

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
KLAIPĖDOS UNIVERSITETAS
LIETUVOS ENERGETIKOS INSTITUTAS

ILONA ALIŠAUSKAITĖ-ŠEŠKIENĖ

**ATSINAUJINANČIUS ENERGIJOS IŠTEKLIUS NAUDOJANČIŲ
ENERGIJOS GAMYBOS TECHNOLOGIJŲ NAMŲ ŪKIUOSE
PALYGINAMASIS VERTINIMAS**

Daktaro disertacijos santrauka
Socialiniai mokslai, ekonomika (04S)

2018, Kaunas

Disertacija rengta 2013–2017m. Lietuvos energetikos instituto Energetikos kompleksinių tyrimų laboratorijoje.

Mokslinis vadovas: prof. dr. Dalia ŠTREIMIKIENĖ (Lietuvos energetikos institutas, Socialiniai mokslai, ekonomika – 04S).

Mokslinis konsultantas: dr. Tomas BALEŽENTIS (Lietuvos agrarinės ekonomikos institutas, Technologijos mokslai, informatikos inžinerija – 07T).

Redagavo: Jūratė Kulčickytė-Gutaitė ir Aurelija Gražina Rukšaitė

Ekonomikos mokslo krypties daktaro disertacijos gynimo taryba:

Prof. dr. Daiva DUMČIUVIENĖ (Kauno technologijos universitetas, ekonomika – 04S) – **pirmininkė**;

Prof. dr. Veselin DRAŠKOVIĆ (Montenegro universitetas, Juodkalnija, ekonomika – 04S);

Prof. habil. dr. Valentinas KLEVAS (Kauno technologijos universitetas, ekonomika – 04S);

Prof. dr. Astrida MICEIKIENĖ (Aleksandro Stulginskio universitetas, vadyba – 03S);

Doc. dr. Asta SABONIENĖ (Kauno technologijos universitetas, ekonomika – 04S).

Disertacija ginama viešame ekonomikos mokslo krypties tarybos posėdyje, kuris įvyks 2018 m. rugpjūčio mėnesio 31 d., 9 val. Lietuvos energetikos instituto posėdžių salėje.

Adresas: Breslaujos g. 3-202, 44403, Kaunas, Lietuva.

Tel. (370) 37 300 042; faksas (370) 37 324 144, el. paštas: doktorantura@ktu.lt.

Disertacijos santrauka išsiųsta 2018 m. liepos 31 d.

Su disertacija galima susipažinti internetinėje svetainėje <http://ktu.edu>, Kauno technologijos universiteto (K. Donelaičio g. 20, 44239 Kaunas) ir Klaipėdos universiteto bibliotekose (K. Donelaičio a. 3. Klaipėda) bei Lietuvos energetikos institute (Breslaujos g. 3, Kaunas).

IVADAS

Aktualumas. Augant energijos paklausai visame pasaulyje, tradiciniai energijos ištekliai nyksta, o jų išsigijimo būdai kenkia aplinkai. Atsinaujinančių energijos išteklių (AEI) plėtra yra patraukli tradicinės energetikos alternatyva. Atsinaujinančių energijos išteklių ir jų naudojimo skatinimo klausimas ES gvildinamas jau seniai. Atsinaujinančių energijos išteklių ir jų technologijų skatinimo klausimas yra vienas pagrindinių Lietuvos Respublikos energetikos politikos tikslų, iškeltų Nacionalinėje Lietuvos energetikos (energetinės nepriklausomybės) strategijoje ir Lietuvos Respublikos atsinaujinančių išteklių energetikos įstatyme. Energijos efektyvumo didinimo politikos gali remtis tiesioginiais ir netiesioginiais kainų mechanizmais, tokiais kaip subsidijų panaikinimas ir išorinių sąnaudų (naudos) integravimas energijos kainose, mažinančiais vartojimo tendencijas kainoms jautriuose sektoriuose ir įrenginiuose (Štreimikienė, 2002a). Naudojant AEI technologijas, susidarantys išoriniai kaštai yra daug mažesni arba jų apskritai nėra, palyginti su iškastiniais energijos ištekliais. Išoriniais kaštais arba išorinėmis išlaidomis vadinama žala aplinkai, kurią daro tradicinio kuro (anglies, naftos produktų, gamtinių dujų) deginimas. Deja, ši konkreti žala, išorės kaštai (išorės išlaidos) neatsispindi tradicinių energetikos produktų (kuro) kainose, o šio kuro vartotojas nemoka už šiuos kaštus ir nekompensuoja jų daromos žalos žmonėms. Taigi galima teigti, jog vartotojai nesumoka visos tradicinių energijos išteklių kainos, vadinasi, tradiciniai energijos ištekliai yra netiesiogiai subsidijuojami ir nepaskirstomi efektyviai. Išorinių išlaidų neįvertinimas užkerta kelią AEI naudojančioms technologijoms prasiskverbti į rinką plačiu mastu (Klevas, Štreimikienė, 2006).

Remiantis ekonomikos teorija, vienas svarbiausių AEI skatinimo tikslų – integruoti išorinę AEI teikiamą naudą į energijos (pagamintos naudojant AEI technologijas) kainą. Šią naudą nustatyti ir parinkti tinkamas paramos priemonės yra sudėtingas mokslinis uždavinys. Pasaulyje išorinei AEI naudai nustatyti taikomas gyventojų pasirengimo mokėti (PM) už atskiras AEI technologijas vertinimas, nes jis leidžia įvertinti išorinę AEI naudą ir pagrįsti jiems teikiamą paramą, atsižvelgiant į visuomenės prioritetus ir visuomenės narių pasirengimą mokėti, bei skatinti konkrečias AEI technologijas. Be to, nors atsinaujinanti energija yra neišvengiamas tvaraus ekonomikos augimo pasirinkimas, investuojant į atsinaujinančios energijos technologijas, būtina atsižvelgti į daugelį veiksnių. Siekiant tvarios ateities, reikalingos politikos priemonės, kuriomis būtų sprendžiamos esamos problemos, nesukuriant naujų, o AEI technologijų tvarumo vertinimas gali būti pagrindinis veiksnys sėkmingai pasiekti šį tikslą. Diegiant ir naudojant AEI technologijas, tinkamai atliktas AEI

technologijų tvarumo įvertinimas gali užkirsti kelią galimoms kliūtims ir AEI patekimo į rinką barjerams arba juos apriboti, taip pat suteikti galimybę pasirengti pasekmėms, atsirandančioms dėl galimų AEI trūkumų.

Ištirtumo lygis. Pasak Klevas, Biekša ir Murauskaitė (2014), energijos išteklių gamyba, platinimas ir naudojimas regione yra iššūkis centrinei ir vietos valdžiai, verslui ir socialinėms paslaugoms, klientams ir kitiems suinteresuotiesiems subjektams. Mokslininkai savo darbe, analizuodami AEI integraciją į regioninius energetikos plėtros scenarijus, pabrėžė, kad vienas esminių regioninės energetikos sistemos plėtros tikslų turėtų būti AEI naudojimas (Klevas ir kt., 2014). Šalyje neįmanoma formuoti pagrįstos AEI skatinimo politikos, nežinant energijos vartotojų nuomonės ir preferencijų AEI technologijų tema. Lietuvos mokslininkų Klevas, Murauskaite, Kleviene ir Perednis (2013) nuomone, akivaizdu, kad pagrindinę AEI technologijų rinką nulemia vartotojas, o svarbiausia problema, lemianti, pvz., lėtą saulės energijos absorbcijos procesą, – dalies vartotojų žinių trūkumas, didelės investicijos, taip pat energijos tiekėjų ir vartotojų skirtumai šildymo sektoriuje. Energijos vartotojai dalyvauja įgyvendinant Lietuvos AEI energetikos politikos tikslus, tačiau jų nuomonė iki šiol nebuvo ištirta ir į ją nebuvo atsižvelgta. Be to, pasak Klevas, Bobinaite, Maciukaitis ir Tarvydas (2018), trūksta tyrimų, kurie leistų atsakyti į klausimus apie ekonomines prielaidas, kurios susieja energetikos politiką su ekonomiais rezultatais, ir pateisintų AEI technologijų naudojimo nacionaliniu mastu naudą. Šie mokslininkai, vertindami vėjo jėgainių technologijų diegimo įtaką ekonomikai savo darbe, pastebėjo, kad šiuo metu Lietuvoje taikomos AEI skatinimo priemonės neskatina vartotojų pasirinkti ekonomiškai optimaliausių technologijų, dažnu atveju diegiant nepagrįstai brangius įrenginius. Ši trūkumą lemia ryšio su rezultatų pasiekimu nebuvimas (Klevas ir kt., 2018).

Daugelis Lietuvos mokslininkų savo darbuose nagrinėjo AEI technologijų naudojimą ir jų skatinimo problemas, daugiausia orientuodamiesi į gamybos sektorių, pvz., Klevas ir Štreimikienė (2006) savo knygoje „Lietuvos energetikos ekonomikos pagrindai“ analizavo atsinaujinančios energijos ekonomikos skatinimą ir finansines bei ekonomines skatinimo priemones; Klevas (2015) parengė rekomendacijų rinkinį, skirtą vieningiems AEI technologijų efektyvumo vertinimo ir ilgalaikės skatinimo sistemos principams; Katinas, Markevicius, Erlickyte ir Marciukaitis (2008) analizavo metodus, kuriais būtų galima integruoti AEI į Lietuvos energetikos sektorių, ir nagrinėjo jų įtaką aplinkai; Čiegis ir Zeleniūtė (2008) aptarė Lietuvos ekonomikos tvarumo aspektą; Galinis, Lekavičius ir Miškinis (2010) analizavo platesnį AEI panaudojimą; Streimikiene, Balezentis, Krisciukaitienė ir Balezentis (2012) ištyrė ir aprašė daugiakriterio

vertinimo sistemą siekiant pasirinkti labiausiai tvarias energijos technologijas; Gaigalis, Markevičius, Katinas ir Skema (2014) – kaip AEI skatinimas Lietuvoje atitinka ES strategiją ir politiką.

Tačiau AEI panaudojimo tema pasaulyje yra aptariama vis plačiau. Tarp individų požiūrio į aplinkosaugą ir ekologinio elgesio yra glaudus ryšys – svarbu žinoti energijos vartotojų požiūrius, nes jų požiūris yra jų elgesio pagrindas (Ek, 2005; Stigka, Paravantis ir Mihalakakou, 2014). Pastaraisiais metais paskelbtuose tyrimuose daugiausia dėmesio skiriama vartotojų AEI technologijų preferencijoms (pasirinkimams), kurios, kaip pastebima, nuolat augo, kartu didėjant ir surenkamų duomenų srautui (Sundt ir Rehdanz, 2015). Egzistuoja daugybė minėtų technologijų tvarumo vertinimo metodų ir tyrimų tipų. Pavyzdžiui, Wood, Kenyon, Desvousges ir Morander (1995) savo darbuose analizavo kelių vartotojų segmentų PM, kurių vieną sudarė energijos vartotojai. Hanley ir Nevin (1999) aprašė PM metodą kaip tinkamiausią siekiant įvertinti „individualų PM už aplinkosauginės gėrybės kokybės arba kiekybės padidėjimą“. Roe, Teisl, Levy ir Russell (2001) savo tyrimą skyrė PM, skirto pasikeitusioms vartotojų aplinkosauginės charakteristikos preferencijoms elektros tiekimo srityje atskleisti, panaudodami kainų ir aplinkosauginius duomenis. Ek (2005) analizavo elektros vartotojų požiūrį į vėjo energiją. Bergmann, Hanley ir Wright (2006) naudojo pasirinkimo eksperimento metodiką, siekdami įvertinti žmonių požiūrį į hidroenergią bei vėjo energiją Škotijoje. Borchers, Duke ir Parsons (2007) pateikė išvadą, gautas sąlyginio pasirinkimo eksperimento modeliavimo metu, kai tyrė vartotojų preferencijas ir PM už savanorišką dalyvavimą žaliosios elektros energijos programose. Banfi, Farsi, Filippini ir Jakob (2008) naudojo pasirinkimo eksperimento metodiką, siekdami įvertinti vartotojų PM už energijos taupymo priemones gyvenamuosiuose pastatuose Šveicarijoje. Bergmann, Colombo ir Hanley (2008), savo tyrime panaudodami pasirinkimo eksperimento metodiką, siekė nustatyti pagrindinius mieste ir kaime gyvenančių vartotojų preferencijų skirtumus. Longo, Markandya ir Petrucci (2008), panaudodami pasirinkimo eksperimentą, tyrė Didžiosios Britanijos energijos vartotojų PM už skirtingas energetikos programas, kurios skatina atsinaujinančios energijos gamybą. Zografakis ir kt. (2010) tyrė Kretos gyventojų PM už atsinaujinančius energijos išteklius. Zorić ir Hrovatin (2012) analizavo PM už elektrą, gautą iš atsinaujinančių energijos šaltinių Slovėnijoje. Guo ir kt. (2014) tyrė Pekino gyventojų PM už atsinaujinančią elektros energiją. Štreimikienė ir Baležentis (2014) pilotiniame tyrime siekiant nustatyti pagrindinius rodiklius, darančius įtaką Lietuvos namų ūkių PM, panaudojo pasirinkimo eksperimento anketą. Akcura (2015) nagrinėjo namų ūkių preferencijas ir jų PM pagal schemą, kuria

remiantis visi namų ūkiai privalomai turėtų prisidėti prie platesnio AEI technologijų panaudojimo, ir lygino ją su savanoriško indėlio variantu.

Pagrindinė disertacijos tyrimo problema. Formuojant AEI išteklių skatinimo politiką, priimant sprendimus, būtina iširti ir įtraukti ne tik ekspertų nuomonę, bet ir visuomenės išvalgas ir suvokimą, t. y. vartotojų preferencijas, kadangi energijos vartotojų elgesys yra jų požiūrio rezultatas. Taigi, skatinant naudoti AEI ir jų technologijas, turi būti atsižvelgta ir į namų ūkių¹ nuomonę, jų prioritetus bei pagrindinius veiksnius, lemiančius pasirinkimą tarp skirtingų energijos gamybos technologijų.

Disertacijos tyrimo problema yra kompleksinė, t. y. apimanti tiek namų ūkių požiūrio į AEI technologijas mokslinio tyrimo Lietuvoje nebuvimą, tiek namų ūkių požiūrio svarbos neįvertinimą, formuojant AEI skatinimo politiką. Pažymėtina, kad Lietuvoje AEI skatinimo politika visų pirma nukreipta į AEI skatinimą energijos gamybos sektoriuje, tačiau taikomos paramos apimtys konkrečioms AEI technologijoms stokoja mokslinio pagrindo. Namų ūkių požiūris į individualiuose namuose diegiamas AEI technologijas (mikrogeneracijos technologijas) ir svarbiausi kriterijai, kuriais remdamiesi energijos vartotojai formuoja savo preferencijas, iki šiol nebuvo nagrinėti ir į vartotojų nuomonę nebuvo atsižvelgta.

Mokslinio tyrimo objektas – atsinaujinančius energijos išteklius naudojančios technologijos, pritaikytos individualiems namams (mikrogeneracijos technologijos).

Darbo tikslas – atlikti AEI naudojančių energijos gamybos technologijų, diegiamų namų ūkiuose, palyginamąjį vertinimą. Iškeltas tikslas apima kompleksinę vertinimą – geriausių AEI technologijų nustatymą pagal namų ūkių joms teikiamas preferencijas, namų ūkių pasirengimą mokėti (PM) už atskiras AEI technologijas, taip pat daugiakriterį AEI technologijų vertinimą (DV) pagal kitus svarbius ekonominius, socialinius ir aplinkosaugos kriterijus. Mokslinio tyrimo tikslo siekiama nagrinėjant šiuos uždavinius:

- 1) Atlikti mokslinės literatūros apžvalgą ir susisteminti pagrindines rinkos ydas ir barjerus, stabdančius atsinaujinančių energijos išteklių plėtrą;
- 2) Nustatyti AEI naudojančių energijos gamybos technologijų daugiakriterio vertinimo (DV) ir pasirengimo mokėti (PM) už AEI

¹ Sąvoka „namų ūkis“ šiuo atveju vartojama grupei asmenų, gyvenančių viename būste, turinčių bendrą biudžetą ir kartu besimaitinančių, bet nebūtinai susijusių giminystės ryšiais, apibūdinti. Namų ūkiu taip pat laikomas atskirai gyvenantis vienas asmuo. Sąvoka „namų ūkis“ dažnai yra mažiausias ekonomistų ir statistikų nagrinėjamas vienetas.

vertinimo kriterijus namų ūkiuose, juos pagrįsti bei parinkti vertinimo rodiklius;

- 3) Parengti atsinaujinančius energijos išteklius naudojančių energijos gamybos technologijų vertinimo namų ūkiuose (mikrogeneracijos technologijų) modelį ir jo įgyvendinimo metodiką;
- 4) Remiantis sudaryta metodika ir empiriniais duomenimis, atlikti pasirengimo mokėti (PM) už AEI technologijas ir pasirengimo dalytis energija, pagaminta iš AEI naudojančių technologijų, vertinimą;
- 5) Remiantis PM ir ekspertiniu tyrimu, atlikti Lietuvos namų ūkiuose diegiamų AEI technologijų palyginamąjį vertinimą ir apibendrinti jo rezultatus bei jų pagrindu pateikti rekomendacijas dėl modelio taikymo ir jo tobulinimo.

Disertacijoje keliamos hipotezės:

1. Vartotojų turtinė padėtis, išsilavinimas ir amžius turi įtakos jų PM už AEI technologijas namų ūkiuose:
 - a) didesnes pajamas gaunantys gyventojai yra linkę daugiau mokėti už AEI technologijas namų ūkiuose;
 - b) jaunesni gyventojai linkę daugiau mokėti už AEI technologijas namų ūkiuose;
 - c) labiau išsilavinę gyventojai linkę daugiau mokėti už AEI technologijas namų ūkiuose.
2. Lietuvos namų ūkių PM už AEI technologijas yra mažesnis, palyginti su Vakarų Europos šalimis.
3. Daugiakriteris AEI technologijų vertinimas (kuris susideda iš PM ir daugiakriterio vertinimo (DV)) leidžia palyginti ir suranguoti AEI technologijas, atsižvelgiant į visuomenės preferencijas ir nustatyti vyriausybės paramos AEI technologijoms kryptis.

Disertacinio tyrimo rezultatų mokslinis naujumas:

- Parinkti ir susisteminti pagrindiniai kriterijai ir rodikliai, kuriais remiantis atliekamas AEI technologijų, skirtų individualiems namams, palyginamasis vertinimas;
- Parengtas teorinis modelis palyginamajam AEI technologijų, skirtų naudoti individualiuose namuose, vertinimui, kuriame atsižvelgiama į vartotojų preferencijas renkantis AEI technologijas ir pagrindinius kriterijus, pagal kuriuos namų ūkiai nusprendžia diegti atsinaujinančios energijos technologijas namuose;
- Modelis įgyvendintas parengiant AEI technologijų daugiakriterio vertinimo metodiką, kuri susideda iš gyventojų PM ir daugiakriterio vertinimo (DV) bei leidžia palyginti ir suranguoti AEI technologijas,

atsižvelgiant į visuomenės preferencijas ir nustatyti vyriausybės paramos AEI technologijoms kryptis;

- Parengta metodika pritaikyta Lietuvoje pirmą kartą atlikus AEI technologijų, diegiamų namų ūkiuose, vertinimą, pateikiant vertingas įžvalgas apie Lietuvos gyventojų pasirengimą mokėti už jų namuose įdiegtas AEI technologijas (mikrogeneracijos technologijas).

Praktinio taikymo sritys. Atliktas AEI technologijų, dažniausiai naudojamų Lietuvos namų ūkiuose, daugiakriteris vertinimas leistų valstybei pasirinkti racionalią AEI naudojimo bei skatinimo politiką, identifikuoti prioritetines skatinimo sritis.

Atlikus daugiau kaip 200 literatūros šaltinių apžvalgą, galima teigti, kad daugelio mokslininkų (Beccali, Cellura ir Mistretta, 2003; Dombi ir kt., 2014; Pohekar ir Ramachandran, 2004; Qin, Huang, Chakma, Nie ir Lin, 2008; Wang, Jing, Zhang ir Zhao, 2009; Wimmmler ir kt., 2015) naudojamas ir rekomenduojamas technologijų palyginamojo vertinimo metodas – **daugiakriterė sprendimų analizė** (arba **daugiakriterio vertinimo (DV) metodas**). Daugiakriterė sprendimų analizė yra tinkamas pasirinkimas sprendžiant kompleksines problemas. Daugelis išorinių kintamųjų daro įtaką priimant sprendimus dėl AEI ir jų technologijų ir, nors kai kurios iš šių kintamųjų galima apskaičiuoti (sąnaudų ir naudos analizė, skverbimosi į rinką strategijas ir jų poveikį aplinkai), kiti veiksniai, tokie kaip socialinis ir kultūrinis kontekstas, politiniai trūkumai, estetiniai aspektai, gali būti įvertinti tik kokybiniais tyrimų metodais arba subjektyviu sprendimu. Todėl daugiakriterė analizė apima kiekybinius ir kokybinius rodiklius, o politikai, pasinaudodami jos rezultatais, gali parinkti tinkamiausias ir inovatyviausias technologijas, kurioms reikėtų teikti prioritetus ir į kurias reikėtų orientuotis pagal preliminariai suformuluotus tikslus. DV metodas ypač naudingas renkantis geriausią tarp dviejų ir daugiau alternatyvių atsinaujinančios energijos šaltinių. Vis dėlto vien DV metodu remtis nepakanka. Energijos vartotojų požiūris yra itin svarbus – būtent energijos vartotojai moka už AEI skatinimą, tad šioje disertacijoje DV metodas yra praplėstas, į jį įtraukiant PM vertinimą, atskleidžiantį visuomenės požiūrį ir poreikius. Taigi tarp DV metodo AEI technologijas apibūdinančių parametų įtraukiamas **pasirengimo mokėti (PM) už atskiras AEI technologijas vertinimas**, atspindintis namų ūkių preferencijas. PM integracija į DV metodą leistų gauti tiksliausią AEI technologijų vertinimo rezultatą, kuris atspindėtų ne tik ekspertų vertinimą apie efektyvų AEI technologijų panaudojimą, bet ir gyventojų nuomonę.

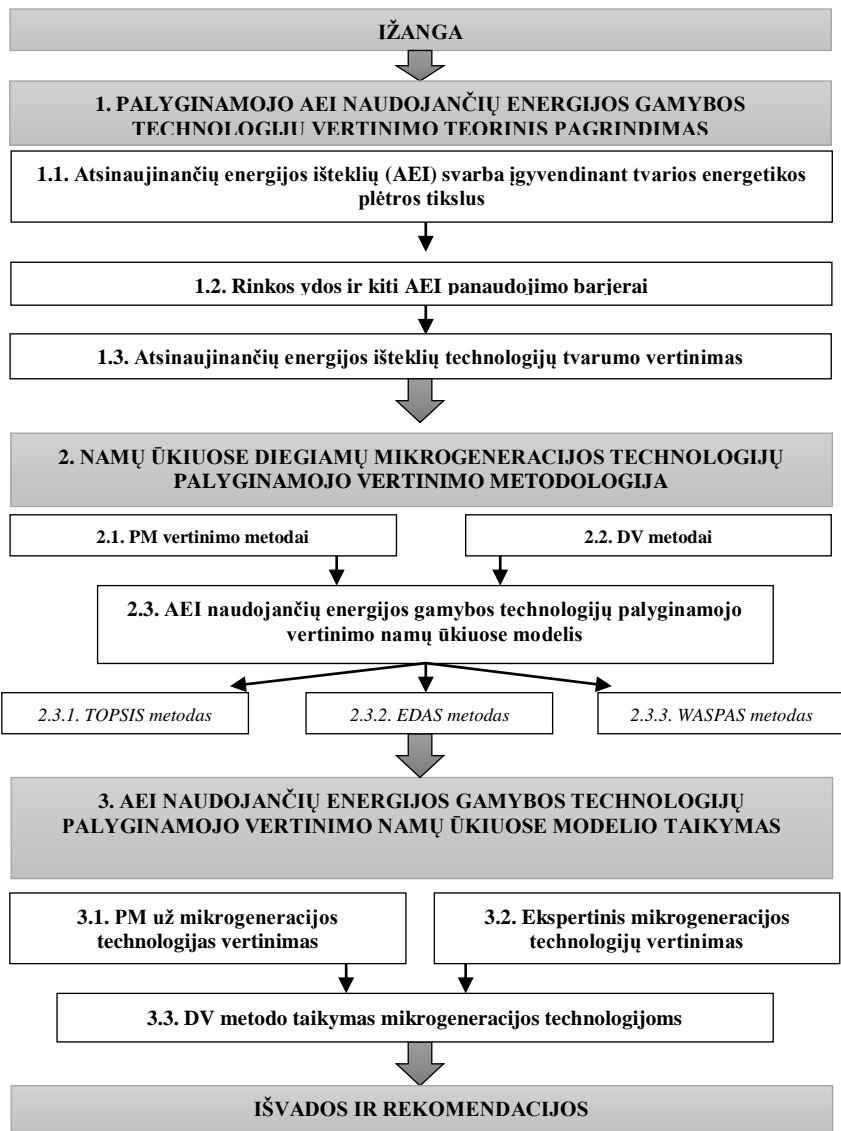
Metodologija. Disertacijoje be mokslinės literatūros analizės, buvo naudojamos skirtingos programos: faktorinis projektavimas buvo atliekamas

naudojant R statistinę programą, PM vertinimui atlikti buvo naudojama programa STATA, o *Excel* programa buvo naudojama taikant DV metodą ir *Monte Carlo* jautrumo analizę.

Darbo struktūra. Disertaciją sudaro trys dalys. Pirmoje dalyje „Palyginamojo atsinaujinančius energijos išteklius (AEI) naudojančių energijos gamybos technologijų vertinimo teorinis pagrindimas“ pagrindžiama atsinaujinančių energijos išteklių (AEI) svarba įgyvendinant tvarios energetikos plėtros tikslus, analizuojami ir susisteminami AEI barjerai, o AEI technologijų tvarumo vertinimas yra pagrįstas ir apibendrinamas kartu su galimais tyrimų metodais, reikalingais siekiant atlikti tvarumo vertinimą.

Antroje disertacijos dalyje „Namų ūkiuose diegiamų mikrogeneracijos technologijų palyginamojo vertinimo metodologija“ aprašomi skirtingi galimi PM tyrimo ir daugiakriterio vertinimo metodai, skirti AEI technologijų, įdiegtų individualiuose namuose (mikrogeneracijos technologijų), palyginamajam vertinimui. Taip pat šioje dalyje tolimesniam vertinimui atlikti parenkamos dažniausiai Lietuvos namų ūkiuose naudojamos mikrogeneracijos technologijos, diegiamos individualiuose namuose, analizuojami ir susisteminami iki šiol kitose šalyse atlikti PM ir DV tyrimai.

Trečioje disertacijos dalyje „Atsinaujinančius energijos išteklius (AEI) naudojančių energijos gamybos technologijų palyginamojo vertinimo namų ūkiuose modelio taikymas“ aprašomi atlikti PM ir DV tyrimai, kartu išanalizuojant jų taikymo metodikas. Šiame skyriuje taip pat pateikiami atlikto PM vertinimo ir DV metodo taikymo rezultatai, pateiktas Lietuvos gyventojų pasirengimo mokėti vertinimas ir suranguotos mikrogeneracijos technologijos nuo geriausiai vertinamų iki prasčiausiai įvertintų.



1 pav. Disertacijos schema

Šaltinis: Sudaryta autorės

1. PALYGINAMOJO ATSINAUJINANČIUS ENERGIJOS IŠTEKLIUS (AEI) NAUDOJANČIŲ ENERGIJOS GAMYBOS TECHNOLOGIJŲ VERTINIMO TEORINIS PAGRINDIMAS

1.1. Atsinaujinančių energijos išteklių (AEI) svarba įgyvendinant tvarios energetikos plėtros tikslus

Šiame skyriuje analizuojama tvari plėtra, nagrinėjama AEI svarba įgyvendinant tvarios plėtros tikslus bei AEI teikiama nauda ir plėtros galimybės.

Pasaulyje ekonominei padėčiai kintant sparčiau nei politinėms realijoms, vienas iš svarbiausių ekonominio vystymosi elementų tapo pažangus, tvarus ir integracinis augimas (European Commission, 2013). Tvaraus augimo, arba tvarios plėtros, samprata apibūdinamas požiūris į planavimą ir sprendimų priėmimą, kuriuo siekiama iš tikrųjų ir ilgam laikui sumažinti socialinius bei ekonominius skirtumus ir apsaugoti aplinką (Tvarios plėtros politika ir vadovas, 2006).

Daugelis tvarios plėtros principų dažnai skirstomi į tris aspektus: aplinkos, ekonominį ir socialinį. Aplinka yra reikalingas tvarios plėtros pagrindas, ekonomika yra priemonė tvarią plėtrą pasiekti, geras gyvenimas visiems (socialinis aspektas) yra tvarios plėtros siekis (Tvarios plėtros politika ir vadovas, 2006). „Įgyvendinant šiuos ekonominius, socialinius ir aplinkosauginius tvarios plėtros tikslus, energetika vaidina lemiamą vaidmenį“ (Štreimikienė, 2002a). Ji yra esminių ir strateginių diskusijų, vykstančių visame pasaulyje darnaus vystymosi tema, pagrindas (International Atomic Energy Agency, 2006). „Siekiant, kad energetika palaikytų ir savo ruožtu užtvirtintų tvarią plėtrą, pati energetikos plėtra privalo būti tvari“ (Štreimikienė, 2002a). „Tvari energetika – tai energijos gamyba ir vartojimas, užtikrinantis ilgalaikius žmonijos plėtros tikslus visais socialiniais, ekonominiais ir aplinkosauginiais aspektais“ (Štreimikienė, 2002a).

Pasaulio valstybės, siekdamos įgyvendinti darnų vystymąsi energetikos srityje, dažniausiai susiduria su trimis pagrindiniais iššūkiais:

1. Energijos prieinamumu. Tik 20 proc. pasaulio gyventojų suvartoja 80 proc. pasaulyje pagamintos energijos (United Nations Development Programme, 2000). Maždaug du milijardai besivystančių šalių gyventojų nenaudoja komercinės energijos, o tai kelia susirūpinimą, kadangi ateityje šiose šalyse didėjantys socialiniai neramumai ir politinis nestabilumas gali daryti tiesioginį poveikį viso pasaulio ekonomikai ir pereinamojo laikotarpio šalių ekonominiams bei socialiniams stabilumui (Klevas ir Štreimikienė, 2006). Būtina steigti gyventojų paramos sistemas, kurios užtikrintų energijos prieinamumą

mažas pajamos turinčioms šeimoms. Gerai funkcionuojanti ir komercija pagrįsta globalinė energijos rinka tarnautų visų šalių ir žmonių interesams (Štreimikienė, 2002a).

2. Energijos tiekimo patikimumu. Tai galimybė naudotis įvairių formų energija bet kuriuo metu ir pakankamai kiekiams bei priimtinomis kainomis (Klevas, Štreimikienė, 2006). Energijos tiekimo patikimumas vaidina lemiamą vaidmenį bet kurios šalies ekonomikai, nes netolygus organinio kuro, kuriuo paremta daugelio šalių energetikos sistema, pasiskirstymas pasaulyje lemia atskirų šalių galimybes vystyti savo ekonomiką ir užtikrinti gyventojų gerovę (Štreimikienė, 2002b).
3. Energijos gamybos ir vartojimo neigiamo poveikio aplinkai mažinimu arba atsinaujinančia energetika. Toliau naudojami organinio kuro išteklių kelia aplinkosaugos, ekologinių ir technologinių problemų. Būtina plėsti ir įgyvendinti technologijas, mažinančias anglies dvideginio emisijas, taip pat įgyvendinti ekonomines taršos mažinimo priemones, pvz., tokias, kaip taršos mokesčių ar prekybos emisijomis nustatymas (Štreimikienė, 2002b).

Taigi pagrindinis darnaus energetikos vystymosi tikslas – užtikrinti, kad energijos gamyba ir vartojimas garantuotų ilgalaikę žmonijos plėtrą, ekonominį augimą ir ekologinį darnumą, išsaugant stabilias institucijas, kurios užtikrins globalų saugumą (Štreimikienė, Čiegis ir Jankauskas, 2007). Todėl darnios energetikos politikos tikslai, siekiant įgyvendinti pagrindinius darnaus energetikos vystymo uždavinius, yra užtikrinti (Čiegis, 2004):

- aukštos kokybės energetinių paslaugų prieinamumą kiekvienam pasaulio gyventojui;
- patikimą energijos tiekimą trumpalaikėje, vidutinėje ir ilgalaikėje perspektyvoje;
- gerai subalansuotas energetinių tinklų sistemas, optimizuojančias sistemų darbo efektyvumą ir bendradarbiavimą;
- energijos gamybos ir vartojimo didinimą, ypač pereinamosios ekonomikos šalyse;
- nuolatinį energetikos poveikio aplinkai mažinimą, plėtojant ir pritaikant ekologiškas technologijas, pereinant nuo taršai imlių technologijų (nulemiančių šiltnamio dujų ir kt. emisijas) prie mažiau taršių technologijų ir labiau naudojant atsinaujinančius energijos išteklius.

Svarbiausias Lietuvos ir visos ES ilgalaikio scenarijaus, siekiant tvarios energetikos įgyvendinimo, elementas turėtų būti dabartinių energijos šaltinių pakeitimas atsinaujinančiais (darniais), nes neįmanoma užtikrinti darnaus vystymosi, „nepervedus“ globalios energetinės sistemos į darnią (Štreimikienė,

Čiegis, Jankauskas, 2007). Atsinaujinančios energijos išteklių (AEI) ir technologijos įvardijami kaip esminis įrankis, siekiant sumažinti energetikos sistemos įtaką pasaulio klimatui ir nacionalinių energetikos sistemų priklausomybę nuo užsienio naftos ir dujų (Negro, Alkemade, Hekkert, 2012). Atsinaujinančių išteklių energija – aeroterminiai, geoterminiai, hidroterminiai išteklių ir vandenynų energija, hidroenergija, biomasė, biodujos, įskaitant sąvartynų ir nuotekų perdirbimo įrenginių dujas, taip pat kitų atsinaujinančių neiškastinių išteklių, kurių panaudojimas technologiškai yra galimas dabar arba bus galimas ateityje, energija (Lietuvos Respublikos Seimas, 2011). AEI savyje akumuliuoja esmines kokybes, dėl kurių šie išteklių tampa visu darnios energetikos plėtos tyrinėjimų dėmesio centru (Klevas, Štreimikienė, 2006):

- AEI reiškia jų panaudojimo neišsenkamumą;
- gamtos procesų apytakos prasme jie reiškia tai, kad technologinė pažanga orientuojama į žmogaus veiklos harmoniją su natūraliais gamtos apytakos procesais;
- technine prasme padaryta pažanga yra didžiulė, tik dėl energijos, pagamintos iš AEI, brangumo jie negali prasiveržti į rinką platesniu mastu.

AEI plėtra yra patraukli tradicinės energetikos alternatyva, nes iškastinių energijos išteklių naudojimas gerokai padidina aplinkos taršą ir pagreitina klimato atšilimą, vis dažniau sukeltą stichines nelaimes. Svarbu pažymėti, kad AEI technologijos teikia dvigubą išorinę naudą:

1. AEI technologijų naudojimas ne tik padeda spręsti klimato kaitos problemas, bet ir sudaro sąlygas kovoti su energetinės atskirties ir ekonomikos problemomis, taip pat netiesiogiai mažina skurdą – teigiamai veikia šalies užimtumo lygį, kuria naujas darbo vietas. Šios technologijos skatina pramonės plėtrą, ekonomikos augimą ir naujų technologijų kūrimą. (Klevas, Štreimikienė, 2006). AEI technologijas siūloma diegti ir mažiau išsivysčiusiose šalyse, pasižyminčiose sąlyginai mažu kapitalu ir decentralizavimo galimybėmis (Karakosta ir kt., 2013).
2. Naudojant AEI technologijas, susidarantys išoriniai kaštai yra daug mažesni arba jų apskritai nėra, palyginti su iškastiniais energijos ištekliais. Išoriniais kaštais arba išorinėmis išlaidomis vadinama žala aplinkai, kurią daro tradicinio kuro (anglies, naftos produktų, gamtinių dujų) deginimas. Deja, ši žala neatsispindi energetikos produktų rinkos kainose, į jas neatsižvelgiama ir sudarant strateginius energetikos planus (Bridges ir kt., 2014). Minėtos energetikos produktų rinkos kainos yra nestabilios, o pačių išteklių atsargos yra baigtinės, ir jos senka

(Nacionalinis atsinaujinančių išteklių energijos veiksmų planas, 2010). Taigi išorinių išlaidų neįvertinimas užkerta kelią AEI naudojančių technologijų prasiskverbimui į rinką plačiu mastu (Klevas, Štreimikienė, 2006).

Taigi, nors atsinaujinančios energijos ekologiniai privalumai yra akivaizdūs, iškastinių kurą vartojančių sistemų generuojamos energijos pigumas neleidžia išstumti įprastos energijos rūšies iš dominuojančių pozicijų (Klevas, Štreimikienė, 2006).

1.2. Rinkos ydos ir kiti atsinaujinančių energijos išteklių (AEI) panaudojimo barjerai

Atsinaujinančių energijos išteklių naudojimas teikia daug papildomų privalumų: leidžia sukurti naujas darbo vietas jų gamybos, transportavimo, įrenginių statybos ir eksploatavimo grandyse, mažina išlaidas importuojamiems energijos ištekliams, mažina energetinę šalies nepriklausomybę (Galiniš ir kt., 2010). Šios technologijos yra įvairialypės, todėl jų panaudojimo ateitis priklauso nuo daugelio aplinkybių (Verbruggen ir kt., 2010). Atsinaujinančią energiją riboja, varžo ne ištekliai, bet technologiniai, ekonominiai ir politiniai veiksniai, todėl svarbu apibrėžti kiekvieno iš šių veiksnių potencialą:

- Rinkos potencialas – siekiama, kad reikalingas atsinaujinančios energijos kiekis būtų prognozuojamas iš anksto, remiantis tuo metu rinką ribojančiomis sąlygomis, kurias formuoja privatūs ūkio subjektai ir reguliuoja valdžios institucijos. Rinkos potencialas yra grindžiamas laukiamomis privačiomis pajamomis ir išlaidomis, apskaičiuotas privačiomis kainomis (įskaičiuojant ir subsidijas ir mokesčius) ir su privačiomis diskonto normomis (Verbruggen ir kt., 2010). Pasaulio valstybės skiriasi savo ekonominiu kontekstu ir įgyvendinamomis politikomis, taigi ir rinkos potencialas kiekvienoje valstybėje yra skirtingas. Vertinant rinkos potencialą, visuomet išlieka tam tikras neapibrėžtumo lygis, kadangi neįmanoma numatyti, kaip ekonomikos veikėjai sureaguos į tam tikrus politinius instrumentus, išlaidas, nustatytą kainų lygį, vartotojų preferencijas (Verbruggen ir kt., 2010).
- Ekonominis potencialas – atsinaujinančios energijos kiekis prognozuojamas tuomet, kai yra įtraukiamos su šiuo kiekiu susijusios socialinės ir privačios išlaidos. Realizuojant ekonominį potencialą, įvertinami dėl bendro energijos suvartojimo ir kitų ekonominių veiklų atsirandantys neigiami išoriniai veiksniai ir teikiama nauda, tuo tarpu, socialinės diskonto normos subalansuoja būsimų kartų poreikius (Verbruggen ir kt., 2010). Kol kas šis potencialas yra siekiamybė.

Norint jį įgyvendinti, vienas pirmųjų žingsnių turėtų būti visuomenės gerovės siekis ilguoju laikotarpiu ir išorinių kaštų internalizacija, t. y. išorinių kaštų padarinių kompensavimas šiuos kaštus sukėlusio reiškinio (tradicinio kuro deginimo) pastangomis ar lėšomis. Internalizacijos nauda šiuo atveju turėtų atsispindėti energijos kuro kainoje, kurią moka galutiniai vartotojai (Verbruggen ir kt., 2010). Kaip ir prognozuojant rinkos potencialą, taip ir ekonomikos potencialo atveju išlieka tam tikras neapibrėžtumo lygis dėl kol kas iki galo neištirto išorinių kaštų sukeltų neigiamų padarinių masto ir jo įkainojimo (Verbruggen ir kt., 2010).

- Darna vystymosi potencialas – reikalingas atsinaujinančios energijos kiekis gaunamas tuomet, kai tvari plėtra įgyvendinama visais trimis aspektais: aplinkos, ekonominiu ir socialiniu. Čia taip pat reiktų nuo ekonominio aspekto atskirti politinį ir pabrėžti jo svarbą – jei viešuoju administravimu yra siekiama plėtoti AEI naudojimą, tuomet aplinkos, ekonominis ir socialinis interesai gali būti geriau suderinami ir integruojami (Verbruggen ir kt., 2010).
- Techninis potencialas – atsinaujinančios energijos kiekis pasiekiamas panaudojant naujas technologijas ar praktikas (Verbruggen ir kt., 2010).

Taigi egzistuojantys technologiniai, ekonominiai ir politiniai veiksniai sudaro barjerus įvairioms AEI technologijoms įsiskverbti į rinką, o išorinių kaštų neatsispindėjimas energetikos produktų rinkos kainose nėra vienintelė kliūtis plačiau AEI integruoti į bendrą energetikos sektorių. Egzistuoja daugybė aplinkosaugos, socialinių, ekonominių, techninių ir institucinių barjerų AEI prasiveržti į rinką platesniu mastu (Mourmouris ir Potolias, 2013), kurie išanalizuojami ir apibendrinami šiame skyriuje.

Lėta AEI technologijų sklaida aiškinama dviem mokslo paradigmomis (Negro, Alkemade, Hekkert, 2012). Pirmoji neoklasikinė ekonominė paradigma teigia, kad to priežastis – rinkos trūkumai (ydos). Siekiant paskatinti AEI plėtrą, taikomos įvairios mokesčių lengvatos ir skatinantys tarifai (parama atitenka visiems energijos gamintojams, naudojantiems AEI) ir tikslinės investicijos (tai yra vienkartinė parama). Investicinių lėšų trūkumas gali būti vienas pagrindinių ribojančių veiksnių sprendžiant platesnio AEI panaudojimo problemą (Galinis ir kt., 2010). Tačiau dažnai rinka būna nepakankamai išsamiai išanalizuota, todėl lengvatos nepasiekia tikslinio adresato, o jų mastas būna parinktas netiksliai (Negro, Alkemade, Hekkert, 2012). Ši neoklasikinį požiūrį ginčija antroji mokslinė paradigma, kuria remiantis pabrėžiama sistemingų inovacijų reikšmė. Teigiama, kad inovacijų greitį, kryptį ir sėkmę stipriai veikia aplinka, kurioje šios inovacijos vystomos (Negro, Alkemade, Hekkert, 2012). Ši aplinka yra

vadinama inovacijų sistema, technologine sistema arba inovacijų ekosistema. Inovacijų sistemos yra socialinės-technologinės dalyvių, taisyklių ir jų tarpusavio ryšių sistemos. Mokslininkai, palaikantys šį požiūrį, teigia, kad, be rinkos trūkumų, gali egzistuoti ir daugybė kitų sistemų trūkumų, kurie trukdo greitai inovacijų plėtrai ir sklaidai. Vis dėlto dažniausiai kaip pagrindinį AEI plėtros stabdį ekonomistai įvardija rinkos barjerus ir rinkų trūkumus (ydas), kurie skirstomi į (Štreimikienė, Pareigis, 2007):

- komercinius barjerus – atsiradusios dėl naujų technologijų konkurencijos su įprastomis technologijomis;
- kainų iškraipymus – dėl kainų subsidijų ir nelygios mokesčių naštos AEI technologijoms palyginti su įprastomis;
- rinkos ydas – neįvertintą AEI visuomeninę naudą, t.y išorinę naudą;
- rinkos barjerus – tokius kaip neadekvati informacija, priėjimo prie kapitalo apribojimai, pasikeitimas iniciatyvomis tarp namų savininkų ir nuomininkų bei didelės sandorių kainos darant mažus pirkimus, o taip pat instituciniai barjerai.

Norėdami konkuruoti su tradicinėmis technologijomis, tokiomis kaip organinio ir branduolinio kuro naudojimas, AEI turi įveikti du pagrindinius komercinius barjerus: neišplėtotą infrastruktūrą ir gamybos masto ekonomijos nebuvimą, būdingą tradicinėms technologijoms (Štreimikienė, Pareigis, 2007). Plėtojant naujus AEI ir jų technologijas, būtinos didelės pradinės investicijos naujai infrastruktūrai suformuoti, tačiau šios investicijos labai didina elektros energijos, pagamintos iš AEI, tiekimo sąnaudas, ypač pradiniais metais (Štreimikienė, Pareigis, 2007).

Kartais barjerai sutampa, sąveikauja tarpusavyje ir nulemia sprendimus investuoti į naujas technologijas. Vis dėlto, siekiant sėkmingai plėtoti ir diegti AEI ir jų technologijas, pirmiausia būtina identifikuoti konkrečius AEI plėtrą stabdančius barjerus ir juos sumažinti (Eleftheriadis, Anagnostopoulou, 2014). Pavyzdžiui, mažą vėjo ir potvynių energijos panaudojimą bendrame pasauliniame energijos panaudojimo kontekste lemia technologinės kliūtys, gamybos sąnaudos ir plataus masto įgyvendinimo apribojimai (Hadian, Madani, 2015). Apibendrinant galima teigti, kad skirtingi šalyse naudojami AEI ir jų technologijos, taip pat jų naudojimo intensyvumas, galiausiai valstybės ekonominė aplinka, jau minėtas rinkos potencialas, rinkos ydos ir kiti AEI panaudojimo barjerai įvairiose šalyse gali būti skirtingi, taigi ir minėtus barjerus švelninančios priemonės turi būti pritaikytos atsižvelgiant į konkrečią situaciją.

1.3. Atsinaujinančių energijos išteklių (AEI) technologijų tvarumo vertinimas

Reikia pabrėžti, kad AEI technologijos turi ne tik daugybę privalumų (jos užtikrina tvarumą, yra techniškai pagrįstos, ekonomiškai perspektyvios, socialiai priimtinos tradicinio kuro rūšių alternatyvos), bet ir trūkumų (vizuali tarša, didelė instaliacijos kaina, gamybos prieinamumo svyravimai) (Dombi ir kt., 2014; Stigka ir kt., 2014). Nepaisant to, mokslininkai sutaria, kad, sprendžiant ekologines problemas, vienintele išeitimi tampa tradicinių energijos išteklių pakeitimas atsinaujinančiais (Hadian ir Madani, 2015).

Prieš investuojant į AEI technologijas, būtina atsižvelgti į daugelį veiksnių ir atlikti AEI technologijų tvarumo vertinimą, siekiant priimti optimalų „švarios“ energijos tiekimo sprendimą – ne visos AEI technologijos gali pasiūlyti tvariausią alternatyvą konkrečios šalies atveju (Luong, Liu ir Robey, 2012). Itin svarbu atrasti pusiausvyrą tarp ekonominio, socialinio ir aplinkosauginio tvarios plėtros aspektų. Technologijų tvarumo vertinimas leidžia parinkti AEI technologijas, kurios iš tiesų užtikrintų tvarią plėtrą esant skirtingoms aplinkybėms (Luong ir kt., 2012).

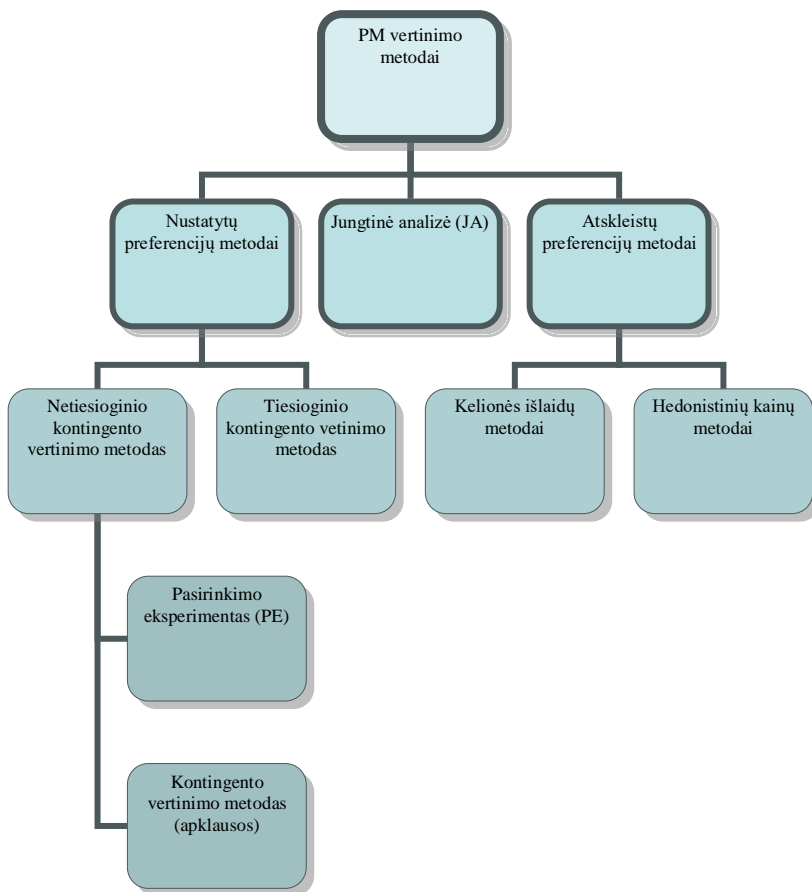
Siekiant tvarios plėtros, būtina, kad politikos veiksmai spręstų esamas problemas, nesukurdami naujų (Gohari ir kt., 2013; Hadian ir Madani, 2015; Hjørth ir Madani, 2014), o AEI tvarumo vertinimas gali padėti šį tikslą pasiekti, taip pat užkirsdamas kelią galimiems AEI plėtros barjerams. Vienas iš tvarumo vertinimo metodų, daugiakriterė vertinimų (DV) arba sprendimų analizė, yra tinkamas pasirinkimas sprendžiant kompleksines problemas, susijusias su dideliais neapibrėžtumais, prieštariniais tikslais, skirtingomis duomenų ir informacijos formomis, esant įvairiems interesams ir perspektyvoms, bei sudėtingų ir besiplečiančių biofizinių bei socialinių ir ekonominių sistemų apskaita (Wang ir kt., 2009). Daugelis išorinių kintamųjų daro įtaką priimant sprendimus dėl AEI ir jų technologijų. Kai kuriuos iš šių kintamųjų galima apskaičiuoti, tačiau kiti veiksniai, tokie kaip socialinis ir kultūrinis kontekstas, politiniai trūkumai, estetiniai aspektai, gali būti įvertinti tik kokybiškai arba subjektyviu sprendimu. DV leidžia įvertinti realią kriterijų svarbią sprendimus priimančiam asmeniui, kai yra derinami ekonominiai, aplinkosaugos, socialiniai ir kt. kriterijai, bei parinkti geriausią sprendimą atsižvelgiant į juos visus. Atsakingi už sprendimų priėmimą asmenys, pasinaudodami DV rezultatais, gali parinkti tinkamiausias ir inovatyviausias technologijas, kurioms reikėtų teikti prioritetą ir į kurias reikėtų orientuotis pagal preliminariai fiksuotus tikslus. DV metodas ir įvairios skirtingos šio metodo technikos yra tinkamos siekiant atlikti atsinaujinančios energijos sistemos tvarumo vertinimą, tačiau egzistuoja ir esminis šio metodo trūkumas – jis neatspindi visuomenės nuomonės ir

preferencijų, kurie demokratinėse valstybėse yra itin svarbūs. Be to, siekiant socialiai optimaliai investuoti į atsinaujinančią energiją, būtina atsižvelgti ir į AEI teikiamą išorinę naudą (Bergmann ir kt., 2006). Pasaulyje išorinei AEI naudai nustatyti taikomas gyventojų pasirengimo mokėti (PM) už atskiras AEI technologijas vertinimas, nes jis leidžia įvertinti išorinę AEI naudą ir pagrįsti jiems teikiamą paramą, atsižvelgiant į visuomenės prioritetus ir visuomenės pasirengimą mokėti bei skatinti konkrečias AEI technologijas. Energijos vartotojų elgesys ir požiūris į AEI technologijas yra vienas iš lemiamų veiksnių, susijusių su platesniu AEI panaudojimu. Tad, disertacijos autorės nuomone, į daugiakriterį AEI technologijų vertinimą būtina integruoti PM metodą, atskleidžiantį energijos vartotojų poreikius ir preferencijas.

2. NAMŲ ŪKIUOSE DIEGIAMŲ MIKROGENERACIJOS TECHNOLOGIJŲ PALYGINAMOJO VERTINIMO METODOLOGIJA

2.1. Pasirengimo mokėti (PM) vertinimo metodai

Pastaraisiais metais tyrimų, nagrinėjančių vartotojų požiūrį į atsinaujinančią energiją bei jos technologijas, skaičius smarkiai išaugo, taigi išaugo ir surinktų duomenų srautas (Sundt ir Rehdanz, 2015). Be to, minėtų tyrimų spektras yra itin platus, skiriasi ne tik surinkta vartotojų požiūrį energetiką aprašanti charakteristika bei šalys, kuriose atliekami tyrimai, – egzistuoja ir daugybė skirtingų PM vertinimo metodų (2 pav.) (Johnson, Nemet ir Nemet, 2010; Menegaki, 2008; Streimikienė ir Mikalauskiene, 2014; Sundt ir Rehdanz, 2015), kurie išsamiai išnagrinėjami šiame skyriuje.



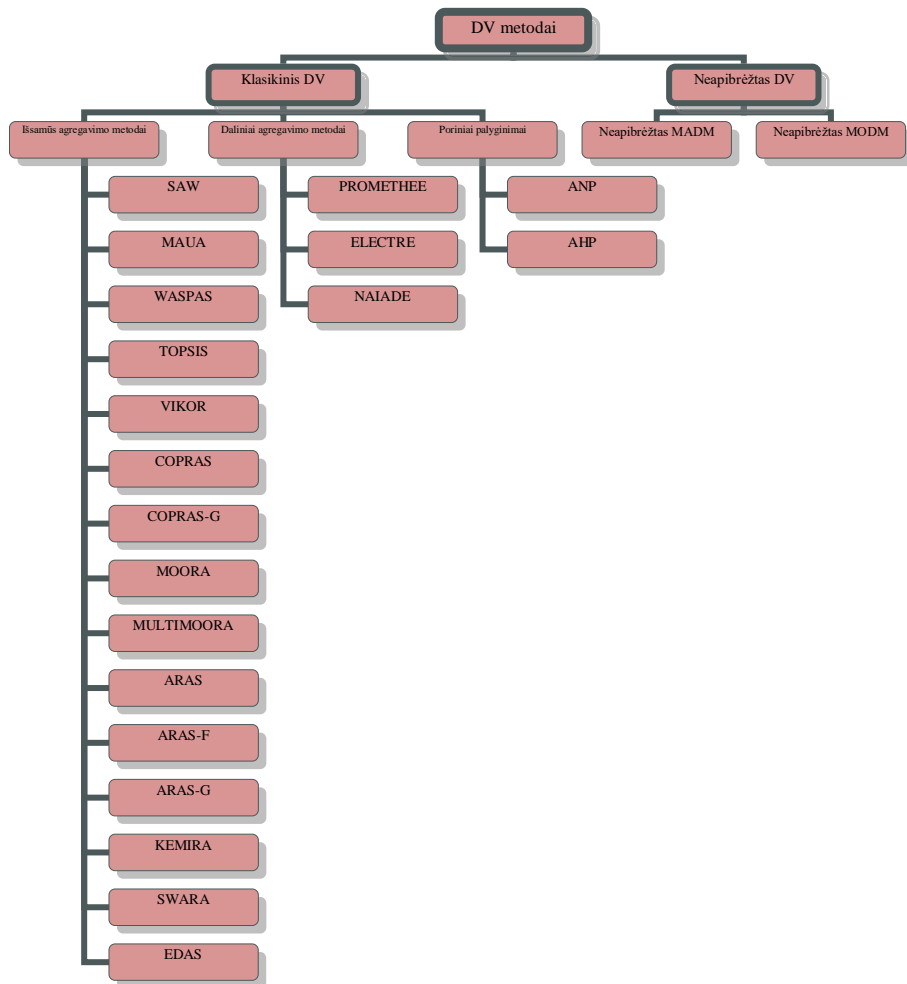
2 pav. PM vertinimo metodai

Šaltinis: Sudaryta autorės

Renkantis tarp dviejų mokslininkų rekomenduojamų PM metodų, skirtų AEI technologijų, diegiamų namų ūkiuose (mikrogeneracijos technologijų), vertinimui atlikti, pasirinkimo eksperimento (PE) ir kontingento vertinimo metodo, verta pažymėti, kad pastarasis nėra itin novatoriškas – šiuo metu PM vertinimo sferoje dominuoja PE (Navrud ir Bråten, 2007). Be to, taikant nustatytų preferencijų metodus, būtina apibrėžti mikrogeneracijos technologijas apibūdinančius kriterijus.

2.2. Daugiakriterio vertinimo (DV) metodai

Šiame skyriuje išanalizuojami ir susistemunami skirtingi DV metodai, kurie pastaraisiais metais dėl didėjančios energijos paklausos bei padidėjusio AEI technologijų naudojimo smarkiai išaugo (3 pav.).



3 pav. DV vertinimo metodai

Šaltinis: Sudaryta autorės

Daugelis DV metodų yra skirti konkrečiai problemai spręsti, taigi šie metodai netaikomi kitoms problemoms (Mardani, Jusoh ir Zavadskas, 2015), vis dėlto galima išskirti dvi plačias DV kategorijas – klasikinę ir neapibrėžtą. Klasikiniai DV metodai skirti kompleksinėms problemoms spręsti, kai nurodomas tikslus alternatyvų ir kokybinių bei kiekybinių rodiklių (atributų) skaičius.

2.3. Atsinaujinančius energijos išteklius (AEI) naudojančių energijos gamybos technologijų palyginamojo vertinimo namų ūkiuose modelis

Siekiant įvertinti mikrogeneracijos technologijų plėtros galimybes Lietuvoje, tyrimui atlikti atrinktos šios technologijos: saulės kolektoriai, saulės elektrinės, biokuro katilai, vėjo elektrinės. Anketa buvo sudaryta remiantis nustatytų preferencijų netiesioginio kontingento vertinimo pasirinkimo eksperimento metodu, kai respondentai yra apklausiami pateikiant jiems pasirinkimo eksperimentu grindžiamoje anketoje įvairias technologijų vertinimo kriterijų reikšmes. Buvo pasirinkti 5 technologijas apibūdinantys kriterijai:

- 1) technologijos kaina kartu su įrengimu;
- 2) vidutinės išlaidos už sunaudotą energiją per mėnesį;
- 3) technologijai suteikiama garantija;
- 4) specialios įrengimo sąlygos ir / arba sistemos sukeliama nepatogumai;
- 5) galimybė technologijos pagaminta energija dalytis su kaimynais.

Siekiant atlikti palyginamąjį mikrogeneracijos technologijų vertinimą Lietuvoje panaudojant DV metodą, buvo parengta ir atlikta ekspertų apklausa. Ekspertų buvo prašoma įvertinti tas pačias mikrogeneracijos technologijas, kaip ir PM tyrime, tik remiantis aplinkosaugos, socialiniais, ekonominiais, energetiniais, technologiniais ir politiniais kriterijais (1 lentelė) pagal Likerto skalę. Taigi minėtos mikrogeneracijos technologijos buvo suranguotos pagal 17 kriterijus atitinkančių indikatorių, kurie apibūdina saulės kolektorius, saulės elektrines, biokuro katilus ir vėjo elektrines.

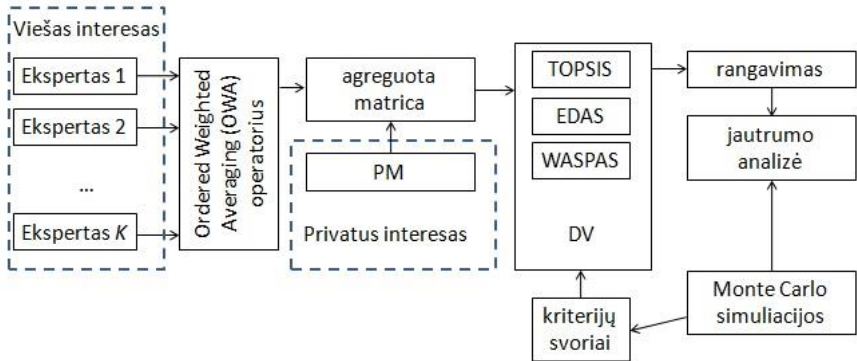
1 lentelė. DV metodo kriterijai ir rodikliai

KRITERIJAI	Kriterijų apibūdinantys RODIKLIAI	
	Tvarumo rodiklis	Tiekimo patikimumo rodiklis
Aplinkosaugos	<ul style="list-style-type: none"> • Sukeliamas triukšmas • CO₂ emisijų kiekis atmosferoje • Užimamas didelis žemės plotas 	<ul style="list-style-type: none"> • Prisitaikymas prie klimato kaitos

Socialinis	<ul style="list-style-type: none"> • Priimtumas visuomenėje • Darbo vietų kūrimas • Socialinė nauda 	
Ekonominis	<ul style="list-style-type: none"> • Technologijos kainos mažėjimas • Eksploatavimo ir priežiūros išlaidos • Trumpas atsipirkimo laikotarpis 	<ul style="list-style-type: none"> • Jautrumas kuro kainų pokyčiams
Energetinis		<ul style="list-style-type: none"> • Rinkos koncentracija tiekimui
Technologinis	<ul style="list-style-type: none"> • Potencialus šalies rinkos dydis • Potencialus tarptautinės rinkos dydis 	<ul style="list-style-type: none"> • Technologinė branda • Inovacijų galimybė
Politinis		<ul style="list-style-type: none"> • Prideda prie šalies energetinės nepriklausomybės mažinimo

Šaltinis: Sudaryta autorės

Taigi tyrimas buvo sudarytas iš dviejų dalių: PM ir ekspertų apklausos. Siekiant nustatyti ekspertų nuomonių suderinamumą, buvo panaudotas OWA (Ordered Weighted Average) operatorius, tuomet PM ir ekspertų apklausos rezultatai buvo agreguoti į vieną matricą, kurios pagrindu taikomi trys skirtingi DV metodai (TOPSIS, EDAS ir WASPAS), remiantis 17 indikatorių ir vienu papildomu – PM, atspindinčiu vartotojų nuomonę apie tiriamas mikrogeneracijos technologijas. Pritaikius skirtingus DV metodus, buvo nustatyti skirtingi kriterijų svertiniai vidurkiai, tad *Monte Carlo* metodu buvo atliekama jautrumo analizė – šios analizės būdu tikrinama, ar, atlikus nedidelius preferencijų arba pradinių duomenų pakeitimus, galutinis rezultatas nepasikeis. Galiausiai mikrogeneracijos technologijos yra suranguojamos nuo geriausiai vertinamų iki prasčiausiai vertinamų. Žemiau pateikiamas mikrogeneracijos technologijų vertinimo modelis.



4 pav. Palyginamojo mikrogeneracijos technologijų vertinimo modelis

Šaltinis: Sudaryta autorės

3. ATSINAUJINANČIUS ENERGIJOS IŠTEKLIUS (AEI) NAUDOJANČIŲ ENERGIJOS GAMYBOS TECHNOLOGIJŲ PALYGINAMOJO VERTINIMO NAMŲ ŪKIUOSE MODELIO TAIKYMAS

3.1. Pasirengimo mokėti (PM) už mikrogeneracijos technologijas vertinimas

PM už saulės kolektorius, saulės elektrines, biokuro katilus ir vėjo elektrines buvo parengtas remiantis pasirinkimo eksperimento metodu, nurodant šias konkrečias kriterijų reikšmes (2 lentelė).

2 lentelė. Kriterijai ir jų reikšmės, naudojami diskrečiamam pasirinkimo eksperimentui atlikti

Kriterijus	Reikšmė nr. 1	Reikšmė nr. 2	Reikšmė nr. 3	Reikšmė nr. 4
1. Technologijos kaina kartu su įrengimu, EUR	1500	3000	4500	6500
2. Vidutinės išlaidos už sunaudotą energiją per mėnesį, EUR/mėn	16	30	35	38
3. Technologijai suteikiama garantija, metai	2	5	10	13
4. Specialios įrengimo sąlygos ir/arba sistemos sukeliama nepatogumai	Oras	Kuras	Triukšmas	Nėra

5.	Galimybė technologijos pagaminta energija dalytis su kaimynais	Labai žema	Žema	Vidutinė	Didelė
----	--	------------	------	----------	--------

Šaltinis: Sudaryta autoriaus

Imties patikimumas buvo nustatytas panaudojus Paniotto formulę. Patikimai imčiai buvo reikalingi 99 respondentai. Iš viso į anketos klausimus atsakė 104 respondentai.

3.2. Ekspertinis mikrogeneracijos technologijų vertinimas

12 ekspertų (kuriuos sudarė 3 verslo atstovai, 3 politikai ir 6 mokslo atstovai) atliko tų pačių mikrogeneracijos technologijų (saulės kolektorių, saulės elektrinių, biokuro katilų ir vėjo elektrinių) vertinimą, pagal žemiau pateiktą anketą (3 lentelė).

3 lentelė. Ekspertinio vertinimo anketa

Nr.	<i>Technologijų X apibūdinantys veiksniai</i>	<i>Vertinimo lygis</i>				
		<i>Nesutinku</i>		<i>Sutinku</i>		
1.	Technologijos X naudojimas sukelia triukšmą	1	2	3	4	5
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.	Technologijos X naudojimas prisideda prie CO ₂ emisijų atmosferoje augimo	1	2	3	4	5
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.	Technologijai X įrengti reikalingas papildomas žemės plotas ir jie iškraipo gamtovaizdį	1	2	3	4	5
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.	Technologijos X yra atsparios klimato kaitos pokyčiams ir ekstremaliems meteorologiniams reiškiniams	1	2	3	4	5
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.	Technologijos X nepalankiai vertinamos visuomenėje	1	2	3	4	5
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.	Technologijos X naudojimas sukuria papildomų darbo vietų (tiesiogiai arba netiesiogiai)	1	2	3	4	5
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.	Technologijos X naudojimas teigiamai veikia viso regiono socialinę pažangą	1	2	3	4	5
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8.	Technologijos X kaina nuolatos mažėja	1	2	3	4	5
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.	Technologijai X būdingos didelės eksploataavimo ir priežiūros išlaidos	1	2	3	4	5
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10.	Technologija X pasižymi trumpu atsipirkimo laikotarpiu	1	2	3	4	5
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11.	Technologijos X kaina yra jautri energijos ir kuro kainų svyravimams	1	2	3	4	5
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

12.	Didelė technologijos X koncentracija rinkoje neigiamai veikia sistemos stabilumą	1	2	3	4	5
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13.	Technologijos X pasižymi didele paklausa vietinėje rinkoje	1	2	3	4	5
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14.	Technologijos X pasižymi didele paklausa tarptautinėje rinkoje	1	2	3	4	5
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15.	Technologija X technologiškai brandūs ir plačiai paplitę pasaulinėje rinkoje	1	2	3	4	5
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16.	Technologijas X technologiškai dar įmanoma tobulinti	1	2	3	4	5
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17.	Technologijos X naudojimas prisideda prie šalies energetinės nepriklausomybės plėtros	1	2	3	4	5
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Šaltinis: Sudaryta autorės

3.3. Daugiakriterio vertinimo (DV) metodo taikymas mikrogeneracijos technologijoms

Apibendrinant AEI technologijų, diegiamų individualiuose namuose (mikrogeneracijos technologijų), palyginamojo vertinimo Lietuvoje rezultatus, pateikiamus 4 lentelėje, galima teigti, kad atliktas vertinimas, susidedantis iš PM ir DV, nurodė panašius rezultatus – biokuro katilai ir saulės kolektoriai buvo įvertinti kaip geriausios mikrogeneracijos technologijos.

4 lentelė. Mikrogeneracijų palyginamojo vertinimo rezultatai

METODAS TECHNOLOGIAI RANGAI	TOPSIS				EDAS				WASPAS			
	Saulės kolektoriai	Saulės elektrinės	Biokuro katilai	Vėjo jėgainės	Saulės kolektoriai	Saulės elektrinės	Biokuro katilai	Vėjo jėgainės	Saulės kolektoriai	Saulės elektrinės	Biokuro katilai	Vėjo jėgainės
1	0,514 2	0,045 0	0,440 8	0,000 0	0,250 6	0,117 0	0,632 4	0,000 0	0,181 6	0,224 4	0,594 0	0,0 0 0
2	0,474 0	0,270 0	0,255 8	0,000 2	0,668 2	0,168 6	0,163 0	0,000 2	0,611 4	0,234 0	0,154 4	0,0 0 2
3	0,011 4	0,685 0	0,297 8	0,005 8	0,080 8	0,714 4	0,204 2	0,000 6	0,206 4	0,541 6	0,251 2	0,0 0 8
4	0,000 4	0,000 0	0,005 6	0,994 0	0,000 4	0,000 0	0,000 4	0,999 2	0,000 6	0,000 0	0,000 4	0,9 9 0
STABILUMAS	51,42	68,5	44,08	99,4	66,82	71,44	63,24	99,92	61,14	54,16	59,4	99,9
SUTEIKTI RANGAI	1	3	2	4	2	3	1	4	2	3	1	4

Šaltinis: Sudaryta autorės

IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS

1. Atlikus išsamią literatūros apžvalgą, buvo prieita prie išvados, kad plačiau panaudoti AEI trukdo įvairūs barjerai, kurie laikui bėgant kinta. Barjerus galima suskirstyti į kelis esminius sektorius – tai aplinkosaugos kliūtys, socialinės, ekonominės, techninės ir institucinės. Vis dėlto dažniausiai kaip pagrindinį AEI plėtros stabdį ekonomistai įvardija rinkos barjerus ir rinkos ydas. Rinkos barjerai – tai neadekvati informacija, priėjimo prie kapitalo apribojimai, pasikeitimas iniciatyvomis tarp namų savininkų ir nuomininkų ir didelės sandorių kainos darant mažus pirkimus, taip pat instituciniai barjerai. Rinkos ydos – tai neįvertinta AEI visuomeninė nauda, kitaip tariant, neįvertinta AEI išorinė nauda. AEI skatinimo priemonės yra nukreiptos į šių ydų ir barjerų įveikimą. Kiekviena valstybė turi savo AEI skatinimo metodus ir juos taiko įvairiais būdais, todėl, pasinaudojant gerąja praktika, yra svarbu atlikti AEI technologijų tyrimą ir nustatyti pagrindines AEI technologijas, kurioms Lietuvos namų ūkiai teikia pirmenybę, taip nustatant ir galimas subsidijavimo gaires konkrečioms technologijoms. AEI tvarumo vertinimas – vienas iš būdų, siekiant užkirsti kelią minėtiems barjerams.

2. Egzistuoja daugybė AEI tvarumo vertinimo metodų. Pasaulinėje praktikoje dažnai taikomas gyventojų pasirengimo mokėti (PM) vertinimas. Remiantis išanalizuota literatūra, buvo nustatyti šie pagrindiniai PM analizės kriterijai: technologijos kaina kartu su įrengimu, vidutinės išlaidos už sunaudotą energiją per mėnesį, technologijai suteikiama garantija, specialios įrengimo sąlygos ir / arba sistemos sukeliama nepatogumai, galimybė technologijos pagaminta energija dalytis su kaimynais. Į daugiakriterio vertinimo (DV) analizę, kuri daugelio mokslininkų rekomenduojama kaip itin tinkama tvarumo vertinimui, buvo įtraukti šie AEI technologijų poveikį atspindintys kriterijai: sukeliamas triukšmas, CO₂ emisijų kiekis atmosferoje, užimamas didelis žemės plotas, prisitaikymas prie klimato kaitos, priimtumas visuomenėje, darbo vietų kūrimas, socialinė nauda, technologijos kainos mažėjimas, eksploatavimo ir priežiūros išlaidos, trumpas atsipirkimo laikotarpis, jautrumas kuro kainų pokyčiams, rinkos koncentracija tiekimui, potencialus šalies rinkos dydis, potencialus tarptautinės rinkos dydis, technologinė branda, inovacijų galimybė, prisidėjimas prie šalies energetinės nepriklausomybės mažinimo. Integruotas visų aukščiau minėtų kriterijų taikymas leidžia visapusiškai įvertinti mikrogeneracijos technologijas.

3. Sukurtas modelis susideda iš dviejų pagrindinių dalių – ekonometrinio modelio, skirto PM įvertinimui, ir ekspertų apklausos. Šios dalys yra apjungiamos taikant DV metodą, kad būtų galima atlikti išsamią tiek privataus,

tiek viešojo intereso analizę. Ekonometrinis modelis buvo analizuojamas sudarant mišrų logistinį (angl. *logit*) modelį. DV buvo atliekamas trimis skirtingais vertinimo metodais – TOPSIS, EDAS ir WASPAS, kartu pritaikant *Monte Carlo* jautrumo analizę. *Monte Carlo* metodas leidžia palyginti mikrogeneracijos technologijų reitingavimo patikimumą.

4. Siekiant įvertinti energijos vartotojų PM už AEI technologijas, diegiamas jų namuose (mikrogeneracijos technologijas), ir jų pasirengimą dalytis energija (pagaminta naudojant minėtas technologijas) su kaimynais, buvo sudaryta anketa ir atlikta apklausa. Tyrimui atlikti atrinktos keturios Lietuvos namų ūkiuose dažniausiai diegiamos mikrogeneracijos technologijos: saulės kolektoriai, saulės elektrinės, biokuro katilai ir vėjo elektrinės. Tyrimo metu buvo nustatyta respondentų socialinė ir demografinė charakteristikos. Atsakymams naudojant *R* statistinę programą, pritaikytas mažiausiai reikšmingo skirtumo (*LSD*) kriterijus, kuris parodė, kad vidutinis PM skirtumas tarp skirtingas pajamas gaunančių respondentų, taip pat jų amžius ir išsilavinimas nėra statistiškai reikšmingi, taigi neturi įtakos jų PM už AEI technologijas. Šiems rezultatams įtakos galėjo turėti ribotas respondentų skaičius – kai kurioms pajamų, amžiaus, išsilavinimo grupėms save priskyre tik keletas respondentų.

Tyrimo metu buvo pritaikytas nustatytų preferencijų netiesioginio kontingento vertinimo metodas – respondentai buvo apklausiami pateikiant jiems pasirinkimo eksperimentu grindžiamas įvairias technologijų vertinimo kriterijų reikšmes. Pakartotiniai respondentų pasirinkimai atskleidė jų preferencijas tarp skirtingų AEI technologijas apibūdinančių kriterijų, taigi, ir 4 skirtingų AEI technologijų. Nepaisant pasaulyje augančios mikrogeneracijos technologijų paklausos tendencijos ir daugybės teigiamų gyventojų PM už mikrogeneracijos technologijas rodančių tyrimų, Lietuvoje atlikto vertinimo rezultatai neatitiko minėtų tendencijų. Tyrimas parodė, kad Lietuvos namų ūkiai sutiktų papildomai mokėti tik už saulės kolektorius ir saulės elektrines. Biokuro katilų ir vėjo elektrinių atvejais buvo nustatytas neigiamas vartotojų PM. Tai reiškia, jog vartotojai norėtų kompensacijos, tam, kad įsidedėtų šias technologijas savo namuose. Saulės elektrinės buvo nustatytos kaip geriausiai vartotojų vertinamos technologijos, o vėjo elektrinės – prasčiausiai Lietuvos vartotojų vertinamos technologijos. Pastarosios technologijos atsiradimas namų ūkiuose neigiamai paveiktų bendrą namų ūkių gerovę. Vėjo elektrines vartotojai vertina apytiksliai 6 tūkst. EUR mažiau nei saulės elektrines. Tokiam vertinimui įtakos turėjo vėjo elektrinių sukeliamas triukšmas (kuris buvo nurodytas kaip vienas iš kriterijų, apibūdinančių šią technologiją). Biokuro katilai, kaip technologija, kurią naudojant reikia papildomai pirkti kurą, gyventojų taip pat buvo įvertinta prastai. Tyrimas atskleidė, kad Lietuvoje įmanoma nustatyti ir įvertinti namų ūkių PM už

AEI technologijas, tačiau gyventojų pasirengimas mokėti už mikrogeneracijos technologijas yra nevienareikšmis, taigi būtina imtis priemonių, siekiant pagerinti gyventojų požiūrį į jas.

Ištyrus namų ūkių pasirengimą dalytis energija, gauta naudojant mikrogeneracijos technologijas, paaiškėjo, jog dalijimosi energija galimybė respondentams buvo nereikšmingas kriterijus. Lietuvos gyventojai neigiamai vertina galimybę atsinaujinančia energija dalytis su kaimynais. Toks rezultatas galėjo būti nulemtas šalies konteksto – neigiamos kolektyvizacijos patirties praeityje, trukdančios gyventojų bendradarbiavimo iniciatyvoms įvairiose srityse. Taigi neigiamas gyventojų požiūris į dalijimosi atsinaujinančia energija galimybes reikalauja tolesnių tyrimų.

5. Siekiant atlikti palyginamąjį mikrogeneracijos technologijų vertinimą Lietuvoje panaudojant DV metodą, buvo parengta ir atlikta ekspertų apklausa. Ekspertų buvo prašoma įvertinti tas pačias mikrogeneracijos technologijas, kaip ir PM tyrime, remiantis aplinkosaugos, socialiniais, ekonominiais, energetiniais, technologiniais ir politiniais kriterijais pagal Likerto skalę. Minėtos mikrogeneracijos technologijos buvo suranguotos pagal 17 indikatorių, kurie apibūdina saulės kolektorius, saulės elektrines, biokuro katilus ir vėjo elektrines. Ekspertų vertinimai buvo agreguoti į vieną pasirinkimų matricą, kuri buvo panaudota kaip pagrindas daugiakriteriam vertinimui atlikti trimis skirtingais metodais (TOPSIS, EDAS ir WASPAS), remiantis minėtų 17 indikatorių pagrindu ir vienu papildomu indikatoriumi – gyventojų PM, atspindinčiu energijos vartotojų preferencijas. Skirtingiems indikatoriams buvo 5000 kartų generuojami skirtingi svoriai, t. y. taikoma *Monte Carlo* jautrumo analizė. *Monte Carlo* metodu buvo tikrinama, ar, atlikus nedidelius preferencijų arba pradinių duomenų pakeitimus, galutinis rezultatas nepasikeis.

Apibūdinant palyginamojo AEI technologijų, diegiamų individualiuose namuose (mikrogeneracijos technologijų), vertinimo rezultatus Lietuvoje, galima teigti, kad palyginamasis vertinimas, sudarytas iš PM ir DV metodų, atskleidė iš dalies panašius rezultatus, kaip ir PM tyrimas, – biokuro katilai ir saulės kolektoriai, atlikus DV, buvo nurodyti kaip geriausiai vertinamos mikrogeneracijos technologijos. Vis dėlto du DV metodai (EDAS ir WASPAS) parodė, kad biokuro katilams gali būti priskirtas rangas nr. 1, t. y. ši technologija vertinama kaip geriausia tarp visų tirtų mikrogeneracijos technologijų, o saulės kolektoriams buvo priskirtas rangas nr. 2. TOPSIS metodu atlikta analizė nurodė, kad saulės kolektoriams priskiriamas rangas nr. 1, o biokuro katilams – rangas nr. 2. Šiuos šiek tiek skirtingus rezultatus galėjo nulemti pasirinktų metodų (TOPSIS, EDAS ir WASPAS) taikymo skirtumai. Vėjo elektrinės visų trijų metodų atveju buvo vertinamos kaip prasčiausios mikrogeneracijos technologijos

99 proc. *Monte Carlo* simuliacijų atveju, o saulės elektrinėms buvo priskirtas rangas nr. 3 44–63 proc. *Monte Carlo* simuliacijų atveju. Taigi, keičiant indikatorių svorius 5000 kartų taikant *Monte Carlo* simuliacijas, vėjo elektrinės buvo nurodytos kaip prasčiausiai vertinamos mikrogeneracijos technologijos.

Remiantis atliktų tyrimų rezultatais, parengtos šios modelio taikymo ir tobulinimo rekomendacijos:

- Mikrogeneracijos technologijų subsidijų dydis gali būti nustatytas remiantis PM reikšme. Jei PM tam tikrai technologijai yra aukštas, tikėtina, kad šią technologiją vartotojai pirks ir diegs noriai, tad subsidijavimo programa šiuo atveju bus paprasčiau įgyvendinama;
- Disertacijos tyrimas atskleidė, kad skirtingi taikomi metodai ir svoriai nulemia nevienodus rezultatus, todėl, atliekant AEI technologijų palyginamąjį vertinimą, rekomenduojama remtis ne vienu daugiakriteriu vertinimo metodu ir taikyti *Monte Carlo* analizę;
- Valstybė, formuodama AEI technologijų subsidijavimo politiką, turėtų atsižvelgti ne tik į viešą interesą, kurį rodo daugiakriteris vertinimas, bet ir į privatų interesą, kurį atskleidžia pasirengimo mokėti vertinimas. Taigi valstybei būtų tikslinga subsidijuoti technologijas, remiantis PM tyrimo rezultatais bei daugiakriterine analize.

LITERATŪRA

1. Akcura, E. (2015). Mandatory versus voluntary payment for green electricity. *Ecological Economics*, 116, 84-94.

2. Banfi, S., Farsi, M., Filippini, M. & Jakob, M. (2008). Willingness to pay for energy-saving measures in residential buildings. *Energy Economics*, 30(2), 503-516.

3. Bergmann, A., Colombo, S. & Hanley, N. (2008). Rural versus urban preferences for renewable energy developments. *Ecological Economics*, 65(3), 616-625.

4. Bergmann, A., Hanley, N. & Wright, R. (2006). Valuing the attributes of renewable energy investments. *Energy Policy*, 34(9), 1004-1014.

5. Borchers, A. M., Duke, J. M. & Parsons, G. R. (2007). Does willingness to pay for green energy differ by source? *Energy Policy*, 35(6), 3327-3334.

6. Čiegis, R. (2004). *Ekonomika ir aplinka: Subalansuotos plėtros valdymas*. Kaunas: Vytauto Didžiojo universitetas.

7. Čiegis, R. & Zeleniūtė, R. (2008). Lietuvos ekonomikos plėtra darnaus vystymosi aspektu. *Taikomoji ekonomika: Sisteminiai tyrimai*, 2(2), 11-28.
8. Dombi, M., Kuti, I. & Balogh, P. (2014). Sustainability assessment of renewable power and heat generation technologies. *Energy Policy*, 67, 264-271.
9. Ek, K. (2005). Public and private attitudes towards “green” electricity: The case of swedish wind power. *Energy Policy*, 33(13), 1677-1689.
10. EUROPE 2020: A strategy for smart, sustainable and inclusive growth, COM (2010) 2020 final, (2010).
11. European Commission. (2013). *The European union explained: Europe 2020: Europe’s growth strategy*. Luxembourg: Publications Office of the European Union. doi:10.2775/39976
12. Gaigalis, V., Markevicius, A., Katinas, V. & Skema, R. (2014). Analysis of the renewable energy promotion in lithuania in compliance with the European union strategy and policy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 35, 422-435.
13. Galinis, A., Lekavičius, V. & Miškinis, V. (2010). Atsinaujinančių energijos išteklių platesnio naudojimo kryptys. *Mokslas Ir Technika*, 6, 4-6.
14. Gohari, A., Eslamian, S., Mirchi, A., Abedi-Koupaei, J., Bavani, A. M. & Madani, K. (2013). Water transfer as a solution to water shortage: A fix that can backfire. *Journal of Hydrology*, 491, 23-39.
15. Guo, X., Liu, H., Mao, X., Jin, J., Chen, D. & Cheng, S. (2014). Willingness to pay for renewable electricity: A contingent valuation study in beijing, china. *Energy Policy*, 68, 340-347.
16. Hadian, S. & Madani, K. (2015). A system of systems approach to energy sustainability assessment: Are all renewables really green? *Ecological Indicators*, 52, 194-206.
17. Hanley, N. & Nevin, C. (1999). Appraising renewable energy developments in remote communities: The case of the north assynt estate, scotland. *Energy Policy*, 27(9), 527-547.
18. Hjorth, P. & Madani, K. (2014). Sustainability monitoring and assessment: New challenges require new thinking. *Journal of Water Resources Planning and Management*,
19. International Atomic Energy Agency. (2006). *Brazil: A country profile on sustainable energy development*. Vienna: International Atomic Energy Agency.

20. Johnson, E., Nemet, G. F. & Nemet, G. (2010). *Willingness to pay for climate policy: A review of estimates*.
21. Karakosta, C., Pappas, C., Marinakis, V. & Psarras, J. (2013). Renewable energy and nuclear power towards sustainable development: Characteristics and prospects. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 22, 187-197.
22. Katinas, V., Markevicius, A., Erlickyte, R. & Marciukaitis, M. (2008). Governmental policy and prospect in electricity production from renewables in lithuania. *Energy Policy*, 36(10), 3686-3691.
23. Klevas, V. & Štreimikienė, D. (2006). *Lietuvos energetikos ekonomikos pagrindai*. Kaunas: Lietuvos energetikos institutas.
24. Klevas, V. (2015). *Justification of long-term economic policy of renewable energy sources* Nova Science Publishers, Incorporated.
25. Klevas, V., Biekša, K. & Murauskaitė, L. (2014). Innovative method of RES integration into the regional energy development scenarios. *Energy Policy*, 64, 324-336.
26. Klevas, V., Bobinaite, V., Maciukaitis, M. & Tarvydas, D. (2018). Microeconomic analysis for the formation of renewable energy support policy: The case of wind power sector in lithuania. *Engineering Economics*, 29(2), 188-196.
27. Klevas, V., Murauskaite, L., Kleviene, A. & Perednis, E. (2013). Measures for increasing demand of solar energy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 27, 55-64.
28. Lietuvos Respublikos atsinaujinančių išteklių energetikos įstatymas, (2011).
29. Longo, A., Markandya, A. & Petrucci, M. (2008). The internalization of externalities in the production of electricity: Willingness to pay for the attributes of a policy for renewable energy. *Ecological Economics*, 67(1), 140-152.
30. Luong, S., Liu, K. & Robey, J. (2012). Sustainability assessment framework for renewable energy technology. *Technologies for Sustainable Built Environment Centre. Reading: Informatics Research Centre*, 1-8.
31. Mardani, A., Jusoh, A. & Zavadskas, E. K. (2015). Fuzzy multiple criteria decision-making techniques and applications—Two decades review from 1994 to 2014. *Expert Systems with Applications*, 42(8), 4126-4148.

32. Menegaki, A. (2008). Valuation for renewable energy: A comparative review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 12(9), 2422-2437.
33. Mourmouris, J. & Potolias, C. (2013). A multi-criteria methodology for energy planning and developing renewable energy sources at a regional level: A case study thassos, greece. *Energy Policy*, 52, 522-530.
34. Navrud, S. & Bråten, K. G. (2007). Consumers' preferences for green and brown electricity: A choice modelling approach. *Revue D'Économie Politique*, 117(5), 795-811.
35. Roe, B., Teisl, M. F., Levy, A. & Russell, M. (2001). US consumers' willingness to pay for green electricity. *Energy Policy*, 29(11), 917-925.
36. Stigka, E. K., Paravantis, J. A. & Mihalakakou, G. K. (2014). Social acceptance of renewable energy sources: A review of contingent valuation applications. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 32, 100-106.
37. Štreimikienė, D. (2002a). Tvari energetikos plėtra. *Aplinkos tyrimai, inžinerija ir vadyba*, 1(19), 20-29.
38. Štreimikienė, D. (2002b). Vietiniai ir globaliniai darnios energetikos plėtros politikos įgyvendinimo Lietuvoje aspektai. *Energetika*, (1), 53-60.
39. Štreimikienė, D. & Baležentis, A. (2014). Assessment of willingness to pay for renewables in lithuanian households. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 17(2), 515-531.
40. Streimikiene, D., Balezentis, T., Krisciukaitienė, I. & Balezentis, A. (2012). Prioritizing sustainable electricity production technologies: MCDM approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(5), 3302-3311.
41. Štreimikienė, D., Čiegis, R. & Jankauskas, V. (2007). *Darnus energetikos vystymasis*. Vilnius: Vilniaus universiteto leidykla.
42. Streimikienė, D. & Mikalauskiene, A. (2014). *Lithuanian consumer's willingness to pay and feed-in prices for renewable electricity*.
43. Sundt, S. & Rehdanz, K. (2015). Consumers' willingness to pay for green electricity: A meta-analysis of the literature. *Energy Economics*, 51, 1-8.
44. United Nations Development Programme. (2000). *Energy and the challenge of sustainability*. New York: World Energy Assessment.
45. Wang, J., Jing, Y., Zhang, C. & Zhao, J. (2009). Review on multi-criteria decision analysis aid in sustainable energy decision-making. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13(9), 2263-2278.

46. Wood, L. L., Kenyon, A. E., Desvousges, W. H. & Morander, L. K. (1995). How much are customers willing to pay for improvements in health and environmental quality? *The Electricity Journal*, 8(4), 70-77.

47. Zografakis, N., Sifaki, E., Pagalou, M., Nikitaki, G., Psarakis, V. & Tsagarakis, K. P. (2010). Assessment of public acceptance and willingness to pay for renewable energy sources in crete. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(3), 1088-1095.

48. Zorić, J. & Hrovatin, N. (2012). Household willingness to pay for green electricity in slovenia. *Energy Policy*, 47, 180-187.

AUTORĖS PUBLIKACIJŲ SARAŠAS

1. Štreimikienė, Dalia; Ališauskaitė-Šeškienė, Ilona. Elektros energijos gamybos šaltinių išorinių kaštų Lietuvoje vertinimas // Energetika = Power engineering = Энергетика / Lietuvos mokslų akademija. Vilnius: Lietuvos mokslų akademijos leidykla. ISSN 0235-7208. 2013, t. 59, Nr. 1, p. 11-19. [Academic Search Complete; IndexCopernicus; Inspec].

2. Štreimikienė, Dalia; Ališauskaitė-Šeškienė, Ilona. Sustainability assessment of renewable electricity generation technologies // Practice and research in private and public sector - 2013 [elektroninis išteklius] : 3rd international scientific conference proceedings, April 11-12, 2013 / Mykolas Romeris University. Faculty of Economics and Finance Management. Vilnius: Mykolo Romerio universitetas. ISSN 2029-7378. 2013, p. 156-164. [Business Source Corporate Plus].

3. Štreimikienė, Dalia; Ališauskaitė-Šeškienė, Ilona. Lietuvos gyventojų pasirengimo mokėti už atsinaujinančius energijos išteklius vertinimas // Energetika = Power engineering = Энергетика / Lietuvos mokslų akademija. Vilnius: Lietuvos mokslų akademijos leidykla. ISSN 0235-7208. 2014, t. 60, nr. 3, p. 169-183. [Academic Search Complete; IndexCopernicus; Inspec].

4. Štreimikienė, Dalia; Ališauskaitė-Šeškienė, Ilona. Willingness to pay for renewable electricity and feed-in-prices in Lithuania // Practice and research in private and public sector - 2014 [elektroninis išteklius]: 4th international scientific conference proceedings, May 14-15, 2014 / Mykolas Romeris University. Vilnius: Mykolo Romerio universitetas. ISSN 2029-7378. 2014, p. 48-56.

5. Ališauskaitė-Šeškienė, Ilona. Renewable energy sources technology assessment and promotion // The 11th international conference of young

scientists on energy issues, CYSENI [elektroninis išteklius]: Kaunas, Lithuania, May 29-30, 2014 / Lithuanian Energy Institute. p. 27-37.

6. Štreimikienė, Dalia; Ališauskaitė-Šeškienė, Ilona. External costs of electricity generation options in Lithuania // Renewable energy. Kidlington: Pergamon-Elsevier Science. ISSN 0960-1481. 2014, Vol. 64, p. 215-224. [Science Citation Index Expanded (Web of Science)].

7. Ališauskaitė-Šeškienė, Ilona. Barriers and market failures that influence the development of renewable energy sources // The 12th international conference of young scientists on energy issues, CYSENI: Kaunas, Lithuania, May 27-28, 2015 [elektroninis išteklius] / Lithuanian Energy Institute. Kaunas: LEI. p. 1-9.

8. Ališauskaitė-Šeškienė, Ilona. Multi-criteria decision analysis methods aiming to evaluate renewable energy sources technology // The 13th international conference of young scientists on energy issues, CYSENI: Kaunas, Lithuania, May 26-27, 2016 [elektroninis išteklius] / Lithuanian Energy Institute. Kaunas: LEI. p. 45-54.

9. Štreimikienė, Dalia; Ališauskaitė-Šeškienė, Ilona. Comparative assessment of external costs and pollution taxes in Baltic States, Czech Republic and Slovakia. E&M Economics and Management = E&M Economie a management. Liberec: Technická Univerzita v Liberci, 2016, Vol. 19, no. 4. p. 4-18. ISSN: 1212-3609; DOI: 10.15240/tul/001/2016-4-001. [Science Citation Index Expanded (Web of Science)].

10. Ališauskaitė-Šeškienė, Ilona. The evaluation of Lithuanian households' willingness to pay for microgeneration technology // The 14th international conference of young scientists on energy issues, CYSENI: Kaunas, Lithuania, May 25-26, 2017 [elektroninis išteklius] / Lithuanian Energy Institute. Kaunas: LEI.

INFORMACIJA APIE AUTORE

Vardas, pavardė: Ilona Ališauskaitė-Šeškienė

E. paštas: i.alisauskaite@gmail.com

Išsilavinimas:

2013–2017 – doktorantūros studijos Lietuvos energetikos institute, Energetikos kompleksinių tyrimų laboratorijoje;

2007–2009 – ekonomikos magistras, Mykolo Romerio universitetas, Ekonomikos ir verslo fakultetas, Viešojo sektoriaus ekonomikos programa, Regioninės plėtros ekonomikos ir politikos specializacija;

2003–2007 – statistikos bakalauras, Vilniaus universitetas, Matematikos ir informatikos fakultetas, ekonometrijos programa.

Darbo patirtis:

2017 iki dabar – projektų vadybininkė, UAB „Eurointegracijos projektai“;

2012–2016 – lektorė, Kauno technologijos universitetas;

2009–2015 – lektorė, Mykolo Romerio universitetas;

2010 – projektų koordinatorė, KTU Savivaldos mokymo centras;

2008–2010 – Informacijos ir mokymo organizavimo skyriaus vyresn. specialistė, Finansų ministerijos mokymo centras;

2008–2009 – teorinio ir praktinio žurnalo „Viešasis administravimas“ atsakingoji sekretorė, Viešojo administravimo lavinimo asociacija;

2007–2008 – buhalterė, UAB „A&D Consulting“.

Mokslinių interesų sritys: atsinaujinanti energetika, atsinaujinantys energijos ištekliai, ekonometrija, energetikos tvarumo vertinimas, pasirengimas mokėti už atsinaujinančių energijos išteklių technologijas, daugiakriteris atsinaujinančių energijos išteklių technologijų vertinimas.

ABSTRACT

Relevance. While the demand of energy is increasing around the world, the traditional energy resources are depleting, and its acquisition methods are damaging to the environment. Renewable energy sources (RES) is an attractive alternative to traditional energy. The issue of RES and its usage promoting is addressed by the European Union long ago and is one of the Lithuanian energy policy objectives set out in the National Energy Strategy and in the Law of Energy of the Republic of Lithuania. Energy efficiency policies can be based on direct and indirect price mechanisms, such as subsidies elimination and the integration of external costs in energy prices, which reduce consumption trends in price sensitive sectors and equipment (Štreimikienė, 2002a). The arising external costs while using RES technologies are significantly lower or absent compared with fossil energy. External costs mean an external damage to the environment caused by burning traditional fuels (coal, oil, and natural gas). Unfortunately, this particular damage, external cost (externalities), is not reflected in the prices of traditional fuels and ultimate consumer of traditional energy products, however, does not pay these costs or does not compensate people for harm done to them, they do not face the full cost of the services they purchase, i.e. their energy use is being implicitly subsidized, thus energy resources are not allocated efficiently. Scientists agree – underestimating external costs prevents penetration of RES technologies into the market on a large scale (Klevas, Štreimikienė, 2006).

According to economic theory, the main goal of promotion of RES is to integrate the external benefits of renewables into the price of energy produced from RES. Identifying these benefits and selecting the appropriate support measures is a complex scientific task. Assessment of households' willingness to pay (WTP) is being applied in the world for external benefits determination. This particular method allows to evaluate external benefits of RES technology as well as to justify their subsidies while considering the priorities of society and consumers' willingness to pay and promote specific RES technologies.

Moreover, although renewable energy is the inevitable choice for sustainable economic growth, many factors still need to be taken into consideration when investing in a renewable energy technology. Moving towards a sustainable future requires policy actions that solve existing problems without creating new ones and sustainability assessment of renewable energy technologies could be the key for reaching that goal successfully. Properly conducted sustainability assessment of RES technologies can prevent potential barriers or limit them while implementing and using RES technologies, also

creating an opportunity to prepare for possible consequences arising from feasible disadvantages of RES.

Literature overview. According to Klevas, Biekša & Murauskaitė (2014), “production, distribution and the use of energy resources in the region are the challenges for central and local government, business and social service, customers and other stakeholders”. Scientists in their work analyzed RES integration into the regional energy development scenarios and noted one of the main goals for the development of regional energy system should be the use of RES (Klevas et al., 2014). Forming policy for the promotion of RES based on subsidies and incentives is impossible if consumers’ opinion and their preferences for RES technologies are unknown. Lithuanian scientists, Klevas, Murauskaite, Kleviene & Perednis (2013) agree, it is evident that the main market for RES technology is decided by the consumer, and most important problem, determining the slow absorption process of, for instance, solar energy on the part of the consumer, is the lack of knowledge and organisation, deterrent amount of investments, and especially differences between energy suppliers and users in the heating sector. Consumers are involved in implementing the objectives of Lithuanian RES energy policy, yet their opinion has not been investigated and taken into consideration. Furthermore according to Klevas, Bobinaite, Maciukaitis & Tarydas (2018), “there is a lack of research, which would give answers to questions on economic assumptions that would link energy policy to economic results and would justify benefits of the use of RES technologies on national scale”. These scientists, while estimating the impact of wind power technologies implementation on the economy in their work, noted, currently RES support measures applied in Lithuania do not encourage project developers to choose economically optimal technologies and often unreasonably expensive plants are installed, operational rates of which are not always justified. “The main deficiency of this type of promotion is lack of connection with the achievement of result” (Klevas et al., 2018). In Lithuania issues discussed in scientific literature mostly deal with RES and their technologies promotion on the supply side. For instance, Klevas & Štreimikienė (2006) dedicated particular part of their book “Basics of Lithuanian energy economy” for analyzing the promotion of renewable energy economy, including the financial and economic promotion measures; Klevas (2015) presented recommendations for the establishment of unified principles for the efficiency estimation of RES technologies and long-term incentive system; Katinas, Markevicius, Erlickyte & Marciukaitis (2008) examined the ways in which assistance can be maximized to infiltrate RES Lithuanian electricity sector and their potential impact on the environment; Čiegis & Zeleniūtė (2008) discussed the economic development

aspect of sustainability of Lithuania; Galinis, Lekavičius & Miškinis (2010) analyzed wider exploitation of RES; Streimikiene, Balezentis, Krisciukaitienė & Balezentis (2012) clarified the multiple criteria decision system, choosing the most sustainable energy technologies; Gaigalis, Markevicius, Katinas & Skema (2014) outlined the analysis of RES promotion in Lithuania in compliance with the EU strategy and policy. However, the issue of RES technology assessment in the world is addressed much more versatile. A strong correlation between environmental attitude and ecological behavior intention has been established – it is important to know the attitudes of energy consumers since their attitudes are the foundations of their resulting behavior (Ek, 2005; Stigka, Paravantis & Mihalakakou, 2014). A number of studies published over the last years focusing on consumers' preferences towards renewables has increased steadily, thus resulting in a flood of data (Sundt & Rehdanz, 2015). Valuation methods and survey types can vary widely. For instance, Wood, Kenyon, Desvousges & Morander (1995) in their work have analyzed WTP among several key customer segments one of which was residential. Hanley & Nevin (1999) used WTP method as suitable in order to estimate “of either an individual’s willingness to pay for an improvement in the quality or quantify of some environmental good”. Roe, Teisl, Levy & Russell (2001) designed their survey to elicit consumer’s WTP for changes in environmental characteristics of residential electricity service using price and environmental disclosure statements. Ek (2005) analysed electricity consumers’ attitudes towards wind power. Bergmann, Hanley & Wright (2006) used the choice experiment method to estimate people’s preferences over environmental and social impacts of hydro, on-shore and off-shore wind power and biomass in Scotland. Borchers, Duke & Parsons (2007) presented findings of a contingent choice experimental design used to estimate consumer preferences and WTP for voluntary participation in green energy electricity programs. Banfi, Farsi, Filippini & Jakob (2008) used a choice experiment method to evaluate consumers’ WTP for energy-saving measures in Switzerland’s residential buildings. Bergmann, Colombo & Hanley (2008) in their investigation used choice experiment method while focusing on differences in preferences between urban and rural residents. Longo, Markandya & Petrucci (2008) investigated WTP of United Kingdom energy users for different characteristics of energy programs that stimulate the production of renewable energy by using choice experiment. Zografakis et al. (2010) conducted a contingent valuation method study to analyze and to evaluate the citizens’ public acceptance and WTP for renewable energy sources in Crete. Zorić & Hrovatin (2012) in their study analyzed WTP in Slovenia for electricity generated from RES. Guo et al. (2014) in order to assess the value of renewable electricity and

obtain information on consumer preferences, estimated WTP of Beijing, China, residents for renewable electricity. Štreimikienė & Baležentis (2014) in their pilot study on assessment of WTP in Lithuanian households used choice experiment method in order to provide main drivers of WTP for renewables. Akcura (2015) analysed households' preferences and WTP under a mandatory scheme where all households contribute compared to a voluntary scheme where only those who wish to pay to support renewables do so.

The main problem of the dissertation. It is important to know the attitudes of energy consumers since their attitudes are the foundations of their resulting behavior. Thus, while developing promotion policy for the use of renewables and their technology, not only expert opinions become a necessity – opinions of households², their priorities and the key factors that determine their choice between different energy production technologies must be considered.

The problem of dissertation research is complex, combining both: the lack of research upon Lithuanian households' attitudes towards RES technologies and the lack of consumers' opinion and their preferences for RES technologies, while forming policy for the promotion of RES based on subsidies and incentives. Lithuanian RES promotion policy is primarily directed towards the promotion of renewable energy in the manufacturing sector, however, volume of support for specific renewable energy technologies lacks a scientific basis. Until now households' attitudes towards RES technologies (precisely, the so-called microgeneration technologies – renewable energy generation technologies that are installed in households) as well as criteria according to which households choose to install renewable energy technologies at home, have not been addressed and consumers' opinion has not been taken into account.

Object of dissertation – renewable energy cogeneration technologies in households.

Purpose statement – to carry out comparative assessment of RES generation technologies (microgeneration) in Lithuanian households. The latter includes a comprehensive assessment – the best setting of microgeneration technologies according to households' preferences, households' willingness to pay for individual (thus separate) microgeneration technologies, as well as multi-criteria evaluation of microgeneration technologies based on other important economic, social and environmental criteria. The purpose statement is being pursued by analyzing the following tasks:

² Definition household, in this respect, means a social unit composed of those living together in the same dwelling. A household is also considered to be a single person living alone. The term "household" is often the smallest unit of economists and statisticians.

- 1) Literature review, systematization of market failures and RES barriers that hinder RES development;
- 2) Establishment of evaluation criteria of WTP and multiple-criteria methods for RES technologies applied in households (microgeneration technologies), thereby justifying them and selecting evaluation indicators;
- 3) Developing a model for the evaluation of RES technologies applied in households (microgeneration technologies) and their application instrumentation;
- 4) Performing the assessment of energy consumers WTP for RES technologies applied in households (microgeneration technologies) as well as their willingness to share the energy, from their renewable energy technology, based on the established instrumentation and collected empirical data;
- 5) Performing comparative assessment of RES technologies applied in households (microgeneration technologies) in Lithuania based on households WTP for RES technologies and experts' evaluation of microgeneration technologies as well as summarizing the results of comparative assessment and, on the basis of it, making recommendations on the application of the model and its improvement.

Practical application of research. Comparative assessment of microgeneration technologies would allow the state to choose a rational policy for the use and promotion of RES – to allocate funds for promotion among technologies, to form priority promotion areas, to establish the amount of support, subsidies, for different RES technologies applied in households.

After reviewing over 200 literature sources, it has been concluded that the method for comparative assessment of RES technologies used and recommend by many researchers is Multi-Criteria Decision Method (MCDM) or Multi-Criteria Analysis (MCA). MCDM is an appropriate choice for solving complex problems. A large number of external variables play a relevant role in orienting decision making and while some of these variables can be manipulated by numerical models, such as cost–benefit analysis, market penetration strategies and environmental impacts, other factors dealing with social and cultural context, political drawbacks and aesthetic aspects, can be assessed only in a qualitative way or with subjective judgment. Therefore, MCDM can give the decision maker considerable help in the selection of the most suitable RES technologies. However, while considering the fact decision makers have wide options of many different techniques, which more or less has equal weight, one can say it can be compensated by its ability to deal with complex problems,

nonetheless, nowadays, it might be not enough to decide between trade-offs alternative sources in order to choose the most beneficial one. It is highly important to know the attitudes of electricity consumers as well – since they are paying for RES promotion. Thus, in this dissertation, MCA method is being “backed up”, with additional analysis, revealing the needs and uprights of society, i.e. WTP – besides the parameters describing RES technology, households’ WTP criteria was included in MCDM, reflecting households’ preferences for RES technologies. WTP integration in MCA will suggest the best result which would satisfy decision maker and would be made by taking into account residents opinion.

Scientific novelty:

- The main criteria for comparative assessment of microgeneration technologies were analysed and systematized;
- The theoretical model for comparative assessment of renewable energy technologies in households (microgeneration technologies) was created capturing household attitudes towards RES technologies and the main criteria according to which households choose to install renewable energy technologies at home;
- The model was implemented by developing a multi-criteria assessment methodology for RES technologies, which consists of WTP and MCDM, allowing comparing and ranking RES technologies, thereby considering public preferences and determining directions of government support for RES technologies.
- The prepared methodology was applied for assessment of renewable energy technologies in Lithuanian households for the first time, providing valuable insights in Lithuanian households' willingness to pay for RES technologies embedded in their houses (microgeneration technologies).

Hypotheses of dissertation:

1. Consumers’ wealth, education and age affects their WTP for RES technologies in households:
 - d) Consumers with higher income tend to pay more for RES technologies in their households;
 - e) Younger residents tend to pay more for RES technologies in their households;
 - f) Residents with higher education tend to pay more for RES technologies in their households.
2. Lithuanian households have relatively little WTP for RES technologies, while comparing it with Western European countries.

3. Multi-criteria decision method (combined of WTP and MCDM) allows comparing and gathering RES technologies, while considering the preferences of society and determining directions of government support for RES technologies.

UDK 620.92+502.174.3](043.3)

SL344. 2018-05-30, 2,75 leidyb. apsk. 1. Tiražas 50 egz.

Išleido Kauno technologijos universitetas, K. Donelaičio g. 73, 44249 Kaunas
Spausdino leidyklos „Technologija“ spaustuvė, Studentų g. 54, 51424 Kaunas