
Kuo pakeisime Ignalinos AE?

Ramūnas Gatautis

Lietuvos energetikos institutas,
Energetikos kompleksinių tyrimų
laboratorija,
Breslaujos g. 3,
LT-3035 Kaunas

Ignalinos AE suprojektuota ir pastatyta didelio buvusios Sovietų Sąjungos Šiaurės–Vakarų regiono poreikiams tenkinti. Ji turėjo bei tebeturi didelę įtaką Baltijos jūros rytinės pakrantės šalių energetikos ir ekonomikos plėtrai. Lietuvai, paveldėjusiai šią didžiulę jėgainę, iškyla aibė problemų ir nuo elektrinės likimo iš esmės priklauso, kaip bus plėtojamas Lietuvos energetikos sektorius. Nutarus elektrinę sustabdyti iki 2010 metų, iškart kyla klausimas – kuo gi pakeisime pagrindinį mūsų šalies elektros gamintoją? Straipsnyje šis klausimas nagrinėjamas kreipiant dėmesį į Lietuvos išpareigojimus aplinkosaugos srityje bei centralizuoto šilumos tiekimo vystymosi tendencijas. Problemai analizuoti sukurtas matematinis modelis, nagrinėti keli tikėtini Lietuvos elektros sistemos ir centralizuoto šildymo sektoriaus plėtros variantai.

Raktažodžiai: matematinis modeliavimas, centralizuotas šildymas, elektros tiekimas, Kioto susitarimai, termofikacinės elektrinės

1. ĮVADAS

Uždarius Ignalinos AE iš esmės pasikeis šalies elektros gamybos struktūra, kuri gali turėti esminės įtakos ir centralizuoto šilumos tiekimo sektoriui. Iki šiol Lietuvos elektros sistemos valdytojai prioritetą teikė atominei elektrinei kaip pigiausiai elektros šaltiniui, nustumdami kitus gamintojus. Pastariesiems bankrutuoti neteko, nes monopolinėje rinkoje jie buvo išlaikomi kaip rezerviniai šaltiniai (Lietuvos elektrinė) ar kaip pagrindiniai šilumos tiekėjai (Vilniaus, Kauno, Mažeikių TE). Perteklinės galios atsiliepė galutinei elektros energijos kainai, kuri toli gražu nebuvo žemiausia Baltijos šalyse. Liberalizuojant elektros rinkos santykius šių elektrinių ateitis nebeatrodo tokia užtikrinta, o iki 2002 m. pabaigos papildomo painumo įtraukdavo ir neaiški Ignalinos AE uždarymo data. Įvardijus šią datą aiškesnė tampa ir kitų Lietuvos elektrinių perspektyva.

Pagrindinis kandidatas pakeisti uždaromą Ignalinos AE yra Lietuvos elektrinė Elektrėnuose. Ji pastatyta 1962–1972 m. ir, deja, nėra naujausias ir moderniausias elektros šaltinis Lietuvoje. Pastaruosius dešimtį metų ji buvo atominės elektrinės rezervas ir dirbo tik minimaliu apkrovimu, būtinu elektrinės darbinei būklei palaikyti ir Elektrėnų miestui šildyti, todėl nėra labai sudėvėta. Elektrinė gali vartoti dviejų rūšių kurą – mazutą ir gamtines dujas bei, iš dalies, orimulsiją. Deginant orimulsiją ir mazutą į aplinką išskiriama daug teršalų, todėl jiems surinkti reikalingi kokybiški filtrai. Deja, Lietuvos E jie tik pradėti statyti. Nuo 2004 m. Lietuvoje įsigalios drau-

dimas deginti mazutą, turintį daugiau nei 1% sieros. Mazutą Lietuvos energetikos įmonės gaudavo iš dviejų šaltinių: iš Mažeikių naftos perdirbimo gamyklos ir įsiveždavo iš Rusijos. Jo sieringumas būdavo apie 2,5%. Įsivežti į Lietuvą didelius kiekius mazuto iš Vakarų yra mažai tikėtina alternatyva dėl aukštesnių šio kuro kainų ir brangesnio transportavimo. Esant tokioms aplinkybėms tikėtina, kad mazuto bus mažiau vartojama. Tokiu atveju pagrindiniu kuru tiek elektros, tiek šilumos gamyboje taps gamtinės dujos. Tačiau gamtinių dujų tiekimas nuo mazuto tiekimo iš esmės skiriasi. Lietuva turi neblogą gamtinių dujų vamzdyną, kuris, tikėtina, po privatizavimo bus plečiamas. Gamtinėms dujoms tiekti nereikia didelių pagalbinių kuro ūkių, kurie neišvengiami naudojant mazutą, todėl jas patogiu ir racionalu tiekti kuo arčiau vartotojo. Tokiu atveju statyti dideles sutelktas galias neverta, geriau daugiau ir mažesnių. Taip galima sumažinti tiek elektros, tiek šilumos tiekimo nuostolius. Šią akivaizdžią tiesą jau įvertino Vakarų Europos energetikos sektoriaus specialistai, tad decentralizacijos idėjos neaplenks ir Lietuvos. Įvertinus tai, kad tiekiant energiją galutiniam vartotojui Lietuvoje elektros tinkluose prarandama apie 15%, o centralizuoto šilumos tiekimo tinkluose apie 25–30% energijos, kad sistema, sudaryta iš daug nedidelių energijos šaltinių, daug patikimesnė už keleto didžiulių šaltinių darbą. Be to, konkurencija įmanoma ir tuo veiksmingesnė, kuo daugiau yra rinkos dalyvių. Taigi būtina nagrinėti Lietuvos energetikos ūkio decentralizacijos variantus. Iki šiol tai nebuvo plačiai daroma dėl kelių svarių priežasčių – Lietuva

paveldėjo griežtai centralizuotą energijos tiekimo sistemą, valdytą kaip natūralią monopoliją, be to, turinčią didelį generuojančių galių perteklių. Todėl atrodė neracionalu svarstyti decentralizacijos variantus ir planuoti statyti papildomus gamybos šaltinius. Tačiau elektros rinkos liberalizavimas bei šalies savivaldybes užgriuvusios centralizuoto šilumos tiekimo problemos, kurias jos pačios spręsti dažnai nepajėgios, sudaro sąlygas ateiti į energijos tiekimo verslą privačiam kapitalui su kokybiškesne vadyba ir racionalesniu požiūriu. Šiuo metu daugumos didesnių miestų energetikai jau svarsto galimybes statyti šiuolaikines kombinuoto ciklo elektrines, galinčias kartu tiekti ir elektrą, ir šilumą.

Kartu pažymėtina dar viena svarbi aplinkybė. Lietuva 1992 m. pasirašė Jungtinių Tautų bendrąją klimato kaitos konvenciją, kuria įsipareigojo mažinti bei sustabdyti šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijų augimą. Pagal šios konvencijos Kioto protokolą Lietuva įsipareigojo sumažinti šiltnamio dujų efektą sukeliančių dujų emisijas iki 2008–2012 m. 8% nuo 1990 m. lygio. Kaip žinia, energetikos sektorius yra vienas didžiausių gamtos teršėjų šiuolaikinėje ekonomikoje. Dirbant Ignalinos AE Lietuvos teršalų emisijos buvo santykinai mažos, nes organinio kuro deginta mažiau. Uždarius atominę elektrinę ir pagrindiniu elektros gamintoju tapus Lietuvos E teršalų emisijos išaugo. Lietuvos situacija, siekiant laikytis pasirašytų įsipareigojimų, sunkėja dar ir dėl to, kad sutartyse numatytas bendras apribojimas šaliai, o ne atskiram jos sektoriui. Todėl reikia įvertinti kito didelio gamtos teršėjo – transporto įnašą į „bendrą katilą“. 1990 m. Lietuvoje buvo apie 150 000 automobilių, šiuo metu – apie 1 milijoną. Emisijos padidėjo atitinkamai.

Įvertinus anksčiau išdėstytas mintis tikslinga išnagrinėti galimybę Ignalinos AE pakeisti ne Lietuvos E, o mažesnėmis kombinuoto ciklo termofikacinėmis elektrinėmis. Šio klausimo analizei sukurtas matematinis modelis.

2. MODELIS

Modelis sukurtas EFOM-ENV modelio pagrindu. Šiame modelyje elektros ir šilumos tiekimo sistemos aprašomos kaip orientuotas grafas, kurio šakos atitinka įvairius procesus (transportavimas, gamyba, vartojimas), o mazgai jungia atskirų technologijų šakas. Kiekviena technologija aprašoma tam tikrais parametrais – įrengta galia, investicijų dydžiu, kintamosiomis ir pastoviosiomis išlaidomis, tarnavimo trukme, naudingumo koeficientu ir t. t. Technologiniai procesai bei jų tarpusavio sąsajos aprašytos tiesinio programavimo lygtimis. Modelis parenka optimalią technologijų, kurios mažiausiomis sąnaudomis patenkina galutinio energijos vartotojo poreikius, rinkinį, atsižvelgdamas į nustatytus apribojimus.

Modelį sudaro 8 atskiri segmentai (1 pav.). Vienas jų vaizduoja dabartines pagrindines Lietuvos elektros sistemos elektrines (Ignalinos AE 1 ir 2 blokai, Lietuvos E, Kauno bei mažosios HE ir Mažeikių TE) (2 pav.). 6 segmentai aprašo didžiųjų Lietuvos miestų (Vilniaus, Kauno, Šiaulių, Panevėžio, Klaipėdos, Alytaus) šilumos tiekimo sistemas. Dar viename segmente agreguotai pavaizduotas 16 mažesnių miestų šilumos tiekimas (2 pav.). Kiekviename „šilumos“ segmente nagrinėjami penki alternatyvūs variantai aprūpinti galutinį vartotoją šiluma: dabartinės centrinės katilinės, naujos dujomis kūrenamos centrinės katilinės, nauja moderni kombinuoto ciklo termofikacinė elektrinė, mažoji termofikacinė elektrinė bei individualus apsirūpinimas šiluma naudojant gamtines dujas.

Dabartinės katilinės bei naujos didžiosios TE gali naudoti dviejų rūšių kurą (gamtines dujas ir mazutą), mažosios TE – tik gamtines dujas.

Mažosios ir didžiosios TE skiriasi tarnavimo laiku (atitinkamai 15 ir 30 metų) bei investiciniais ir eksploatacinių kaštais.

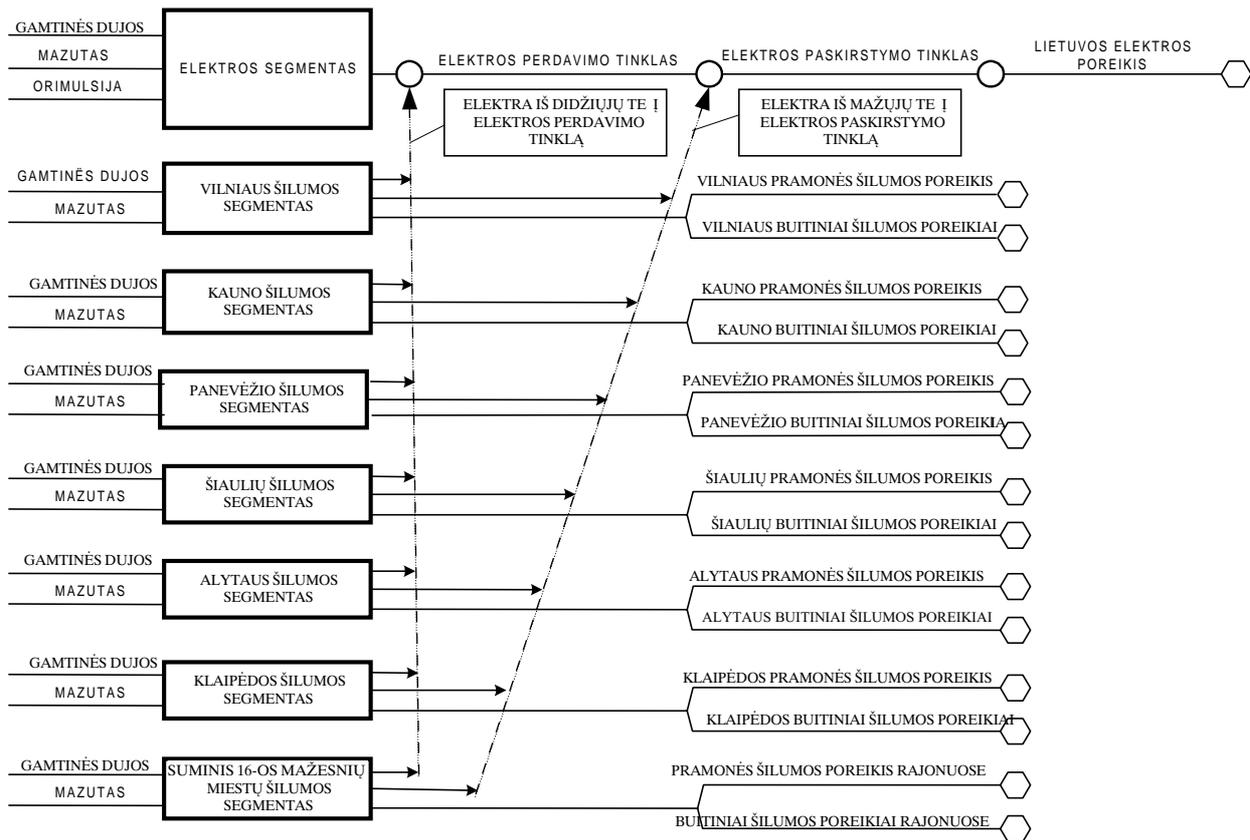
Didžiosios TE ir naujos dujinės katilinės yra centralizuoto šildymo šilumos šaltiniai, o mažosios TE tiekia šilumą į vietinį vartotojo šilumos paskirstymo tinklą. Šiuo atveju šilumos nuostoliai tinkle yra mažesni nei centralizuoto šilumos tiekimo vamzdynuose.

Skiriasi ir elektros tiekimas iš termofikacinių elektrinių. Didžiosios TE gaminamą elektrą atiduoda į šalies elektros perdavimo tinklą, mažosios – į elektros paskirstymo tinklą, nes praktika rodo, kad nedidelių elektrinių gaminama elektra visa ar bent didžioji jos dalis suvartojama vietoje, o ne perdavimo tinklais tiekiamas nutolusiam vartotojui, kaip yra stambiųjų elektrinių atveju.

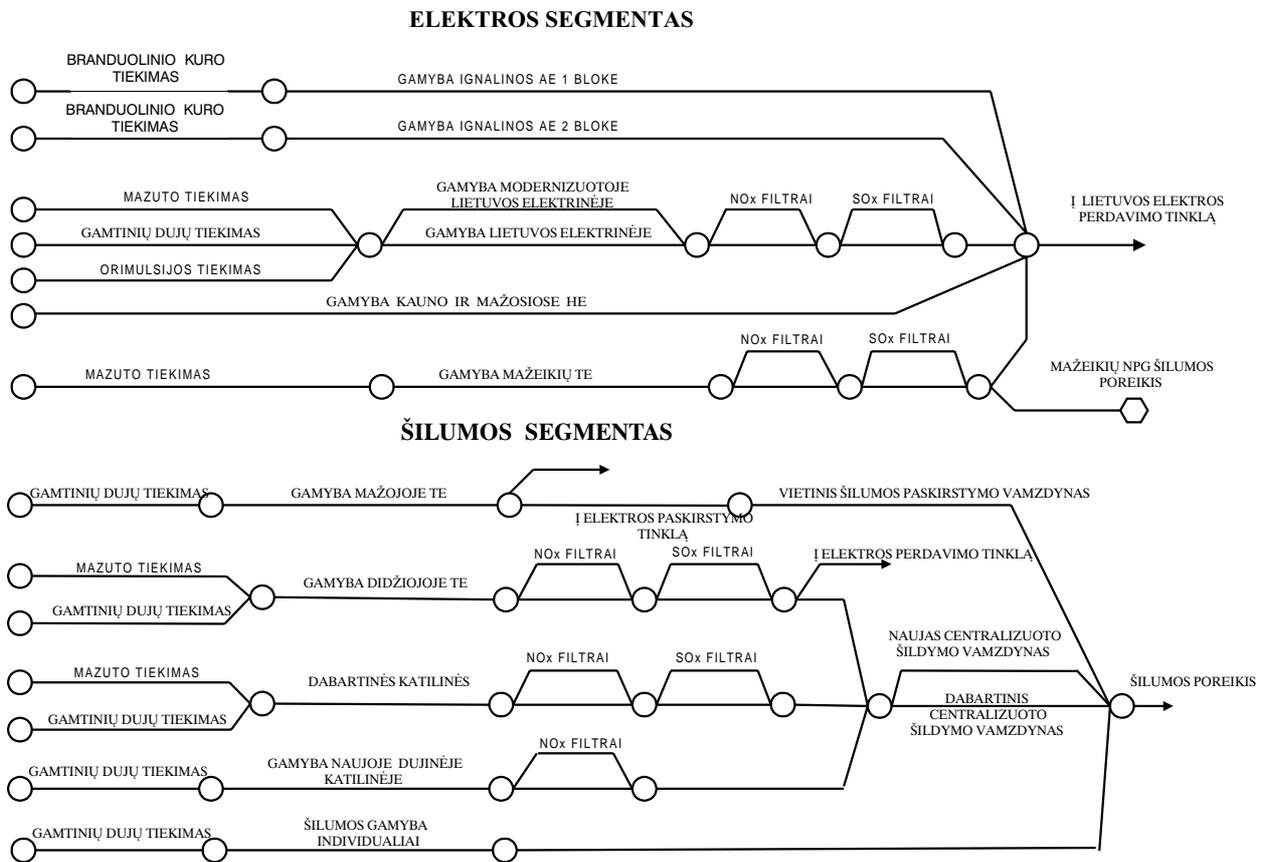
Didžiosios TE gali dirbti tiek termofikaciniu, tiek kondensaciniu režimais.

Gamtinių dujų kainos yra skirtingos priklausomai nuo vartotojo ir atitinkamai suvartojamų dujų kiekio. Kauno TE, Vilniaus TE ir Lietuvos E numatyta atnaujinti (išskyrus Lietuvos E 1 ir 2 termofikacinius blokus). Šių elektrinių modernizavimas pigesnis nei naujų elektrinių statyba, o atnaujintos technologijos yra efektyvesnės nei prieš modernizavimą. Modelyje numatyta galimybė atnaujinti centrinio šildymo vamzdynus.

Kiekviename šilumos segmente šilumos poreikis padalintas į dvi dalis – pramonės ir buities poreikį. Tiek šilumos, tiek elektros poreikių kitimas per metus pavaizduotas atskiriant žiemos ir vasaros periodus, kurių kiekvienas dar padalintas į bazinį ir pikinį. Elektrinėse ir centralizuoto šilumos tiekimo katilinėse taip pat numatyta galimybė statyti dūmų valymo filtrus: mazutą ir gamtines dujas deginančioms įrenginiams – sieros oksidų ir azoto oksidų,



1 pav. Modelio struktūra



2 pav. Modelio elektros ir šilumos segmentų struktūra

tik gamtines dujas – azoto oksidų. Modeliuojamas laikotarpis – nuo 2002 iki 2020 metų.

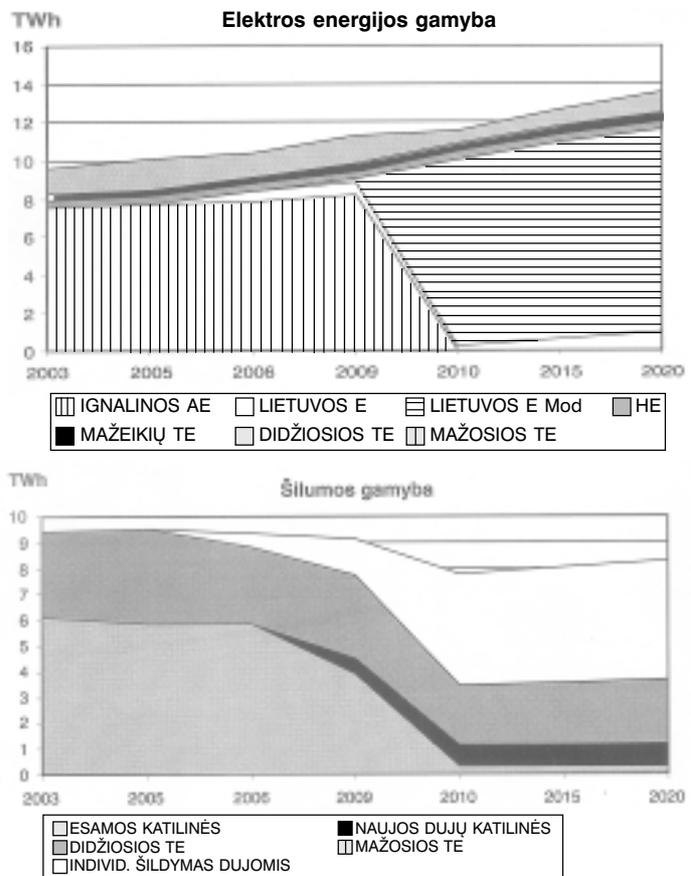
3. METODIKA IR REZULTATAI

Visuose nagrinėtuose scenarijuose numatyta, kad Ignalinos AE pirmasis blokas uždaromas 2005, o antrasis blokas – 2009 m. Dabartinių katilinių atveju daroma prielaida, kad jos savo techninį išteklių paibaigs iki 2010 m. ir bus uždarytos, išskyrus agreguotame šilumos segmente, aprašančiame 16 mažesnių šalies miestų, kuriame numatyta, kad 5% nuo esamos įrengtos galios jau atnaujinta. Tas pats su centralizuoto šildymo vamzdynais – daroma prielaida, jog iki 2010 m. jie galutinai susidėvės ir teks vamzdynus keisti naujais arba atsisakyti centralizuoto šildymo kaip technologijos. Naujuose vamzdynuose numatomi šilumos nuostoliai iki 9%. Skaičiavimuose nenauginėti elektros eksporto variantai, nes tarta, kad uždarius pagrindinį eksportuojamos elektros šaltinį – Ignalinos AE, kitų elektrinių gaminamos elektros kaina vargiai galės konkuruoti Rytų rinkoje, o galimybės eksportuoti energiją į Vakarų (ir sėkmingai konkuruoti ten) iki šiol yra neaiškios.

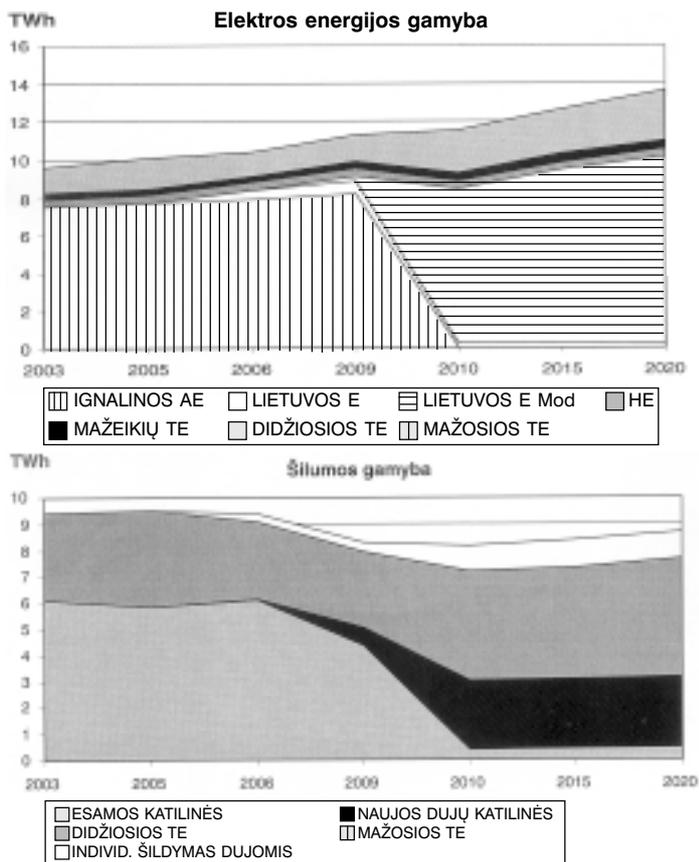
1 scenarijuje nagrinėtas variantas, kai jokie gamtos saugos reikalavimai teršalų emisijoms netaikomi. Kaip matyti 3 pav., uždarius Ignalinos AE antrąjį bloką pagrindiniu elektros gamintoju tampa modernizuota Lietuvos E (apie 87%), nedidelę dalį palikdama hidroelektrinėms (3%) ir modernizuotoms dabartinėms termofikacinėms elektrinėms (apie 10%). Šilumos tiekimo sektoriuje centralizuoto šildymo vamzdynai būtų atnaujinami gana vangiai ir tai vertėtų daryti tik ten, kur šilumos perdavimo nuostoliai maži (vartotojų santalka didelė ir jie nėra labai nutolę nuo centrinio šilumos šaltinio), pvz., Klaipėdoje, Kaune. Didžiųjų termofikacinių elektrinių gaminamos elektros energijos dalis sumažėtų nežymiai, nuo 35 iki 30%. Šiuo atveju apie pusę Lietuvos centralizuoto šildymo vartotojų pereitų prie individualaus šilumos ruošimo naudojant gamtines dujas. Šio scenarijaus įgyvendinimas Lietuvai atsietų apie 2,4 mlrd. litų, iš jų didžioji dalis tektų Lietuvos E (1,1 mlrd. Lt), Kauno TE (210 mln. Lt), Vilniaus TE (265 mln. Lt) atnaujinimui, naujiems šilumos vamzdynams (340 mln. Lt), naujai šilumos tiekimo įrangai (570 mln. Lt).

2 scenarijuje gamtos saugos sugriežtinimai taip pat netaikomi, tačiau nagrinėtas šilumos tiekimo variantas, kai siekiama miestuose išlaikyti centralizuoto šilumos tiekimo technologiją. Kaip žinia, dabar daugumos centralizuoto šilumos tiekimo įmonių savininkai yra

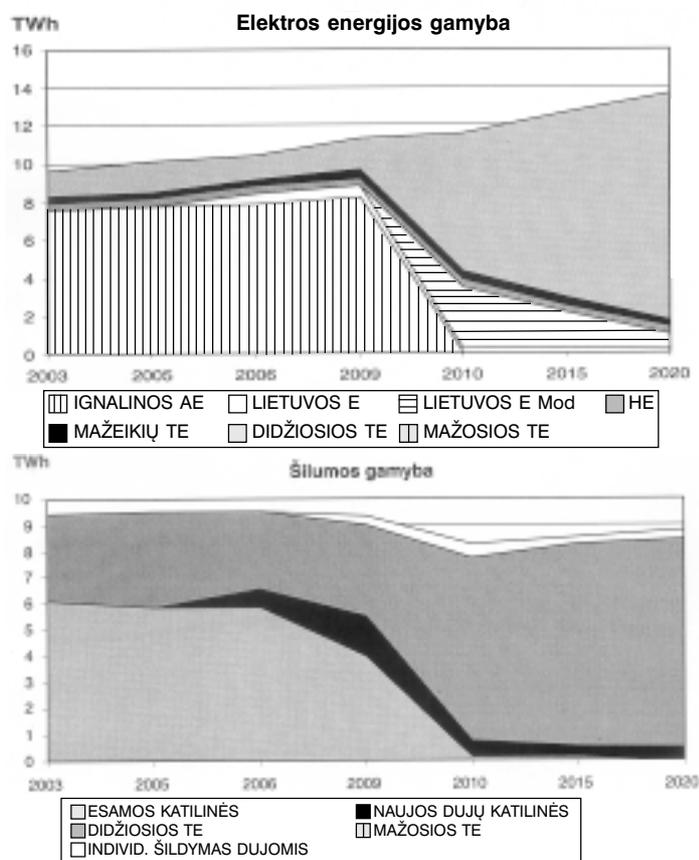
savivaldybės, kurios, siekdamos apsaugoti savo įmones nuo bankroto, dažnai uždraudžia atsisakyti esamiems šilumos vartotojams centralizuoto šilumos tiekimo paslaugų ir apsirūpinti šiluma savarankiškai. 2 scenarijuje daroma prielaida, kad priimamas sprendimas atnaujinti centralizuoto šildymo vamzdynus remiantis kitais kriterijais (patogumu, oro švara miestuose, strateginiu siekiu turėti galimybę naudoti kelių rūšių kurą, o tai paprasčiau didelėse katilinėse ir pan.). Šiuo atveju priimta išlyga, kad gali būti leista atsijungti tiems buitiniams vartotojams, kuriems tiekti šilumą centralizuotai ekonomiškai neverta, pvz., privačių namų kvartalamis, kuriuose vamzdynai ilgi, o suvartojamos šilumos kiekis menkas, nes iš dalies jie šiluma apsirūpina savarankiškai. Priimta, kad tokių vartotojų gali būti iki 30% nuo buitijoje sunaudojamos šilumos energijos kiekio. Iš skaičiavimo rezultatų matyti (4 pav.), kad šiuo atveju elektros gamybos struktūra labai nepakistų, tik daugiau elektros būtų pagaminama didelėse termofikacinėse elektrinėse (apie 23% po 2010 m.) ir sumažėtų Lietuvos E gamyba (nuo 87 iki 75%). Šilumos tiekimo sektoriuje didžiąją šilumos poreikio dalį tenkintų didelės TE (apie 50%) bei naujos dujų katilinės (32%). Senosios katilinės mažesniuose miestuose padengtų apie 5% poreikio, o individualus apsirūpinimas šiluma sudarytų apie 13%. Tokio scenarijaus įgyvendini-



3 pav. Elektros energijos ir šilumos gamyba. 1 scenarijus



4 pav. Elektros energijos ir šilumos gamyba. 2 scenarijus



5 pav. Elektros energijos ir šilumos gamyba. 3 scenarijus

2,7 mlrd. Lt. Iš jų: 1 mlrd. Lt Lietuvos E, 520 mln. Lt Vilniaus ir 200 mln. Lt Kauno TE modernizuoti, 650 mln. Lt šilumos vamzdynams atnaujinti, 310 mln. Lt. naujiems šildymo įrenginiams.

3 scenarijuje nagrinėta, kaip Lietuvos energetikos sektoriaus plėtrą paveiktų tarptautinių gamtosaugos sutarčių įsipareigojimų įgyvendinimas. Kadangi nėra nustatytų konkrečių limitų teršalų emisijoms atskirose ūkio šakose, tarp jų ir energetikai, orientuotasi į Lietuvos elektrinių ir centralizuoto šildymo sektorių emisijas 1990 m., jas sumažinant 8%. Todėl modelyje įtraukti tokie emisijų apribojimai energetikos sektoriui: SO_2 – 70 000 t, NO_x – 33 000 t ir CO_2 – 15100000 t. Atsakymai, gauti įvedus šiuos apribojimus, pateikti 5 pav. Tiek elektros, tiek šilumos gamybos sektoriuose vyrauja didelės kombinuoto ciklo termofikacinės elektrinės. Tai susiję su šių elektrinių dideliu naudingumo koeficientu (0,8 dirbant termofikaciniu režimu ir 0,5 – kondensaciniu), todėl gaminant energiją suvartojama mažiau kuro ir išskiriama mažiau teršalų. Tokio scenarijaus įgyvendinimas kainuotų kur kas brangiau nei kiti nagrinėti scenarijai – 4,8 mlrd. Lt. Iš jų: modernizacija Lietuvos E 480 mln. Lt, Vilniaus TE 567 mln. Lt, Kauno TE 210 mln. Lt, naujų termofikacinių elektrinių statyba Šiauliuose 200 mln. Lt, Panevėžyje 290 mln. Lt, Klaipėdoje 944 mln. Lt, Alytuje 220 mln. Lt ir mažesniuose Lietuvos miestuose 782 mln. Lt. Šilumos tinklams atnaujinti reikėtų 780 mln. Lt, 110 mln. Lt naujiems šildymo įrenginiams bei 210 mln. Lt teršalų filtrų statybai.

Pažymėtina, kad visuose variantuose šilumos gamyba po 2010 m. sumažėja, šilumos poreikis, nors ir nežymiai, nuolat kyla. Taip atsitinka dėl naujų technologijų įgyvendinimo, padidėjus įrenginių naudingumo koeficientams, sumažėjus nuostoliams šilumos transportavimo vamzdynuose.

4. IŠVADOS

1. Ignalinos AE uždarymas ir tarptautinių sutarčių teršalų emisijoms mažinti įgyvendinimas turės esminę įtaką Lietuvos energetikos plėtrai. Vertinant pažangios termofikacinės technologijos plėtros galimybes Lietuvoje būtina išsamiai nagrinėti elektros ir šilumos sektorius kartu.

2. Sukurtas optimizacinis matematinis modelis, leidžiantis nagrinėti esamų ir alternatyvių technologijų galimybes šalies energetikos

sektoriuje pagal jų techninius ir ekonominius parametrus bei įvertinti teršalų emisijų ribojimo pasekmes.

3. Išnagrinėti keli Lietuvos energetikos plėtros scenarijai ir nustatyta, kad naujos kombinuoto ciklo termofikacinės elektrinės padėtų išspręsti Kioto susitarimų įsipareigojimų įgyvendinimo problemą Lietuvoje.

Gauta
2003 11 20

Literatūra

1. E. van der Voort, Doni E., Thonet C. Energy supply modeling package EFOM-12C Mark I: Mathematical description. CABAY, Louvain-la-Neuve, Belgium, 1984.
2. Lietuvos nacionalinė energetikos strategija. Kaunas, Lietuvos ūkio ministerija, 1999.
3. Lietuvos nacionalinė energetikos strategija. Kaunas, 1994. T. 1.
4. Norvaiša E., Galinis A. Lietuvos elektros energetikos sistemos savaitinio darbo režimo optimizacinis modelis // Energetika. 2001. Nr. 2. P. 12–20.

Ramūnas Gatautis

WHAT CAN SUBSTITUTE THE IGNALINA NUCLEAR POWER PLANT?

S u m m a r y

The closure of the Ignalina Nuclear Power Plant will have an essential impact on the structure of heat generation in Lithuanian power and district heating sectors. In a normal case, the basic generator will become the Lithuanian Thermal Power Plant, which is a comparatively old and inefficient generator. It serves now as a reserve capacity for the Ignalina NPP in the Lithuanian power system. The basic fuel of the Lithuanian TPP is heavy fuel oil imported from Russia and containing high levels of sulphur. Emission of SO₂ will increase significantly in this case, and the aspiration of Lithuanian Government to satisfy the requirements of Kyoto and Göteborg protocols could be very problema-

tic. Increasing the share of CHP in the generation structure could be a good alternative seeking to solve the environmental problems and to implement the requirements of international agreements.

Key words: mathematical model, district heating, power production, Kyoto protocol, combined heat and power units

Рамунас Гатаутис

ЧЕМ ЗАМЕНИМ ИГНАЛИНСКУЮ АЭС?

Р е з ю м е

Заккрытие Игналинской АЭС повлечёт за собой серьёзные изменения в структуре снабжения Литвы теплом и электроэнергией. На эту ситуацию повлияют и другие проблемы: истощение технических ресурсов у старых котельных и трубопроводов централизованного теплоснабжения, а также лимиты загрязнения атмосферы по соглашению Киотовского протокола.

Главным претендентом заменить Игналинскую АЭС является Литовская электростанция в городе Электренай, которая последние 10 лет была основным резервом в электроэнергетической системе Литвы и работала лишь на минимально возможной мощности. Основное топливо для этой станции – российский мазут, содержащий много серы. Если Литовская электростанция станет работать на полную мощность, загрязнение атмосферы намного возрастёт и возможность соблюдать Киотовские обязательства будет проблематичной.

В статье представлен анализ возможности замены Игналинской АЭС рядом ТЭЦ комбинированного цикла. Для этой цели создана математическая модель на основе модели EFOM-ENV. В статье дано краткое описание настоящей модели и представлены результаты расчётов. Установлено, что ТЭЦ комбинированного цикла вполне способны заменить Игналинскую АЭС и решить проблему загрязнения атмосферы.

Ключевые слова: математическая модель, централизованное теплоснабжение, производство электроэнергии, Киотовский протокол, ТЭЦ