
3.1 lentelė. Elektros kainos dedamoji[9].....	28
3.2 lentelė. Biokogeneracinių elektrinių CŠT sektoriuje galima plėtra pagal AIEI.[11].....	32
4.1 lentelė. Kuro sąnaudų priklausomybė nuo apkrovimo.	36
6.1 lentelė. Entalpijos padidėjimas siurbliuose.....	49
6.2 lentelė. Entalpijos prieaugis siurbliuose.	54
6.3 lentelė. Šiluminės schemos apskaičiuotų naudingumo koeficientų rezultatai	55
6.4 lentelė. I varianto skaičiavimo rezultatai	55
6.5 lentelė. II varianto skaičiavimo rezultatai	55
7.1 lentelė. Biokuro katilinės techniniai - ekonominiai rodikliai	59
8.1 lentelė. Alternatyvaus šilumos šaltinio sąnaudų rezultatai.[13]	60

Ivadas

Biokuras – yra vienas iš pagrindinių konkurentų senkantiems energijos šaltiniams ir naujas požiūris į šilumos ir elektros energijos gamybą. Vienas pagrindinių mūsų uždavinių gyvenime yra gamtos saugojimas, klimato kaitos mažinimas. Mūsų šalyje, kaip ir visame pasaulyje, vyrauja iškastinio kuro panaudojimas. Deginant iškastinį kurą į aplinką per metus išleidžiama apie 12 milijonų tonų anglies dvideginio, bei įvairių metalų kurie skatina šiltnamio efektą ir teršia aplinką. Šildymas Lietuvoje yra neatsiejama dalis, tačiau šildymo kainos yra vienos didžiausių Europoje. Norint to išvengti, galima naudoti biokurą.

Centralizuoto šilumos tiekimo ūkis yra vienas svarbiausių energetikos sektorių Lietuvoje, darantis įtaką šalies ekonominiam augimui ir konkurencingumui, energijos tiekimo patikimumui ir energijos efektyvumui. Šilumos ūkio priklausomybė nuo populiarėjančio biokuro ir dėl to atsirandančios vis didesnės konkurencijos šilumos gamybos sektoriuje. Centralizuoto šilumos tiekimo įmonių katilinėse ir elektrinėse sunaudojama 25,8 procento medienos kuro bei žemės ūkio atliekų. Tai svarbiausias atsinaujinančio – žaliąjo, ekologiško – ir iškastinio – senkančio, neatsikuriančio – kuro skirtumas. Pagal tarptautinius susitarimus biokuro naudojimas nėra šiltnamio efektą skatinantis veiksnys, o deginant biokurą išsiskiriantis CO₂ neskatina klimato atšilimo. Taip yra todėl, kad augdami augalai ir medžiai vykdo fotosintezę ir iš atmosferos sugeria CO₂. Biokuro katilinėse stengiamasi įrengti įrangą kuri mažintų kenksmingų medžiagų išmetimą į aplinką ir didintų efektyvumą – montuojami kondensaciniai ekonomazeriai. Šių įrenginių galia yra proporcinga įrengiamų vandens šildymo katilų galingumui. Kondensacinis ekonomazeris atlieka dvi funkcijas – pirma, leidžia maksimaliai efektyviai panaudoti gaunamą šilumą ir nešvaistyti jos per kaminą, antra, maksimaliai išvalyti išeinančius dūmus, iš jų pašalinant lakiuosius pelenus ir kitas kietąsias daleles, išsiskiriančias deginant bet kokį kurą. Vadinasi, katilinėje įdiegtas kondensacinis ekonomazeris papildomai sugrąžina 10-25% šilumos, kuri būtų be reikalo išskirta į aplinką. Todėl biokuro katilinės yra draugiškos aplinkai ir pasižyminčios didelio naudingumo koeficientu, kuris yra 85 – 88 %.

1 Situacija Kauno miesto šilumos vartotojų sektoriuje

CŠT tiekimas turi dar didesnę svarbą, žvelgiant į jį valstybiniu požiūriu. Tuomet išryškėja dar didesni jo privalumai, kuriuos galima paversti rimtais svertais, turinčiais didelės įtakos valstybės ūkiui. Štai tie privalumai:

1. Taikant centralizuotą šilumos tiekimą taupomi pirminės energijos ištekliai, panaudojami tokie jų resursai, kurie, kaip biokuras, geoterminė ar atliekinė įmonių šiluma kitais atvejais liktų neišnaudoti.
2. Termofikacinėse elektrinėse, gaminant elektrą ir šilumą kartu, daug efektyviau panaudojamas kuras ir santykinai mažiau išmetama NOx, CO2 ir kitų toksinių teršalų.
3. Centralizuota šilumos gamyba ir tiekimas padeda saugoti aplinką, mažina visuotinio atšilimo pavojų, nes centralizuotai gaminamos šilumos šaltinių teršalus daug lengviau kontroliuoti nei iš individualių šilumos šaltinių. Juos galima efektyviai pašalinti iš degimo produktų.
4. Galima efektyviau panaudoti šilumos gamybos įrenginius, reikalinga mažiau eksploatuojančio personalo.
5. Galima efektyviai panaudoti žemarūšį kurą, komunalines ir kitas įvairias atliekas.
6. Nelieta decentralizuoto šilumos gamybos šaltinių, nereikia į juos pristatyti kuro, sumažėja transporto kiekis ir miesto tarša.
7. Centralizuoto šilumos tiekimo sistemos yra pakankamai lanksčios ir todėl nesunkiai galima keisti jų režimus, atsižvelgiant į aplinkos faktorius. Jomis tiekiamą šilumą gali būti panaudota šildymui ir vėsinimui.[1]

1.1 Šilumos kainos dedamoji vartotojams

Šilumos kaina vartotojams susideda iš šių dedamųjų:

1. Perkamos šilumos kainos iš šilumos gamintojų (gamintojo);
2. Šilumos tiekimo nuostolių (tinklų nuostolių);
3. Šilumos gamybos rezervinių galių išlaikymo;
4. Centralizuotų šilumos tinklų eksploatavimo išlaidų;
5. Šilumos tiekimo administravimo išlaidų.

Viena didžiausių ir seniausių problemų, užkertanti kelią ekonomiškam šilumos energijos vartojimui ir didesnei šilumos kainai mieste išlieka sunkiai sprendžiama – t.y. prasta daugiabučių gyvenamųjų namų, bei šiluminių trasų kokybė. Visų pirma šilumos nuostoliai

tinkluose priklauso ne tik nuo izoliacijos kokybės, bet ir nuo šilumos izliacijos paviršiaus ploto. Kuo jis mažesnis, tuo šilumos į aplinką atiduodama mažiau. Tačiau mieste esant mažiau šilumos šaltinių, vamzdžių diametrai turi būti didesni, kad užtikrintų reikiamą šilumos kiekį vartotojui. Mieste esant didesniai skaičiui šilumos gamintojų, vamzdžių termofikacinio vandens vamzdžių diametras gali būti ir mažesni, tuo pačiu mažinant izoliacijos paviršiaus plotus ir tuo pačiu mažėtų šilumos nuostoliai į aplinką.

Apžvelgdamas situaciją Kauno šilumos vartotojų sektoriuje, norėčiau palyginti 2012 ir 2013 metų šilumos suvartojimus, nuostolius šilumos tinkluose. Kokie tais metais buvo atlikti renovacijos darbai trasose ar daugiabučiuose.

1.2 2012- metų šilumos suvartojimas ir nuostoliai šilumos tinkluose

UAB „Kauno energijos“ pateiktais duomenimis Kauno mieste 2012 metais šilumos suvartojimas buvo 1531,4 tūkst. MWh. Šilumos gamyba katilinėse siekiė apie 188,5 tūkst. MWh, kogeneracinėse elektrinėse apie 15,2 tūkst. MWh, o didžiausi dalis šilumos buvo nupirkta iš nepriklausomų šilumos gamintojų 1327 tūkst. MWh. Pagrindiniai nepriklausomi šilumos gamintojai 2012 metais buvo UAB „Kauno termofikacinė elektrinė“, UAB „ENG“, UAB „GECO Kaunas“ ir UAB „EKORESURSAI“. Taip pat 6,4 tūkst MWh šilumos buvo paimta iš kondensacinių ekonomizerių. Kauno šilumos tinklų technologiniai nuostoliai siekė 2012 metais apie 274,4 tūkst. MWh. Tačiau didžioji dalis šilumos Kauno mieste buvo perkama iš nepriklausomų šilumos gamintojų. Tuo metu visa CŠT šiluma buvo naudojama pagrindinėse keturiuose grupėse:

- Gyventojams. Tai sudarė patalpų šildymas, karšto vandens ruošimas ir karšto vandens temperatūros palaikymui. Bendras sunaudotas energijos kiekis yra 975,8 tūkst. MWh. Gyvenamuose namuose suvartojimas siekia apie 63 % visos į tinklą patiektos šilumos.
- Biudžetinėms organizacijoms. Tai šioms įstaigoms priklausantiems pastatams buvo patiekta apie 285,9 tūkst. MWh
- Verslo/pramonės įmonėms tai siekia apie 7,5 % tūkst. MWh, tai labai maža dalis lyginant su patiekta šiluma gyventojams.
- Kitiems vartotojams buvo patiekta šilumos apie 124,2 tūkst MWh.

2012 metais Kaune mieste ataskaitinių metų pabaigoje bendras termofikacinių tinklų ilgis siekė apie 404 km, kas sudarė gyventojams, biudžetinėms organizacijoms, verslo/pramonės įmonėms bei kitiems vartotojams tiekiamą šilumą. Vien tik karšto vandens vartotojui vamzdynas sudarė apie 1,3 km. Nebalansiniai tinklai apie 63, 7 km. 2012 ataskaitinių laikotarpio metu

Kauno mieste buvo įrengti nauji tinklai, kurie siekė apie 1,4 km. Trasa buvo nutiesta nuo Juozapavičiaus pr. 23 A namo iki 90 namo ir rekonstruojama integruoto tinklo Žaliakalnio magistralė. Šioje magistralėje šilumos nuostoliai iki rekonstrukcijos siekė apie 1470,7 MWh per metus. Rekonstravus šią dalį jie buvo sumažinti iki 938,7. Žaliakalnio magistralės trasoje šilumos nuostoliai sumažėjo apie 532 MWh per metus.[2]

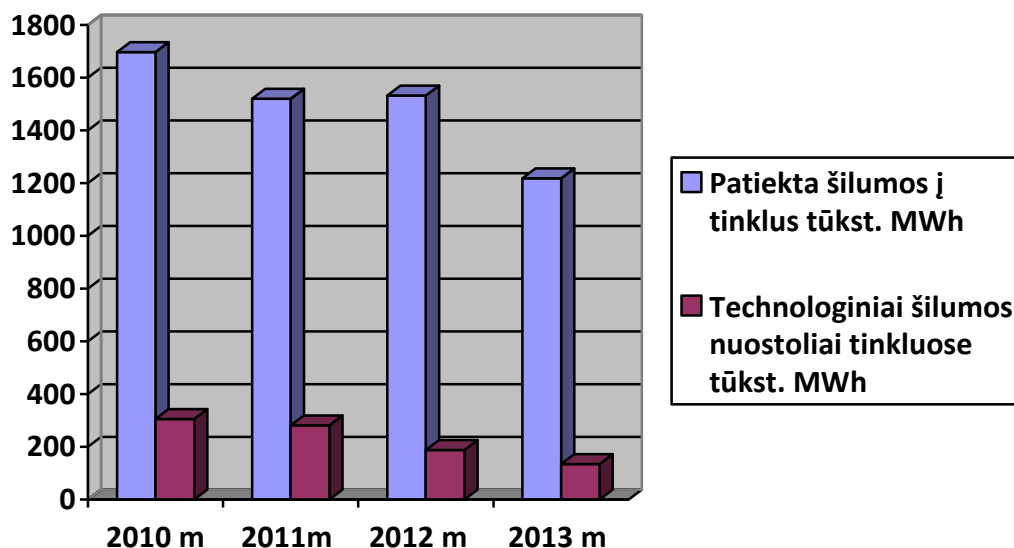
Kuro sąnaudos šilumos gamybai 2012 metais katilinėse ir kogeneracinėse elektrinėse Kauno mieste siekė apie 18449 t.n.e. Pateiktos šilumos į Kauno miesto tinklus, kuri buvo pagaminta naudojant gamtinės dujos siekė apie 17051 t.n.e. tai yra apie 90 %. Labai nedidelę dalį sudarė iš atsinaujinačių išteklių pagaminta šiluma t.y mediena, malkos, pjuvenos, skiedra, šiaudai biodujos ir kt. - 659 tona naftos ekvivalento. Dūrpės – 738 t.n.e.[2]

Šilumos suvartojimą daugiabučių namų ir kitų pastatų šildymui lemia tų pastatų būklė. Lietuvoje daugiabučiai pagal suvartojamą šilumos kiekį sąlyginai skirstomi į IV kategorijas:

- Daugiabučiai suvartojantys mažiausiai šilumos (naujos statybos, kokybiški namai);
- Daugiabučiai suvartojantys mažai arba vidutiniškai šilumos (naujos statybos ar kiti kažkiek taupantys šilumą namai);
- Daugiabučiai suvartojantys daug šilumos (senos statybos, nerenovuoti namai);
- Daugiabučiai suvartojantys labai daug šilumos (senos statybos, prastos šiluminės izoliacijos).

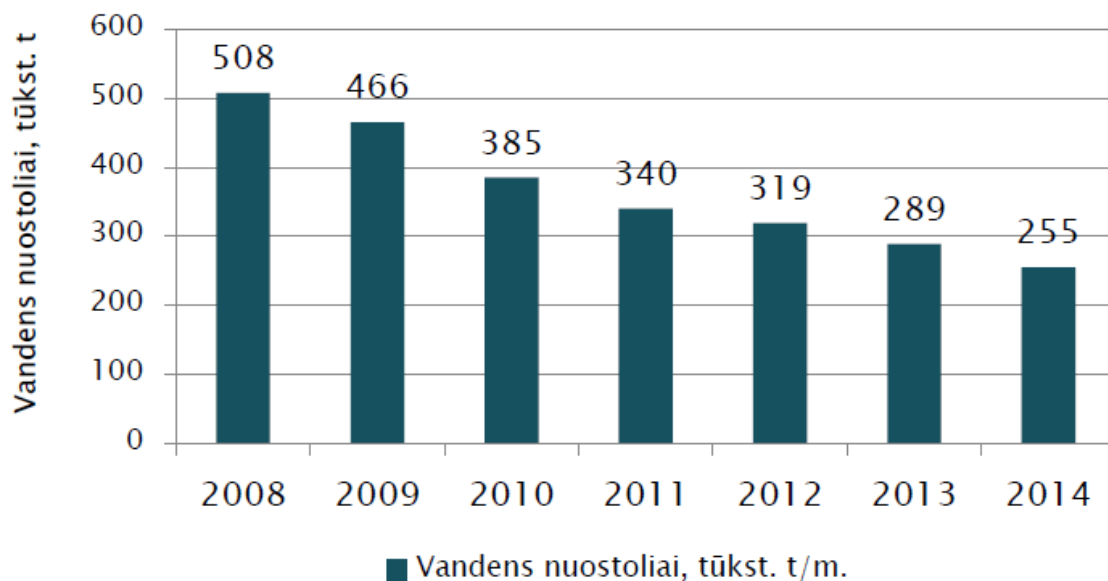
1.3 2013 metų šilumos poreikis Kauno mieste ir nuostoliai tinkluose

2013 metais per šildymo sezoną lauko oro vidutinė temperatūra buvo apie -1,49°C. Šiuo šildymo sezono metu į tinklą buvo patiketa apie 1217,99 tūkst. MWh. Šilumos suvartojimas pagrindinėse keturiuose CŠT vartojimo grupėse (gyvenamieji namai, biudžetinės organizacijos, verslo/pramonės įmonės ir kita) siekė apie 1083,32 tūkst. MWh. Likęs skirtumas tarp pateiktos ir suvartotojs energijos yra šilumod perdavimo technologiniai nuostoliai, jie sudaro apie 11 % (134,68 tūkst. MWh). Aptariant vamzdynų renovacijos darbus tai bendrovė atliko kelis magistralinių vamzdynų keitimo projektus, iš dalies finansuojamus Europos Sąjungos struktūrinėmis lėšomis. Įmonė keitė pasenusius susidėvėjusius vamzdynus naujais, poliuretano izoliacija dengtais vamzdžiais, optimizavo vamzdynų skersmenis, jungė prie centralizuoto šilumos tiekimo tinklo naujus vartotojus. Buvo įvykdyti du magistralinių šilumos tiekimo tinklų rekonstravimo projektai, iš dalies finansuoti Europos Sąjungos regioninės plėtros fondo. Pagal šiuos projektus buvo rekonstruoti 925 metrai 400 mm skersmens šilumos tiekimo magistralės Breslaujos gatvėje ir 814 metrų 300 mm skersmens magistralės nuo „Inkaro“ katilinės iki Šilainių mikrorajono. [3]



1.1 pav. Pateiktos šilumos ir technologinių šilumos nuostolių diagrama 2010-2013 metais.

Palygindamas praėjusių keturių metų šildymo sezono duomenys galėčiau padaryti išvada, jog 2010 metų šildymo sezono metu vidutinė lauko oro temperatūra siekė apie $-0,4^{\circ}\text{C}$ laipsnius šalčio, nors sausio mėnuo buvo šalčiausias ir temperatūra siekė -10°C šilumos suvartojimas buvo didžiausias. Santykiniai technologiniai šilumos nuostoliai siekė apie 18 %. Tačiau keturių metų bėgyje situacija pagerėjo šilumos tinkluose. Absoliutūs technologiniai šilumos nuostoliai sumažėjo beveik 7 %, kas lėmė mažesnę pateiktos į šilumos tinklus MWh skaičių. Žinoma 2013 metais buvo pateikta šilumos mažiau vien dėl vidutinės lauko oro temperatūros šildymo sezono metu.



1.2 pav. Šilumos tinklų papildymas 2008 – 2014 metais.[4]

Išanalizavus 1.2 paveikslą galime padaryti išvadą, dėl teigiamo šilumos tinklų modernizavimo poveikio. 2008 metais šilumos tinklų vandens nuostoliai siekė 508 tūkst. tonų per metus, kas taipogi lemė didesnes šilumos kainas. Praėjus 6 metams buvo padaryta didžiulė pažanga Kauno miesto šilumos tinkluose ir vandens nuostoliai sumažinti kone per pus ir 2014 metais jie siekė apie 255 tūkst. tonų per metus. Tai taip pat sumažino šilumos vartotojų sąskaitų išlaidas.

1.4 Šilumos suvartojimo palyginimas daugiabučiuose 2012-2014 metais

Viena didžiausių ir seniausių problemų, užkertanti kelią ekonomiškam šilumos energijos vartojimui, išlieka nesprenžžiama – t.y. prasta daugiabučių gyvenamųjų namų kokybė, lemianti ženkliai didesnes gyventojų išlaidas šilumos energijai. Nors visiems kiekvieno miesto gyventojams nustatoma vienoda šilumos kaina, išlaidos šilumos energijai skiriasi - už šilumą mokama tiek, kiek jos suvartojama. Mokėjimai už šilumą priklauso nuo daugiabučio gyvenamojo namo būklės: jei namai nesandarūs, energijos apšildymui sunaudojama daugiau, taigi ir mokėjimai už šilumą didesni. Todėl 2011-12-28 buvo priimtas teisės aktas Lietuvos Respublikos Vyriausybės nutarimu, dėl daugiabučių namų atnaujinimo (modernizavimo) programos ir Valstybės paramos daugiabučiams namams modernizuoti teikimo ir investicijų projektų energinio efektyvumo nustatymo taisyklių patvirtinimo. Šios programos tikslas yra iki 2020 metų pabaigos sumažinti šiluminės energijos (kuro) sąnaudas daugiabučiuose namuose, pastatytuose pagal galiojusius iki 1993 metų statybos techninius normatyvus, ne mažiau kaip 20 procentų, tai yra skaičiuojamąsias metines šiluminės energijos (kuro) sąnaudas šiuose namuose iki 2020 metų pabaigos sumažinti ne mažiau kaip 1 000 GWh per metus, anglies dioksido

išmetimus į atmosferą – ne mažiau kaip 230 tūkst. tonų per metus, palyginti su 2005 metais. Programos tikslas ir uždavinių įgyvendinimas vertinamas pagal šiuos kriterijus:

1.3 lentelė. LR nutarimo vertinimo kriterijai.[5]

Eil. Nr.	Vertinimo kriterijus	Matavimo vienetai	Vertinimo kriterijų reikšmė		
			2011 m	2015 m	2020 m
1	skaičiuojamųjų šiluminės energijos sąnaudų santykinis mažėjimas daugiabučiuose namuose, pastatytuose pagal galiojusius iki 1993 metų statybos techninius normatyvus, palyginti su 2005 metais	%	3	8,4	ne mažiau kaip 20
2	skaičiuojamųjų šiluminės energijos sąnaudų mažėjimas daugiabučiuose namuose, pastatytuose pagal galiojusius iki 1993 metų statybos techninius normatyvus (nuo 2005 metų)	GWh per metus	150	420	1 000
3	anglies dioksido išmetimo į atmosferą mažėjimas (nuo 2005 metų)	tūkst. tonų per metus	34	96	230

Taip pat buvo iškelti uždaviniai, kurie padėtų pasiekti užsibrėžtą tikslą:

- įgyvendinta daugiabučių namų atnaujinimo (modernizavimo) projektų, finansuojamų pagal Programą ir kitas valstybės remiamas ar savivaldybių patvirtintas programas (nuo 2005 metų) Apie 4000 projektų iki 2020 metų.
- įgyvendinta energiją taupančių priemonių daugiabučių namų bendrojo naudojimo objektų valdytojų ir gyventojų iniciatyva. Iki 2020 metų 10000 vienetų.
- plėtoti visuomenės informavimą, švietimą ir mokymą pastatų energinio naudingumo didinimo, jų atnaujinimo (modernizavimo), energijos taupymo klausimais.

Daugiabučių namų atnaujinimo (modernizavimo) projektų specialieji techniniai reikalavimai, kurie pagal programą teikiama valstybės parama daugiabučių namų atnaujinimo (modernizavimo) projektams, kuriuose numatytos pastato energinį naudingumą didinančios ir kitos pastato atnaujinimo (modernizavimo) priemonės, būtinos pagal statybos techninį reglamentą STR 1.12.05:2010 „Privalomieji statinių (gyvenamųjų namų) naudojimo ir priežiūros reikalavimai“, patvirtintą aplinkos ministro 2002 m. liepos 1 d. įsakymu Nr. 351 (Žin., 2002, Nr. 81-3504; 2011, Nr. 2-66).

Valstybės remiamos daugiabučio namo atnaujinimo (modernizavimo) priemonės:

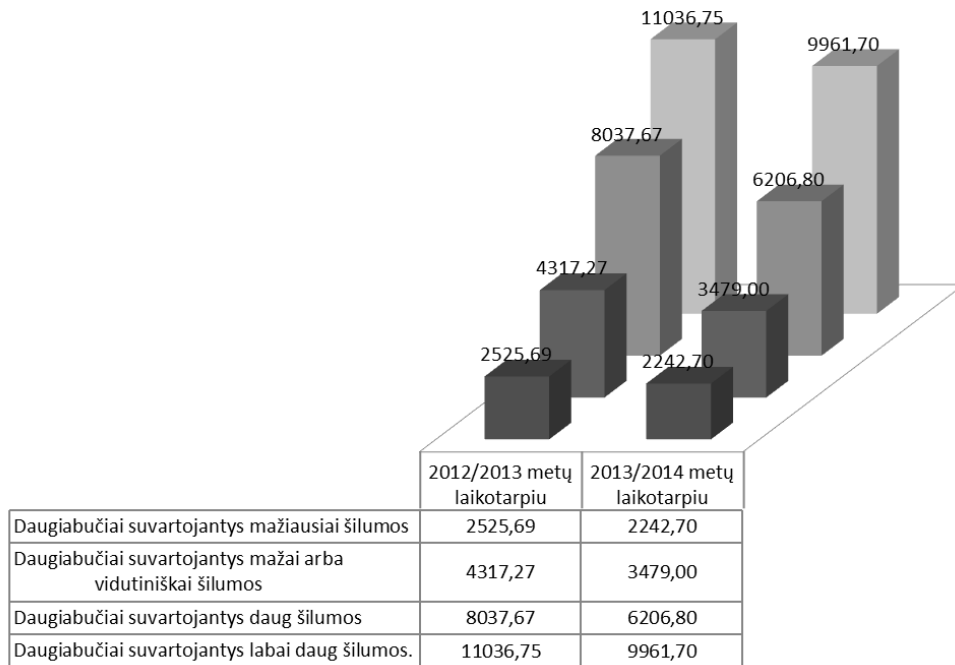
1. Šildymo ir karšto vandens sistemų pertvarkymas ar keitimas:
 - 1.1. šilumos punkto ar katilinės (individualių katilų) ir karšto vandens ruošimo įrenginių keitimas ar pertvarkymas, taip pat ir atsinaujinančių energijos šaltinių (saulės, vėjo, geoterminės energijos, biokuro ir panašiai) įrengimas;
 - 1.2. balansinių ventilių ant stovų įrengimas;
 - 1.3. vamzdynų šiluminės izoliacijos gerinimas;
 - 1.4. šildymo prietaisų ir vamzdynų keitimas;
 - 1.5. individualios šilumos apskaitos prietaisų ar daliklių sistemos ir (ar) termostatinių ventilių įrengimas butuose ir kitose patalpose.
2. Ventiliacijos ir rekuperacijos sistemų pertvarkymas, keitimas ar įrengimas.
3. Stogo šiltinimas, taip pat ir naujos dangos ar naujo šlaitinio stogo įrengimas (išskyrus patalpų pastogėje įrengimą) ir (ar) perdangos po vėdinama šlaitinio stogo pastoge šiltinimas
4. Fasado sienų (taip pat ir cokolio) šiltinimas, įskaitant sienų (cokolio) konstrukcijos defektų pašalinimą ir nuogrindos sutvarkymą;
5. Balkonų ar lodžijų įstiklinimas, įskaitant esamos balkonų ar lodžijų konstrukcijos sustiprinimą ir (ar) naujos įstiklinimo konstrukcijos įrengimą pagal vieną projektą
6. Laiptinių lauko durų ir tambūro durų keitimas, įskaitant susijusius apdailos darbus, įėjimo laiptų remontą ir pritaikymą neįgaliųjų poreikiams;
7. Butų ir kitų patalpų langų keitimas į mažesnio šilumos pralaidumo langus;
8. Rūsio perdangos šiltinimas;
9. Liftų atnaujinimas (modernizavimas) – jų keitimas techniniu energiniu požiūriu efektyvesniais liftais, įskaitant priėjimo prie lifto pritaikymą neįgaliųjų poreikiams.[5]

Apžvelgęs situaciją kokia yra Lietuvoje, dėl daugiabučių modernizavimo ir numatytas pastato energinį naudingumą didinančias ir kitas pastato atnaujinimo (modernizavimo) priemones, norėčiau trumpai apžvelgti kokia yra situaciją Kauno miesto daugiabučiuose. Tai buvo parinkti iš viso 40 daugiabučių ir buvo atliekama jų kėvienių metų apskaita 2012/2013 šildymo sezono metu ir 2013/2014, kurių:

- 10 buvo suvartojančių mažai šilumos;
- 10 daugiabučių suvartojančių mažai arba vidutiniškai šilumos;
- 10 daugiabučių suvartojančių daug šilumos;
- 10 daugiabučių suvartojančių labai daug šilumos;

Šilumos suvartojimas daugiabučiuose

- Daugiabučiai suvartojantys mažiausiai šilumos
- Daugiabučiai suvartojantys mažai arba vidutiniškai šilumos
- Daugiabučiai suvartojantys daug šilumos
- Daugiabučiai suvartojantys labai daug šilumos.



1.4 pav. Šilumos suvartojimas daugiabučiuose

1 priede pridedu lentelę su visais pateiktais duomenimis ir šildymo sezono lauko temperatūra. 2012/2013 metų šildymo sezono laikotarpiu vidutinė lauko oro temperatūra buvo apie -1 °C, o kambario temperatūra buvo palaikoma apie 18 °C, 2013/2014 metų – 2,4°C. Žinoma šiltesnis sezonas lėmė mažesnę šilumos suvartojimą. Išanalizavus žemiau pateikta 2 diagramą galima pastebėti jog daugiabučiai, kurie nėra energetiškai efektyvūs, tai jų suvartojimas yra keturis kartus didesnis lyginant su energetiškai efektyviais daugiabučiais. Jeigu pažiūrėtume kokie mokesčiai buvo pateikti vartotojams, kurie gyvena blogo energetinio efektyvumo namuose, tai šalčiausių šildymo sezono metu jie sumoka apie 228,4€ (788 Lt) už 60 m² butą. Visų butų duomenys buvo surinkti, kurių plotas yra 60 m². O mažiausiai šilumos suvartojantys gyventojai sumoka apie 57,9 € (200 Lt). [6]

Per 2013 – 2014 metų šildymo sezoną Kauno miesto vartotojai už šildymą (neskaitant karšto vandens ir cirkuliacijos) sumokėjo vidutiniškai 160€ (552 Lt) mažiau nei per 2012-2013 metų šildymo sezoną. Iš viso per metus Kauno miesto šilumos vartotojai sutaupė apie 8,7 mln. € arba 30 mln litų.

2 Esama situacija Kauno šilumos gamybos sektoriuje

2.1 LR atsinaujinančių išteklių energetikos įstatymo apžvalga

2011 m. gegužės 12 d. Nr. XI-1375 buvo priimtas Lietuvos Respublikos atsinaujinančių išteklių energetikos įstatymas, kuris nustato Lietuvos Respublikos atsinaujinančių išteklių energetikos sektoriaus valstybinio valdymo, reglamentavimo, priežiūros ir kontrolės bei veiklos atsinaujinančių išteklių energetikos sektoriuje organizavimo teisinius pagrindus, taip pat nustato energetikos tinklų operatorių, energijos iš atsinaujinančių išteklių gamintojų veiklos valstybinį reglamentavimą, priežiūrą ir jų santykius su kontrolę vykdančiomis institucijomis.

Šio įstatymo tikslas – užtikrinti darnią atsinaujinančių energijos išteklių naudojimo plėtrą, skatinti tolesnį naujų technologijų vystymąsi ir diegimą bei pagamintos energijos vartojimą, ypač atsižvelgiant į Lietuvos Respublikos tarptautinius įsipareigojimus, aplinkos apsaugos, iškastinių energijos išteklių tausojimo, priklausomybės nuo iškastinių energijos išteklių ir energijos importo mažinimo bei kitus valstybės energetikos politikos tikslus, įvertinus energijos tiekimo saugumo ir patikimumo reikalavimus, taip pat į vartotojų teisių ir teisėtų interesų į atsinaujinančių energijos išteklių prieinamumą, tinkamumą ir pakankamumą apsaugos užtikrinimo principus. Šiuo įstatymu nustatoma bendroji skatinimo vartoti atsinaujinančių išteklių energiją LR sistema.

Pagrindinis šio įstatymo uždavinys – užtikrinti, kad atsinaujinančių išteklių energijos dalis, palyginti su šalies bendruoju galutiniu energijos suvartojimu, 2020 metais sudarytų ne mažiau kaip 23 procentus ir ši dalis toliau būtų didinama, tam panaudojant naujausias ir veiksmingiausias atsinaujinančių energijos išteklių naudojimo technologijas ir skatinant energijos vartojimo efektyvumą.

Šio įstatymo uždaviniai atskiruose energetikos sektoriuose 2020 metais:

- atsinaujinančių išteklių energijos dalį, palyginti su transporto sektoriaus galutiniu energijos suvartojimu, visų rūšių transporte padidinti ne mažiau kaip iki 10 procentų;
- elektros energijos, pagamintos iš atsinaujinančių energijos išteklių, dalį, palyginti su šalies bendruoju galutiniu elektros energijos suvartojimu, padidinti ne mažiau kaip iki 20 procentų;
- centralizuotai tiekiamos šilumos energijos, pagamintos iš atsinaujinančių energijos išteklių, dalį šilumos energijos balanse padidinti ne mažiau kaip iki 60 procentų, o namų ūkiuose atsinaujinančių energijos išteklių dalį šildymui sunaudojamų energijos išteklių balanse padidinti ne mažiau kaip iki 80 procentų.

- Europos Sąjungos teisės aktai, įgyvendinami šio įstatymo nuostatomis, nurodyti šio įstatymo priede.

Taip pat atsižvelgdamas į nutarimą dėl nacionalinės atsinaujinančių energijos išteklių plėtros programos patvirtinimo, kad 2012 m. Lietuvos šilumos sektoriuje buvo suvartota 2646 kt_{ne} energijos, kuri sudarė 52 proc. visos šalyje suvartotos energijos. Programoje numatomas tikslas, kad 2020 m. 45 proc. šilumos sektoriuje suvartojamos energijos būtų pagaminama iš AEI.

Lietuvos Respublikos atsinaujinančių išteklių energetikos įstatyme, įgyvendinant *inter alia* valstybės energetikos politikos strateginius tikslus plėtoti atsinaujinančių energijos išteklių naudojimą elektros ir šilumos energijos gamyboje, nustatyti atsinaujinančių energijos išteklių plėtros uždaviniai iki 2020 metų:

- užtikrinti, kad AEI dalis, lyginant su šalies bendruoju galutiniu energijos suvartojimu, 2020 metais sudarytų ne mažiau kaip 23 proc. ir ši dalis toliau būtų didinama, panaudojant naujausias ir veiksmingiausias atsinaujinančių energijos išteklių naudojimo technologijas, skatinančias energijos vartojimo efektyvumą.
- elektros energijos, pagamintos iš AEI, lyginant su šalies bendruoju galutiniu elektros energijos suvartojimu, dalį padidinti ne mažiau kaip iki 20 proc.
- centralizuotai tiekiamos šilumos energijos, pagamintos iš AEI, dalį šilumos energijos balanse padidinti ne mažiau kaip iki 60 proc.
- atsinaujinančių energijos išteklių dalį centralizuotos šilumos tiekimo sektoriuje padidinti ne mažiau kaip iki 60 proc.

Programos strateginis tikslas – skatinti atsinaujinančių energijos išteklių naudojimą ir pasiekti, kad 2020 metais atsinaujinantys energijos ištekliai sudarytų ženkliai šalies pirminių energijos išteklių dalį. Iškeltas tikslas yra reikšmingas ne tik aplinkos apsaugos aspektu, bet ir šalies ūkio plėtojimui, kadangi atsinaujinančių energijos išteklių plėtros pagrindu kuriamos darbo vietos, skatinama technologijų plėtra, plėtojami moksliniai tyrimai, mažinama energetinė priklausomybė, daromas teigiamas poveikis centralizuotai tiekiamos šilumos kainai ir užkertamas kelias taršos plėtrai.

Taip pat vienas iš programos tikslų yra padidinti bendrą galutinį AEI vartojimą šilumos sektoriuje nuo 35 proc. 2012 m. iki ne mažiau kaip 45 proc. 2020 m. Numatoma, kad intensyvesnis AEI vartojimas ne tik sumažintų priklausomybę nuo importuoto kuro, bet kartu ir šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekį. Atsižvelgiant į tai, kad pagrindiniai kuro vartotojai šilumos sektoriuje yra CŠT įmonės, individualiai šildomi namų ūkiai ir individualiai šildomi nebutiniai šilumos vartotojai (daugiausia pramonės įmonės), tikslui pasiekti nustatyti uždaviniai orientuoti į centralizuotai tiekiamą šilumos energiją ir individualiai šildomus namų ūkius.[7]

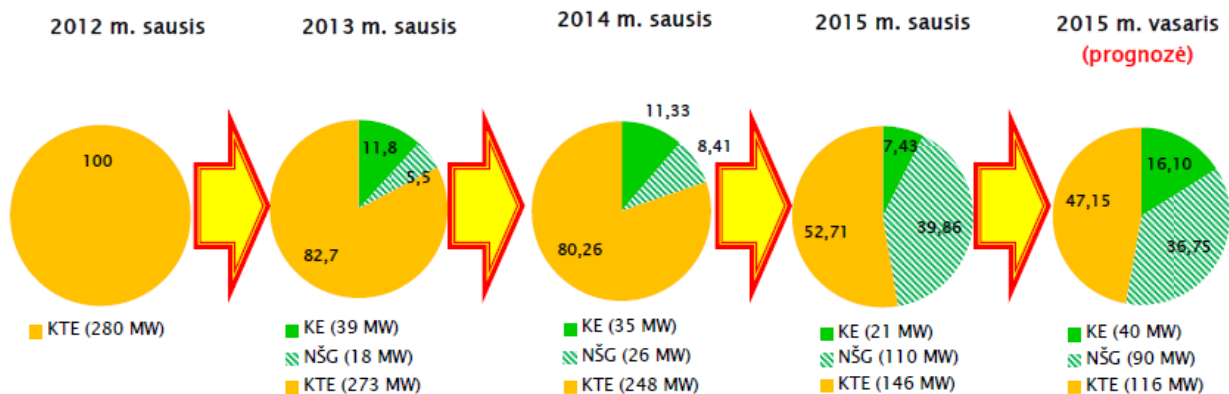
2.1 lentelė. Uždaviniai iškelti, kad sumažinti vartojimą šilumos sektoriuje iki 2020 m.[7]

	2012 m.	2014 m.	2015-2016 m.	2017-2018 m.	2019-2020 m.
1. Planinė atsinaujinančių energijos išteklių dalis elektros energijos sektoriuje (proc.)	11	13	14	15	20
2. Planinė atsinaujinančių energijos išteklių dalis šildymo ir vėsinimo sektoriuje (proc.)	35	38	40	43	45
Rodikliui pasiekti numatomos atsinaujinančių energijos išteklių dalys atskiruose sektoriuose:					
2.1. Planinė atsinaujinančių energijos išteklių dalis centralizuotos šilumos sektoriuje (proc.)	28	40	50	60	70
2.2. Planinė atsinaujinančių energijos išteklių dalis individualiai šildomų namų ūkių sektoriuje (proc.)	68	69	71	72	74
2.3. Prognozuojama atsinaujinančių energijos išteklių dalis individualiai šildomų nebutinių vartotojų sektoriuje (proc.)	14	14	14	13	13
3. Planinė atsinaujinančių energijos išteklių dalis transporto sektoriuje (proc.)	4,8	4,9	5,1	5,3	5,5
4. Prognozuojama atsinaujinančių energijos išteklių dalis, palyginti su bendru galutiniu energijos suvartojimu (proc.)	22	24	25	26	29

2.2 Kauno miesto situacija šilumos gamybos sektoriuje

Nepriklausomi šilumos gamintojai veikia vos kelete didžiųjų Lietuvos miestų. Jų pagamintą šilumą teisės aktų nustatyta tvarka superka tų miestų šilumos tiekimo įmonės. Bene daugiausiai nepriklausomų šilumos gamintojų veikia Kaune ir Klaipėdoje.

Žemiau pateiktame paveikslė 2.1 pav. matyti kaip Kauno mieste 2012 - 2015 metais keitėsi situacija šilumos gamybos sektoriuje, atėjus į rinką nepriklausomiems šilumos gamintojams. 2012 metais visa patiekta šiluma buvo gaminama Kauno termofikacinėje elektrinėje, kurios naudojamas kuras yra dujos. Situaciją 2013 metais pakeitė į rinką įsitraukę nepriklausomi šilumos gamintojai ir Kauno energijos katilinės. Tai sumažino KTE monopoliją mieste ir pagaminamas jos šilumos kiekis sudarė tik 82,7 %, kur NŠG gamintojai sudarė 5,5, o AB „Kauno energija“ 11,8 %. Situacija kiekvienais metais keitėsi. Ir nepriklausomi šilumos gamintojai 2015 metų sausio mėnesį patiekia šilumos į tinklus 39.86 %, kur KTE sudaro tik tai 52.71%. Lyginant su 2012 metų duomenimis, tai superkamos šilumos kiekis iš KTE sumažėjo pusiau ir liko tik 52,71 %.[4]



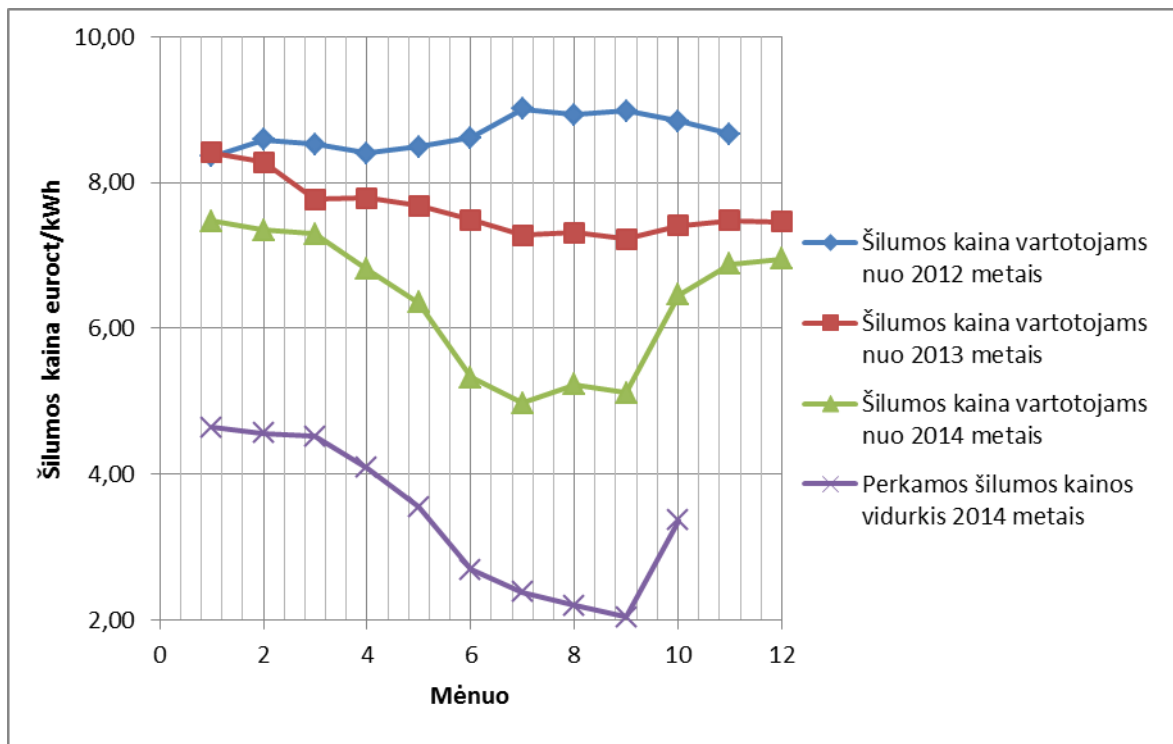
2.1 pav. Šilumos gamintojų užimamos rinkos dalies pokytis Kauno integruotame tinkle [4]

2015 metų sausio mėnesį bendras šilumos poreikis buvo 277 MW, kur biokuras sudarė 110 MW ir taip didindami konkurenciją tarp šilumos gamintojų ir sumažindami parduodamos šilumos kainą. Daugiametis sausio mėnesio Kauno integruoto tinklo šilumos poreikio vidurkis – 320 MW, o vasario mėnesio 250 MW.

Kaune 2014 metais buvo fiksuojami 8 nepriklausomi šilumos gamintojai (UAB „GECO Kaunas“, UAB „Lorizon Energy“, UAB „Kauno termofikacijos elektrinė“, UAB „Pramonės energija“, UAB „Ekoresursai“, UAB „ENG“, UAB „Oneks Invest“ ir UAB „Aldec General“). Iš visų išvardintų šilumos gamintojų tai yra UAB „KTE“, UAB „Pramonės energija“, UAB „Ekoresursai“ yra taikoma šilumos gamybos kainodara, tai reiškia jog jie turės teikti komisijai bazinės kainos skaičiavimo projektus bei investicijų planą bazinės kainos galiojimo laikotarpiui. Reguluojamą šilumos gamybos kainodarą gamintojams privaloma taikyti, kai:

- šilumos gamybos įrenginių statybai nepriklausomas šilumos gamintojas panaudoja ES arba Lietuvos biudžeto paramos lėšas;
- remtinai elektros energijos gamybai kogeneracinėse jėgainėse taikomas fiksuotas elektros energijos tarifas;
- nepriklausomo šilumos gamintojo pagaminamas šilumos kiekis sudaro daugiau kaip 1/3 metinio šilumos kiekio vienoje centralizuoto šilumos tiekimo sistemoje. Ši kriterijų atitinkantys nepriklausomi šilumos gamintojai turi teisę kreiptis į Komisiją dėl privalomos šilumos gamybos kainodaros netaikymo.

Žemiau pavaizduotame grafike, pateikiu šilumos kainas, kurios buvo nustatytos šilumos vartotojams 2012 – 2014 metų laikotarpiu.



2.2 pav. Šilumos kainų vartotojams palyginimo grafikas

Pažiūrėjus į paveikslą 2.2, galima pastebėti jog šilumos kaina vartotojams 2012 metais siekė netgi 9,56 ct/kWh, kur palyginti su 2014 metų to pačio mėnesio kaina yra apie 4,63 ct/kWh. Tai šioks toks pokytis įvyko 2012 metų pabaigoje – 2013 metų pradžioje, atsiradus dviems naujiems NŠG (UAB „GECO Kaunas“ ir UAB „Lorizon energy“), Kaune pradėjo atsirasti ir konkurencija tarp šilumos gamintojų. Iki to laiko jos nebuvo, nes tuomet vienintelis NŠG Kaune buvo UAB Kauno termofikacijos elektrinė. Iki 2012 metų rugsėjo 28 d. su šiuo vieninteliu NŠG galiojo susitarimas, pasirašytas dar 2003 metais, privalomai nupirkti 80 proc. jo pagaminamos šilumos.

Per 2013 – 2014 metų šildymo sezoną Kauno miesto vartotojai už šildymą (neskaitant karšto vandens ir cirkuliacijos) sumokėjo vidutiniškai 159€ (552 Lt) mažiau nei per 2012-2013 metų šildymo sezoną. Iš viso per metus Kauno miesto šilumos vartotojai sutaupė apie 8,7 mln. € arba 30 mln. Litų.[8]

Iki 2016 m. mieste planuojama pradėti eksploatuoti 10 naujų atsinaujinančius išteklius naudojančių katilinių bei kogeneracinių elektrinių – jų žada statyti ir privatūs verslininkai, ir šilumos tiekėja „Kauno energija“ (KE). Bendra jų galia turėtų sudaryti daugiau nei 300 MW, tiek Kaunui vidutiniškai pakanka šildymo sezono metu.

Neatsižvelgiant į tai, jog per 2014-2015 metus prisistačiusių papildomų katilinių, tiek iš AB „Kauno energija“ pusės tiek ir iš nepriklausomų šilumos gamintojų, nesumažina noro verslininkams investuoti į šiluminių katilinių statymą.

Faktai rodo, jog kiekvienas šilumos gamintojas stengiasi visomis priemonėmis sumažinti savo parduodamos šilumos kainą ir išsilaikyti rinkoje ir kaip galima patiekti didesnę šilumos kiekį į Kauno miesto šilumos tinklus. Netgi KTE kūrenanti dujas 2014 metų spalio 21 dieną „Kauno energija“ surengtame šilumos supirkimo aukcione, pasiūlė mažesnę šilumos kainą negu kai kurie nepriklausomi biokuro katilinių valdytojai Kaune. Tuo metu siūloma kaina buvo 3,79€/kWh (13,1 ct/kWh) ir buvo mažesnė už „Lorizon energy“ ir „Oneks invest“ biokuro katilinių pasiūlytas kainas. Kadangi šiuo metu biokurą kūrenančių katilinių galia siekia apie 240 MW, kas beveik ir aprūpina Kauną šiluma. 6.2 grafike pateiktas šilumos gamybos grafikas, kuris rodo jog maksimalus vidutiniškas 2015 metų vasario mėnesio šilumos suvartojimo poreikis yra apie 260 MW.

Taip pat AB „Kauno energija“ biokurą kūrenančių katilinių šilumos pardavimo kaina 1,58 iki 2 euro ct/kWh, o lyginant su NŠG tų pačių trijų mėnesių nuo 2,5-3,9 euro ct/kWh. Ryškus skirtumas tarp nepriklausomų šilumos gamintojų ir AB „Kauno energija“ biokurą kūrenančių katilinių yra dėl to, jog yra skirtingai skaičiuojama kainų dedamoji.

AB „Kauno energija“ šilumos gamintojai į savo šilumos pardavimo kainą įskaičiuoja:

- Kuro suvartojimas;
- Elektros suvartojimas;
- Bei vandens suvartojimas.

Nepriklausomiems šilumos gamintojams:

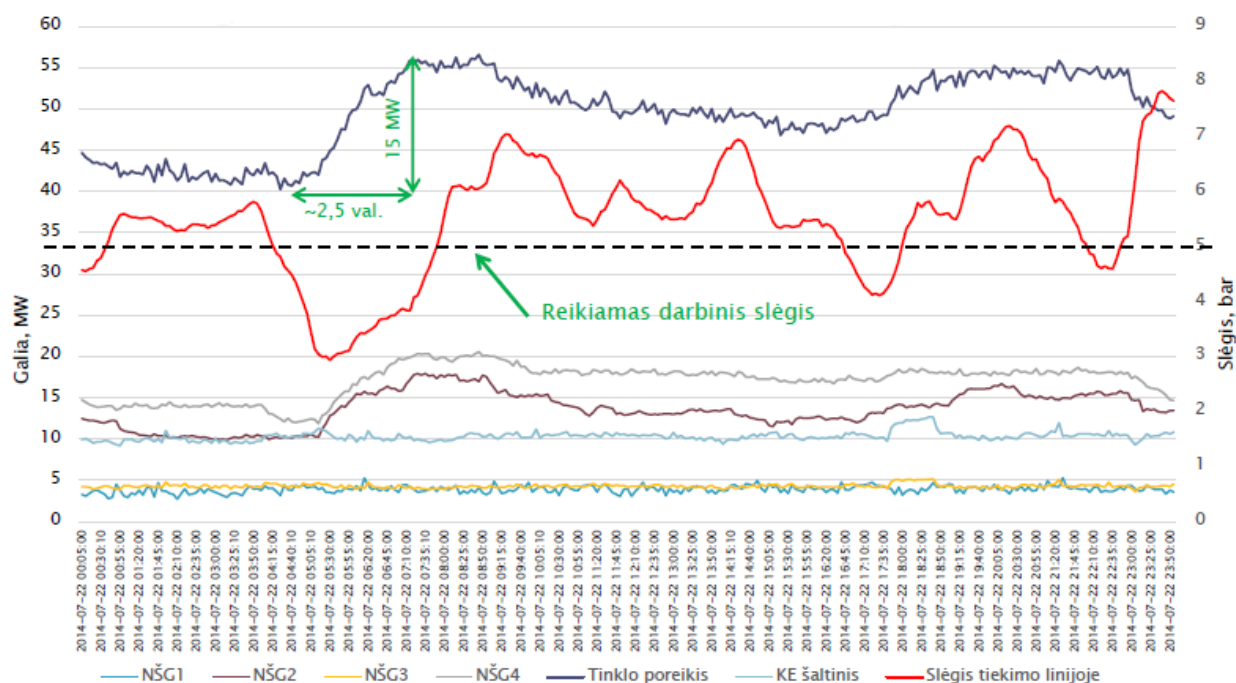
- Kuro suvartojimas;
- Elektros suvartojimas;
- Vandens suvartojimas;
- Darbuotojų išlaikymas;
- Naudojami chemikalai, tepalai;
- Remonto darbai;
- Biokuro krautuvo išlaikymas;
- Ir visa kita kas reikalinga katilinės išlaikymui.

2.3 Ribotos šilumos generavimo iš biokuro šaltinių techninės galimybės, CŠT sistemoje

Kadangi vasaros sezono metu reiklaingas nedidelis šilumos kiekis vandens pašildymui, tačiau atsiranda rytinis ir vakarinis pikas, kuris reikalauja didesnio šilumos poreikio, tačiau NŠG gamintojai nepajėgia taip greitai šilumos piko užpildyti:

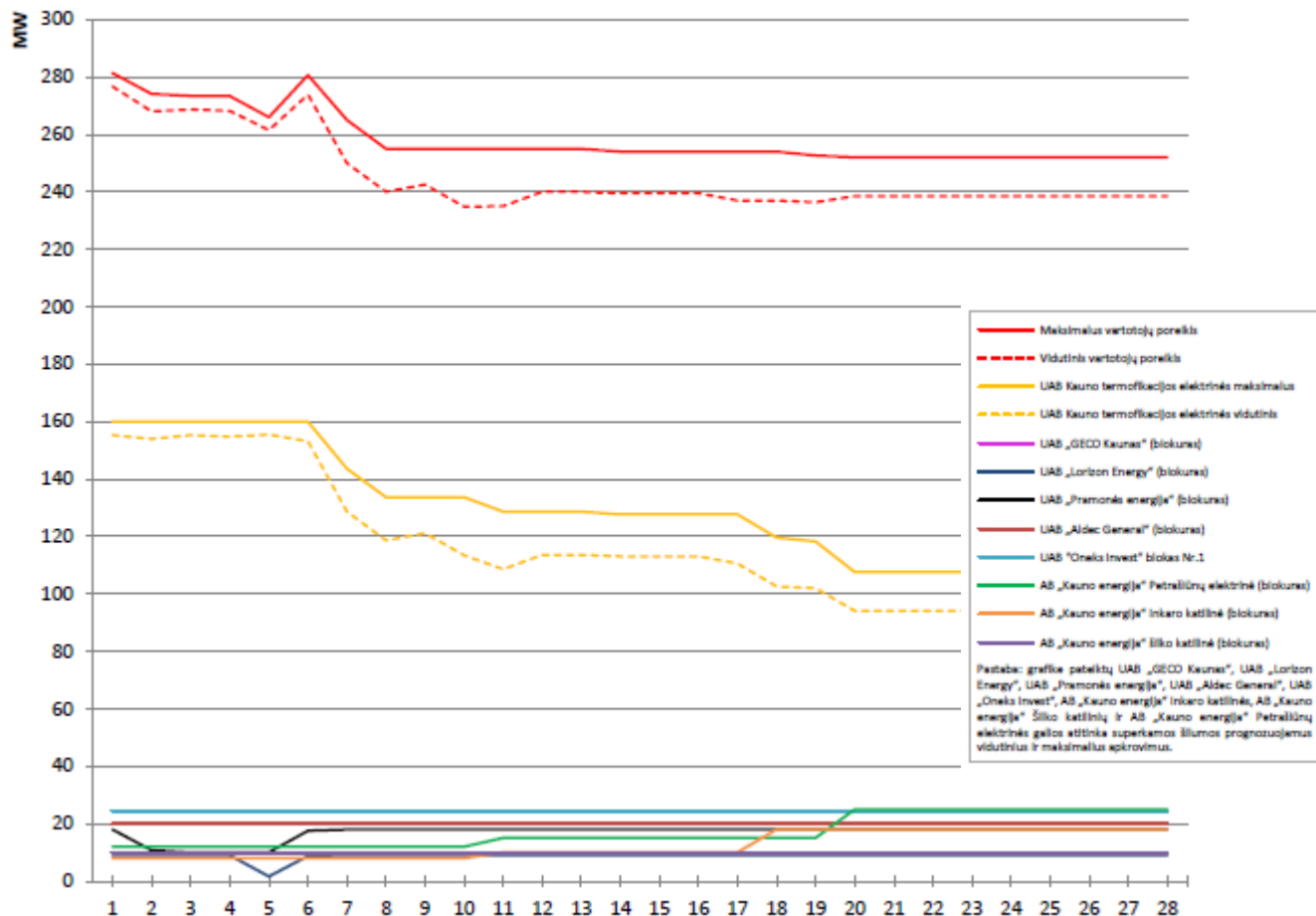
- Vidutinis sistemos šilumos poerikis – apie 50MW;
- Rytinio ir vakarinio piko metu padidėja iki 60-65 MW;
- Privalomas šilumos gamybos šaltinių galios kitimo greitis 10-15 MW/h

- NŠG biokuro katilinių deklaruojamas galios kitimo greitis apie 10-15% nuo instaliuotos galios. Tai yra apie 3 MW/valandą, esant 20 MW biokuro katilinės projektinės galios.



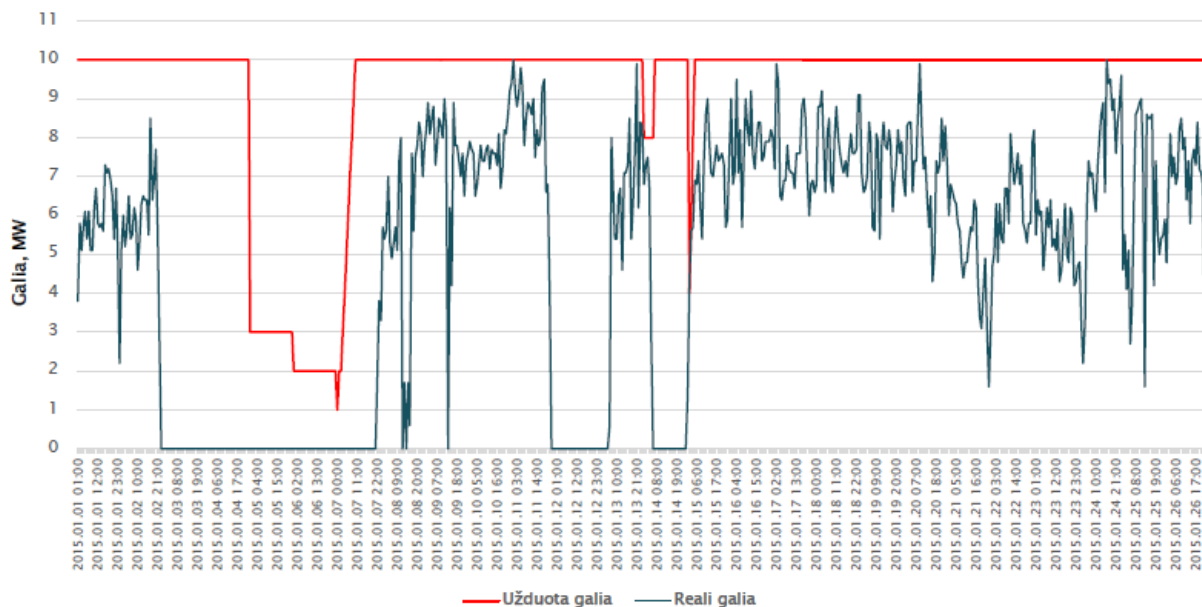
2.3 pav. 2014 m. Liepos 22 d. Kauno miesto CŠT tinklo integruotos sistemos momentiniai parametrai.[4]

2.3 paveiksle pavaizduota kaip kinta slėgis Kauno miesto šilumos tinkluose vasaros metu, piko metu. Raudona linija yra vaizduojamas slėgis tiekimo linijoje, o mėlyna tinklo poreikis, koks yra patiektas šilumos kiekis. Punktyrine linija yra žymimas reikiamas darbinis slėgis, kuris tūtėtų būti palaikomas tinkluose, nepriklausomų šilumos gamintojų.



2.4 pav. 2015 m. Vasario mėnesio. Kauno miesto centralizuoto šilumos tiekimo tinklo integruotos sistemos preliminarus šilumos gamybos grafikas.[4]

Pagrindinė problema nepriklausomų šilumos gamintojų yra ta, kad jie nesugeba palaikyti stabilaus slėgio šilumos tinklų linijoje. Esant pačiam šilumos poreikio pikui, slėgis tinklese krinta žemiau darbinio slėgio linijos ir taip neužtikrina reikiamo šilumos kiekio vartotojui. Jeigu žiūrint pagal grafiką, tai jis pasiekia reikiamą slėgį tik tai po 2,5 val ir galia pakeliama apie +15 MW, nes biokuro katilai nėra tokie inertiški kaip dujiniai ar skysto kuro katilai, ir jų galios kitimo greitis yra apie 10-15% nuo instaliuotos galios. Kol nepriklausomi šilumos gamintojai sukelia slėgį tinklese, didžiausias šilumos poreikis baigiasi.



2.5 pav. NŠG biokuro katilinės tiekiamos šilumos vidutinis valandinis šiluminės galios grafikas.[4]

2.5 paveiksle yra pavaizduotas nepriklausomo šilumos gamintojo sausio mėnesio valandinis šiluminės galios grafikas. Kuriame matyti raudona linija pažymėtas AB „Kauno energija“ užduotas šilumos poreikis šilumos tinkluose. Tačiau NŠG gamintojas nepajėgus užtikrinti ar net visai nepagaminti reikiamo maksimalaus šilumos kiekio. Toks nepriklausomo šilumos gamintojo darbo grafikas kelia paramtrų svyravimus Kauno miesto šilumos tinkluose, kas ir lemia 8.2 grafike pavaozduota slėgių svyravimą. Nes šita šilumos trūkumą turi užpildyti kitas šilumos gamintojas, tačiau kaip ir minėjau anksčiau biokuro katilinės galios kitimo greitis yra tik 10 -15 % per valandą, nuo instaliuotos galios, todėl biokuro katilinės nėra tokios inercinės, kad greitai pavyktų užpildyti pikinį poreikį per trumpą laiką.

2.4 Galimi situacijos sprendimo būdai:

Būtų galimi tokie trys sprendimo būdai:

- šilumos akumuliaciniai, įdiegus akumuliacines talpas:
 - Visi nepriklausomi šilumos gamintojai dirba baziniai režimais;
 - Perteklinė šiluma kaupiama akumuliacinėje talpoje;
 - Reikalinga keisti reguliacinę aplinką (bazinės, pikinės, perteklinės šilumos kainas).
- Dujinių šaltinių panaudojimas:
 - Nereikalaujantis investicijų ;
 - Reikalinga keisti reguliacinę aplinką, numatant atitinkamą šilumos rezervavimą dujiniais šaltiniais.
- Didelio efektyvumo ir atitinkamos galios kogeneracinės elektrinės įdiegimas:

- Atsiradus atitinkamos galio kogeneracinei jėgainei būtų paprastesnis centralizuoto šilumos tiekimo sistemos valdymas, kuris užtikrintų parametrų stabilumą.

3 Esama situacija elektros tiekimo sektoriuje ir prognozuojamos elektros gamybos apimtys

3.1 Elektros sudedamosios dalys:

Elektros įsigijimo kaina:

- Elektros energijos įsigijimo kaina, sumokama elektros energijos gamintojams ir tiekėjams, įskaitant energijos balansavimo kainas.
- Elektra gaminama deginant dujas, biokura arba atliekas, generuojama hidroelektrinėse, vėjo ir saulės jėgainėse.

Elektros transportavimo kaina:

- Elektros perdavimo aukštos įtampos tinklais („Litgrid“ kaina).
- Sisteminių paslaugų kaina, šios paslaugos užtikrina patikimą energetikos sistemų darbą, avarijų likvidavimą, reikiamą galios rezervą ir pralaidumą perdavimo tinklais.
- Elektros skirstymas žemesnės įtampos tinklais („LESTO“) kaina. Ji priklauso nuo įtampos iš kurios gaunama elektra.

Viešuosius interesus atitinkančios paslaugos (VIAP) kaina ir PVM:

- VIAP skiriamos remti ir skatinti vietinę gamybą iš atsinaujinančių energijos išteklių.
- Šilumos ir elektros gamybos tiekimo saugumui ir energetikos sistemos rezervams užtikrinti.
- Strateginei jungčiai „Nord Balt“ finansuoti.
- Užtikrinti atominės energijos saugumą, atliekų saugojimui ir laidojimui finansuoti.
- Elektros energetikos sistemos saugiam ir patikimam veikimi užtikrinti.

Pagrindiniai veiksniai lementys elektros kainą yra :

- Oro sąlygos;
- CO₂ taršos leidimų kainos;
- Kuro kainos pasaulinėje rinkoje;
- Padėtis pasaulio ekonomikoje;
- Vandens lygis hidroelektrinėse;
- Elektros energijos pasiūlos ir paklausos sūpuoklės.

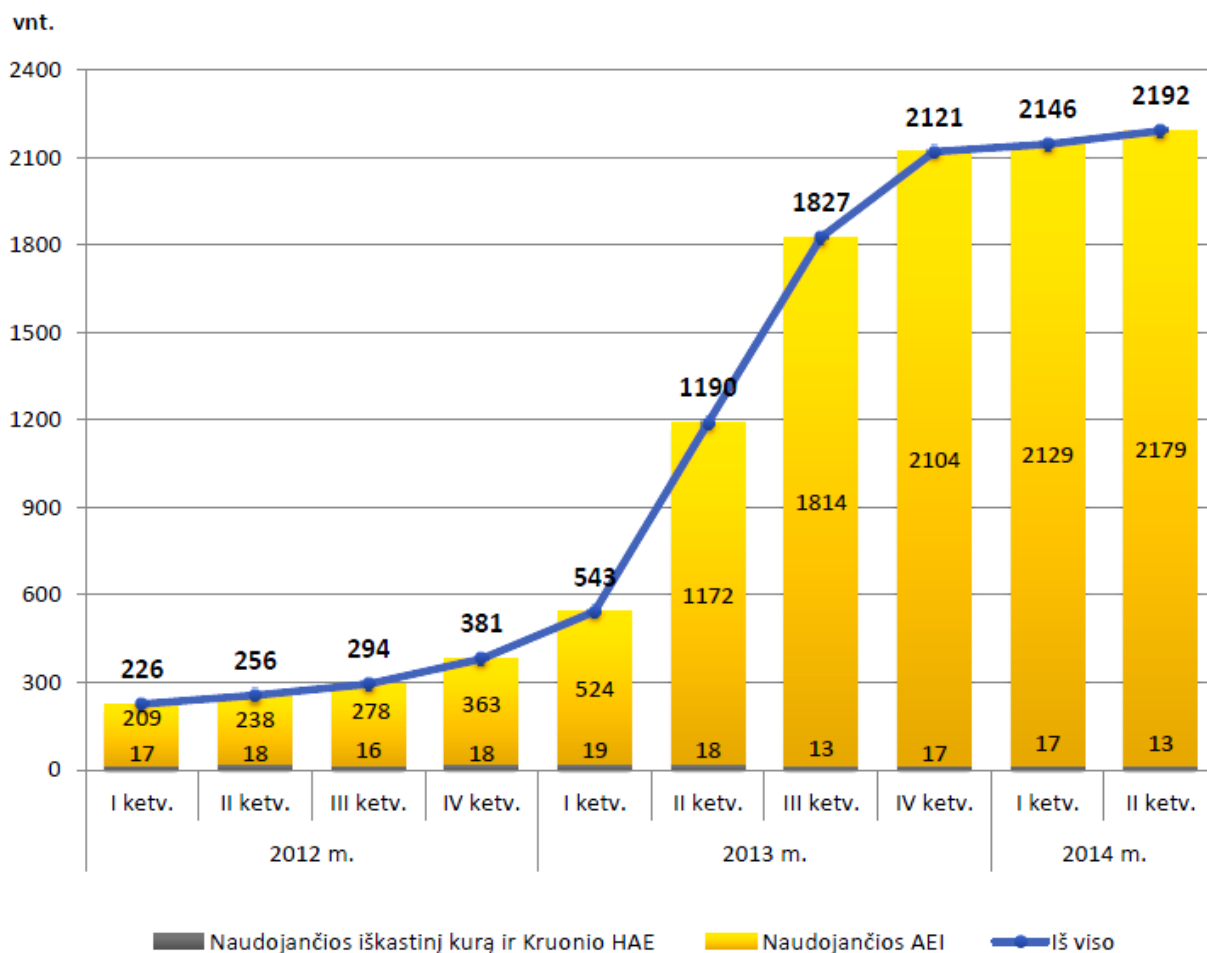
Visuomeninės elektros kainos išklotinė 2015 metais (LTL ct/kWh). [9]

3.1 lentelė Elektros kainos dedamoji[9]

Elektros gamyba ir tiekimas	
Elektros įsigijimo kaina	5,03 euro ct/kWH
Visuomeninio tiekimo kaina	0,167 euro ct/kWH
Elektros transportavimas	
Skirstymas žemos įtampos tinklais	1,686 euro ct/kWH
Perdavimas aukštos įtampos tinklais	0,54 euro ct/kWH
Sisteminės paslaugos	0,09 euro ct/kWH
Skirstymas vidutinės įtampos tinklais	1,28 euro ct/kWH
Mokesčiai	
VIAP	1,78 euro ct/kWH
PVM	2,22 euro ct/kWH
Viso (be PVM):	10,58 euro ct/kWH
Arba 10,585 euro ct/kWh be PVM	

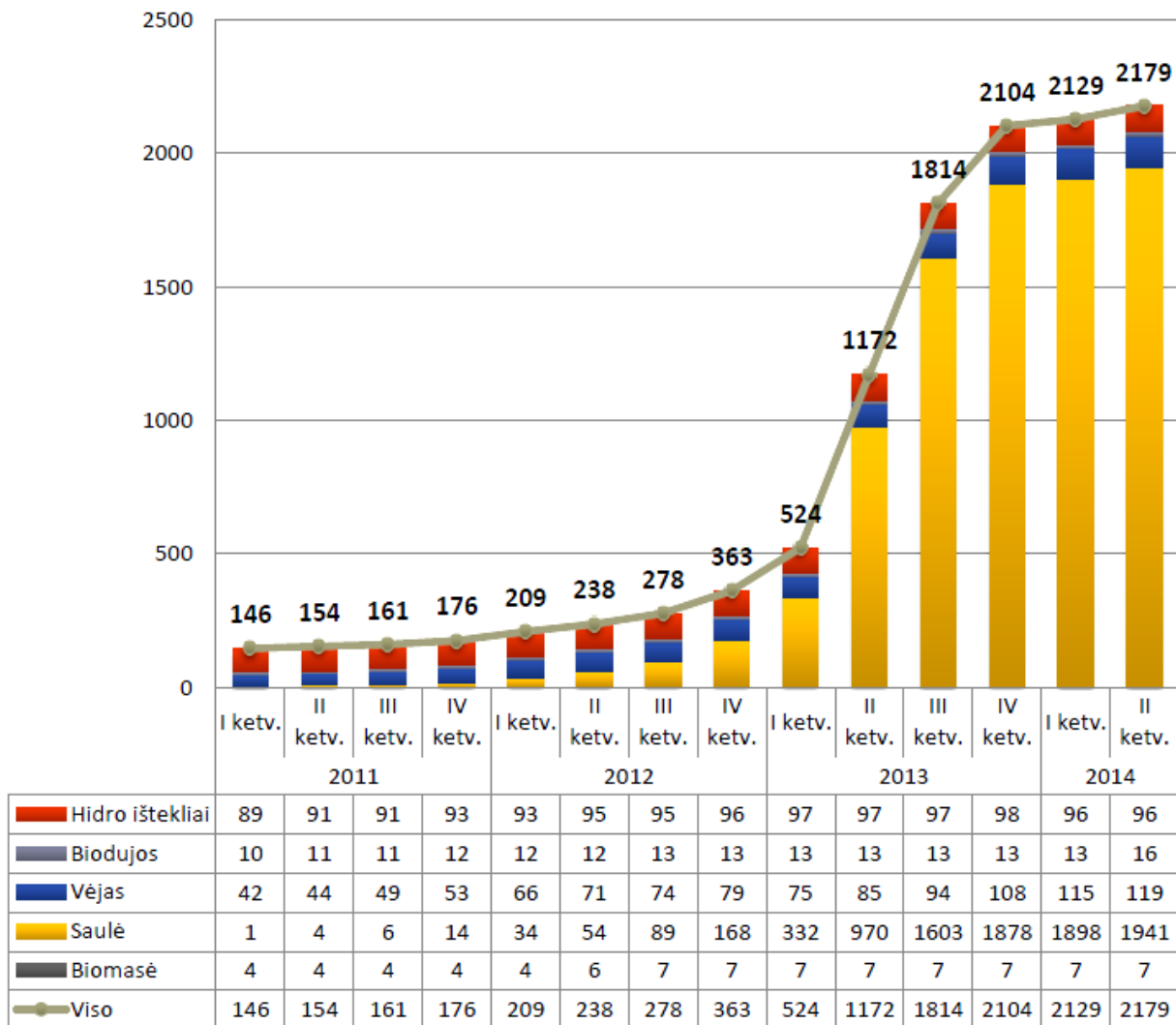
2014 m. sausio 1 d. Lietuvos elektros sistemoje elektrinių bendra įrengtoji galia sudarė 4304 megavatų (MW). Pagaminta ir patiekta į tinkla elektra iš astinaujinančių energijos išteklių sudarė 149 MW elektros eijos įsignergijos. Termofikacinės elektrinės naudojančios biokurą prijungtos prie skirtosomojo tinklo, patiekė apie 33 MW.

2014 metų II ketvirtį elektros energiją gamino ir į tinklus tiekė 2 192 elektrinė, t. y. 84,2 proc. daugiau, nei 2013 metų II ketvirtį. Elektrinių naudojusių atsinaujinančius energijos išteklių skaičius 2014 metų II ketvirtį, palyginti su 2013 atitinkamu laikotarpiu, išaugo 85,9 proc., nuo 1 172 iki 2 179 vnt., naudojusių iškastinį kurą – 27,8 proc. sumažėjo, nuo 18 iki 13 vnt.



3.1 pav. Bendras elektrinių skaičius pagal kuro rūšį Lietuvoje 2012 – 2014 metais[10]

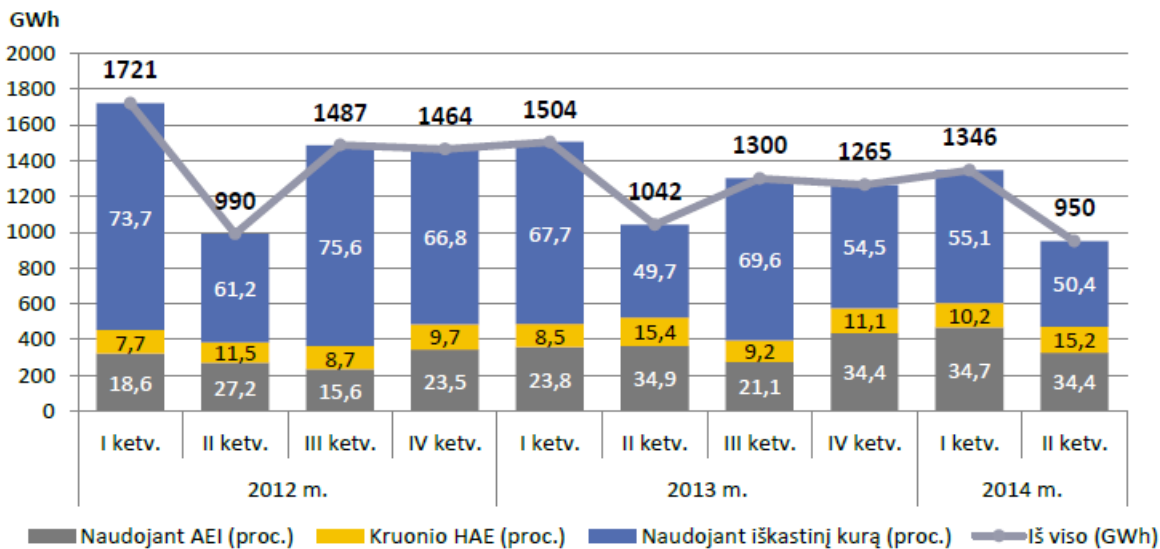
Lyginant 2012 metus su 2014 metų pradžia, elektrinių skaičius smarkiai pasikeitė. Elektrinių naudojančių atsinaujinančių kurą yra apie 2179 vnt, tai lyginant su 2012 metais, jų sparčiai daugėjo. O naudojančios iškastinį kurą ir Kruonio HAE skaičius nuo 17 vnt sumažėjo iki 13 vnt. Didžiąją dalį gamintojų, gaminančių elektros energiją iš atsinaujinančių išteklių, 2014 m. II ketvirtį sudarė gamintojai, naudojančios saulės šviesos energiją – 1 941 vnt. (2013 metų II ketvirčio pabaigoje jų buvo tik 970 vnt.); gamintojai, naudojančios hidroenergijos išteklius – 96 vnt. (2013 metų II ketvirčio pabaigoje – 97 vnt.), vėjo energiją naudojančių gamintojų – 119 vnt. (2013 metų II ketvirčio pabaigoje – 85 vnt.), biudujas naudojančių gamintojų – 16 (2013 metų II ketvirtį – 13 vnt.), elektros energijos gamybai naudojančių biomasę gamintojų skaičius nuo 2013 m. II ketvirčio nepasikeitė – 7 vnt.



3.2 pav. Elektrinių skaičius pagal elektrinių rūši 2012-2014 metais.[10]

3.2 Elektros gamybos apimtys

Elektros gamybos apimtys 2014 m. I ir II ketvirtį sumažėjo, lyginant su 2012 ar 2013 metų tais pačiais metų ketvirčiais. Bendras 2014 metų II ketvirčio elektros energijos pagamintas kiekis buvo 950 GWh. Žiūrint į tai pagal naudojamą kuro rūšį arba gamybos pobūdį, iš atsinaujinačių energijos išteklių buvo pagaminta apie 34,4 % elektros. Tačiau vis dar didžiąją dalį sudaro iškastinis kuras ir iš jo pagamintas elektros energijos kiekis sudaro apie 50,4 %. Likusi dalis yra 15,2 % yra Kruonio hidroakumuliacinė elektrinė. Lyginant duomenis su 2012 metų II ketvirtį, tai pagaminta elektra iš atsinaujinančių elektros išteklių sudarė 27,2 %, kur iki 2014 metų padaugėjo 7,2 %. Ir tai sumažino iškastinio kuro panaudojimą 2014 metais, nors 2012 metų II ketvirtyje iš iškastinio kuro elektrs energijos buvo pagaminama apie 61,2 %.



3.3 pav. Elektros gamybos apimtys, pagal energijos rūšį.[10]

2014 m. II ketv. patiekto į tinklus elektros energijos kiekis sudarė 79,9 proc. (759 GWh) viso šalyje pagaminto elektros energijos kiekio, 20,1 proc. (191 GWh) gamintojai suvartojo savo reikmėms. 2013 m. II ketv. į tinklą buvo patiekta 82,0 proc. (854 GWh) viso pagaminto elektros energijos kiekio, savos reikmės sudarė likusius 18,0 proc. (188 GWh). Valstybinės kainų ir energetikos kontrolės komisijos duomenimis per 2014 metų II ketvirtį pagamintas ir į elektros tinklus patiekta elektros energijos kiekis, naudojant atsinaujinančius energijos išteklius, sudarė 326 GWh. Daugiausia elektros energijos, naudojant atsinaujinančius išteklius, pagaminta ir patiekta Kauno miesto (91 GWh) bei Kretingos rajono (42 GWh), mažiausiai – Visagino (0,009 GWh) ir Birštono (0,02 GWh) savivaldybėse.

3.3 Prognozuojamos elektros gamybos apimtys

Lietuvos respublikos atsinaujinančių išteklių energetikos įstatyme 2011 m. gegužės 12 d. Nr. XI-1375 Vilnius, kurio tikslas atsižvelgiant į elektros energijos gamybą iš atsinaujinančių energijos išteklių, dalį, palyginti su šalies bendruoju galutiniu elektros energijos suvartojimu, padidinti ne mažiau kaip iki 20 procentų.

Atsižvelgiant konkrečiai į biokuro elektrinių, prijungtų prie elektros tinklų, kurioms šio įstatymo 20 straipsnyje nustatyta tvarka ir sąlygomis taikomas atsinaujinančių energijos išteklių naudojimo elektros energijai gaminti skatinimas, įrengtąją suminę galią padidinti iki 105 MW, taip pat biokuro elektrinių, prijungtų prie elektros tinklų, kurių įrengimas skatinamas (iš dalies finansuojamas) iš nacionalinės atsinaujinančių energijos išteklių plėtros programos priemonėms įgyvendinti skirtų lėšų, įskaitant Europos Sąjungos paramos lėšas, tačiau išskyrus viešuosius interesus atitinkančių paslaugų lėšas, ir kurioms netaikomas šio įstatymo 20 straipsnyje numatytas skatinimas, įrengtąją suminę galią padidinti iki optimalios, Nacionalinėje šilumos ūkio plėtros programoje nustatytos biokuro elektrinių galios. Nacionalinė AEI strategija yra iki

2020 metų įrengti kietosios biomasės elektrinių, kurių elektrinė galia siektų 162 MWe arba 810 GWh/m, taip pat biodujinių elektrinių 62Mwe arba 413 GWh/m.

Atsinaujinančių išteklių energetikos įstatymas numato 2020 metais biokurą naudojančių kogeneracinių jėgainių suminę galią padidinti iki 355 MWe. Žemiau lentelėje 3.2 pateikiu informaciją, kuri parodo galios pasiskirstymą didžiuosiuose Lietuvos miestose, taip pat kogeneracinės elektros kiekis, kuris kaip ir savaime aišku yra Vilniuje ir siekia 673 GWh/m. Bendros investicijos kartu su biodujomis siekia 536 mln € arba 1852 mln. Lt

3.2 lentelė. Biokogeneracinių elektrinių CŠT sektoriuje galima plėtra pagal AIEĮ.[11]

Eil. Nr.	Rodiklis	Galia	Kogeneracinės elektros kiekis	Investicijos		Planuojama šiluminė galia su KDE	Investicijos į šilumos gamybą
		MWe	GWh/m	mln.Euro/MW	mln.Eurų	MW	mln. Eurų
1	Vilnius	162	673	1,3	165,3	267	56,25
2	Kaunas	58	245	1,49	76,5	129	28,02
3	Klaipėda	11	62	2,49	27,39		
4	Šiauliai	11	84	205	22,59	33	8,12
5	Panevėžys	2,5	19	2,66	6,66	10	2,89
6	Alytus	5,4	41	3,65	19,69	19	5,44
7	Marijampolė	4,5	18	1,47	6,66	18	4,17
8	Jonava	4	29	2,69	10,71	14	4,05
9	Mažeikiai	2,5	18	2,6	6,66	10	2,89
10	Utena	2,1	15	3,09	6,37	8,6	2,49
11	Druskininkai	3	22	2,8	8,39	9	2,61
12	Kiti (Biodujos)	(62)	(413)	(10)	(620)	(70)	(50)
VISO:		328	1637		1852		

Nacionalinėje atsinaujinančių energijos išteklių plėtros strategijoje 2020 metams prognozuojamos elektros energijos gamybos iš atsinaujinančių energijos išteklių bendrosios apimtys:

bendroji galia – 875 MW, metinė gamybos apimtis – 2958 GWh:

- hidroelektrinės (bendroji galia – 141 MW, metinė gamybos apimtis – 470 GWh), iš kurių: ne didesnės kaip 10 MW įrengtosios galios (bendroji galia – 40 MW, metinė gamybos apimtis – 117 GWh), o didesnės kaip 10 MW įrengtosios galios (bendroji galia – 100,8 MW, metinė gamybos apimtis – 353 GWh);

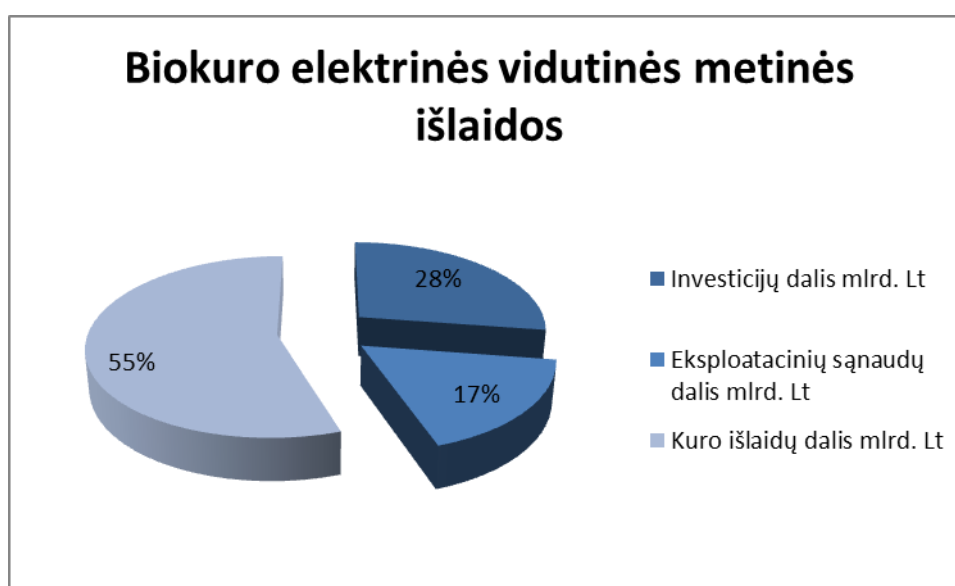
- saulės elektrinės (bendroji galia – 10 MW, metinė gamybos apimtis – 15 GWh);
- vėjo elektrinės (bendroji galia – 500 MW, metinė gamybos apimtis – 1250 GWh);
- biomasės elektrinės (bendroji galia – 224 MW, metinė gamybos apimtis – 1223 GWh), iš kurių; kietosios biomasės (bendroji galia – 162 MW, metinė gamybos apimtis – 810 GWh), o dujinės biomasės (bendroji galia – 62 MW, metinė gamybos apimtis – 413 GWh).

Kiti atsinaujinančių energijos išteklių plėtros strategijoje numatyti uždaviniai yra: derinti atskirų sektorių rinkos dalyvių veiksmus ir į atsinaujinančių energijos išteklių naudojimo skatinimą įtraukti savivaldybes; didinti visų rūšių biomasės panaudojimą šilumos ir elektros energijai gaminti; didinti atsinaujinančių energijos išteklių ir elektros energijos naudojimą transporto sektoriuje.

Taip pat yra parengtas ir patvirtintas nacionalinės atsinaujinančių energijos išteklių plėtros strategijos įgyvendinimo 2010-2015 m. priemonių planas (Nr.1-180).

Lietuva 2010 metais taip pat parengė ir pateikė ES nacionalinį atsinaujinančių išteklių energijos veiksmų planą, kuriame nurodyta kaip bus įgyvendinami prisiimti įsipareigojimai atsinaujinančių energijos išteklių naudojimo srityje.

Socialinė – Ekonominė nauda dėl biokuro elektrinių įrengimo Lietuvoje. Tai kad Lietuvos ekonominėje erdvėje liekantys piniginiai srautai.



3.4 pav. Biokuro elektrinės metinės išlaidos.

Biokuro elektrinėje vidutiniškai per metus išleidžiama apie 55,02 mln € arba 190 mln. Lt. Investicijų dalis, kuri sudaro apie 15,06 mln € arba 52 mln. Lt/metus.

- Investicijos į elektrinę galią per 10 metų
 - Kietosios biomasės elektrinės, apytiksliai apie 0,3 1 mln € arba 1,1 mlrd. Lt;
 - Biodujų elektrinės – 0,18 mlrd. Lt.
- (30% nuo planuojamų investicijų lieka Lietuvoje).

Eksploatacinių sąnaudų dalis, kuri sudaro apie 9,56 mln € arba 33 mln. Lt/metus:

- Biodujų elektrinėje apytiksliai 28,96 mln € arba 100 Lt/MWh.
- Kietosios biomasės 100 tūkst. MWe.
(50 % eksploatacinėms išlaidoms lieka Lietuvoje).

Kuro išlaidų dalis 105 mln. Lt/metus :

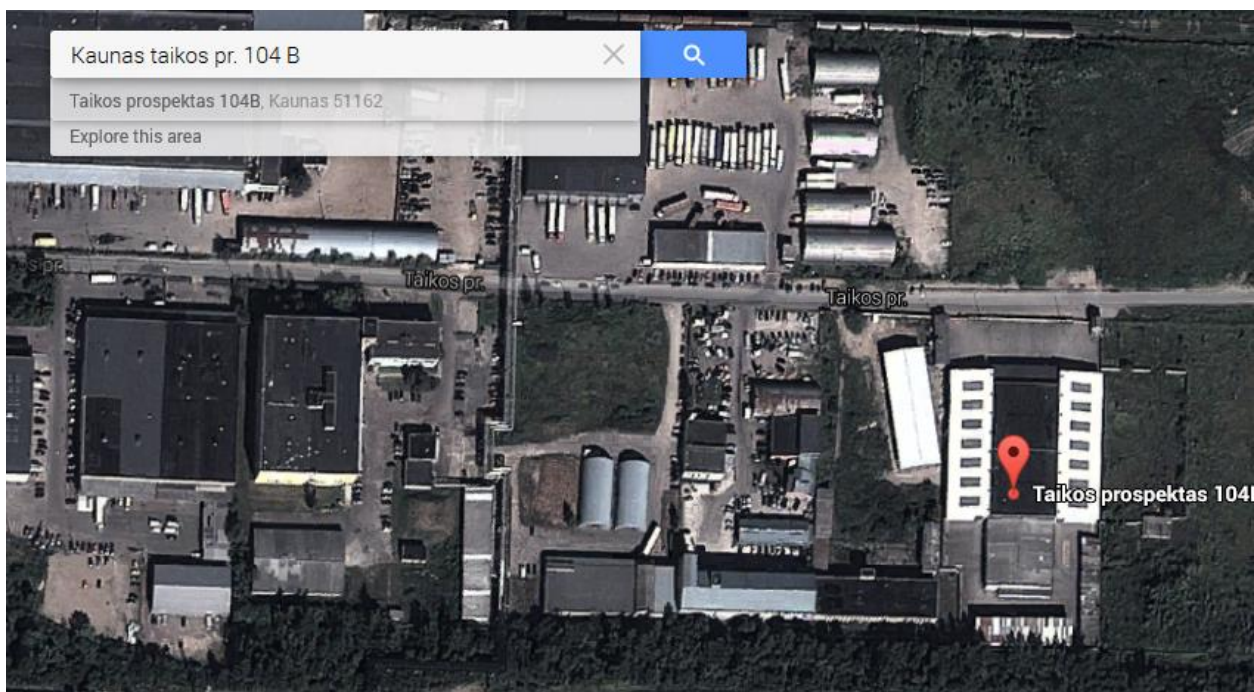
- Esant vidutinei kuro kainai Lietuvoje 2010 – 2020 metais 20,27 Eurų/MWh 70 Lt/MWh.
- Vidutinės kuro lyginamosios sąnaudos 115 kgne/MWh.
- Generuojamas elektros energijos kiekis 1,613 TWh.
(70% išlaidų kurui lieka Lietuvoje)

Atsinaujinančių energetikos išteklių įstatyme yra nuostatas, kuriame nurodytas 12 metų skatinimo laikotarpis. Per 12 metų laikotarpį bendros biokuro elektrinės išlaidos susidaro apie 660,04 mln Eurų arba 2279 mln. Lt.

Pagal atsinaujinančių energetikos išteklių įstatymą, biokuro elektrinių, prijungtų prie elektros tinklų, įrengtąją suminę galią padidinti iki 355 MW.[11]

4 GECO Kaunas termofikacinė elektrinės būsima padėtis bei prognozuojama jėgainės pajungimo vieta prie CŠT

Katilinė yra planuojama statyti Kauno mieste, Dainavos mikrorajone, Taikos pr. 104B, šalia esamos GECO 20 MW biokuro katilinės. Katilinė yra projektuojama kūrenti atsinaujinančius energijos išteklius, tokius kaip medžio drožles, smulkinta mediena, skiedros, miško kirtimo atliekos. Biokuro katilinės paskirtis yra gaminti ir tiekti šilumą, bei gaminti elektros energiją bei tiekti ją į Lietuvos elektros skirstomųjų tinklų tinklą. Šalia „GECO“ biokuro katilinės yra centralizuoto šilumos tiekimo orinė trasa DN800.



4.1 pav. Būsimos GECO termofikacinės katilinės padėtis.

Kuro sandėliavimo sistema įrengiama 2 parų rezervui termofikacinei elektrinei dirbant maksimaliu apkrovimu. Numatoma, kad TE vietoje pagrindinio kuro - medienos skiedros bus deginamos durpės. Deginamas durpių kiekis iki 30 procentų nuo bendro momentinio sunaudojamo kuro kiekio pagal energetinę vertę. Skaičiuojant kuro sandėlio tūrį laikyti, kad bus deginamas projektinis kuras - 45% drėgmės medienos skiedra, kurios žemutinis kaloringumas - 9360 kJ/kg.

- projektuojamo katilo našumas - 20 MW;
- sausos masės peleningumas 1 %,
- skiedros frakcija nedidesnė kaip 50x50x20 mm;
- Pagrindinė frakcija (ne mažiau kaip 75% masės) $16 \leq P \leq 100$ mm
- Smulki frakcija ($< 3,15$ mm) $\leq 4\%$ masės

- Stambių dalelių frakcija (% masės), didžiausias dalelių ilgis mm $\leq 6\%$; >200 mm, visos 350 mm
- Kuro sandėlys turi talpinti 48val kuro atsargą katilui dirbant pilnu apkrovimu

Kadamgi projektas atliktas deginti 45 % drėgnumo kurą, tai skaičiuotinas valandinis kuro sunaudojimas esant 20 MW šiluminės galios:

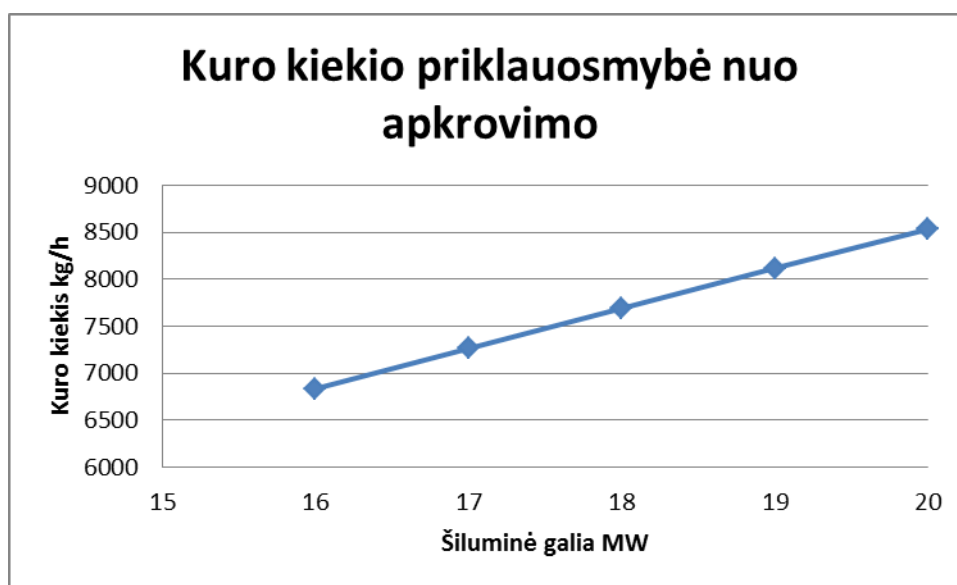
$$B_{val} = \frac{Q_{ins}}{Q_z \cdot \eta} = \frac{20000}{9360 \cdot 0.9} = 8532 \text{ kg/h}$$

dviejų parų laiko kuro sąnaudos:

$$B_{48val} = 8532 \cdot 48 = 409536 \text{ kg/48h}$$

4.1 lentelė. Kuro sąnaudų priklausomybė nuo apkrovimo.

Šiluminė galia	Kuro kiekis	Kuro kiekis per 48 val
16	6837	328205
17	7264	348717
18	7692	369230
19	8119	389712
20	8532	409536



4.2 pav. Kuro kiekio priklausomybė nuo apkrovimo

5 Technologinės schemos aprašymas

Vandens paruošimo sistemą sudaro šie pagrindiniai komponentai:

Vandens mechaninio valymo filtrai;

- Vandens nugeležinimo filtrai;
- Vandens minkštinimo filtrai;
- Reverso osmozės 1 laipsnis;
- Reverso osmozės 2 laipsnis;

- Elektrodionizacijos filtrai;
- 10 m³ talpos buferinė talpa (vandeniui po elektrodionizacijos).

Vandens nugeležinimo ir minkštinimo įrangos našumas užtikrina reverso osmozės įrenginių darbą pilnu našumu įvertinant į kanalizacijos tinklus išleidžiamo koncentrato kiekį, t.y. nominalus įrenginio našumas – 10,2 m³/h. Nugeležinimo įrenginius sudaro keturios kolonos. Bendras našumas iki 15m³/h. Minkštinimo įrenginius sudaro trys kolonos. Pratekėjus apskaičiuotam vandens kiekiui filtre esanti įkrova išsieikvoja ir kolona regeneruojama. Regeneruojantis vienam filtrui kiti du likę darbe pilnai patenkina reikiamą vandens našumą 10,2 m³/h. Minkštinimo filtrai regeneruojami 23% NaCl tirpalu, kuris ruošiamas 500 l talpose. Sumažinus vandens kietumą iki 0,1 mg-ekv/l, vanduo yra nudruskinamas atvirkštinės osmozės įrenginiuose. Statomi du sujungti lygiagrečiai dviejų pakopų atvirkštinės osmozės įrenginiai galinčius dirbti arba kartu arba pakaitomis. Vieno įrenginio našumas yra 5,1 m³/h, drenuojamo vandens srautas iš kiekvieno įrenginio 1,0 m³/h, pirmo ir antro laipsnio cirkuliacinis srautas 3,3 m³/h. Taigi reverso osmozės įrenginių bendras našumas 6,6 m³/h pilnai patenkins projektuojamo garo katilo vandens poreikius jam dirbant pilnu našumu. Siekiant sumažinti CO₂ kiekį esantį vandenyje bus atliekamas pastovus NaOH dozavimas. Srautai yra matuojami vizualiniais srauto matuokliais FI esančiais ant linijos. Nudruskinto vandens laidumas po atvirkštinės osmozės įrenginio sumažinamas iki 4-6 μS/cm. Po atvirkštinės osmozės valytas vanduo nuvedamas į elektrodionizacijos įrenginius. Įrenginiai taip pat numatomi du ir jungiami lygiagrečiai. Elektrodionizacijos įrenginiu yra atliekamas gilus vandens nudruskinimas. Įrengiami du elektrodionizacijos moduliai, kurie gali dirbti tiek vienu metu, tiek atskirai. Dviejų vienu metu dirbančių modulių našumas bus 6 m³/h, vieno modulio 3 m³/h. To pilnai pakaks padengti švaraus garo nuostoliams dėl garo katilo prapūtimų, kondensato nugaravimų ir pan., t.y. projektuojamai TE dirbant uždaru režimu. Po elektrodionizacijos giliai nudruskinto vandens laidumas sumažinamas <0,2 μS/cm. Dalis vandens (10%) po elektrodionizacijos drenuojama į nuotekas. Po elektrodionizacijos įrenginio valytas vanduo kaupiamas 10 m³ talpos tarpinėje talpoje, po kurios dviem siurbliais su dažnio keitikliais vanduo yra tiekiamas vartojimui į naujai projektuojamos termofikacinės elektrinės kondensato baką. Termofikacinėje elektrinėje bus įrengiamas naujas 30m³ talpos (darbinis tūris) atmosferinis deaeratorius. Deaeratoriaus talpos tūris parenkamas toks, kad užtektų katilo darbui 1 valandą jam dirbant pilnu našumu. Garas į deaeratorių bus tiekiamas iš turbinos tapinio garo nuėmimo linijų, projektuojamo katilo prapūtimo separatoriaus. TE paleidimo metu ar nedirbant turbinai į deaeratorių tiekiamas sausas sotas garas iš katilo prieš perkaitintuvą. Garo tiekiamo iš katilo slėgis prieš deaeratorių yra redukuojamas sumažinant slėgį. Garas tiekiamas į deaeratoriaus vandens dalį pagal nustatytą slėgį deaeratoriuje. Tiekiamo garo reguliavimui numatytas vožtuvas su pneumatine pavara. Nominalus slėgis deaeratoriuje – 0,2-0,4 bar, maksimalus slėgis – 0,5 bar. Nominali maitinimo

vandens temperatūra deaeratoriuje – 104 °C. Ant deaeratoriaus išgarų linijos sumontuojamas vandens – išgarų šilumokaitis, kuris pašildys grįžtantį iš šilumos tiekimo tinklų termofikacinį vandenį. Tokiu būdu ženkliai sumažinami šilumos nuostoliai į aplinką išmetami su išgaromis. Išgarų kondensatas iš šilumokaičio bus drenuojamas į aušinimo šulinį. Deaeratorius montuojamas ant atramų 10,0 metrų aukštyje.

Išvalyti ir deaeruoti vandens kokybė pilnai tenkins garo katilo ir turbinos gamintojų reikalavimus (vandens kokybiniai rodikliai turi būti tikslinami darbo projekto metu pagal parinktos turbinos gamintojo reikalavimus):

- Elektrinis laidumas $\mu\text{S}/\text{cm} < 0,2$
- SiO_2 mg/l $< 0,02$
- Geležis mg/l $< 0,02$
- Varis mg/l $< 0,003$
- Na mg/l $< 0,01$

Maitinimo vandens, katilo vandens, garo ir kondensato kontrolei suprojektuotas pakankamas kiekis mėginių paėmimo vietų. Kiekvieno mėginių aušinimui numatytas atskiras mėginių aušintuvas. Mėginių aušinimui naudojamas minkštintas vanduo. Matuojamų parametrų ir mėginių paėmimo taškų kiekis darbo projekte tikslinamas pagal katilo ir turbinos gamintojo reikalavimus. Nuolatinių perkaitinto garo laidumo ir kitų jo parametrų (pagal turbinos gamintojo reikalavimus) kontrolei suprojektuota nuolatinių mėginių paėmimo stotelė. Mėginiu aušinimui suprojektuotas orinis aušinimo įrenginys. Karštuoju metų laiku mėginių aušinimui naudojamas minkštintas vanduo arba elektrinis šaldymo įrenginys. Mėginio kiekio reguliavimui prieš kiekvieną aušintuvą numatomas adatinis ventilis, o mėginių linijos atidarymui ar uždarymui numatytas On/Off ventilis. Dar vienas atjungimo ventilis šalia vamzdyno iš kurio imami mėginiai. Mėginių aušintuvai statomi atskirame mėginių paėmimo stende. Patogiam mėginių paėmimui numatytas stalas laboratorinės įrangos pasidėjimui. Mėginių paėmimo vamzdynas projektuojamas iš nerūdijančio plieno vamzdyno neprastesnės kaip AISI 316 kokybės. TE numatyta atskira patalpa laboratorinių prietaisų laikymui ir darbui su paimtais mėginiais. Į projektą įtraukti reikalingi nešiojami ir stacionarūs mėginių tyrimo prietaisai leidžiantys užtikrinti teisingą TE eksplotavimą.

5.1 Kieto kuro katilas ir kuro ūkis

Katilinėje bus statomas pilnai sukomplektuotas kieto kuro perkaitinto garo katilas su kuro ūkiu. Įrengiamas katilas – vandens vamzdžių tipo. Pagaminamo ir į turbiną garo kiekis – 24,5 t/h, garo slėgis – 40 bar.a, perkaitino garo temperatūra – 460°C. Projektinis TE kuras yra medienos skiedra ir jos mišiniai. TE įrenginiai suprojektuoti taip, kad juose būtų galima deginti iki 30

procentų durpių pagal jų kuro kalorinę vertę. Miško medienos skiedros apibūdinamos kaip itin stambios skiedros atitinkančios LST EN 14961-1:2013 reikalavimus:

Matmenys:

- Pagrindinė frakcija (ne mažiau kaip 75% masės) $16 \leq P \leq 100$ mm
- Smulki frakcija ($< 3,15$ mm) $\leq 4\%$ masės
- Stambių dalelių frakcija (% masės), didžiausias dalelių ilgis mm $\leq 6\%$; > 200 mm, visos 350mm.
- Drėgmė M (% masės) $\leq 55\%$
- Pelenai A (% masės, sausoji būseną) $\leq 2,0\%$
- Azotas N (% masės, sausoji būseną) $\leq 0,3\%$
- Chloras Cl (% masės, sausoji būseną) $\leq 0,02\%$

Numatyta galimybė sumaišyti iki 35% taip vadinamo tarpinio kuro, medžio žievės ir pramoninių skiedrų (sausų medienos skiedrų). Deginimui ir energijos gamybai taip pat bus naudojamos trupininės durpės. Trupininiu durpių eksploatacinis drėgnumas 40 - 55% .

Garantinio kuro charakteristikos, kurį naudojant skaičiuojami TE garantiniai parametrai:

- Tipas - medienos skiedra
- Drėgnumas - 30-55 proc.
- Kuro žemutinė kalorinė vertė - 12,56-7,18 MJ/kg
- Sausos masės peleningumas 1 proc.

Naudojant bet kokį šiame skyriuje aprašytą kurą ar kuro mišinį garo katilė pagaminama 20MW šiluminės energijos išlaikant perkaitinto garo parametrus po katilo, t.y. garo slėgis - 40 bar.a, perkaitinto garo temperatūra - 460 °C. Garo katilo naudingo veikimo koeficientas naudojant kitokį nei garantinį kurą gali skirtis. Tiekiant didesnio nei 55 proc drėgmės medieną katilo našumas gali sumažėti, bet turi būti užtikrinamas stabilus katilo darbas. Kuras į katilo pakura iš maitintuvo tiekiamas hidraulinėmis pavaromis. Apsaugai nuo gaisro kuro tiekimo sistema tiekiamas su automatine gaisro gesinimo sistema. Katilė sunaudojamo kuro apskaita bus vykdoma skaičiuojant kuro padavimo cilindro eigas. Viena eiga atitinka tam tikrą katilė sudeginamo kuro kiekį. Pakura yra slenkančio aušinamo ardyno. Ardyno aušinimui naudojamas garo katilo pamaitinimo (kondensatas iš kondensato bako į deaeratorių) bei termofikacinis vanduo. Kieto kuro katilas komplektuojamas su automatine pelenų šalinimo sistema. Pelenų šalinimas sauso tipo, pilnai uždaras. Pelenai surenkami nuo pakuros, garo išgarintuvų perkaitintuvo, ekonomizerio, multiciklono. Pelenai surenkami į šalia kondensacinio ekonomizerio patalpos statomą uždara pelenų konteinerį. Statomi du konteineriai, vienas darbinis kitas vežamas ištuštinti. Su biokuro katilu tiekiamos pirminio, antrinio ir tretinio oro ventiliatoriai, dūmsiurbės komplektuojamos su dažnio keitikliais. Garo katilas tiekiamas su pilna reikalinga saugumo, reguliavimo ir matavimo įranga. Garo perkaitinimui naudojami du

nuosekliai sujungti perkaitintuvai. Vanduo temperatūros reguliavimui išpurškiamas po pirmojo perkaitintuvo laipsnio. Išpurškiamo vandens kokybė atitinka turbinos gamintojo keliamus reikalavimus tiekiamam garui. Vanduo imamas iš garo katilų maitinimo slėgiminės linijos. Reguliavimu priimtas pneumatinis reguliavimo vožtuvas. Vanduo iš apatinio ir viršutinio prapūtimų nuvedamas į garo išsiplėtimo indą. Susidaręs perteklinis garas nuvedamas į maitinimo vandens deaeratorių, o vanduo į naujai projektuojamą aušinimo šulinį. Periodinio prapūtimo vožtuvas turi nuotolinį valdymą iš valdymo pulto. Tiek nuolatinis, tiek periodinis prapūtimas veiks automatiškai. Vožtuvai projektuojami su galiniais jungikliais uždarai padėčiai nustatyti. Kieto kuro katilas tiekiamas kartu su maitinimo vandens siurbliais. Siurbliai du po 100% našumo kiekvienas su dažnio keitikliais. Parenkant maitinimo vandens siurblius įvertinti vandens nuostoliai dėl katilo prapūtimų, taip pat vandens kiekis reikalingas garo aušinimui tiek katilo perkaitintuve, tiek slėgio redukavimo įrenginyje. Prieš patenkant į katilą maitinimo vanduo papildomai pašildomas ekonomaizeryje.

Katilas komplektuojamas kartu su dviem garo perkaitintuvais. Numatyta garo temperatūros automatinio reguliavimo sistema garą aušinant maitinimo vandeniu. Skaičiuojamas kartu su maitinimo vandeniu į garą patiekiamas šiluminės energijos kiekis ir garo aušinimui sunaudojamo vandens kiekis. Garo vamzdynas po vandens išpurškimo projektuojamas pakankamo ilgio, kad įvyktų pilnas vandens išgarinimas ir atskiri lašeliai nepatektų į antrą garo perkaitintuvą. Pilnam išpurškiamo vandens išgarinimui užtikrinti, minimali palaikytina garo temperatūra po aušinimo bent 45 °C aukštesnė už garo soties temperatūrą esant maksimalaus pastovaus našumo sąlygomis. Perkaitintuvo išėjime sumontuoto apsauginio vožtuvo atsidarymo slėgis – 44 bar. Jis atsidarys prieš ir užsidarys po to, kai atitinkamai atsidaro ar užsidaro ant katilo būgno esantys apsauginiai vožtuvai. Perkaitintuvo apsauginio vožtuvo pralaidumas toks, kad katilo apsauginiam vožtuvams atsidarius, perkaitintuvas neperkaistų. Darbo projekte parenkamų apsauginių vožtuvų tipas ir nustatymai turi būti pagal taikytiną katilo kodą. Projektuojami apsauginiai vožtuvai tiesioginio spyruoklinio tipo, kur spyruoklės nukreiptos į išorę, t.y. su atvirais gaubtais. Jie patiekiami su pakėlimo mechanizmu. Visų apsauginių vožtuvų sujungimai – flanšiniai. Apsauginiai vožtuvai su vertikaliais išėjimais, kurie garą išleistų į saugią vietą. Išėjimai turi saugias drenavimo priemones, kurios apsaugotų nuo vandens kaupimosi. Visų apsauginių vožtuvų išėjimai turi būti tinkamai įtvirtinti, kad atlaikytų reaktyvias jėgas, susidaranti apsauginių vožtuvų atsidarymo ir išleidimo metu. Maitinimo vandens pašildymui, degimo produktų šilumos panaudojimui suprojektuotas maitinimo vandens ekonomaizeris. Maitinimo vanduo, praėjęs bet kuriomis eksploatacijos sąlygomis garo negeneruojantį ekonomaizerį išleidžiamas būgne - katile žemiau vandens lygio. Maitinimo vandens uždarymo ir atbulinis vožtuvai projektuojami netoli ekonomaizerio įėjimo, o garo uždarymo ir atbulinis vožtuvai įrengiami netoliese perkaitintuvo išėjimo. Katilo paleidimui suprojektuota garo

išleidimo į atmosferą sistema skirta užtikrinti minimaliam garo srautui per perkaitintuvus paleidimo metu. Garas į atmosferą išleidžiamas per triukšmo slopintuvą. Triukšmo slopintuvas su drenavimo linija apsaugančia nuo vandens susikaupimo ir užšalimo. Paleidžiamojo garo srautas reguliuojamas automatiškai dviejų automatiškai valdomų sklendžių pagalba.

Į garo katilą tiekiamo maitinimo vandens kiekio reguliavimui prieš ekonomazerį įrengti du lygiagretus maitinimo vandens kiekio reguliavimo vožtuvai. Garo katilo efektyvumo nustatymui suprojektuotos šios apskaitos:

- Iš garo katilo išeinančio garo kiekio ir šilumos kiekio apskaita montuojama po garo perkaitintuvo;
- Garo aušinimui tiekiamo maitinimo vandens kiekio ir šilumos kiekio apskaita;
- Maitinimo vandens prieš ekonomazerį kiekio ir šilumos kiekio apskaita
- Nuo pakuros ardyno aušinimo kontūro termofikaciniam vandeniui atiduodamos šilumos kiekio apskaita;

Matavimo prietaisai, valdymo įtaisai, davikliai, sklendės ir t.t. suprojektuotos eksploatacijai ir aptarnavimui lengvai prieinamose vietose. Eksploatacijos parametrų matavimams, reguliavimui ir apsaugai kiek įmanoma naudotini elektroniniai prietaisai. Vožtuvų ir sklendžių reguliavimui naudotinos pneumatinės ir elektrinės pavaros. Katilo ir jo sistemų aptarnavimui turi būti suprojektuotos aptarnavimo aikštelės. Laiptais, aikštelėmis ir suderinus su užsakovu lipynėmis turi būti įmanoma nevaržomai patekti prie visų vožtuvų, manometrų, proceso prietaisų, apžiūros taškų ir prieigos durelių, o taip pat ir kitais eksploatacijos tikslais. Visi laiptai, aikštelės ir praėjimai apsaugotini turėklais ir borteliais. Oras pniaumo pavarų valdymui tiekiamas iš naujai įrengiamos kompresorinės, kurią sudaro du po 100% kompresoriai, aušintuvai ir drėgmės atskirtuvai. Suspaustas oras laikomas 3m³ talpos resiveryje. Numatomas sausintuvas su filtru. Valdymo prietaisų oras nusausinamas iki -35 oC rasos taško. Surinktam kondensatui valyti statomas tepalo/vandens separatorius.

5.2 Garo sistema ir turbina su kondensatoriumi

Garas po garo katilo perkaitintuvo tiekiamas tiesiai į garo turbiną. Vamzdynas parenkamas taip, kad slėgio nuostoliai nuo katilo iki turbinos įėjimo neviršytų 1 bar. Katile pagaminto garo apskaitai projektuojamas garo kiekio ir šilumos skaitiklis.

Į turbiną tiekiamo garo parametrai:

Garo kiekis – 24,5 t/h;

Garo slėgis – 40 bar.a;

Garo temperatūra – 460 oC.

Maksimalus garo turbinos generatoriuje pagaminamos elektros energijos kiekis esant 24,5 t/h garo srautui– 5000 kW. Generatoriuje gaminama 10 kV įtampos elektros srovė.

Aukščiau turbinos (prieš srovę) įrengtas garotiekis turi avarinį uždarymo (atkirtimo) vožtuvą, slėgio reguliavimo vožtuvą ir garo filtrą. Turbinos avarinis uždarymo vožtuvas pritaikytas biomase kūrenamo katilo garo išleidimo slėgiui. Slėgio reguliavimo vožtuvas palaiko pastovų garo slėgį į turbiną. Projektuojama turbina su kondensatoriumi palaikys užduotą termofikacinio vandens temperatūrą. Prieš garo turbiną suprojektuota garo vamzdžio prašildymo linija neleidžianti kondensato lašeliams pateikti į turbiną. Prieš garo turbinos atkirtos vožtuvą įrengiamas garo filtras. Taip pat ant pagrindinio garo vamzdžio suprojektuojama atjungiamoji armatūra leidžianti atlikti turbinos aptarnavimą TE dirbant per turbinos apvedimo liniją. Garo turbina suprojektuota ilgalaikiam darbui prie temperatūros ir slėgio analogiško maksimaliam slėgiui, kuris atsiranda kai yra 10% perkrova.

Garo turbina projektuojama su keliomis tarpinio garo nuėmimo linijomis Viena tarpinio garo nuėmimo linija skirta termofikacinio vandens temperatūros pakėlimo iki reikalaujamo pagal temperatūrinį grafiką esant žemoms lauko oro temperatūroms. Iš šios linijos taip pat bus tiekiamas garas deaeracijai. Antra tarpinio garo nuėmimo linija projektuojama pagal poreikį jeigu garo slėgis esant nepilnam turbinos apkrovimui pirmojoje tarpinio garo nuėmimo linijoje nepakankamas deaeracijai. Turbinos valdymo armatūra valdoma hidraulinėmis ir pneumatinėmis pavaromis. Numatoma, kad hidraulinėmis pavaromis bus valdomas turbinos atkirtos vožtuvas ir turbinos reguliavimo vožtuvai. Visa kita reguliavimo armatūra su pneumatinėmis pavaromis. Garo turbinos alyvos sistemą sudaro tepimo alyvos sistema ir hidraulinė alyvos sistema. Visi hidraulinės tepimo sistemos elementai tepalo kontūre tiekiami kartu su garo turbina. Tiek tepimo, tiek valdymo sistemos su savo atskirais darbiniais ir rezerviniais cirkuliaciniais siurbliais. Alyvos aušinimui suprojektuoti oriniai aušinimo įrenginiai. Alyvos aušinimo sistema užpildyta vandens-gliukolio mišiniu neužšalantiu iki -35 oC temperatūros. Aušinimo sistemos našumo reguliavimui naudojami dažnio keitikliai ant aušinimo įrenginių ir trijų eigų srauto reguliavimo vožtuvai. Aušinimo sistemos siurbliai dubliuoti, kiekvieno siurblio našumas po 100 procentų reikalaujamo debito. Alyvos kontūro vamzdynas montuojamas iš nerūdijančio plieno. Turbinos generatorius bus aušinamas vandeniu. Generatoriaus aušinimo sistema bendra kartu su tepalo aušinimo sistema.

Išleidžiamas kondensatas nuvedamas į kondensato baką. Turbinos įrenginiai ant guolių turi vibracijos daviklius; tas pats pasakytina ir apie reduktorių. Valdymo sistema reaguoja į vibracijos signalus pagal atitinkamus pavojaus ir išjungimo signalo lygio nustatymus. Turbina projektuojama su guolių sandarinimo garu sistema. Garo tiekiamo į guolių sandarinimo sistemą parametrai pagal turbinos gamintojo reikalavimus. Kartu su turbina komplektuojami vakuumo siurbliai nesikondensuojančiom dujoms iš turbinos kondensatoriaus ir garo/vandens šilumokaičio išsiurbti. Prapūtimo garas nuvedamas į lauką. Garo nuvedimo linija turi būti kaip galima trumpesnė su minimaliu kiekiu alkūnių. Vamzdynas tinkamai įtvirtintas. Iš turbinos išeinančio

atidirbusio garo sukondensavimui suprojektuotas vakuuminis žemo slėgio kondensatorius. Kondensavimui naudojamas termofikacinis vanduo. Kondensatoriaus garo pusė parinkta maksimaliam susidaranti vakuui ir pertekliniam slėgiui. Termofikacinės pusės maksimalus darbinis slėgis - nemažiau 16 bar, maksimali darbinė temperatūra - nemažiau kaip 115°C.

Turbinos kondensatorius suprojektuotas su 10 procentų atsarga. Numatomas maksimalus temperatūrų skirtumas tarp turbinos garo kondensacijos temperatūros ir išeinančio termofikato temperatūros - 3 oC. Turbinos kondensatoriai parinkti taip, kad jame būtų galima sukondensuoti visą garo katilė pagaminamo garo kiekį dirbant per garo turbinos apėjimo liniją.

Turbinos garo išmetimo linija su automatiškai valdomu ventiliu, kuris apsaugo turbiną nuo garo patekimo į ją TE dirbant per turbinos apvadą. Kondensatoriai numatomi su vietiniais prietaisais kondensato lygio ir slėgio rodmenims nuskaityti. Kondensatorių atjungimo vožtuvai iš šilumos tinklų pusės numatomi rutuliniai. Turbinos kondensatoriai numatomi su išsiurbimo vamzdžiais O₂, CO₂ ir kitoms nesikondensuojančioms dujoms išsiurbti bei patogiai ir saugiai eksploatacijai reikalingais matavimo ir valdymo prietaisais. Numatoma, kad šaltuoju metu laikotarpiu kai termofikacinio vandens temperatūros bus nepakankamos reikiamam vakuui po kondensatoriaus sudaryti dalis garo per tarpinio nuėmimo liniją nuvedama į garo vandens šilumokaitį. Šilumokaitis jungiamas nuosekliai turbinos kondensatoriui pagal termofikacinio vandens srautą. Dirbant tokiu režimu turbinos kondensatoriuje termofikacinis vanduo pašildomas iki 87-90 oC temperatūros. Jei reikia, papildomai vanduo šildomas garo/vandens šilumokaityje. Garo/vandens šilumokaičio termofikacinės pusės maksimalus darbinis slėgis - nemažiau 16 bar, maksimali darbinė temperatūra - nemažiau kaip 115 oC. Garo/vandens šilumokaičio termofikacinės pusės darbo parametrai bus tikslinami darbo projekto eigoje pagal AB "Kauno energija" pateiktas projektavimo sąlygas. Į garo/vandens šilumokaitį tiekiamo garo slėgis turi būti tikslinamas pagal turbinos gamintojo skaičiavimus. Preliminariai jis bus 3 barai. Garo/vandens šilumokaitis taip pat numatomas su išsiurbimo vamzdžiais O₂, CO₂ ir kitoms nesikondensuojančioms dujoms išsiurbti. Garo turbina su priklausiniais bus statoma atskiroje patalpoje su triukšmą izoliuojančiomis sienomis. Į patalpą tiekiamas oras filtruojamas. Iš turbinos patalpos tiekiamas oras nukreipiamas į lauką arba katilų salę jos šildymui. Turbinos patalpos ir visos katilinės šildymas vėdinimas projektuojamas atskiroje šildymo- vėdinimo dalyje. Numatoma suprojektuoti garo turbinos apėjimo liniją su garo redukciniais aušinimo įrenginiais. Apėjimo linijos pralaidumas pakankamas visam garo kiekiui iš katilo nukreipti į turbinos kondensatorių. Turbinos apėjimo linija taip pat tarnaus kaip avarinis įrenginys perteklinio garo sukondensavimui dėl gedimo sustojus garo turbinai. Garo aušinimui naudojamas garo katilo maitinimo vanduo po maitinimo vandens siurblių. Sunaudojamo aušinimo vandens kiekiui nustatyti numatyta apskaita. Garo temperatūra po aušinimo nedaugiau kaip 5-10 oC didesnė nei sotaus garo temperatūra prie atitinkamo slėgio. Garo slėgis prieš turbinos

kondensatorių - pagal turbinos kondensatoriaus gamintojo reikalavimus. Garo aušinimo redukcinį įrenginį numatoma sumontuoti tiesiai ant kondenserio flanšo siekiant kuo labiau sumažinti redukuoto garo slėgio nuostolius. Kondensatas iš kondensatoriaus ir galo šilumokaičio nuvedamas į tarpinį kondensato baką iš kurio siurbliais tiekiamas į deaeratorių. Į deaeratorių tiekiamas kondensatas turi galimybę būti naudojamas kieto kuro katilo pakūros ardyno aušinimui. Iš ardyno aušinimo sistemos į kondensatą bus perduodama iki 630 kW šiluminės energijos.

5.3 Šilumos nuvedimas į šilumos tiekimo sistemą

Į šilumos tiekimo tinklus atiduodamo šilumnešio parametrai turi būti reguliuojami pagal AB "Kauno energija" išduotas projektavimo sąlygas.

- Projektinis slėgis šilumos tiekimo sistemoje 16 bar
- Projektinė temperatūra šilumos tiekimo sistemoje 120 °C.

Temperatūrinis grafikas, pagal AB "Kauno energija" pateiktas projektavimo sąlygas. Šiluma termofikaciniam vandeniui šildyti bus gaunama dūmų kondensaciniame ekonomizažeryje, turbinos kondensatoriuje ir vandensgaro šilumokaityje. Termofikato šildymui taip pat bus naudojama deaeratoriaus išgarų, ardyno aušinimo, kondensato aušinimo kontūrų šiluma. Visa įšilumos tiekimo tinklus tiekiamą šilumą bus apskaitoma šilumos kiekio skaitikliais. Visi projektuojamos TE šilumą generuojantys įrenginiai bus jungiami prie DN400 termofikacinių vandens tinklų, o pastarieji prijungiami prie miesto magistralinio šilumos tiekimo vamzdyno. Grįžtamas termofikacinis vanduo pirmiausia pašildomas dūmų kondensaciniame ekonomizažeryje (EK1). Planuojama, kad EK1 bus gaunama iki 4500 kW šiluminės energijos esant 40°C grįžtamo termofikato temperatūrai ir 45% kuro drėgnumui. Projektinis termofikacinio vandens srautas per ekonomizažerį 850 t/h. Esant šioms kuro ir termofikato parametrų vandens temperatūra po ekonomizažerio bus pakeliama iki apie 44,5 °C. Kondensaciniame ekonomizažeryje pagamintos šiluminės energijos apskaitai įrengiamas šilumos kiekio skaitiklis. Ekonomizažeris komplektuojama su visa reikalinga valdymo, reguliavimo, matavimo ir saugumo įranga. Įrengiamas susidariusio kondensato valymas, nusausinimas. Šilumnešio debitą per turbinos kondensatorių, vandens garo šilumokaitį, kondensacinį ekonomizažerį užtikrins trys po 50% našumo cirkuliaciniai siurbliai su dažnio keitikliais iš kurių du darbiniai, o vienas rezervinis. Cirkuliacinių siurblių našumas bus reguliuojamas pagal iš kondensatoriaus ar vandens garo šilumokaičio išeinančio termofikato temperatūrą. Maksimalus projektinis šilumnešio debitas per turbinos kondensatorius 850 m³/h. Du darbiniai siurbliai pasirinkti dėl didelio debito svyravimo projektuojamai TE dirbant maksimaliu našumu ir vasaros metu dirbant minimaliu režimu. Šiuo atveju „vasaros“ režimu bus galima dirbti su vienu cirkuliaciniu siurbliu. Planuojama, kad turbinos

kondensatoriuje bus gaunama iki 15477 kW šiluminės energijos žiemos metu (70-115 °C) ir iki 12468 kW šiluminės energijos vasaros metu (70-115 °C) dirbant TE maksimaliu našumu. Šilumos tiekiamos į šilumos tiekimo tinklus kiekis priklauso nuo termofikacinio vandens temperatūros. Įrengiama atskira atšaka su atskiru šilumos apkaitos prietaisu kuria šiluma nuo ardyno aušinimo, deaeratoriaus išgarų, kondensato aušinimo sistemų atiduodama termofikaciniam vandeniui. Atšakos į termofikato tinklus teks apie 800 kW srautas apie 30-35 m³/h. Papildoma atšaka į termofikato tinklus numatoma iš garo katilo ardėliu aušinimo sistemos. Atšakos šiluminis našumas iki 630 kW, srautas 27,1 m³/h. Temperatūrinis grafikas 70-50⁰C.

5.4 Dūmų kondensacinis ekonomizeris

Kondensacinio ekonomizerio paskirtis yra gaminti šiluminę energiją tam panaudojant biokuro katilo išmetamų dūmų likutinę šilumą. Šiluminė energija ekonomizeryje gaunama tiek dūmų fizinės, tiek dūmuose esančių vandens garų kondensacinės šilumos sąskaita. Šilumos mainai vyksta betarpiškai (dūmai - termofikacinis vanduo) pačiame ekonomizeryje, nenaudojant tarpinių šilumokaičių. Tinkamas sąlygas efektyviam kondensacinio ekonomizerio darbui sudaro:

- Biokuro katilo galia 20 MW;
- Biokuro katiluose deginamas biokuras (medienos atliekos), turintis 25-55% drėgmės (skaičiuotinas 45%);
- Žema iš miesto šilumos tiekimo sistemos grįžtančio vandens temperatūra: 37-50 oC;
- Aukšta katilų išmetamų dūmų temperatūra- ~180 oC;

Kondensacinio ekonomizerio pagalba, priklausomai nuo sąlygų derinio, galima nesudeginant papildomo kuro kiekio, gauti 15-30% katilų (visos sistemos) galios padidėjimą. Dūmų traktas Kondensacinis ekonomizeris su pagalbiniais įrengimais statomas išnaudoti projektuojamo biokuro katilo, dirbančio su medienos kuro deginimo pakura, dūmų šilumą. Biokuro katilo nominalus galingumas, kuriam projektuojamas ekonomizeris, yra 20 MW. Už katilo dūmsiurbio išmetami dūmai paduodami į kondensacinį ekonomizerį A-1, kuriame yra ataušinami termofikaciniu vandeniui. Už ekonomizerio, ataušę dūmai išmetami į atmosferą per naują dūmtraukį. Dūmų srautų valdymui numatytos dvi užsklandos su pneumatinėmis pavaromis. Termofikacinis vanduo Ekonomizeris A-1 yra aušinamas paduodant priešinį srautą termofikacinio vandens iš gražinamo termofikacinio vandens magistralės. Dūmų ataušimo sąskaita 4-10oC pašilęs termofikacinis vanduo už ekonomizerio gražinamas į tą pačią grįžtančio vandens magistralę prieš turbinos kondenserį. Ant termofikacinio vandens trasos numatytos uždarnosios sklendės ir kiekvienam sklendžių apribotam ruožui – nuorinimo ir drenavimo ventiliai. Numatomas maksimalus termofikacinio vandens poreikis – 850 m³/h. Taip pat ant atšakos įrengiamas apskaitos prietaisas, ekonomizeryje išgautos šilumos apskaitai.

5.5 Kondensatas

Dūmų aušinimo proceso ekonomizaizeryje A-1 metu susidaręs kondensatas:

- siurbliu A-14 paduodamas į ekonomizaizerio viršų ir purkštukais išpurškiamas į aušinamus dūmus ant viršutinės ekonomizaizerio rėtinės.
- siurbliu A-16 (su dažnio keitikliu) paduodamas į kondensato valymo sistemą, kurią sudaro plokštelinis nusodintuvas A-3

Kondensatas. Ekonomizaizerio apiplovimo ir valymo sistema.

Net panaudojant efektyviausias dūmuose esančių kietųjų dalelių valymo priemones, dalis kietųjų dalelių nėra sugaudoama. Įrengus kondensacinį ekonomizaizerį, jame vyksta šie procesai: kondensato susidarymas ir neišvalytų kietųjų dalelių patekimas į ekonomizaizerį. Kadangi kondensatas sulaiko daleles ir tuo būdu yra nuolat užteršiamas, ilgainiui susidariusi kondensato–dalelių tiršta masė užkimštų vamzdelius, sutrikdydama ekonomizaizerio darbą. To išvengti, yra numatyta ekonomizaizerio apiplovimo ir valymo sistema, kurią sudaro purkštukai, debitomačiai, rūgšties dozatorius A-6, siurblys A-14 ir aprišimo vamzdynas. Siurblio A-14 pagalba kondensatas yra nuolat tiekiamas į purkštukus, kurie yra patalpinti virš ekonomizaizerio rėtinės. Purkštukai yra išdėstyti taip, kad purškiamas kondensatas patektų į visų ekonomizaizerio vamzdelių vidų. Patekęs į vamzdelių vidų, kondensatas suformuoja plėvelę, kuri tekėdama vamzdelio vidiniu paviršiumi neleidžia kietoms dalelėm prikibti, kauptis ir užkimšti vamzdelio. Į sistemą dozuojama rūgšties tirpalo, kuris reaguodamas su kietumo druskomis, neleidžia susidaryti druskų nuosėdoms ant vamzdelių, aprišimo vamzdžių, įrengimų vidinių sienelių. Numatytas dozuoti skystis ~25% citrinės rūgšties vandeninis tirpalas. Debitomačiais prieš kiekvieną (viso numatyta 4vnt.) purkštuką yra stebimas apiplovimui tiekiamo kondensato srautas.

6 Termofikacinės katilinės šiluminės schemos skaičiavimas

Skaičiavimo tikslas yra atlikti šiluminės schemos su turbina skaičiavimus:

Pradiniai skaičiavimo duomenys:

- Garo generatoriaus šiluminis galingumas $Q = 20 \text{ MW}$;
- garo slėgis prieš turbiną $p = 60 \text{ bar}$;
- maitinimo vandens temperatūra $t_{mv} = 130 \text{ }^\circ\text{C}$.

Jėgainės schema pridedam priede. Garas turbinoje nueimamas trijose vietose:

I – garo nuėmimas ir tiekimas į deaeratorių;

II – garo numėmimas ir tiekiamas į šilumokaitį garas – koondensatas;

III – garo nuėmimas ir tiekimas į turbinos koondensatorių.

Jėgainės schemos materialinis balansas

Pagal užduotą šiluminį garo generatoriaus galingumą, garo debitas per turbiną:

$$D_0 = \frac{Q_0}{(h_0 - h_{m.v.})} = \frac{20000}{(3373 - 546.388)} = 7,07 \text{ kg/s} = 25.4 \text{ t/h.}$$

h_0 – aštraus garo entalpija, kJ/kg.

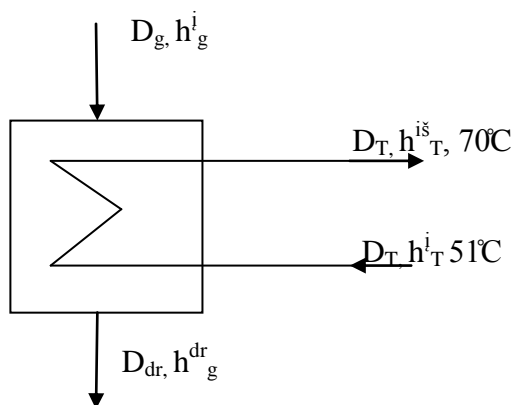
$h_{m.v.}$ - maitinimo vandens entalpija prie maitinimo vandens temperatūros $t_{m.v.}=130 \text{ }^\circ\text{C}$.

$$h_0 = 3373 \text{ kJ/kg};$$

$$h_{m.v.} = 546.388 \text{ kJ/kg}.$$

6.1 I šiluminės schemos skaičiavimo variantas, kuomet šiluma tiesiogiai tiekama po turbinos koondensatoriaus

III garo turbinos nuėmimas į turbinos koondensatorių ir koondensato tiekimas tiesiogiai į AB „Kauno energija“ miesto šilumos tinklus.



6.1 pav. Turbinos koondensatorius, trečiame garo nuėmime.

Termofikacinio vandens debitas per garo koondensatorių yra lygus:

$$D_{Term} = 666 \text{ t/h} = 185 \text{ kg/s}.$$

Šilumnešių entalpijas randu pasinaudodamas programa *TLV Toolbox*.

h_i^g – garo entalpija koondensatoriaus įėjime, $h_i^g = 2550$ kJ/kg;

h_{is}^g – garo entalpija koondensatoriaus išėjime, $h_{is}^{dr} = 317,3$ kJ/kg;

h_i^T – termofikato entalpija koondensatoriaus įėjime, $h_i^T = 213$ kJ/kg;

h_{is}^T – termofikato entalpija koondensatoriaus išėjime, $h_{is}^T = 293$ kJ/kg;

$$Dg \cdot (h_i^g - h_{is}^{dr}) = D_T \cdot (h_{is}^T - h_i^T) \cdot \eta$$

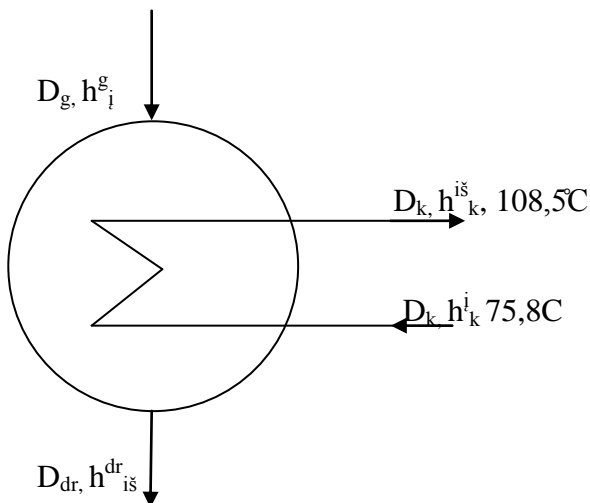
$$Dg = \frac{D_T \cdot (h_{is}^T - h_i^T) \cdot \eta}{(h_i^g - h_{is}^{dr})} = \frac{185 \cdot (293 - 213,9) \cdot 0,988}{(2550 - 317,3)} = 6,47 \text{ kg/s} = 23,6 \text{ t/h}.$$

Šilumos sunaudojimas koondensatoriuje:

$$Q_g = D_g \cdot (h_i^g - h_{is}^{dr}) = 6,47 \cdot (2550 - 317,3) = 14445,6 \text{ kW}$$

Šilumos sunaudojimas antrame garo turbinos nuėmimė. Garas – kondensatas.

Garas reikalingas kondensato pašildymui nuo 75,8 °C iki 108,5 °C yra paaimamas nuo antrojo turbinos garo nuėmimo vietos.



6.2 pav. Šilumokaitis garas – kondensatas, antras garo nuėmimas.

Kondensato kiekis praeinantis pro šilumokaitį garas – kondensatas $D_{\text{kon}}=23,6$ t/h arba 6,55 kg/s.

Kondensato entalpija įtekėjime į šilumokaitį $h_i^k=293$ kJ/kg, kai $t = 75,8$ °C.

Kondensato entalpija išėjime iš šilumokaitio $h_{is}^k=467,23$ kJ/kg, kai $t = 108,5$ °C.

Garo entalpija įėjime yra lygi $h_i^g = 2739,8$ kJ/kg. Garo drenažo entalpija $h^{dr}=492,8$ kJ/kg, kaip $t=117$ °C.

Skaičiuoju garo kondensato kiekį per šilumokaitį:

$$Dg \cdot (h_i^g - h_{is}^{dr}) = D_T \cdot (h_{is}^K - h_i^K) \cdot \eta$$

$$Dg = \frac{D_K \cdot (h_{is}^K - h_i^K) \cdot \eta}{(h_i^g - h_{is}^{dr})} = \frac{6,47 \cdot (467,23 - 293) \cdot 0,98}{(2739,8 - 492,8)} = 0,49 \text{ kg/s} = 1,77 \text{ t/h}.$$

Šilumos sunaudojimas šilumukaiityje garas – kondensatas:

$$Q_g = D_g \cdot (h_i^g - h_{is}^{dr}) = 0,49 \cdot (2739,8 - 492,8) = 1101,03 kW$$

Vandens entalpijų padidėjimas siurbliuose apskaičiuojamas pagal formulę

$$\Delta h_s = \frac{\Delta p_s v_k \cdot 10^{-3}}{\eta_s}, \text{ kJ/kg;}$$

kur: v_k -vandens specifinis tūris, m^3/kg ; Δp – siurblio sukuriamas slėgio perkrytis, Pa.

Siurbiamo vandens specifinis tūris v_k surandamas pagal vandens temperatūrą laikant, kad priklausomybė nuo slėgio nėra didelė.

Maitinimo ir kondensato siurbliai turi sukurti tokį slėgio perkritį, kad vanduo nugalėtų trakto hidraulinį pasipriešinimą. Drenažo siurbliai turi sukurti tokį slėgio perkritį, kad drenažas būtų įliejamas į pagrindinį traktą. Laikome, kad iš praktikos yra žinomi, kokius slėgio perkryčius turi sukurti siurbliai. Šie slėgio perkryčiai pateikti žemiau esančioje lentelėje.

6.1 lentelė. Entalpijos padidėjimas siurbliuose.

	Siurblys	Išvystomas slėgio perkrytis, bar	Siurblio n.v.k.	Siurbiamo vandens temperatūra, °C	Vandens specifinis tūris, m^3/kg	Entalpijos prieaugis siurbliuose, kJ/kg
1	Tinklo siurblys	$\Delta p_{TS} = 7$ bar	0,76	54	0,00101404	0,933
2	Maitinimo siurblys	$\Delta p_{MT} = 76$ bar	0,86	130	0,00106973	9,45
3	Papildymo siurblys	$\Delta p_{ps} = 1$ bar	0,70	5	0,00100008	0,143
4	Kondensato siurblys	$\Delta p_K = 5$ bar	0,72	76	0,00102145	0,712

$$\Delta h_{Ts} = \frac{\Delta p_s v_k \cdot 10^{-3}}{\eta_s} = \frac{7000000 \cdot 0.00101404 \cdot 10^{-3}}{0.76} = 0.933,$$

Maitinimo, papildymo, ir kondensato siurblius skaičiavimus, atlieku analogiškai ir surašau į lentelę.

Elektros energijos sąnaudos, reikalingos kondensato-maitinimo linijai aptarnauti

Laikome, kad visų siurblių elektrinis n. v. k. yra vienodas:

$$\eta_{el}^{siurb} = 0.86$$

Tuomet siurblių elektros variklių galingumai, reikalingi užtikrinti būtinus debitus:

$$\text{Maitinimo siurblio} \quad W_{MS} = \frac{\Delta h \cdot D_{mv}}{\eta_{el}^{siurb}} = \frac{9,45 \cdot 7,08}{0,86} = 77,7 kW$$

$$\text{Tinklo siurblys} \quad W_{TS} = \frac{\Delta h \cdot D_{mv}}{\eta_{el}^{siurb}} = \frac{0,933 \cdot 185}{0,86} = 246 kW$$

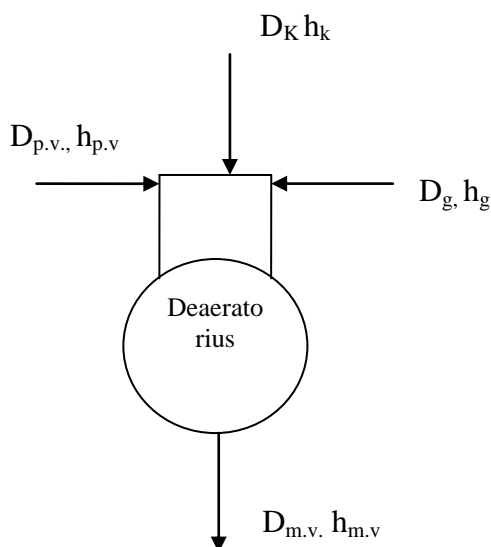
$$\text{Papildymo siurblys} \quad W_{PS} = \frac{\Delta h \cdot D_{mv}}{\eta_{el}^{siurb}} = \frac{0,143 \cdot 0,027}{0,86} = 0,004 kW$$

$$\text{Kondensato siurblys} \quad W_{KS} = \frac{\Delta h \cdot D_{KS}}{\eta_{el}^{siurb}} = \frac{0,712 \cdot 6,47}{0,86} = 5,35 kW$$

Suminis elektros poreikis savoms reikmėms

$$W_{e.sr} = W_{MS} + W_{TS} + W_{PS} + W_{KS} = 77.7 + 0.004 + 5.35 = 83,05 kW.$$

Deaeratorius



6.3 pav. Deaeratorius. Šilumos kiekis po pirmojo garo nuėmimo.

Į deaeratorių pasiduoda maitinimo vanduo, kurio entalpija yra lygi $h_{p.v.}=21.01$ kJ/kg, kai papildymo vandens temperatūra yra $t=5$ °C. Kondensatas po šilumokaičio garas – kondensatas, kurio entalpija $h_k= 467,23$ kJ/kg, kai kondensato temperatūra yra lygi $t=111$ °C, o slėgis $p=5$ bar. Garas iš po pirmojo garo turbinos tiekiamas į deaeratorių, kurio slėgis $p=3,6$, o temperatūra $t=190,9$ °C, tai garentalpija yra lygi $h_g=2831,6$ kJ/kg.

Skaičiuoju garo kondensato kiekį per deaeratorių:

$$D_{m.v} \cdot (h_i^g - h_{is}^{dr}) = D_{p.v} \cdot (h_{is}^{p.v} - h_i^{p.v}) \cdot D_K \cdot (h_{is}^K - h_i^K) \eta$$

$$D_{m.v} = \frac{D_{p.v} \cdot (h_{is}^{p.v} - h_i^{p.v}) + D_K \cdot (h_{is}^K - h_i^K) \cdot \eta}{(h_i^g - h_{is}^{dr})} = \frac{6,47 \cdot (546,4 - 467,23) + 0,027(546,4 - 21,01)}{(2831,6 - 546)} \cdot 0,98 = 0,23 kg / s$$

$$= 0,82 t / h.$$

Skaičiuojamas šilumos kiekis reikalingas deaeratoriuje maitinimo vandeniui pakelti iki reikiamos temperatūros:

$$Q_{m.v} = D_{m.v} \cdot (h_i^g - h_{is}^{dr}) = 0,23 \cdot (2831,6 - 546) = 525 kW$$

Suminė turbinos galia:

$$W = Q_{dear} + Q_{šilumok} = 1101,03 + 525 = 1626 kW$$

Generatoriaus gnybtuose skaičiuotinas galingumas:

$$W_{sk}^e = W \cdot \eta = 1670 \cdot 0,98 = 1593 kW$$

Garantuojamas elektrinis galingumas:

$$W_e = W_{sk}^e \cdot \eta = 1637 \cdot 0,98 = 1561 kW$$

Šilumos sunaudojimas elektros gamybai:

$$Q_e = Q_0 - Q_{is} = D_0 \cdot (h_0 - h_{mv}) - Q_{is} = 7.07 \cdot (3373 - 546) - 14445,6 = 5541,3 \text{ kW}$$

Specifinis šilumos sunaudojimas:

$$q_e = \frac{Q_e}{W_e} = \frac{5541,3}{1561} = 3,5 \text{ kW/kW.}$$

Bendras šiluminės schemos elektrinis n. v. k.:

$$\eta_e^{bruto} = \frac{W_e}{Q_e} = \frac{1561}{5541,3} = 28 \%$$

$$\eta_e^{neto} = \frac{(W_e - W_{e,SR})}{Q_e} = \frac{(1561 - 83,05)}{5541,3} = 26 \%$$

Apskaičiavęs šiluminę schemą su garo turbina, kuomet yra trys garo nuėmimo vietos: deaeratoriui, šilumokaičiui garas-kondensatas ir turbinos kondensatoriui ir elektros energijos sąnaudos, reikalingos kondensato-maitinimo linijai aptarnauti yra 329,4 kW.

6.4 II skaičiavimo variantas, kuomet šiluma tiekama į AB “Kauno energijos” miesto šilumos tinklus per tarpinį šilumokaitį.

Tarpinio šilumokaičio pastatymą lėmė AB “Kauno energija” nustatytos sąlygos. Todėl po turbinos kondensatoriaus šiluma bus tiekama į tarpinius šilumokaičius, kur termofikacinis vanduo pašildomas ir tik tuomet tiekiamas į miesto šilumos tinklus.

Pagal užduotą šiluminį garo generatoriaus galingumą, garo debitas per turbiną:

$$D_0 = \frac{Q_0}{(h_0 - h_{m,v})} = \frac{20000}{(3373 - 546,388)} = 7,07 \text{ kg/s} = 25,4 \text{ t/h.}$$

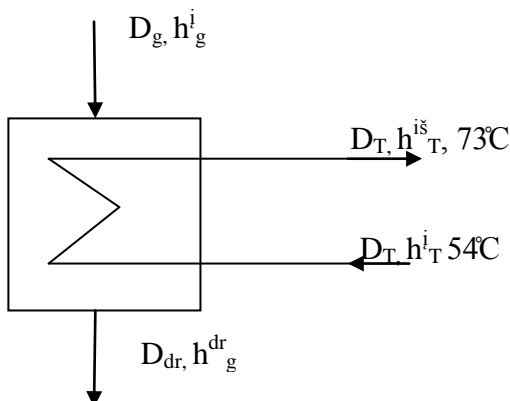
h_0 – aštraus garo entalpija, kJ/kg.

$h_{m,v}$ - maitinimo vandens entalpija prie maitinimo vandens temperatūros $t_{m,v}=130$ °C.

Garų debitas per šilumokaitį skaičiuojamas analogiškai, todėl jis lygus $D_0=25,5$ t/h

Išorinio šilumos sunaudojimo skaičiavimas

III garo turbinos nuėmimas į turbinos kondensatorių ir kondensato tiekimas į tarpinius šilumokaičius.



6.4 pav. Turbinos kondensatorius, trečiame garo nuėmime.

Termofikacinio vandens debitas per garo koondensatorių yra lygus:

$$D_{Term} = 666t/h = 185kg/s.$$

Šilumnešių entalpijas randu pasinaudodamas programa *TLV Toolbox*.

h_i^g – garo entalpija koondensatoriaus įėjime, $h_i^g = 2550$ kJ/kg;

h_{is}^g – garo entalpija koondensatoriaus išėjime, $h_{is}^{dr} = 317,328$ kJ/kg;

h_i^T – garo entalpija koondensatoriaus įėjime, $h_i^T = 226$ kJ/kg;

h_{is}^T – garo entalpija koondensatoriaus išėjime, $h_{is}^T = 305$ kJ/kg;

$$Dg \cdot (h_i^g - h_{is}^{dr}) = D_T \cdot (h_{is}^T - h_i^T) \cdot \eta$$

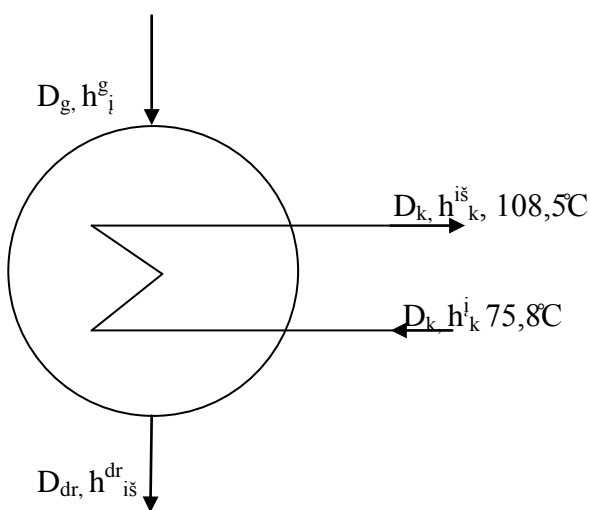
$$Dg = \frac{D_T \cdot (h_{is}^T - h_i^T) \cdot \eta}{(h_i^g - h_{is}^{dr})} = \frac{185 \cdot (305 - 226)}{(2550 - 317.328)} \cdot 0.988 = 6.41kg/s = 23,09t/h.$$

Šilumos sunaudojimas koondensatoriuje:

$$Q_g = D_g \cdot (h_i^g - h_{is}^{dr}) = 6.41 \cdot (2550 - 317.328) = 14311kW$$

Šilumos sunaudojimas antrame garo turbinos nuėmimė. Garas – kondensatas.

Garas reikalingas koondensato pašildymui nuo 75,8 °C iki 108,5°C yra paimamas nuo antrojo turbinos garo nuėmimo vietos.



6.5 pav. Šilumokaitis garas – kondensatas, antras garo nuėmimas

Kondensato kiekis praeinantis pro šilumokaitį garas – kondensatas $D_{kond}=23,09$ t/h arba 6.41 kg/s.

Kondensato entalpija įtekėjime į šilumokaitį $h_i^k=317$ kJ/kg, kai $t = 75.8$ °C.

Kondensato entalpija išėjime iš šilumokaitio $h_{is}^k=455,014$ kJ/kg, kai $t = 108,5$ °C.

Garo slėgis į šilumokaitį $p=1.8$ bar, o temperatūra $t=135$ °C, tai garo entalpija įėjime yra lygi $h_i^g=2739$ kJ/kg. Garo drenažo entalpija $h^{dr}=492.04$ kJ/kg, kaip $t=117$ °C.

Skaičiuoju garo kondensato kiekį per šilumokaitį:

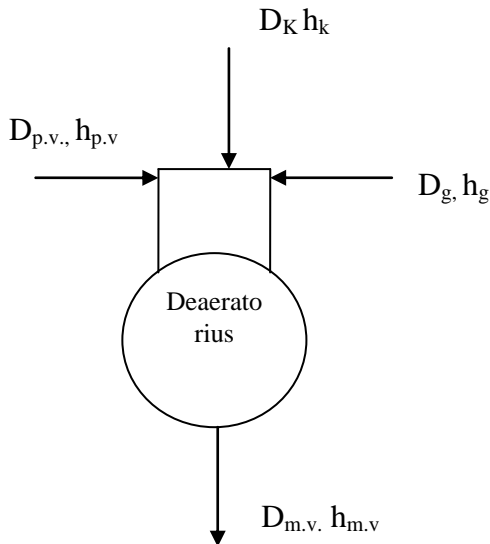
$$Dg \cdot (h_i^g - h_{is}^{dr}) = D_T \cdot (h_{is}^K - h_i^K) \cdot \eta$$

$$Dg = \frac{D_K \cdot (h_{is}^K - h_i^K) \cdot \eta}{(h_i^g - h_{is}^{dr})} = \frac{6,41 \cdot (455,01 - 317)}{(2739 - 492,04)} 0,98 = 0,38 \text{ kg/s} = 1,3 \text{ t/h.}$$

Šilumos sunaudojimas šilumukaiityje garas – kondensatas::

$$Q_g = D_g \cdot (h_i^g - h_{is}^{dr}) = 0,38 \cdot (2730 - 492) = 850 \text{ kW}$$

Deaeratorius



6.6 pav. Deaeratorius. Šilumos kiekis po pirmojo garo nuėmimo.

Į deaeratorių pasiduoda maitinimo vanduo, kurio entalpija yra lygi $h_{p.v.}=21.01$ kJ/kg, kai papildymo vandens temperatūra yra $t=5^\circ\text{C}$. Kondensatas po šilumokaičio garas – kondensatas, kurio entalpija $h_k=467,23$ kJ/kg, kai kondensato temperatūra yra lygi $t=111^\circ\text{C}$, o slėgis $p=5$ bar. Garas iš po pirmojo garo turbinos tiekiamas į deaeratorių, kurio slėgis $p=3,6$, o temperatūra $t=190,9^\circ\text{C}$, tai garentalpija yra lygi $h_g=2844$ kJ/kg.

Skaičiuoju garo kondensato kiekį per deaeratorių:

$$D_{m.v} \cdot (h_i^g - h_{is}^{dr}) = D_{p.v} \cdot (h_{is}^{p.v} - h_i^{p.v}) \cdot D_K \cdot (h_{is}^K - h_i^K) \eta$$

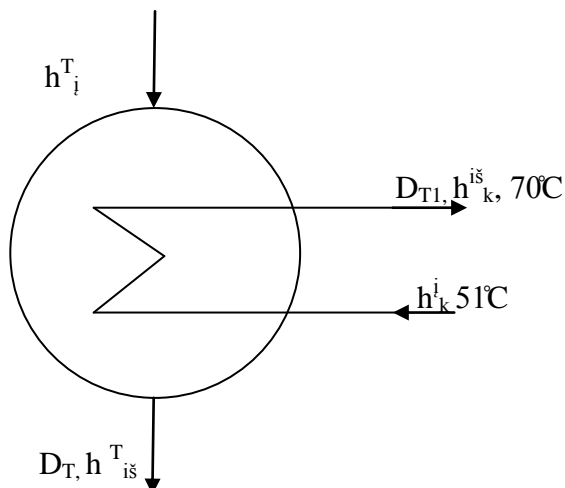
$$D_{m.v} = \frac{D_{p.v} \cdot (h_{is}^{p.v} - h_i^{p.v}) \cdot D_K \cdot (h_{is}^K - h_i^K) \cdot \eta}{(h_i^g - h_{is}^{dr})} = \frac{0,027(546,4 - 21,01) + 6,41 \cdot (546,4 - 455)}{(2844 - 546)} 0,98 = 0,25 \text{ kg/s}$$

$$= 0,9 \text{ t/h.}$$

Skaičiuojamas šilumos kiekis deaeratoriuje reikalingas maitinimo vandeniui pakelti iki reikiamos temperatūros:

$$Q_{m.v} = D_{m.v} \cdot (h_i^g - h_{is}^{dr}) = 0,25 \cdot (2844 - 546) = 574,5 \text{ kW}$$

Tarpinio šilumokaičio skaičiavimas



6.7 pav. Tarpinis šilumokaitis.

Tarpinio šilumokaičio šilumos kiekis:

$$Q_{T1} = D_{T1} \cdot (h_k^{is} - h_k^i) = 185 \cdot (293 - 213) = 14800 \text{ kW}$$

Vandens entalpijų padidėjimas siurbliuose apskaičiuojamas pagal formulę

$$\Delta h_s = \frac{\Delta p_s \cdot v_k \cdot 10^{-3}}{\eta_s}, \text{ kJ/kg};$$

kur: v_k - vandens specifinis tūris, m^3/kg ; Δp – siurblio sukuriamas slėgio perkrytis, Pa.

Siurbiamo vandens specifinis tūris v_k surandamas pagal vandens temperatūrą laikant, kad priklausomybė nuo slėgio nėra didelė.

Maitinimo ir kondensato siurbliai turi sukurti tokį slėgio perkritį, kad vanduo nugalėtų trakto hidraulinį pasipriešinimą. Drenažo siurbliai turi sukurti tokį slėgio perkritį, kad drenažas būtų įliejamas į pagrindinį traktą. Laikome, kad iš praktikos yra žinomi, kokius slėgio perkryčius turi sukurti siurbliai. Šie slėgio perkryčiai pateikti žemiau esančioje lentelėje.

6.2 lentelė. Entalpijos padidėjimas vandens siurbliuose

	Siurblys	Išvystomas slėgio perkrytis, bar	Siurblio n.v.k.	Siurbiamo vandens temperatūra, °C	Vandens specifinis tūris, m^3/kg	Entalpijos prieaugis siurbliuose, kJ/kg
1	Tinklo siurblys	$\Delta p_{TS} = 7$ bar	0,76	54	0,00101404	0,933
2	Maitinimo siurblys	$\Delta p_{MT} = 76$ bar	0,86	130	0,00106973	9,45
3	Papildymo siurblys	$\Delta p_{ps} = 1$ bar	0,70	5	0,00100008	0,143
4	Kondensato siurblys	$\Delta p_K = 5$ bar	0,72	76	0,00102145	0,712

Elektros energijos sąnaudos, reikalingos kondensato-maitinimo linijai aptarnauti

Laikome, kad visų siurblių elektrinis n. v. k. yra vienodas:

$$\eta_{el}^{siurb} = 0.86$$

Elektros energijos sąnaudos siurbliams, naudojamos iš pirmo skaičiavimo varianto.

$$W_{KS} = \frac{\Delta h \cdot D_{KS}}{\eta_{el}^{siurb}} = \frac{0.712 \cdot 6.79}{0.86} = 5.6 kW$$

Suminis elektros poreikis savoms reikmėms

$$W_{e.sr} = W_{MS} + W_{TS} + W_{PS} + W_{KS} = 77.4 + 0.004 + 5.6 = 83,004 kW.$$

Suminė turbinos galia:

$$W = Q_{dear} + Q_{šilumok} = 574,5 + 850 = 1424 kW$$

Generatoriaus gnybtuose skaičiuotinas galingumas:

$$W_{sk}^e = W \cdot \eta = 1424 \cdot 0.98 = 1395 kW$$

Garantuojamas elektrinis galingumas:

$$W_e = W_{sk}^e \cdot \eta = 1395 \cdot 0.98 = 1367 kW$$

Šilumos sunaudojimas elektros gamybai:

$$Q_e = Q_0 - Q_{is} = D_0 \cdot (h_0 - h_{mv}) - Q_{is} = 7.07 \cdot (3373 - 546) - 14334 = 5652 kW$$

Specifinis šilumos sunaudojimas:

$$q_e = \frac{Q_e}{W_e} = \frac{5652}{1367} = 4,1 \text{ kW/kW.}$$

Bendras šiluminės schemos elektrinis n. v. k.:

$$\eta_e^{bruto} = \frac{W_e}{Q_e} = \frac{1367}{5652} = 24 \%$$

$$\eta_e^{neto} = \frac{(W_e - W_{e.sr})}{Q_e} = \frac{(1367 - 83,004)}{5652} = 22 \%$$

Lentelė 6.2 lentelė. Šiluminės schemos apskaičiuotų naudingumo koeficientų rezultatai

	Šiluminės schemos NVK, be tarpinių šilumokaičių.	Šiluminės schemos NVK, su tarpiniu šilumokaičiu
Bruto	24 %	28 %
Neto	22 %	26 %

6.4 lentelė I varianto skaičiavimo rezultatai

Eil. Nr	Parametrai	Šiluminės schemos elementai										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Slėgis, bar	0,4		3	6	1,8		5	5	3,6	6	72
2	Entalpija kJ/kg	2550	317,33	293	213	2739	492	317	467,23	2844	21,01	546,4
3	Temperatūra °C	76	75,8	70	51	135	117	108,5	78,5	190,9	130	5
4	Srautas kg/s	6,47		185		0,49		6,47		0,23	0,027	7,07

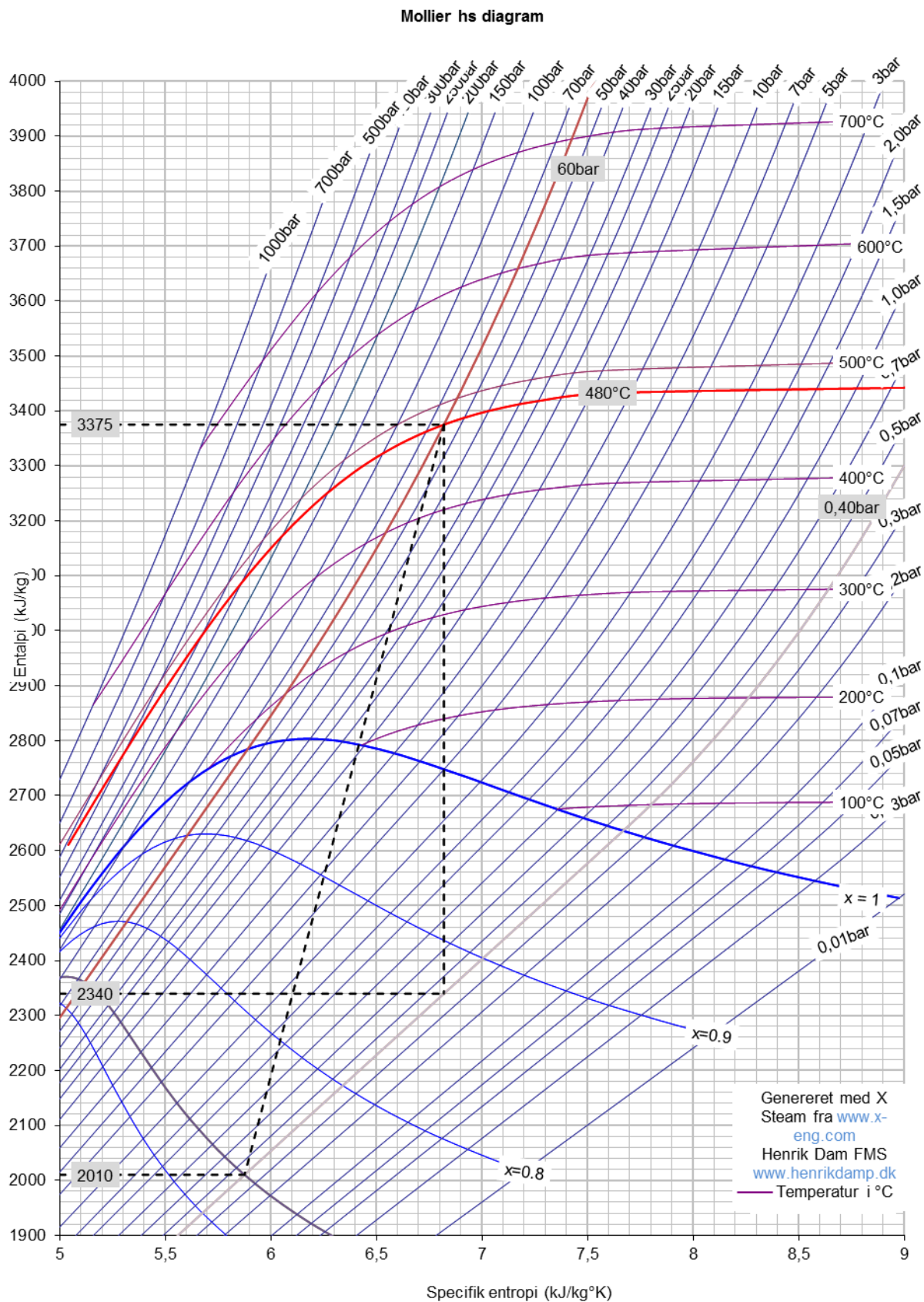
3-4 schemos elemente iš po koondensatoriaus termofikacinis vanduo paduodamas tiesiogiai į Kauno miesto šilumos tinklus.

6.5 lentelė II varianto skaičiavimo rezultatai

Eil. Nr	Parametrai	Šiluminės schemos elementai												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Slėgis, bar	0,4		3	6	1,8		5	5	3,6	6	72	17	11
2	Entalpija kJ/kg	2550	317,33	226	305	2739	492	317	455,01	2844	21,01	546,4	293	213
3	Temperatūra °C	76	75,8	73	54	135	117	108,5	78,5	190,9	130	5	70	51
4	Srautas kg/s	6,41		185		0,38		6,41		0,25	0,027	7,07	185	

II skaičiavimo variante yra įstatomas papildomas šilumokaitis ir taip šiluma perduodama Kauno miesto šilumos tinklams. Todėl skaičiavimuose skaičiuojasi 12-13 srautai.

6.8 Garo išsiplėtimą turbinoje atvaizduojų h-s diagramoje



6.8 pav. Garo išsiplėtimas turbinėje

Kai garo sausumo laipsnis:

$$x = \frac{s_1'' - s'}{s'' - s'} = \frac{5.8894 - 1.0261}{7.671 - 1.0261} = 0.73$$

Kur:

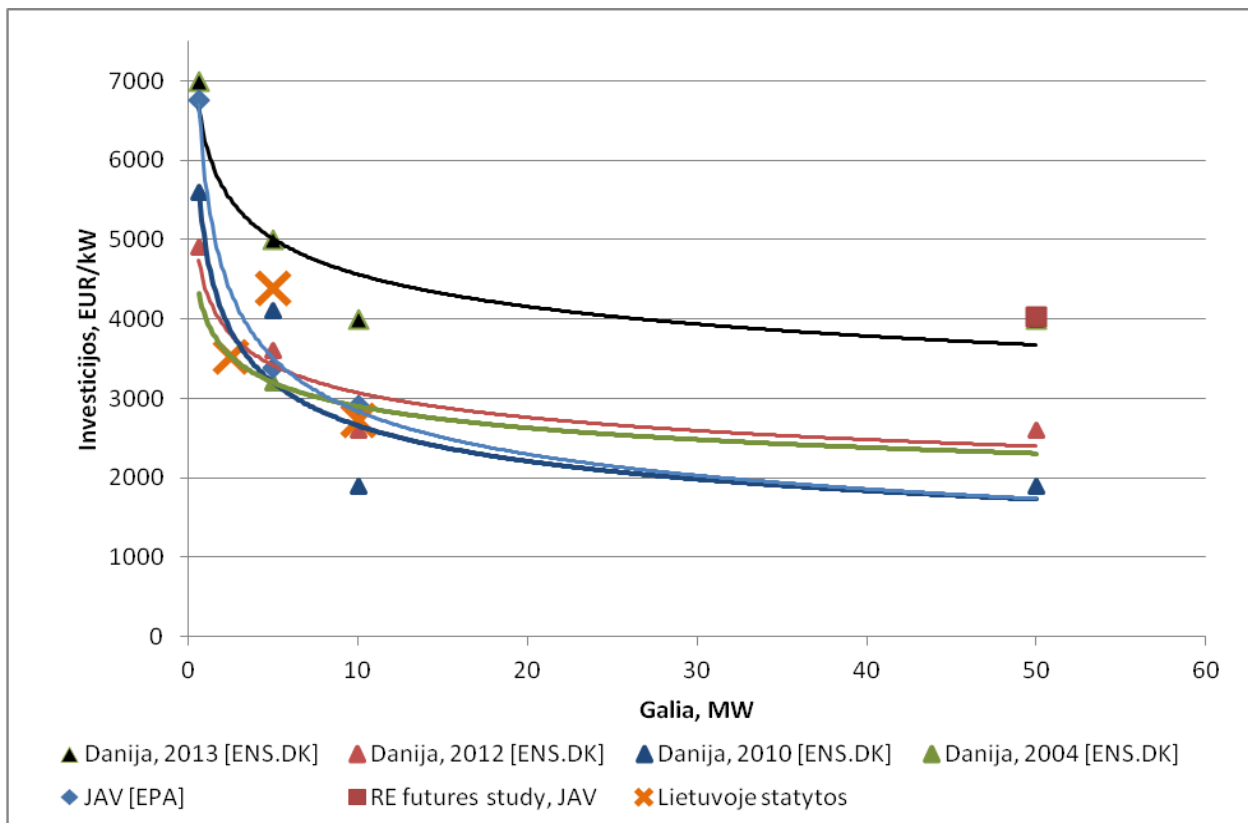
$s_1'' = 5.8894 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$, kai slėgis 60 bar.

$s' = 1.0261 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ kai slėgis į kondensatorių 0,4 bar.

$s'' = 7.671 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$

7 Numatomų investicijų įvertinimas bei prognozuojami jėgainės darbo techniniai ekonominiai aspektai

Remdamasis turima LEI paruošta ataskaita ir turimais duomenimis, norėčia atlikti numatomų investicijų įvertinimą. Kaip matyti žemiau pateiktame 7.1 grafike yra išanalizuotos JAV ir Danijos termofikacinių elektrinių investicijos. Nors ir katilinių tipai tokie patys ir esant tokiai pačiai galiai, termofikacinės elektrinės išlaidos ženkliai skiriasi. Turimais Danijos 2013 metų duomenimis, tai siektų apie 5200 Eur/kW, JAV turimais duomenimis tai sudarytų apie 3800 EUR/kW.



7.1 pav. Biokuro Termofikacinės elektrinės lyginamosios investicijos

Tačiau viena tendencija yra vienoda. Tiek JAV, tiek ir Danijos duomenimis didėjant statomos katilinės elektrinei galiai, investicijos į elektrinę mažėja. Tarkim tokio pat tipo, tik

didesnės galios apie 20 MW elektros, reikėtų 2800 EUR/kW pagal JAV turimus duomenis, o pagal danijos beveik 4200 EUR/kW.

Lietuvos mastu, tai taip pat yra ženklus kainų skirtumas. Didžiausių investicijų poreikį Alytaus TE, kurios siekė 4390 EUR/kW jos elektrinė galia 5,67 MW, o šiluminė galia 14,53 MW. Utenos elektrinė, kurios elektrinė galia 2,55 MW, o šiluminė galia 8,7 MW, poreikį 3520 EUR/kW. Lietuvoje statytų TE investicinės išlaidos atitinka ir telpa į JAV ir Danijos duomenimis nustatytų duomenų intervalą.

Taigi Kaune statomos biokuro TE investicijos atitinka apie 3500 EUR/kW.

7.1 lentelė. Biokuro katilinės techniniai - ekonominiai rodikliai

		A	B	C	D	E	F	G	H
Orientacinė bloko elektrinė galia	MW	5		5		10		10	
Lyginamosios investicijos	Lt/kW _e	17264,0		11394,2		15882,9		9322,6	
	EUR/kW _e	5000		3300		4600		2700	
Eksploatacinės išlaidos	Lt/MWh _e	138,11		79,41		65,60		65,60	
	EUR/MWh _e	40,00		23,00		19,00		19,00	
Pastoviosios eksploatacinės išlaidos	Lt/kW _e	138,11		100,13		138,11		79,41	
	EUR/kW _e	40,00		29		40,00		23	
Kintamosios eksploatacinės išlaidos	Lt/MWh _e	22,10		13,47		22,10		11,05	
	EUR/MWh _e	6,40		3,9		6,40		3,2	
Elektrinės ir šiluminės galios santykis, <i>C_b</i>	Sant. vnt.	0,25	0,30	0,25	0,30	0,25	0,30	0,25	0,30
Elektrinis naudingumo veikimo koeficientas	Sant. vnt.	0,25		0,25		0,29		0,29	

7.1 lentelėje yra pateikti biokuro katilinės techniniai – ekonomiai rodikliai, pagal elektrinės instaliuotą galią. Lygindamas Kaune statomos biokuro katilinės duomenis galima būtų paskaičiuoti investicijų sumą.

Kadangi biokuro termofikacinės katilinės elektrinė galia yra 5 MW_e, ir žiūrint pagal turimus lentelės duomenis 1 kW_e kaina svyruoja nuo būtų 3500 EUR/kW_e, tai bendra katilinės investicijų kaina siekia:

$$5000kW_e \cdot 3500EUR/kW_e = 17500000EUR$$

Eksploatacinės išlaidos 5MW_e biokuro katilinei siekia:

$$5MW_e \cdot 40EUR/MW_e = 200EUR$$

Metinės eksploatacinės išlaidos 5MW_e:

$$200 \cdot 8000 = 1600000EUR/metus$$

Metinės kintamosios eksplotacinės išlaidos sudaro:

$$5MW_e \cdot 6,4EUR/MW_e = 32EUR$$

$$32EUR \cdot 8000_{val} = 256000MW_e / metus$$

8 Alternatyvaus šilumos šaltinio sąnaudų skaičiavimas

Naudodamasis Valstybinės kainų ir energetikos kontrolės komisijos nutarimu [13], dėl kogeneracinių jėgainių šilumos ir elektros energijos sąnaudų atskyrimo metodika. Skaičiavimams atlikti naudojau įmonės paruošta elektronine skaičiuokle Microsoft Excel paruošta skaičiavimo metodika. Kuomet katilinės šiluminė galia yra lygi 20 MW, o elektros 5 MW.

8.1 lentelė. Alternatyvaus šilumos šaltinio sąnaudų rezultatai.[13]

Eil. Nr.	Rodikliai	Mato vnt.	Ataskaitinio laikotarpio šilumos gamyba	Šilumos ir elektros energijos gamyba		
				Šiluma	Elektra	Iš viso
1	2	3	4	5	6	7
1.	Patiekta šilumos į tinklą nuo savo šaltinių	<i>Tūkst. MWh</i>		130,743	33	
1.1.	Šilumos gamybai naudojamo turto vertė	<i>tūkst. Eurų</i>		5300	2693	
1.2.	PNK koeficientas planuojamiems metams	%				
2.	Kintamosios sąnaudos	<i>tūkst. Eurų</i>		1857	1775	
		<i>ct/kWh</i>		1,42	5,4	
2.1.	Lyginamosios kuro sąnaudos	<i>kg/MWh</i>		80	301,7	
2.2.	Metinės atitinkamo kuro sąnaudos	<i>tne</i>		10512	9910	
2.3.	Planuojamo kuro kaina	<i>Eurų/tne</i>		173,7	173,7	
2.4.	Metinės kuro sąnaudos	<i>tūkst. Eurų</i>		1826,6	1722	
2.5.	Lyginamosios elektros sąnaudos	<i>kWh/MWh</i>		21,0	17,50	
2.6.	Elektros energijos kaina	<i>euroct/kWh</i>		8,99	8,99	
2.7.	Elektros energija šilumos gamybai	<i>tūkst. kWh</i>		2746	575	
2.8.	Elektros sąnaudos šilumos gamybai	<i>tūkst. Eurų</i>		24,6	51,55	
2.9.	Vanduo technologijai	<i>m³</i>		6973	1752,0	
2.10.	Vandens kaina	<i>Lt/m³</i>		0,58	0,58	
2.11.	Vandens sąnaudos šilumos gamybai	<i>tūkst. Eurų</i>		6,05	1,53	
3.	Pastovios sąnaudos	<i>tūkst. Eurų</i>		1922	720	
		<i>euroct/kWh</i>		1,47	2,19	
3.1.	Turto sąnaudos	<i>tūkst. Eurų</i>		778,7	433,27	
3.1.1.	Nusidėvėjimas (amortizacija)	<i>tūkst. Eurų</i>		407,7	244,87	
3.1.2.	Ilgalaikio turto įsigijimo	<i>tūkst. Eurų</i>		371	188,5	

	palūkanos				
3.2.	Turto eksploataavimo sąnaudos	tūkst. Eurų		1143	287,3
3.2.1.	Materialinės ir joms prilygintos sąnaudos	tūkst. Eurų		469,5	117,9
		Euro ct/kWh		0,36	0,36
3.2.2.	Darbo apmokėjimo ir soc. draudimo sąnaudos	tūkst. Eurų		605,85	152,22
		euro ct/kWh		0,46	0,46
3.2.3.	Mokesčiai	tūkst. Eurų		68,14	17,1
		euro ct/kWh		0,052	0,052
4.	Savikaina	tūkst. Eurų		3779,6	2496,1
		euro ct/kWh		2,89	7,6
5.	Atskaitiniu laikotarpiu gautas pelnas/nuostolis iš elektros pardavimo veiklos	tūkst. Eurų			
5.1.	Sąnaudų dalis, priskirta šilumos gamybai	tūkst. Eurų			

Metinė šilumos gamyba:

$$Q_m = \frac{Q_s \cdot n_d \cdot h \cdot 0.75}{1000} = \frac{20 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 0.75}{1000} = 130743 \text{ MWh};$$

Kur: Q_s - šiluminė galia; N_d – dienų skaičius metuose; h – valandų skaičius paroje.

Šilumos gamybai naudojamo turto vertė yra 18300 tūkst Lt, kurią sudaro energetikos objektas, skirtas tik šilumos gamybai, kartu su ekonomazeriu ir jo pagalbinais įrengimais.

Lyginamosios kuro sąnaudos:

$$L_{kuro} = \frac{S_{kuro} \cdot 1000}{Q_s} = \frac{1,6 \cdot 1000}{20} = 80 \text{ kg / MWh};$$

Kur: S_{kuro} - kuro sąnaudotos šilumos gamybai 1,6 tne; Q_s - katilinėje gaminamas šilumos kiekis.

Metinės atitinkamo kuro sąnaudos:

$$S_{kurometinės} = L_{kuro} \cdot Q_{SM} = 80 \cdot 130,743 = 10512 \text{ tne};$$

Kur: Q_{sm} – metinis pagamintas šilumos kiekis katilinėje.

Metinės kuro sąnaudos tūkst Lt:

$$L_{kuro} = \frac{T_{kuro} \cdot S_{kurometinės}}{1000} = \frac{600 \cdot 10512}{1000} = 6307 \text{ tūkstLt} = 1826 \text{ tūkstEurų};$$

Lyginamosios elektros sąnaudos randamos iš kogeneracinių jėgainių šilumos ir elektros energijos sąnaudų atskytimo metodikos 4 priedo, pagal IV kategorijai priskirtos katilinės.

Elektros energijos kaina, pagal turimus duomenis yra lygi 31,05 ct/kWh.

Sunaudotos elektros energijos kiekis šilumos gamybai yra lygus:

$$E = Q_{SM} \cdot E_{sqnaudo} = 130,743 \cdot 21 = 2746 \text{ tūkst kWh};$$

Elektros sąnaudos šilumos gamybai:

$$L_{elektros} = \frac{E \cdot S_{kurometinis}}{1000} = \frac{31,05 \cdot 2746}{1000} = 85 \text{ tūkst Lt} = 24,6 \text{ tūkst Eurų};$$

Vandens sąnaudos šilumos gamybai:

$$S_{vandensv} = Q_m \cdot L_{vand} = 130,743 \cdot 0,16 = 20,9 \text{ tūkst Lt} = 6,05 \text{ tūkst Eurų};$$

Vanduo technologijai:

$$V_{vandensv} = \frac{S_{vandens} \cdot 1000}{3} = \frac{20,3 \cdot 1000}{3} = 6973 \text{ m}^3;$$

Turto nusidėvėjimo skaičiavimas:

$$S_{nusidėvėjimas} = \frac{18300 - 0}{13} = 14707 \text{ tūkst Lt} = 4259 \text{ tūkst Eurų};$$

Ilgalaikio turto įsigijimo palūkanos:

$$S_{palūka} = 18300 \cdot 0,07 = 1281 \text{ tūkst Lt} = 371 \text{ tūkst Eurų};$$

Turto sąnaudos:

$$S_{turto} = S_{nusidėvėjimo} + S_{plukanos} = 14707 + 1281 = 2688,7 \text{ tūkst Lt} = 778 \text{ tūkst Eurų}.$$

Turto eksploatavimo sąlygų skaičiavimas. Kurios susideda iš materialinių ir joms prilygintų sąnaudų, darbo apmokėjimo ir socialinio draudimo sąnaudų bei mokesčių suma.

Materialinės ir joms prilygintos sąnaudos:

$$S_{material} = Q_m \cdot S_{materialIT/MWh} = 130,743 \cdot 12,4 = 1621,21 \text{ tūkst Lt} = 469,5 \text{ tūkst Eurų};$$

Kur: $S_{materialLt/MWh}$ - materialinės sąnaudos, kurios randamos iš kogeneracinių jėgainių šilumos ir elektros energijos sąnaudų atskyrimo metodikos, 4 priedo.

Skaičiuoju kokios materialinės sąnaudos yra vienai kilovatvalandei:

$$L = \frac{S_{material}}{Q_m} = \frac{1621,21}{130,743} = 1,24 \text{ ct / kWh} = 0,359 \text{ euroct / kWh};$$

Darbo apmokėjimo ir socialinio draudimo sąnaudos:

$$S_{darbo} = Q_m (S_{darbo} + S_{soc}) = 130,743 \cdot (12,0 + 4,0) = 2091,9 \text{ tūkst Lt} = 605,85 \text{ tūkst Eurų};$$

Kur: L_{darbo} ir L_{soc} - randamos iš kogeneracinių jėgainių šilumos ir elektros energijos sąnaudų atskyrimo metodikos, 4 priedo.

Skaičiuoju kokios darbo apmokėjimo ir socialinio draudimo sąnaudos yra vienai kilovatvalandei:

$$L = \frac{S_{darbo}}{Q_m} = \frac{2091,9}{130,743} = 1,6 \text{ ct / kWh} = 0,46 \text{ euroct / kWh};$$

Mokesčių skaičiavimas:

$$S_{mokesčiai} = Q_m \cdot S_{mokesčiai} = 130,743 \cdot 1,8 = 235,3 \text{ tūkst Lt} = 68,14 \text{ tūkst Eurų};$$

Skaičiuoju kokios sąnaudos yra mokesčiams vienai kWh:

$$L = \frac{S_{mokesčioke}}{Q_m} = \frac{235,3}{130,743} = 0,18ct / kWh = 0.052euro \text{ ct/kWh};$$

Tai turto eksploatavimo sąnaudos yra lygios :

$$S_{eksploatavimo} = S_{material} + S_{darbo} + S_{mokesiai} = 1621,21 + 2091,9 + 235,3 = 3948 \text{ tūkstLt} \\ = 1143 \text{ tūkst. Eurų};$$

Savikaina susideda iš kintamųjų ir pastoviųjų sąnaudų, ir skaičiuojama:

$$S_{savikaina} = S_{kintamosios} + S_{pastoviosios} = 6413,4 + 6637 = 13050,5 \text{ tūkst Lt} = 3779 \text{ tūkst Eurų};$$

Savikaina vienai kilovatvalandei šilumos:

$$L = \frac{S_{savikainai}}{Q_m} = \frac{13050,5}{130,743} = 9,98ct / kWh = 2.89euro \text{ ct/kWh};$$

Analogiškas skaičiavimas atliekamas ir elektros savikainos skaičiavimui ir gauti rezultatai surašomi į lentelę 8.1, skiltyje elektra.

Išvados

1. Apžvelgus situaciją Kauno miesto Centralizuoto šilumos tiekimo sistemoje, galima pastebėti, jog didėjant nepriklausomų šilumos gamintojų skaičiui mieste, šilumos kainos vartotojams žymiai sumažėjo - nuo 9 euro ct/kWh - 2012 metais, iki 6,3 euro ct/kWh - 2014 metais.
2. Sumažėjo šilumos nuostoliai Kauno miesto CŠT tinkluose. Santykiniai technologiniai šilumos nuostoliai siekė apie 18 %, o keturių metų bėgyje absoliutūs technologiniai buvo sumažinti beveik 7 %, kas lėmė mažesnę patiektos šilumos kiekį į miesto tinklus (ypač tai svarbu vasaros laikotarpyje).
3. Atlikus šiluminės schemos skaičiavimą, nustatyta, jog tarpinio šilumokaičio naudojimas žymiai sumažina jėgainės efektyvumą - be tarpinio šilumokaičio ir panaudojant jį, šiluminės schemos naudingumo koeficientas sumažėja 15-16 %. Tiekiant šilumą tiesiogiai po kondensatoriaus NVK yra 26 %, o panaudojant šilumokaitį jis sumažėja iki 22 %.
4. Atlikus jėgainės investicijų analizę, nustatyta, jog 1 kW_e elektros energijos investicijos kaina gali siekti apie 3500 Eur/kW_e, taigi bendros katilinės investicijos būtų 17500000 Eurų.
5. Atlikti skaičiavimai leidžia teigti, kad pagamintos šilumos savikaina kogeneracinėje katilinėje turėtų būti lygi 2,89 euroct/kWh, o elektros pagamintos kogeneracinėje biokuro katilinėje savikaina turėtų būti lygi 7,6 euroct/kWh.

Literatūros sąrašas

1. Lietuvos šilumos tiekėjų asociacija (2014-10-11).
2. Šilumos tiekimo bendrovių 2012 metų ūkinės veiklos apžvalga. Lietuvos šilumos tiekėjų asociacija. Vilnius 2013 m. 12-26 psl.
3. AB „Kauno energija“ 2013 metai gamybos šaltinių modernizavimo metai.
4. Konkurencijos modelio realizavimas šilumos gamybos sektoriuje Kaune – patirties ir perspektyvų vertinimas. AB „Kauno energija“ gamybos departamento direktorius. *Vaidas Šleivys*. 2015 metai.
5. Lietuvos respublikos vyriausybė nutarimas. Dėl daugiabučių namų atnaujinimo (modernizavimo) programos ir valstybės paramos daugiabučiams namams modernizuoti teikimo ir investicijų projektų energinio efektyvumo nustatymo taisyklių patvirtinimo. http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_l?p_id=416362&p_query=Daugiabu%E8i%F8%20nam%F8%20atnaujinimo%20%28modernizavimo%29%20programa&p_tr2=2. (2014-11-10).
6. <http://www.kaunoenergija.lt/Fiziniamsasmenims/%C5%A0ilumosvartojimopastatuosepalyginimas/Archyvas/tabid/162/Default.aspx>. (2014-12-05).
7. Lietuvos respublikos atsinaujinančių išteklių energetikos įstatymas. 2011 m. gegužės 12 d. Nr. XI-1375 Vilnius. <http://www3.lrs.lt>
8. Šilumos kainų statistika. <http://www.regula.lt>
9. Elektros rinka Lietuvoje. BaltPool Elektros rinkos operatorius. Vilnius.2010 metai.
10. Valstybinė kainų ir energetikos kontrolės komisija. Elektros energijos rinkos stebėsenos ataskaita už 2014 metus. Vilnius. 2014 metai. 12-36 psl.
11. Termofikacinių elektrinių indėlis į Lietuvos energetikos modernizaciją. Lietuvos energetikos konsultantų asociacija. *Valdas Lukoševičius*.
12. Šiluminės schemas skaičiavimo metodika.
13. Šilumos kainų nustatymo metodika, patvirtinta Valstybinės kainų ir energetikos kontrolės komisijos 2009 m. liepos 8 d. nutarimu Nr. O3-96. www.regula.lt.

Priedai

Pastatų grupės pagal šilumos suvartojimą 2012/2013 metų laikotarpiu	Lauko oro temp	Šilumos suvartojimas kWh/mėn	Mokėjimas už šildymą Lt/mėn	Lauko oro temp	Šilumos suvartojimas kWh/mėn	Mokėjimas už šildymą Lt/mėn	Lauko oro temp	Šilumos suvartojimas kWh/mėn	Mokėjimas už šildymą Lt/mėn	Lauko oro temp	Šilumos suvartojimas kWh/mėn	Mokėjimas už šildymą Lt/mėn	Lauko oro temp	Šilumos suvartojimas kWh/mėn	Mokėjimas už šildymą Lt/mėn	Lauko oro temp	Šilumos suvartojimas kWh/mėn	Mokėjimas už šildymą Lt/mėn	Lauko oro temp	Šilumos suvartojimas kWh/mėn	Mokėjimas už šildymą Lt/mėn
Daugiabučiai suvartojantys mažiausiai šilumos	4,2	78	28,8	4,8	87,7	28,7	-4,3	653,1	212,3	-6,7	698	221	-1,8	437	136	-4,8	423,488	423,488	1,6	148,40	43,56
Daugiabučiai suvartojantys mažai arba vidutiniškai šilumos		197,9	70,3		197,8	65,5		818,2	298,7		1017	322		668	208		1152,973	334,017		265,4	77,90
Daugiabučiai suvartojantys daug šilumos		383,2	127,2		383,2	127,2		1668,5	542,9		1840	583		1251	389		1959,735	567,771		552,04	162,00
Daugiabučiai suvartojantys labai daug šilumos.		547,4	181,8		546,6	181,8		2217,6	721,6		2488	788		1759	548		2655,153	768,311		823,00	241,00
Pastatų grupės pagal šilumos suvartojimą 2013/2014 metų laikotarpiu	Lauko oro temp	Šilumos suvartojimas kWh/mėn	Mokėjimas už šildymą Lt/mėn	Lauko oro temp	Šilumos suvartojimas kWh/mėn	Mokėjimas už šildymą Lt/mėn	Lauko oro temp	Šilumos suvartojimas kWh/mėn	Mokėjimas už šildymą Lt/mėn	Lauko oro temp	Šilumos suvartojimas kWh/mėn	Mokėjimas už šildymą Lt/mėn	Lauko oro temp	Šilumos suvartojimas kWh/mėn	Mokėjimas už šildymą Lt/mėn	Lauko oro temp	Šilumos suvartojimas kWh/mėn	Mokėjimas už šildymą Lt/mėn	Lauko oro temp	Šilumos suvartojimas kWh/mėn	Mokėjimas už šildymą Lt/mėn
Daugiabučiai suvartojantys mažiausiai šilumos	8,57	68	19,2	5	268	75	1,7	437	122,8	-5,2	707	198	0,1	444,7	123	5,2	247	68	1,6	71,00	18,00
Daugiabučiai suvartojantys mažai arba vidutiniškai šilumos		196	54,6		429	120		638	179,3		950	267		635	175		435	119		196	50,00
Daugiabučiai suvartojantys daug šilumos		331	168		805	226		1153,8	323,9		1626	457		1127	311		824	226		340,00	87,00
Daugiabučiai suvartojantys labai daug šilumos.		605	181,8		1348	379		1838,7	516		2411	678		1753	485		1446	397		560,00	143,00

