

Išorinių energijos gamybos kaštų įtaka Lietuvos energetikos sistemos funkcionavimui ir darniai plėtrai

**Egidijus Norvaiša,
Arvydas Galinis**

*Lietuvos energetikos institutas,
Energetikos kompleksinių tyrimų
laboratorija,
Breslaujos g. 3,
LT-44403 Kaunas*

Nagrinėjama išorinių energijos gamybos kaštų įtaka Lietuvos energetikos sistemos raidai. Tyrimo metu nustatyta, kokią įtaką turėtų šių kaštų integravimas į energetikos sistemos sąnaudas esamų ir naujų energijos gamybos technologijų įrengtai galiai bei energijos gamybai, kuro balansui, teršalų emisijai, atsinaujinančių energijos šaltinių panaudojimo galimybėms ir t. t. Atlikti energetikos sistemos optimizaciniai skaičiavimai 15 metų laikotarpiu. Išanalizuoti keturi scenarijai, kurie tarpusavyje skyrėsi išoriniais energijos gamybos kaštais.

Raktažodžiai: energetikos sistema, matematinis modeliavimas, išoriniai kaštai, kuro balansas, energija, teršalai

1. ĮVADAS

Pastaraisiais metais daug diskutuojama, kaip darniai plėtoti energetikos sistemą, kad būtų pasiektas ekonominių rodiklių ir poveikio aplinkai balansas, racionaliai vartojamas kuras ir mažinami energijos poreikiai, kartu duodant didžiausią naudą visuomenei. Vienas būdų yra į energetikos sistemos sąnaudas įtraukti visuomenės ir aplinkos patiriamus nuostolius dėl energijos gamybos, t. y. išorinius energijos gamybos kaštus [1]. Pagrindinis šio darbo tikslas yra nustatyti, kokią minėtų kaštų įvertinimas ekonominėje analizėje turėtų įtaką Lietuvos energetikos sistemos plėtrai, t. y. kaip paveiktų esamų ir naujų elektrinių darbą, teršalų emisijas, atsinaujinančių energijos šaltinių plėtrą ir pan. Siekiant atsakyti į šiuos klausimus buvo atlikti energetikos sistemos raidos optimizaciniai skaičiavimai, parenkant keletą skirtingų išorinių energijos gamybos kaštų reikšmių tam, kad būtų galima nustatyti, kaip į jų kitimą reaguoja Lietuvos energetikos sistema. Tačiau šiame darbe nesiekta nustatyti pačių išorinių energijos gamybos kaštų Lietuvos energetikos sistemoje. Nors tokio tipo uždaviniai yra sprendžiami, tačiau dėl daugybės subjektyvių vertinimo kriterijų, naudojamos metodikos sudėtingumo ir neišbaigtumo tikslus šių kaštų įvertinimas dar nėra įmanomas.

2. IŠORINIŲ ENERGIJOS GAMYBOS KAŠTŲ MODELIAVIMAS IR PRIELAIDOS

Skaičiavimams pasirinktas tarptautinio techninio bendradarbiavimo projekto „Energijos tiekimo Lietuvai

variantai: Multisektorinė integruota energijos poreikių, tiekimo ir aplinkosaugos analizė“ eigoje sukurtas Lietuvos energetikos sistemos modelis, skirtas darnios energetikos plėtros modeliavimui ir galintis įvertinti įvairias ateities energijos tiekimo strategijas [2]. Modelis buvo sukurtas MESSAGE programinės įrangos pagrindu. Siekiant įvertinti išorinių energijos gamybos kaštų įtaką Lietuvos energetikos sistemai buvo modeliuojamas jos funkcionavimas ir vystymas penkiolikos metų laikotarpyje (2000–2014 m.) ir gauti rezultatai palyginti su scenarijumi, kai šie kaštai nėra vertinami (bazinis scenarijus). Bazinis scenarijus – tai Lietuvos energetikos sistemos vystymo variantas, kai po Ignalinos AE uždarymo 2009 m. parenkamas vadinamasis „organinio kuro“ scenarijus, t. y. pagrindiniais energijos gamintojais Lietuvoje tampa nauji kombinuoto ciklo dujų turbininės elektrinės blokai Lietuvos elektrinės aikštelėje ir dalinai modernizuota Lietuvos elektrinė [3]. Nors šis scenarijus sąlygoja mažiausius energetikos sistemos kaštus, tačiau iš energijos tiekimo patikimumo pozicijų Nacionalinėje energetikos strategijoje prioritėtinu laikomas Lietuvos energetikos sistemos vystymo scenarijus, kuriame atliekama visa Lietuvos elektrinės modernizacija, įgalinanti ją vartoti net trijų rūšių kurą. Tačiau šiame darbe, siekiant kuo tiksliau įvertinti energetikos sistemos pokyčius, kuriems įtakos turi tik išoriniai energijos gamybos kaštai, palyginimui buvo pasirinktas scenarijus, neturintis politines nuostatas atspindinčių modelio ribojimų.

Išorinių energijos gamybos kaštų reikšmės, naudojamos skaičiavimuose, buvo įvertintos apytiksliai, remiantis „ExternE“ (<http://externe.jrc.es>) projekto

rezultatais. Šio projekto eigoje kiekvienai Europos Sąjungos (ES) valstybei pagrindiniams teršalų tipams buvo nustatytos tam tikros išorinių energijos gamybos kaštų įverčių ribos (1 lentelė). Šių reikšmių ribos gana plačios todėl, kad jos labai priklauso tiek nuo nagrinėjamos technologijos, tiek nuo vietovės ypatumų, tiek nuo daugybės kitų priedaidų. Šiame darbe buvo apskaičiuotas visų ES šalių mažiausių ir didžiausių išorinių kaštų reikšmių vidurkis pagrindiniams teršalų tipams ir gautos reikšmės proporcingai bendrajam vidaus produktui (BVP) buvo perskaičiuotos Lietuvos sąlygoms. Kitaip tariant, ES rodikliai buvo padauginami iš koeficiento, kuris apskaičiuotas Lietuvos BVP, tenkantį vienam gyventojui (apskaičiuotą pagal perkamosios galios paritetą), padalijus iš ES BVP, tenkančio vienam gyventojui. Gauti skaičiai apibrėžia tam tikrą išorinių energijos gamybos kaštų reikšmių intervalą. Buvo padaryta prielaida, kad į šį intervalą galėtų patekti Lietuvos elektrinių išoriniai energijos gamybos kaštai. Pabrėžtina, kad norint tiksliai nustatyti išorinius energijos gamybos kaštus Lietuvoje, juos reikėtų įvertinti kiekvienoje elektrinėje atskirai, atsižvelgiant į daugybę kriterijų, tokių kaip teršėjo geografinė padėtis, gyventojų tankumas, energijos gamybos techno-

logija, kuro rūšis, kamino aukštis, oro sąlygos ir t. t. Tačiau šiam tyrimui tikslus šių sąnaudų nustatymas nėra būtinas, nes siekta tik parodyti galimą išorinių energijos gamybos sąnaudų įtaką Lietuvos energetikai. Todėl rezultatai turėtų būti interpretuojami tik kaip orientaciniai ir leidžiantys susidaryti bendrą nagrinėjamos problemos vaizdą. Rezultatai galėtų būti panaudoti kaip pagrindas svarstant įvairių politinių sprendimų, turinčių įtakos darniai energetikos plėtrai, alternatyvas, pranašumus bei trūkumus [4].

Išorinių energijos gamybos kaštų Lietuvos energetikos sistemoje modeliavimas buvo atliekamas, nustatant papildomą kainą už kiekvieną energetikos sektoriaus išskiriamą teršalų toną per visą nagrinėjamą laikotarpį. Buvo nagrinėjami keturi sce-

Kaina už emisijas	Bazinis	„Mažų“ kaštų	„Vidutinių“ kaštų	„Didelių“ kaštų
	scenarijus			
CO ₂ EUR/t	–	5,8	11,6	23,2
SO ₂ tūkst. EUR/t	–	1,114	2,229	3,825
NO _x tūkst. EUR/t	–	1,291	2,584	4,241

1 lentelė. Išorinės energijos gamybos sąnaudos ES šalyse (perskaičiuota į 2003 m. eurus) [5]

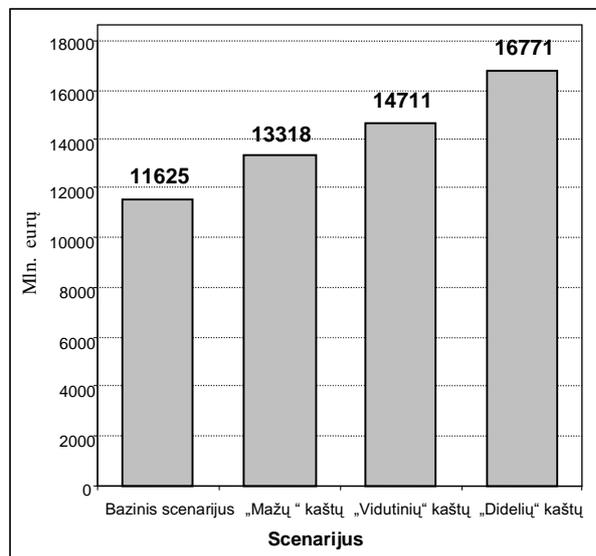
ES šalis	Išorinės energijos gamybos sąnaudos, susijusios su emisijomis, EUR 2003/t			
	SO ₂		NO _x	
	minimali	maksimali	minimali	maksimali
Austrija	13033	13033	13033	24328
Belgija	16491	17977	16705	17806
Danija	4330	6105	4750	6847
Suomija	1487	2152	1234	2010
Prancūzija	10861	22156	15639	26066
Vokietija	2607	19822	15849	21866
Graikija	2864	11342	1796	11292
Airija	4055	7675	3982	4344
Italija	8254	17377	6661	19646
Olandija	8985	10978	7936	8812
Portugalija	7183	7854	8652	9502
Ispanija	6110	13877	6735	17458
Švedija	3439	4069	2834	3389
Jungtinė Karalystė	8728	14517	8306	13919
ES šalių vidurkis	7030	12067	8151	13378
ES šalių vidurkis, perskaičiuotas pagal Lietuvos BVP	2229	3825	2584	4241

narijai, kurie tarpusavyje skyrėsi kaina už išskirtų teršalų toną. Skirtumai tarp scenarijų pateikti 2 lentelėje. „Vidutinių“ kaštų scenarijaus išorinės sąnaudos skirtingiems emisijų tipams atitinka ES šalių vidurkio mažiausią reikšmę, perskaičiuotą pagal Lietuvos BVP. Analogiškai, „didelių“ kaštų scenarijus atitinka didžiausią ES išorinių kaštų vidurkio, perskaičiuoto pagal Lietuvos BVP, reikšmę. Atsižvelgiant į tai, kad išoriniai kaštai į Lietuvos energetikos sistemą gali būti įtraukiami palaipsniui, pradedant nuo reikšmių, mažesnių už ES išorinių kaštų minimalaus vidurkio reikšmę, buvo pasirinktas dar vienas – „mažų“ kaštų scenarijus. Šis scenarijus buvo gautas „vidutinių“ kaštų scenarijaus reikšmės sumažinus 50%. Atlikus skaičiavimus buvo nagrinėjami skirtingų elektrinių parametrai, tokie kaip įrengtas galingumas, energijos gamyba, investicijos, teršalų emisijos, kuro suvartojimas ir pan. Visi šie parametrai buvo analizuojami ir lyginami su bazinio scenarijaus parametrų reikšmėmis, šitaip įvertinant skirtumus dėl išorinių kaštų įtakos ir nustatant energetikos sistemos plėtros tendencijas, esant skirtingoms šių kaštų reikšmėms.

3. IŠORINIŲ ENERGIJOS GAMYBOS KAŠTŲ ĮTAKA LIETUVOS ENERGETIKOS SISTEMOS OBJEKTAMS

Vienas parametru, kurio pagalba aiškiai galima palyginti skirtingų scenarijų skaičiavimo rezultatus, yra uždavinio tikslo funkcija (1 pav.). Tikslo funkcija atspindi visus diskontuotus Lietuvos energetikos sistemos eksploatacijos ir plėtros kaštus per nagrinėjamą laikotarpį (šiuo atveju 2000–2014 m.).

Kaip matyti 1 pav., išorinių energijos gamybos kaštų įvertinimas labai smarkiai veikia diskontuotus energetikos sistemos kaštus. Net „mažų“ išorinių kaštų scenarijaus atveju tikslo funkcijos padidėjimas sudaro 1693 mln. eurų, arba 15% bazinio scenarijaus energetikos sistemos kaštų reikšmės. „Didelių“ kaštų scenarijaus atveju tai būtų 5146 mln. eurų, arba

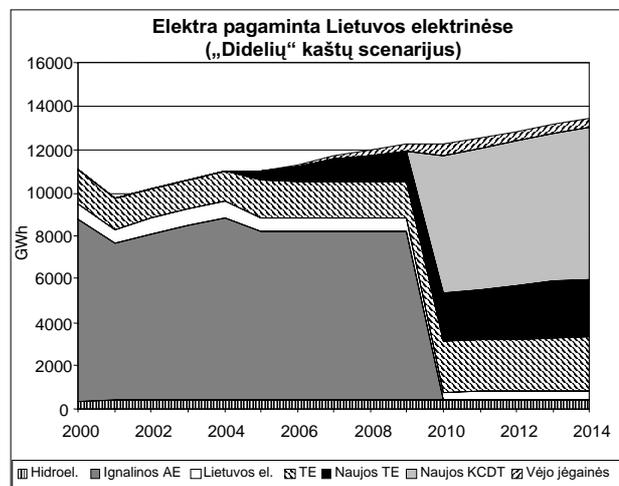
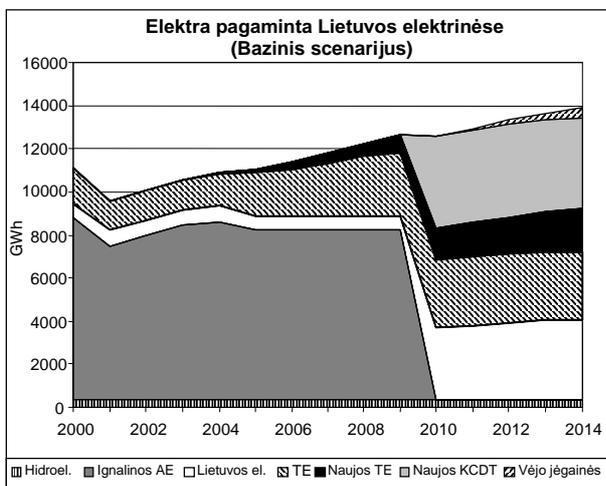


1 pav. Diskontuoti energetinės sistemos eksploatacijos ir plėtros kaštai per nagrinėjamą laikotarpį

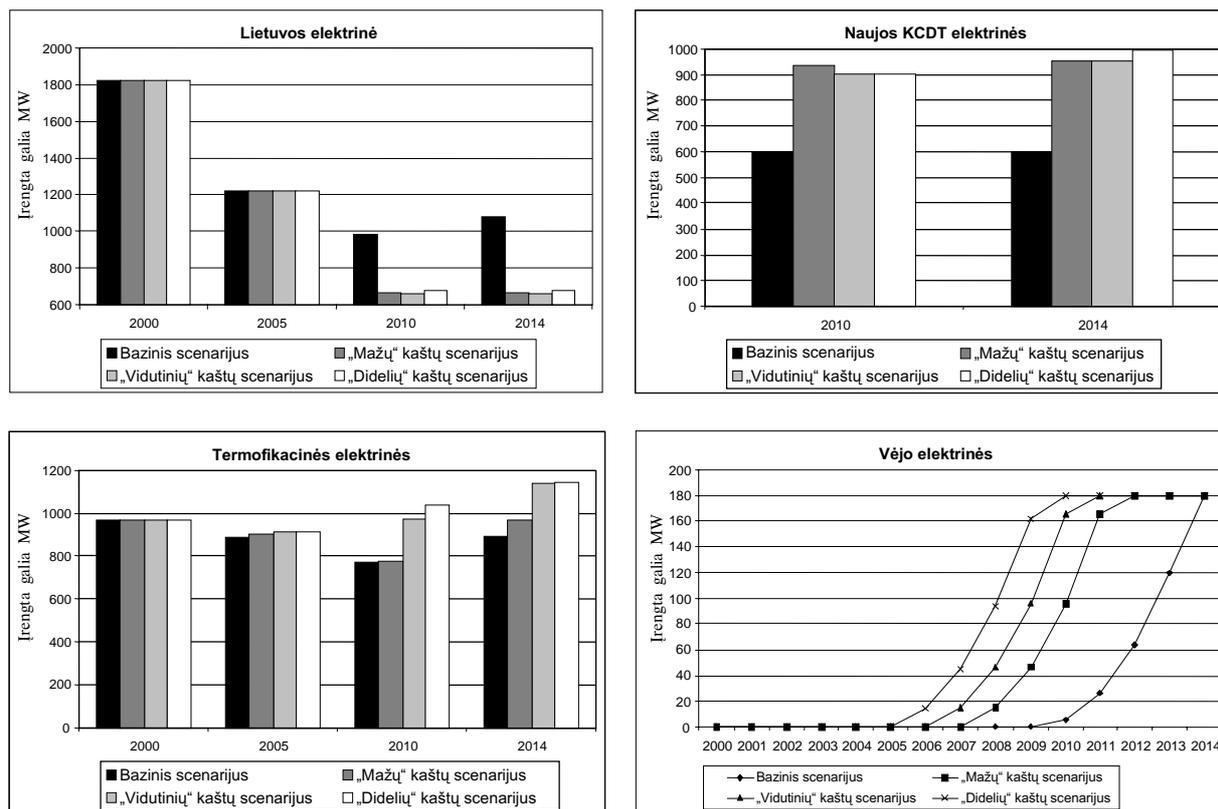
44% daugiau nei baziniame scenarijuje. Išaugusius energetikos sistemos kaštus šiuose scenarijuose sąlygoja išoriniai kaštai ir didesnės kintamosios energetinių technologijų eksploatavimo išlaidos. Kintamosios išlaidos didėja dėl smarkiai išaugusio dujų suvartojimo, nes šis kuras yra brangesnis nei orimulsija ar mazutas. Pastoviosios išlaidos ir investicijos dėl naujų galingumų įrengimo irgi išauga, tačiau jos sudaro palyginti nedidelę dalį (apie 13%) bendrame išlaidų balanse.

Bendras elektros energijos gamybos Lietuvoje pokytis dėl išorinių kaštų įvertinimo pateiktas 2 pav. Matyti, kad išoriniai kaštai turi labai nedidelę įtaką Ignalinos atominės elektrinės darbui. Kaip ir baziniame scenarijuje, po pirmojo bloko uždarymo ši elektrinė visiškai apkraunama ir gamina maksimaliai galimą energijos kiekį. Nauja atominė elektrinė neparenkama nė viename iš nagrinėtų scenarijų. Tačiau atlikti papildomi skaičiavimai rodo, kad „didelių“ kaštų scenarijaus atveju naują AE pastačius „priverstinai“ tikslo funkcijos reikšmė yra praktiškai tokia pati, kaip KCDT elektrinių statybos atveju. Dar keliais procentais padidinus išorinius kaštus gaunama, kad kaip alternatyva yra parenkama nauja atominė elektrinė, atitinkamai sumažinanti kombinuoto ciklo elektrinėse įrengtus galingumus. Taigi galima daryti išvadą, kad „didelių“ kaštų scenarijuje šios dvi energijos gamybos alternatyvos ekonominiu požiūriu yra identiškos.

Didžiausią įtaką išoriniai energijos gamybos kaštai turi Lietuvos elektrinės energijos gamybai ir pareikalaujamam galingumui (2, 3 pav.). Baziniame scenarijuje po Ignalinos AE uždarymo Lietuvos elektrinė tampa vienu pagrindinių elektros energijos gamintojų Lietuvoje. Tačiau skaičiavimai rodo, kad išorinių kaštų įvertinimas ekonominėje analizėje labai nepalankiai atsilieptų šios elektrinės perspektyvoms ir ji užleistų savo pozicijas kitoms elektrinėms. Baziniame variante



2 pav. Elektros energijos gamyba pagal skirtingus scenarijus



3 pav. Įrengta (pareikalaujama) galia elektrinėse

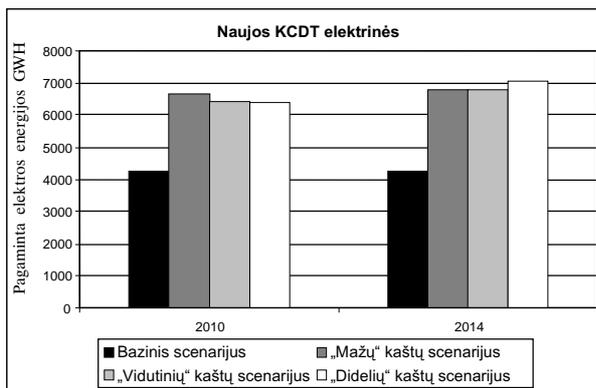
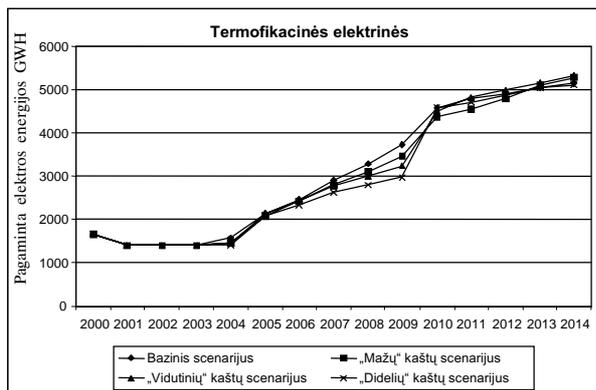
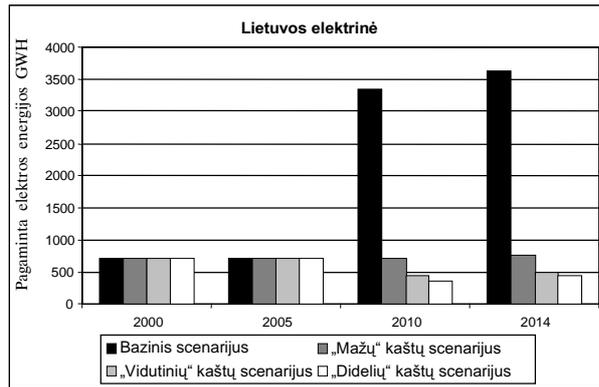
šioje elektrinėje įdiejami dūmų nusierinimo įrenginiai, taigi ši elektrinė gali deginti ne tik dujas, bet ir orimulsiją. Scenarijuose su išoriniais kaštais elektrinės yra priverstos labiau apriboti emisijas, todėl pagrindiniu kuru tampa dujos, o dūmų nusierinimo įrenginiai įrengiami daug mažesnės galios. Dėl geresnio naudingumo koeficiento elektros energijos gamyba perkeliama į naujas kombinuoto ciklo dujų turbinines (KCDT) elektrines. Nepriklausomai nuo išorinių kaštų dydžio Lietuvos elektrinės įrengta galia po 2009 m. sumažėja iki 650–670 MW, o energijos gamyba sudaro tik apie 20% nuo bazinio scenarijaus lygio. Taigi išorinių kaštų integravimas sąlygotų kur kas didesnę priklausomybę nuo gamtinių dujų.

Scenarijuose su išoriniais kaštais naujos KCDT elektrinės tampa pagrindiniu elektros energijos gamintoju po Ignalinos AE uždarymo ir generuoja net apie 50–53% elektros energijos, gaminamos Lietuvoje. Kaip ir baziniame scenarijuje, nauji KCDT blokai pradėti eksploatuoti po Ignalinos AE uždarymo, tačiau jų įrengta galia nepriklausomai nuo išorinių kaštų dydžio yra 300–350 MW, arba 51–59% didesnė (3 pav.). Skirtingai negu baziniame scenarijuje, KCDT elektrinių blokai yra pastatomi ne tik Lietuvos elektrinėse, bet ir Ignalinos AE aikštelėje. Bendras šių elektrinių metinis elektros energijos gamybos prieaugis 2014 m. scenarijuose su išoriniais kaštais sudaro 2150–2520 GWh, arba 50–59%

(4 pav.). Apie du trečdalius energijos gaminama Lietuvos elektrinės aikštelėje, o vienas trečdalis Ignalinos AE aikštelėje pastatytuose KCDT blokuose.

Skirtingai nei kondensacinėse, termofikacinėse elektrinėse (TE) įrengta galia labiau priklauso nuo pasirinktų išorinių kaštų dydžio (3 pav.). „Mažų“ kaštų scenarijaus atveju pokyčiai yra nedideli – įrengta galia šiose elektrinėse per nagrinėjamą laikotarpį padidėja iki 8%. Tačiau „vidutinių“ kaštų scenarijus jau gana smarkiai lemia TE įrengtą galią – po 2009 m. ji išauga net 25–30%. Tai lemia naujų TE statyba ir dujų bei garo turbinų prie esamų katilinių įrengimas, t. y. katilinių pervedimas į termofikacines elektrines. Esamos TE nmodernizuojamos (išskyrus Vilniaus TE-3) ir uždaromos vėliau jas pakeičiant naujais agregatais. Todėl 2006–2010 m. stebimas TE įrengtos galios sumažėjimas. Nagrinėjant skaičiavimo rezultatus buvo pastebėta, kad didėjant išoriniams kaštams vis patrauklesnė tampa katilinių transformavimo į TE alternatyva. Tuo tarpu suminiai įrengti galingumai naujose TE didžiausiose miestuose, mažose ir naudojančiose atsinaujinantį kurą TE išlieka beveik pastovūs.

Elektros energijos gamybos tendencijos šiose elektrinėse nedaug priklauso nuo išorinių kaštų dydžio. Didesni išoriniai kaštai didina naujose ir, atvirkščiai, mažina esamose TE gaminamos energijos kiekį. Tai ypač pastebima 2006–2010 m. Nors naujose TE ga-



4 pav. Elektros energijos gamyba elektrinėse

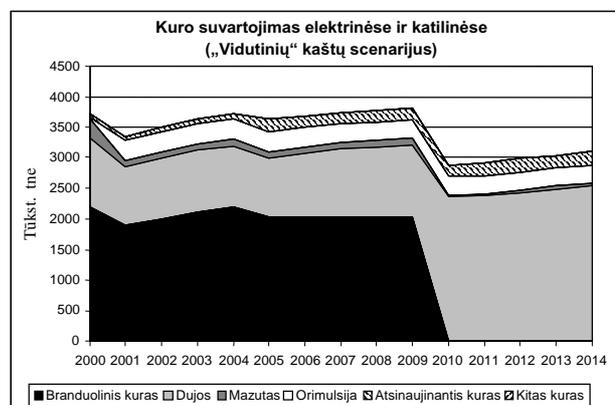
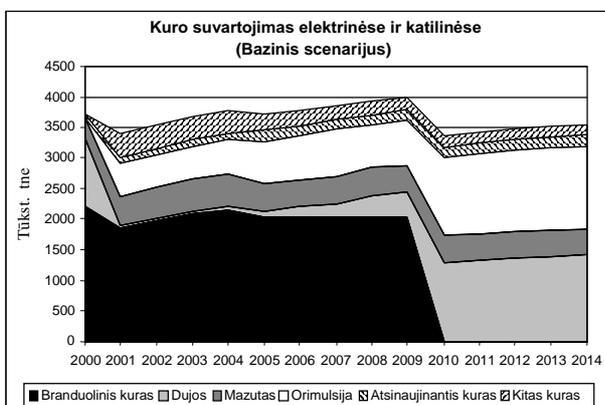
minamos elektros energijos kiekis, palyginti su baziniu scenarijumi, tais metais išauga net 2,2 karto, tačiau tai nekompensuoja Vilniaus, Kauno ir kitų esamų elektrinių gamybos sumažėjimo.

Įprastai vėjo jėgainėms sunku konkuruoti su pigesnėmis tradicinėmis energijos gamybos technologijomis. Vėjo jėgainės, kaip ir kiti AEEŠ, pasižymi mažomis išorinėmis energijos gamybos sąnaudomis, todėl jas įvertinus, vėjo panaudojimas elektros gamybai ženkliai išauga. Atlikus skaičiavimus gauta, kad vėjo elektrinės daug anksčiau nei baziniame variante tampa ekonomiškai patrauklia energijos gamybos alternatyva. Jos pradėtos eksploatuoti 2006–2007 m., tuo tarpu baziniame scenarijuje 2010 m. (3 pav.). Didžiausias galimas įrengtas galingumas vėjo elektrinėse pasiekiamas ne 2014, o jau 2011 m. Kuo didesni išoriniai kaštai tuo anksčiau pradėtos statyti vėjo jėgainės ir tuo greičiau yra pasiekiamas jų įrengtos galios limitas. Modeliuojant vėjo elektrinių įrengta galia yra apribota iki 180 MW [2], dėl riboto šių jėgainių statyboms tinkamų vietų skaičiaus.

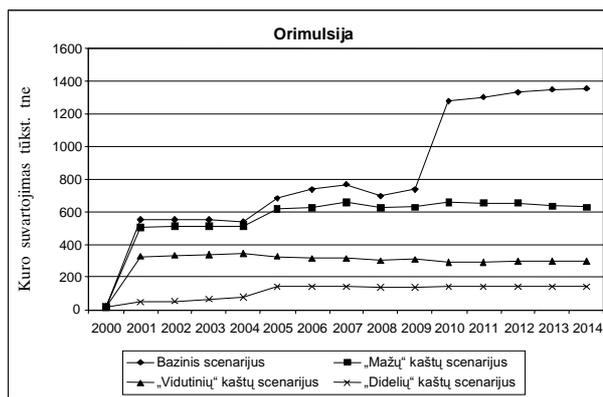
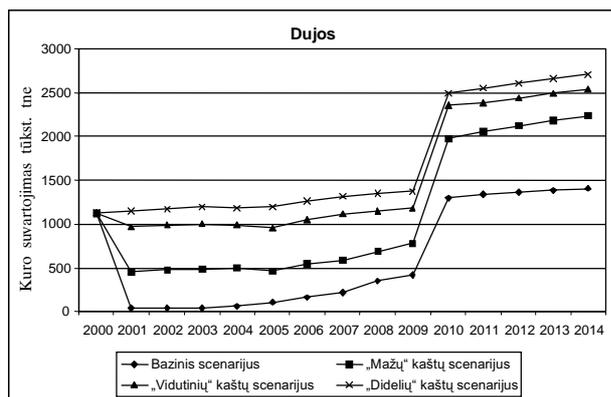
4. KURO SUVARTOJIMAS ELEKTRINĖSE IR KATILINĖSE

Išorinių sąnaudų įvertinimas optimizaciniuose energetikos sistemos skaičiavimuose turi gana ženkliai įtaką kuro balansui (5 pav.). Skaičiavimai rodo, kad per nagrinėjamą laikotarpį labiausiai padidėtų dujų suvartojimas. Baziniame variante suvartojamų dujų kiekis išauga tik po Ignalinos AE uždarymo, t. y. kai pastatomi nauji KCDT blokai ir modernizuojama Lietuvos elektrinė, tuo tarpu scenarijuose su išorinėmis sąnaudomis dujos deginamos dideliais kiekiais nuo pat nagrinėjamo laikotarpio pradžios (5, 6 pav.). Po 2010 m. dujų suvartojimas padidėja apie 80% ir sudaro net 82% nuo viso suvartoto kuro. Visuose scenarijuose dujų suvartojimas po Ignalinos AE uždarymo smarkiai šokteli.

Baziniame variante orimulsija yra antras pagal suvartojamą kiekį kuras ir sudaro beveik ketvirtada-



5 pav. Energijos gamybai sunaudoto kuro balansas pagal skirtingus scenarijus



6 pav. Dujų ir orimulsijos naudojimas energijos gamybai nagrinėjamuose scenarijuose

li (23%) nuo viso suvartoto kuro per nagrinėjamą laikotarpį (5 pav.). Ypač daug šio kuro deginta po Ignalinos AE uždarymo (6 pav.), kai buvo eksploatuojama Lietuvos elektrinė. Įvertinus išorinius energijos gamybos kaštus šio palyginti pigaus kuro patrauklumas smarkiai sumažėja dėl jį deginant gaunamos didesnės aplinkos taršos. Priklausomai nuo scenarijaus orimulsijos dalis kuro balanse per visą nagrinėjamą laikotarpį sumažėja nuo 23 iki 3–16 %.

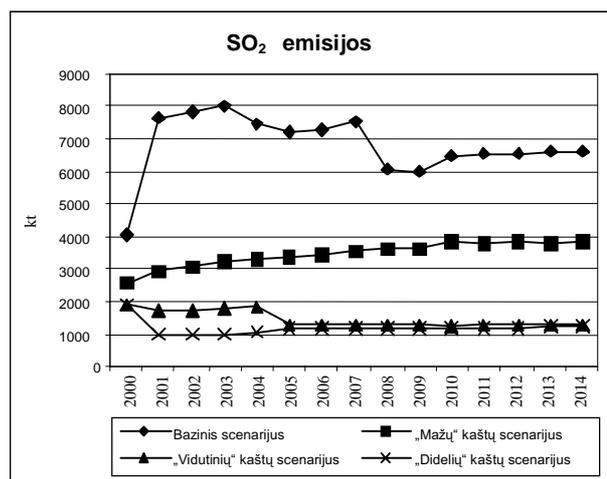
Kaip ir orimulsijos, mazuto suvartojimas smarkiai sumažėja (5 pav.). „Vidutinio“ scenarijaus atveju jo suvartojama iki 76–91% mažiau. Jo dalis kuro balanse per visą nagrinėjamą laikotarpį sumažėja nuo 12,4 iki 2,8%. Net esant „mažiams“ kaštams mazutas nėra patrauklus kuras dėl didelio sieros ir kitų teršalų kiekio jo sudėtyje ir jo dalis kuro balanse nėra didelė – tik 3,5%. Anglys ir durpės energijos gamyboje praktiškai nenaudojamos.

Po 2005 m. atsinaujinančio kuro vartojimas gerokai išauga visuose nagrinėtuose scenarijuose. „Mažų“ kaštų scenarijus būtų palankiausias atsinaujinančio kuro (mediena, biomasė) vartojimo augimui. Priklausomai nuo metų šio kuro suvartojimas išaugtų 5–32%, palyginti su baziniu scenarijumi, tuo tarpu „vidutinių“ ir „didelių“ kaštų scenarijuose suvartojimas augtų 5–22%.

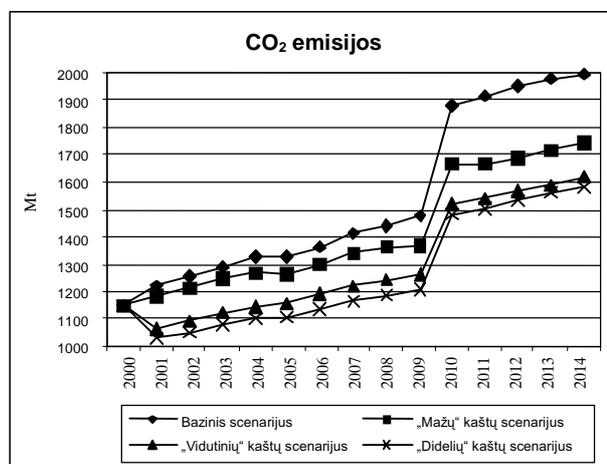
5. EMISIJOS

Atlikus skaičiavimus gauta, kad CO₂, SO₂ ir NO_x emisijos smarkiai sumažėja (7–9 pav.), labiausiai – SO₂ (7 pav.). Priklausomai nuo išorinių energijos gamybos kaštų dydžio ir metų SO₂ emisijos sumažėja 2–6 kartus. Ši sumažėjimą daugiausia lemia perėjimas nuo mazuto ir orimulsijos prie brangesnės, tačiau santykinai švaresnės kuro rūšies – dujų. Net „maži“ išoriniai kaštai turi didelę įtaką šiems teršalams – emisijos sumažėja 40–61%. Scenarijuje su „vidutiniais“ išoriniais kaštais SO₂ emisijų yra 75–82% mažiau, nes net 84% nuo viso suvartojamo kuro per

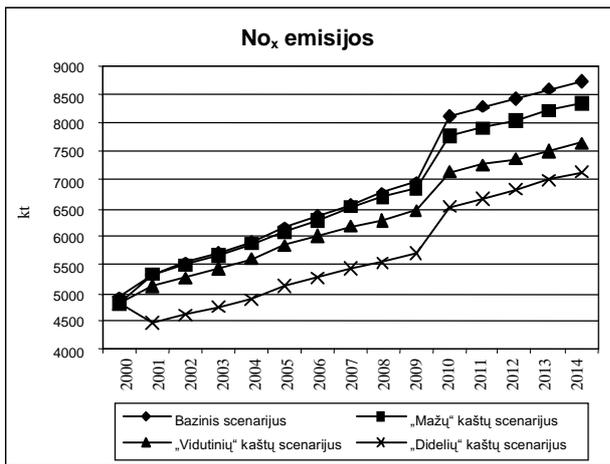
nagrinėjamą laikotarpį sudaro branduolinis kuras ir dujos. „Didelių“ kaštų scenarijus erdvės mažinti SO₂ emisijas nebesuteikia, nes dar daugiau suvartoti dujų beveik nėra galimybių. Baziniame scenarijuje gana didelės SO₂ emisijas lėmė tai, kad apie 27%, o po 2009 m. net 50% nuo viso suvartoto kuro sudarė



7 pav. SO₂ emisijos energetikos sektoriuje



8 pav. CO₂ emisijos energetikos sektoriuje



9 pav. NO_x emisijos energetikos sektoriuje

orimulsija ir mazutas, kurie nukonkuruodavo dujas savo kaina.

„Mažų“ kaštų scenarijuje CO₂ emisijos po Ignalinos AE uždarymo sumažėja 11–13% (8 pav.). Didesnį poveikį CO₂ emisijoms turėtų „vidutiniai“ išoriniai kaštai – emisijos sumažėja 13–20%. Išorinių kaštų didinimas („didelių“ kaštų scenarijus) neleidžia dar labiau sumažinti CO₂ emisijų. Po 2010 m. nepriklausomai nuo nagrinėjamo scenarijaus pastebimas CO₂ emisijų pagausėjimas dėl perėjimo nuo branduolinio kuro prie dujų energetikos sektoriuje.

NO_x emisijos „mažų“ kaštų scenarijuje tik po 2010 m. sumažėja 4–4,5% (9 pav.). Skirtingai nei kitų teršalų atveju, NO_x emisijos labiau sumažėja tik „didelių“ kaštų scenarijaus atveju – 16–20%. Kaip ir CO₂ atveju, po Ignalinos AE uždarymo pastebimas NO_x emisijų pagausėjimas.

6. IŠVADOS

Apibendrinant rezultatus, galima daryti išvadą, kad net maži išoriniai kaštai turi didelę įtaką tiek visos Lietuvos energetikos sistemos, tiek atskirų jos objektų darbui ir plėtrai. Nemaža energijos gamybos dalis palaipsniui perkeliama iš esamų elektrinių į naujas, turinčias didesnę naudingumo koeficientą. Po Ignalinos AE uždarymo pagrindiniu elektros gamintoju tampa nauji KCDT elektrinių blokai. Vėjo elektrinės pradamos statyti ir eksploatuoti anksčiau nei baziniame scenarijuje. Išorinių kaštų įtraukimas į energetikos sistemos kaštus leidžia net 40–60% sumažinti SO₂, iki 13% CO₂ emisijas. Tai daugiausia lemia perėjimas nuo mazuto ir orimulsijos deginimo prie gamtinių dujų, kurių suvartojimas per nagrinėjamą laikotarpį išauga dvigubai. Visa tai leidžia bent iš dalies pasiekti tuos tikslus, kurie ir keliami įtraukiant išorines energijos gamybos sąnaudas į energetikos sistemos kaštus: išryškunami AEEŠ pranašumai,

palyginti su tradiciniais energijos gamybos būdais, naudojamas švaresnis kuras, tausojama aplinka.

Anksčiau minėtos tendencijos išlieka, netgi dar labiau išryškėja, nagrinėjant „vidutinių“ kaštų scenarijų. Dujos tampa vyraujančiu kuru pirminio kuro balanse ir po 2010 m. sudaro net 82% nuo viso suvartoto kuro. Jos, išstumdamas kitas kuro rūšis, leidžia dar labiau sumažinti teršalų emisijas. Tačiau kuro tiekimo patikimumo atžvilgiu dujų vyravimas kuro balanse nėra teigiamas reiškinys, kadangi Lietuvos energetika taptų priklausoma nuo vienos kuro rūšies. Nėra abejonės, kad praktikoje tokia stipri priklausomybė bus neįmanoma, todėl greičiausiai reikės pirkti bei deginti ir kitos rūšies kurą, pvz., mazutą ar orimulsiją. Gali tekti įrengti ir taršos mažinimo priemonės (dūmų nusierinimo įrenginius). Visa tai dar labiau padidins energetikos sistemos ir energijos vartotojų išlaidas.

Išorinių kaštų didinimas („didelių“ kaštų scenarijus) praktiškai nebeturi įtakos nagrinėjamų energetikos sistemos parametrų pokyčiams. Tačiau diskontuoti energetikos sistemos kaštai papildomai išauga dar 2061 mln. eurų. Todėl šio scenarijaus įgyvendinimas praktikoje nebūtų tikslingas dėl sąlyginai mažo energetikos sistemos kaštų ir teigiamų pokyčių santykio.

Atominės elektrinės pasižymi palyginti nedideliais išoriniais kaštais, tačiau tik „didelių“ kaštų scenarijuje nauja atominė elektrinė ekonomine prasme susilygintų su KCDT elektrinėmis.

Nors išorinės sąnaudos skatina modernizuoti ir atnaujinti energetikos ūkį, ženkliai sumažina šalinių teršalų kiekį ir todėl sumažina neigiamą energijos gamybos poveikį žmonių sveikatai, aplinkai ir materialiniam turtui, tačiau smarkiai padidina energetinės sistemos ir energijos vartotojų išlaidas. Todėl, siekiant užtikrinti energetikos ir aplinkos subalansuotumą, išorinių energijos gamybos kaštų vertinime reikėtų siekti maksimalaus objektyvumo, nes „pervertintos“ jų reikšmės gali sukelti dideles neigiamas pasekmes energetikos sistemoje.

Gauta
2004 01 23

Literatūra

1. External Costs. Research results on socio-environmental damages due to electricity and transport. European Commission, 2003.
2. Energy supply options for Lithuania. A detailed multi-sector integrated energy demand, supply and environment analysis. International Atomic Energy Agency, 2004 (forthcoming).
3. Nacionalinės energetikos strategijos parengimas/įgyvendinimas, integravimasis į vakarų europos gamtinių du-

jų sistemas, dujų tiekimo patikimumo padidinimas. Galutinė ataskaita. 1 tomas. Lietuvos Energetikos Institutas, Kaunas, 2003.

4. „ExternE“ projekto tinklapis. ExternE project conclusions. <http://externe.jrc.es/All-EU+Conclusions.htm>.
5. „ExternE“ projekto tinklapis. ExternE project summary. <http://externe.jrc.es/All-EU+Summary.htm>.

Egidijus Norvaiša, Arvydas Galinis

THE INFLUENCE OF EXTERNAL COSTS OF ENERGY ON LITHUANIAN ENERGY SYSTEM OPERATION AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT

S u m m a r y

The results of analysis that assess the influence of external costs of energy on the Lithuanian energy system are presented. The main goal of analysis is to evaluate the impact of external costs on installed capacity and energy generation changes in new and existing power plants, fuel balance, emissions of pollutants, the use of renewable energy sources, etc. Optimization calculations of energy system operation and development for a fifteen-year period are made. Four scenarios with various values of external costs was analyzed.

Key words: energy system, mathematical modeling, external cost, balance of fuel, energy, emissions

Эгидиус Норвайша, Арвидас Галинис

ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ ЗАТРАТ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЭНЕРГИИ НА ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ И УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ ЛИТОВСКОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Р е з ю м е

Исследуется влияние внешних затрат при производстве энергии на развитие Литовской энергетической системы. В результате исследования установлено, какое влияние оказывает интегрирование этих затрат на энергетическую систему на установленную и потребляемую мощность существующих и новых энергетических производственных технологий, а также непосредственно на производство энергии, топливный баланс, объемы эмиссий, потребление возобновляющихся энергетических ресурсов и т. д. Проведены оптимизационные расчеты энергетической системы на период до 15 лет. Проанализированы четыре варианта, различающиеся между собой величиной значения внешних энергетических затрат на производство.

Ключевые слова: энергетическая система, математическое моделирование, внешние затраты, топливный баланс, энергия, эмиссии