

ELEKTROS IR ŠILUMOS GAMYBOS BENDRAME CIKLE PLĖTROS GALIMYBĖS ŠIAULIŲ REGIONE

Martynas Mickus¹, Darius Biekša²

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

El. paštas: ²darius.biekša@vgtu.lt

Santrauka. Straipsnyje nagrinėjamos elektros ir šilumos gamybos galimybės naudojant biomasę ir komunalines atliekas. Tiriamas Šiaulių regiono biomasės ir buitinių atliekų susidarymo potencialas. Nagrinėjama biomasės ir komunalinių atliekų sudėtis ir nustatoma žemutinė konkrečios sudėties mišinių degimo šiluma. Atliekama biomasę ir buitines atliekas deginančių įrenginių darbo režimų analizė, specialia programine įranga modeliuojamas kogeneracinių įrenginių veikimas. Pristatomi įrenginių galių parinkimo metodai, aprašomos kogeneracinių įrenginių ir jų darbo režimų savybės, pateikiami ekonominiai vertinimo rodikliai.

Reikšminiai žodžiai: didelio naudingumo kogeneracija, šilumos ir elektros gamyba, biomasė, komunalinės atliekos.

Įvadas

Nuolatinis iškastinio kuro kainų augimas, išteklių pasiskirstymo geografinis netolygumas ir didėjantis susirūpinimas pasauline klimato kaita skatina susidomėjimą ir poreikį diegti vis efektyvesnes energijos gamybos technologijas. Viena iš tokių yra kogeneracijos technologija, kai bendrame cikle gaminama ir elektra, ir šiluma. Šios technologijos idėja nėra nauja, iš esmės iki šiol tuo pačiu ciklu dirbo visos kondensacinės elektros jėgainės. Skirtumas tik tas, kad esant kogeneracijai naudingai naudojama šiluma, o kondensacinėse elektrinėse ši šiluma tiesiog išmetama į aplinką.

Kogeneracijos potencialas ir įdiegimo galimybės

Kombinuotoji elektros ir šilumos gamyba arba didelio naudingumo kogeneracija – tai vienas iš prioritetinių energijos gamybos būdų Europos Sąjungoje (ES) (EPTD 2004/8/EB). 2004 m. vasario 11 d. patvirtintoje ES 2004/8/EB direktyvoje technologijos efektyvumui pabrėžti vartojama sąvoka „didelio naudingumo kogeneracija“. Ši sąvoka galioja tik tam tikrai daliai veikiančių (ir ateityje veiksiančių) kogeneracinių jėgainių. Pirmoji sąlyga, kad jėgainėje gaminamai energijai (elektrai ir šilumai) turi būti sunaudota 20 % mažiau pirminės energijos, lyginant su individualiais (atskirai elektros ir atskirai šilumos) tų pačių energijos kiekių gamybos būdais. Antroji sąlyga, kad kogeneracinių jėgainių minimalūs efektyvumai, priklausomai nuo statybos metų, naudojamo kuro ar taikomos technologijos, būtų aiškiai apibrėžti, t. y. negali būti mažesni, nei numatyta dokumente. Pagal direktyvos nuostatas šalys narės gali teikti paramą didelio

naudingumo kogeneracinėms jėgainėms (tuo iš esmės leisdamos santykinį rinkos iškraipymą). Žvelgiant iš Lietuvos pozicijų, toli gražu ne visos kogeneracinės jėgainės yra „didelio naudingumo“, todėl ir parama joms neturėtų būti teikiama.

Direktyvoje pabrėžiama, kad energijos gamybos potencialas, naudojant kogeneraciją daugelyje ES valstybių, ne tik nepanaudotas, bet ir nenustatytas. Šioje direktyvoje ES valstybės įpareigojamos nustatyti kombinuotos elektros ir šilumos gamybos potencialą šalyje ir sudaryti palankias sąlygas kogeneracinių įrenginių plėtrai.

2005 m. buvo atlikta didelio efektyvumo kogeneracijos potencialo Lietuvoje analizė. Rengiant studiją buvo iširta Lietuvos šilumos rinka, kuri yra būtina kogeneracijos atsiradimo ir plėtros sąlyga.

Atsižvelgiant į prognozuojamus energijos poreikius ateičiai ir gautus kogeneracijos potencialo įvertinimus, 1 lentelėje pateikta tikėtina ekonomiškai pagrįstos kogeneracijos 2010, 2015 ir 2020 metais plėtra.

Gerai išvystyta centralizuota šilumos tiekimo sistema yra labai vertinga infrastruktūrinė sistema, leidžianti greitai ir dideliais mastais spręsti kuro diversifikavimo, energijos

1 lentelė. Ekonomiškai pagrįsto didelio efektyvumo kogeneracijos potencialo plėtra CŠT sektoriuje (COWI Baltic *et al.* 2005)

Table 1. Economically feasible potential of cogeneration development in district heating sector (COWI Baltic *et al.* 2005)

Rodikliai	Metai		
	2010	2015	2020
Kogeneracijos potencialas CŠT įmonėse, MW _{elektros}	108	215	402
Kogeneracijos potencialas CŠT įmonėse, MW _{šilumos}	130	260	486

gamybos efektyvumo didinimo (ir kogeneracijos įdiegimo), energijos saugumo užtikrinimo ir kitas problemas. Būtent centralizuotų šilumos tiekimo tinklų plitimas Lietuvoje yra pagrindinė sąlyga, lemianti kogeneracijos taikymo šalyje patrauklumą. Jeigu nebūtų centralizuoto šilumos tiekimo, nebūtų galima panaudoti perteklinės šilumos, susidaranti gaminant elektros energiją jėgainėse. Taigi, norint padengti gamybos sąnaudas, reikėtų didinti elektros energijos kainą. Jeigu tokią perteklinę šilumą būtų galima naudoti didesniu mastu, tai sumažėtų šilumos ir elektros energijos savikaina.

Dėl didesnio bendro šilumos ir elektros energijos gamybos kogeneracinėse elektrinėse efektyvumo, geriau panaudojami pirminiai energijos šaltiniai. Lietuvoje tai leistų sumažinti importuojamo kuro kiekius.

Tiriant kaip pavyzdys imamas Šiaulių regionas, atsižvelgiant į regione esančius biomasės ir komunalinių atliekų kiekius.

Biomasė ir buitinės atliekos

Šiaulių apskrities žemės ūkio produktus gaminančių ūkių valdomas žemės ūkio naudmenų plotas pagal Lietuvos Respublikos statistikos departamento teikiamus duomenis yra didžiausias Lietuvoje ir sudaro 472,1 tūkst. ha. Tai siekia 18 % visų šalies žemės ūkio produktus gaminančių ūkių valdomo žemės ūkio naudmenų ploto, kuriam tenka vieni didžiausių Lietuvoje šiaudų išteklių (Statistikos departamentas 2010). Kurui galima būtų sunaudoti apie trečdaliį šiaudų likučio, arba apie 12–15 % bendro šiaudų derliaus – tai sudarytų apie 500 tūkst. t sausosios šiaudų masės.

Šiluminę biomasės kuro vertę apibūdina degimo šiluma.

Skaičiavimams naudota žemutinės biomasės degimo šilumos vertė – 17,5 MJ/kg. Šis dydis gautas susumavus planuojamojo energetinio mišinio nustatytus atskirų augalų dydžius. Vadovaujantis „EnergyPro“ programa, skaičiavimai atliekami įvertinus kuro kiekį tonomis, o gautas šilumos kiekis yra 4,86 MWh/t.

Kitas kuras yra buitinės atliekos. Deginti galima labai plataus spektro komunalines atliekas, įskaitant virtuves, komercines, stambiagabarites ir t. t. Kombinuotose atliekų tvarkymo sistemose atliekų deginimo būdas taikomas kartu su kitais atliekų tvarkymo būdais – kompostavimu, rūšiavimu ir kt. Tokiais atvejais deginamos tik netinkamos perdirbti atliekos. Energetinė atliekų vertė, skaičiuojant atliekų deginimo jėgainę, turi didelės reikšmės, nes mažos šiluminės vertės atliekoms reikalingas

papildomas kuras (turi būti įterpiama didesnio kaloringumo kuro, pvz., papildomai deginant gamtines dujas).

Kuro šiluminė vertė apskaičiuojama remiantis atliekų sudėtimi pagal frakcijas ir individualia šių frakcijų šilumine verte. Atskirų frakcijų šiluminė vertė (MJ/kg) apskaičiuojama pagal cheminę sudėtį. Viena iš tam tikslui taikomų formulių yra (Revoldas, Denafas 2002):

$$H_U = 0,34 \cdot C + 1,016 \cdot H + 0,063 \cdot N - 0,191 \cdot S - 0,098 \cdot O - 0,025 \cdot W, \quad (1)$$

čia H_U – atliekų šiluminė vertė, MJ/kg; C – anglies kiekis, % pagal masę; H – vandenilio kiekis, % pagal masę; N – azoto kiekis, % pagal masę; O – deguonies kiekis, % pagal masę; W – drėgmės kiekis, % pagal masę.

Skaičiuojant atliekų šiluminę vertę, pirmiausia cheminę jų frakcijų sudėtį reikia perskaičiuoti pagal bendrą masę:

$$C = C_{OSD} \cdot OSD_{SD} \cdot SD / 1000, \quad (2)$$

čia C – anglies kiekis bendroje atliekų masėje, %; C_{OSD} – anglies kiekis organinėje sausojoje atliekų dalyje, %; OSD_{SD} – organinės sausosios atliekų dalies kiekis sausojoje atliekų dalyje, %; SD – sausoji atliekų dalis.

Atliekų frakcijos drėgmės dalis apskaičiuojama:

$$W = 100 - SD. \quad (3)$$

Deginamų atliekų šiluminė vertė apskaičiuojama:

$$H_U = \frac{\sum m_i H_{Ui}}{m_i}, \quad (4)$$

čia H_{Ui} – i -osios atliekų frakcijos šiluminė vertė; m_i – atliekų frakcijos dalis bendrame deginamųjų atliekų sraute.

Pagal pateiktus literatūroje duomenis tariama, kad 2013 metais Šiaulių regione bus surinkta 172 600 tonų biodegraduojančių komunalinių atliekų, tokį kiekį lemia dalinis atliekų rūšiavimas (2 lentelė) (Denafas 2006).

Pagal sudėtį nustatytas vidutinis deginamų atliekų kaloringumas, kuris siekia nuo 7,9 iki 8,1 MJ/kg. Įvertinus vidutinę biodegraduojančiųjų atliekų šiluminę vertę 8 MJ/kg ir planuojamus surinkti komunalinių atliekų kiekius per

2 lentelė. Mišrių komunalinių atliekų frakcinė sudėtis Šiaulių regione, masės proc.

Table 2. The fraction composition of municipal waste in Šiauliai region, weight percents

Atliekų pavadinimas	Kiekis (%)
Popierius	16
Stiklas	9
Metalas	3
Plastikai ir kompozitai	7
Biodegraduojančios atliekos	41
Pavojingosios atliekos	1
Kitos atliekos	23

metus, kogeneracinė jėgainė būtų pajėgi pagaminti 38 GWh elektros ir 130 GWh šilumos energijos. Pagal „Šiaulių energijos“ duomenis, 2008 metais buvo pagaminta 511,8 GWh šilumos energijos. Komunalinių atliekų deginimo įmonė būtų pajėgi pagaminti 28 % 2008 metais generuotos šilumos. Tai labai sumažintų perkamo kuro sąnaudas.

Vadovaujantis „EnergyPro“ programa, skaičiavimai atliekami nustatant kuro kiekį tonomis, o gautą šilumos kiekį išreiškiant megavatvalandėmis – tai būtų 2,2 MWh/t.

Procesų modeliavimas

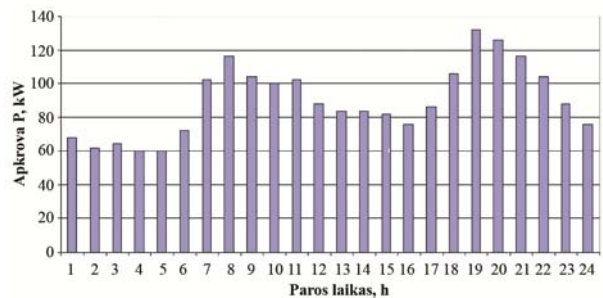
Programinis „EnergyPro“ paketas naudojamas energijos gamybos įrenginių darbui analizuoti, modeliuoti ir optimizuoti. Tai integruota modeliavimo programa, kuria analizuojami ne tik techniniai įvairių katilinių / elektrinių parametrai, bet ir atliekama išsami finansinė esamos ir planuojamos sistemos darbo analizė. Šia programa kuriami esamos energetinės sistemos situacijos ir nagrinėjami scenarijų modeliai (Tarvydas 2005).

Energijos gamyba

Kogeneracijos įrenginių galios parinkimo metodas priklauso nuo jėgainės keliamų tikslų: tenkinti tik naudingą ir nuosavą elektros poreikį šilumos poreikį, siekti maksimalaus pelno elektros rinkoje šilumos perteklių nukreipiant į šilumos saugyklas ir pan. Įvertinus planuojamo deginti kuro specifiką ir nuolatinį jo susidarymą (komunalinės atliekos) įrenginių galia parenkama atsižvelgiant į maksimalius karšto vandens poreikius ir įvertinus nuostolius vamzdyne. Tokiu atveju užtikrinama, kad įrenginiai dirbs ištisus metus. Taip pat laikoma, kad ši galia yra didžiausia galia, iki kurios gali būti nukraunamas įrenginys, t. y. maksimalūs karšto vandens poreikiai šiuo atveju sudaro 50 proc. diegiamo įrenginio galios.

Bandant atrasti optimalią įrenginių galią, „EnergyPro“ programa modeliuojami darbo režimai, nustatomas karšto vandens poreikio maksimumas (1 pav.).

Kogeneracinio įrenginio galia parenkama įvertinant karšto vandens ruošimo ir temperatūros palaikymo galios poreikį. Nustatyta galia siekia 33,0 MW. Dėl menko nuostolių kitimo, priklausomai nuo momentinio vamzdinių apkrovimo, laikoma, kad prarandamas šilumos srautas laiko atžvilgiu nekinta ir yra lygus apskaičiuotajam – 11,2 MW.



1 pav. Karštam vandeniui ruošti ir temperatūrai palaikyti sunaudojami šilumos kiekiai per parą

Fig. 1. Daily heat consumption for hot water preparation and temperature maintenance

$$\Phi_g = 2(\Phi_{k.v.} + \Phi_n), \quad (5)$$

čia Φ_g – kogeneracinio įrenginio planuojamoji galia, MW; „2“ – koeficientas, rodantis, kad karšto vandens ruošimo ir nuostolių galia sudaro 50 proc. visos galios (identifikuoja įrenginių nukrovimo ribinį atvejį) $\Phi_{k.v.}$ – galia, reikalinga karšto vandens ruošimo pikui dengti, MW; Φ_n – galia, reikalinga šilumos nuostoliams padengti, MW.

Apskaičiavus gaunama, kad kogeneracinės jėgainės šiluminė galia sudarys 88,4 MW.

Viso įrenginio galios nustatymas

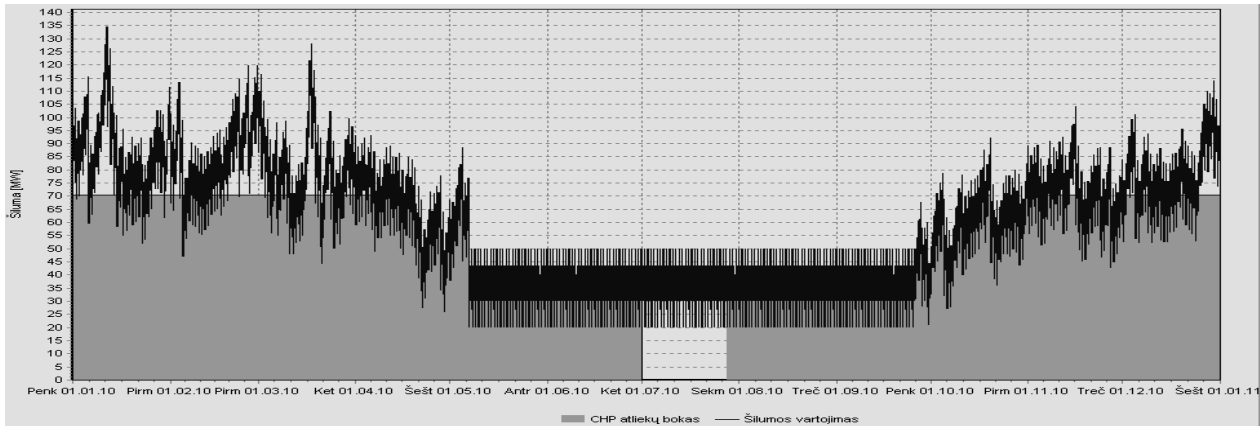
Viso įrenginio galia parenkama pagal nustatytą šilumos poreikį karštam vandeniui ruošti ir tiekti bei patiriamus šilumos nuostolius trasose.

Remiantis literatūroje pateiktais duomenimis, parenkama viso įrenginio galia (COWI Baltic *et al.* 2005). Nustatyta kogeneracinės jėgainės šiluminė galia siekia 88,4 MW. Elektrinė galia Φ_{el} apskaičiuojama laikant, kad elektros energijos bus gaminama naudojant mažo efektyvumo garo turbiną. Tokių turbinų veikimo efektyvumas siekia 18 %, t. y. tiek iš 100 % į jėgainę pateikto kuro bus paversta energija. Iš likusios dalies bus naudingai pagaminta šiluma, dar dalis bus prarasta – taps nuotoliais. Elektrinė jėgainė galia apskaičiuojama pagal formulę

$$\Phi_{el} = \frac{Q_{sil} \cdot 0,18}{0,67} = 23,75, \quad (6)$$

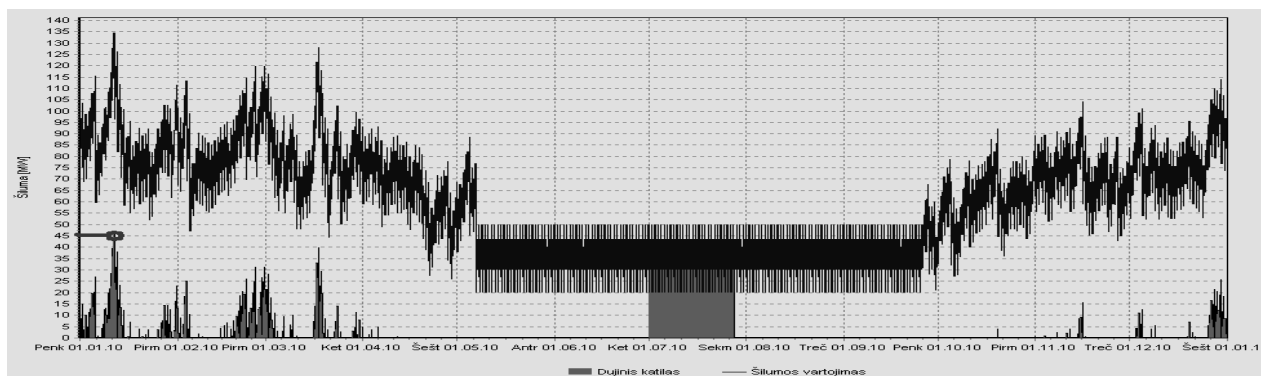
čia Φ_{el} – elektrinė galia, MW; Q_{sil} – šiluminė galia, MW.

Gaunama elektrinė galia yra didesnė nei galia, reikalinga saviems įmonės poreikiams, todėl šitokios elektrinės galios įrenginys, dirbdamas net ir 50 % apkrovimu, tenkins įmonės elektros poreikius.



2 pav. Jėgainės darbo režimas

Fig. 2. Power plant operation mode



3 pav. Galia, kurios kogeneracinis įrenginys netenkintų, esant didžiausiam šilumos poreikiui

Fig. 3. Capacity that will be not covered by the cogeneration unit during the high load

Viso įrenginio galia apskaičiuojama:

$$\Phi_{viso} = \frac{5}{4}(\Phi_{\text{šil.}} + \Phi_{\text{el.}}) = 140,19. \quad (7)$$

Viso įrenginio galia apskaičiuojama įvertinus literatūroje nurodytą mažo elektrinio naudingumo garo turbinos bendrą naudingumo koeficientą (COWI Baltic *et al.* 2005).

Abu tiriamieji kogeneraciniai įrenginiai parenkami vienodo galingumo ir su tokiu pat elektros energijos gamybos bloku.

Jėgainės darbo režimas pavaizduotas 2 paveiksle.

Modeliuojant „EnergyPro“ programa, vertinamas parinkto kogeneracinio bloko darbo laikas. Numatoma, kad vasaros metu jis bus 28 dienas išjungtas. Tuo metu bus atliekama planinė įrenginio patikra, valymo ir remonto darbai.

Didžiausių apkrovimų dengimas

Alternatyvus šilumos šaltinis turi dirbti ir tenkinti karšto vandens ruošimo poreikius vasaros metu, kai kogeneraciniam įrenginiui atliekamas kasmetinis valymas ir remontas.

Diagramoje (3 pav.) pavaizduota galia, kurios kogeneracinis įrenginys netenkintų, esant didžiausiam šilumos poreikiui. Ši galia nesiekia 50 MW. Tuo tarpu vasaros metu, kai bus atliekama kasmetė kogeneracinio įrenginio apžiūra, valymo ir remonto darbai, reikalinga alternatyvaus įrenginio galia turi būti ne mažesnė nei 50 MW.

Alternatyvus įrenginys parenkamas su 5 % atsarga. Galia, įvertinus naudingumo koeficientą, numatoma 55,2 MW.

Aplinkosauga

Apskaičiuojami anglies monoksido, azoto oksidų ir kietųjų dalelių išsiskyrimai (AVEI 2009).

CO₂ išsiskyrimas apskaičiuojamas pagal šią formulę:

$$P_{CO} = 0,001 \cdot B \cdot K_{CO} \left[1 - \frac{q_4}{100} \right], \quad (8)$$

čia B – kuro sąnaudos, t/metus, g/s (esant dujom, m³/metus, m³/s); K_{CO} – anglies monoksido kiekis, išsiskiriantis degant kurui, kg/t (kg/tūkst. m³); q_4 – šilumos nuostoliai dėl nevisiško mechaninio kuro sudegimo, %, priklausomai nuo pakuros tipo ir kuro rūšies.

K_{CO} apskaičiuojamas pagal šią formulę:

$$K_{CO} = \frac{q_s \cdot R \cdot Q_{n\dot{z}} \cdot P_{kog}}{1013}, \quad (9)$$

čia q_s – šilumos nuostoliai dėl nevisiško cheminio kuro sudegimo, % (šis dydis kiekvienam kūryklos tipui priklauso nuo darbo režimo – kuro tiekimo ir maišymosi su oru pobūdžio); $Q_{n\dot{z}}$ – žemutinė kuro deginimo šiluma, MJ/kg (dujų atveju MJ/m³); R – koeficientas, pagal kurį įvertinami šilumos nuostoliai dėl CO₂ buvimo dūmuose. Esant kietajam gabaliniam kurui, R lygus 1, dulkių pavidalo kietajam ir skystajam kurui – 0,65, dujoms – 0,5.

Apskaičiavus CO₂ išsiskyrimą gauta, kad sudeginus 172 600 tonų komunalinių atliekų į aplinką būtų išmesta apie 250 000 tonų CO₂.

Komunalinių atliekų peleningumas siekia 20–25 % nuo kuro kiekio, taigi deginant numatomą kiekį 172 600 tonų komunalinių atliekų, tai susidarytų apie 43 150 t pelenų per metus, o deginant biokurą, peleningumas sudarytų apie 03–1,15 % (COWI Baltic *et al.* 2007). Kadangi pelenus reikėtų utilizuoti išvežant į sąvartyną, tai paveiktų gaminamos energijos kainą.

Ekonominė dalis

Įmonėje įrengus kogeneracinį bloką, pajamos būtų gaunamos iš trijų energijos tiekimo šakų. Tai šilumos energijos tiekimas, šilumos energijos tiekimas karštam vandeniui ruošti ir elektros energijos pardavimas.

Pajamos už parduotą megavatvalandę šilumos energijos skaičiuojamos pagal 2008 metų šilumos energijos kainą Šiaulių mieste. Kainas perskaičiuoja ir tvirtina Valstybinė kainų ir energetikos kontrolės komisija. Pajamos už parduotą elektros energiją skaičiuojamos pagal vidutines AB „Šiaulių energija“ elektros energijos pardavimo 2008 metais kainas.

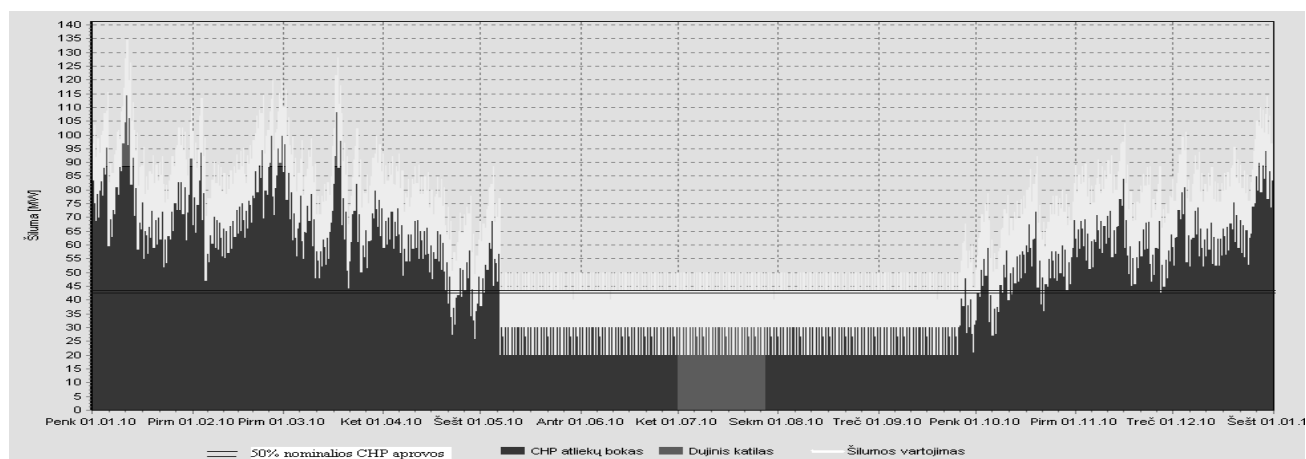
Atliekant ekonominius skaičiavimus šiuo atveju neįskaičiuoti aplinkos taršos mokesčiai.

Tyrimo apibendrinimas

Diagramose pavaizduotas metinis šilumos poreikis ir atitinkamu laiko momentu veikiantys įrenginiai. 4 paveikslas vaizdžiai parodo, kokių metų turės būti išjungtas kogeneracinis blokas. Tai įvyks šilumos poreikio grafikui kirtus horizontalią tiesę, žymintį 50 % įrenginio nuokrovą.

Šilumos poreikio trukmės grafikuose (4 pav.) parodytas laikotarpis, kai dirbs dujinis katilas ir kogeneracinis įrenginys. Nuo vertikaliosios linijos galios mažėjimo kryptimi atskirtas plotas rodo, kada šilumos poreikis turės būti padengtas alternatyviu šilumos šaltiniu. Šiuo atveju – dujiniu katilu.

„EnergyPro“ programa sumodeliavus kogeneracinių įrenginių darbo režimus ir surašius ekonominius duomenis, buvo gautas rezultatas, kad nei atliekoms deginti, nei biomasei deginti skirti įrenginiai nėra ekonomiškai pagrįsti, nepaisant to, kad kogeneraciniai įrenginiai dirbs apie 11 mėnesių per metus.



4 pav. Šilumos poreikio grafikas ir įrenginių veikimas kogeneracinėje jėgainėje

Fig. 4. Heat demand and cogeneration unit operation

Išvados

1. Atlikus tyrimą nustatyta, kad parinktos galios kogeneracinį bloką įrengti nėra ekonomiškai patrauklu, nepaisant to, kad jis dirbtų didžiąją metų laiko dalį.
2. Galimi tolesnio tyrimo variantai:
 - mažinti kogeneracinių blokų galią, siekiant pailginti kogeneracinio bloko veikimo trukmę;
 - įrengti akumuliacinį baką, kuris leistų kogeneracinio bloko veikimo trukmę pailginti dirbant pilnu apkrovimu ir veikti atskirais periodais. Perteklinė šiluma būtų nukreipiama į akumuliacinę talpyklą, o išjungus kogeneracinį įrenginį iš jos tiekiamą vartotojams;
 - mažinti kogeneracinių blokų galią ir įrengti akumuliacinę talpyklą. Tai leistų gerokai pailginti kogeneracinio bloko veikimo trukmę ir daugumą darbo valandų veikti didesniu apkrovimu;
 - įvertinti sąvartyno vartų mokesčio integraciją į jėgainės pajamų struktūrą. Kadangi buitinės atliekos bus deginamos, nereikės mokėti mokesčio už jų utilizaciją sąvartyne.
3. Siekiant išryškinti vieno ar kito kogeneracinio bloko pranašumą eksploatacijos metu, atliekant ekonominius skaičiavimus būtina sistemiškai įvertinti aplinkos taršos mokesčius.

Literatūra

- Casten, Th. R.; Schewe, Ph. R. 2009. Getting the Most from Energy, *American Scientist* 97: 26–33.
doi:10.1511/2009.76.26
- COWI Baltic, TSP. 2005. *Didelio naudingumo kogeneracijos potencialo Lietuvoje analizė ir reikiamų metodikų ar kitų teisinių priemonių, būtinų pilnam Europos Parlamento ir Tarybos direktyvos 2004/8/EB įgyvendinimui, parengimas*. Lietuvos Respublikos ūkio ministerija. 103 p.
- COWI Baltic, TSP. 2007. *Biologiškai skaidžių atliekų tvarkymo Šiaulių regione priešprojektiniai pasiūlymai, įskaitant techninį-ekonominį pagrindimą*. Lietuvos Respublikos ūkio ministerija. 53 p.
- Denafas, G. 2006. *Buitinių atliekų deginimo galimybių projekto dokumentų parengimas. Pirminė galimybių studija*. Kauno technologijos universitetas. 86 p.
- EPTD 2004/8/EB. *Europos parlamento ir tarybos direktyva 2004/8/EB dėl termofikacijos skatinimo, remiantis naudingos šilumos paklausa vidaus energetikos rinkoje, ir iš dalies keičianti Direktyvą 92/42/EEB*.
- Galimi biomasės kuro išteklių, jų regioninis pasiskirstymas Lietuvoje [interaktyvus]. 2002. *Atsinaujinantieji ir vietiniai energijos išteklių (AVEI)*. [žiūrėta 2009 m. spalio 13 d.] Prieiga per internetą: <http://www.leka.lt/index.php?content=pages&lng=lt&page_id=31&news_id=44&PHPSESSID=2cf09e0f3860ea694aa3a130b397587b>.
- Henning, M.; Andersen, K. K.; Anders, N. A. 2002. *EnergyPRO users guide*. Hobro Offset. 155 p.
- Martinaitis, V.; Šiupšinskas, G.; Narbutis, B. 2004. Nedidelės galios kogeneracinių jėgainių šilumos akumuliacinių dydžių paieška, *Energetika 2*: 47–53.
- Revoldas, V.; Denafas, G. 2002. Degimo procesų ekologiskumo ir emisijų apskaičiavimų metodikos patikimumo tyrimai augaline biomase kūrenamuose katiluose ir krosnyse, *Aplinkos tyrimai, inžinerija ir vadyba* 1(19): 43–51.
- Statistikos departamentas [interaktyvus]. 2010. Statistikos departamentas prie Lietuvos Respublikos Vyriausybės [žiūrėta 2010 m. vasario 9 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.stat.gov.lt/>>.
- Tarvydas, D. 2005. Energetinės sistemos plėtros analizei skirtų modelių apžvalga, *Energetika 1*: 40–45.
- Volker Quaschnig. 2005. Understanding renewable energy systems, *Earthscan*. London, 290.
- Žukauskas, G.; Zinevičius, F. 2007. Mažos galios kogeneracinės jėgainės Lietuvoje, *Energetika* 53(2): 43–47.

POSSIBILITIES OF COMBINED HEAT AND POWER PRODUCTION IN ŠIAULIAI REGION

M. Mickus, D. Biekša

Abstract

The article investigates the possibilities of biomass and municipal waste utilization in Šiauliai region by introducing a combined heat and power production plant. The paper presents an overview of biomass and municipal waste composition and identifies its heat value and generation quantities. Investigation includes modelling CHP plant operation based on real data that includes detailed information on actual heat load in Šiauliai, the current amount and prognosis of biomass production and waste generation in the area. Modelling suitable power plant size is performed. Economic evaluation has shown that the current economical indicators are poor. Energy generation from waste still requires additional support in order to be competitive.

Keywords: high-efficiency cogeneration, production of heat and power, biomass, municipal waste.