



POVILAS MAČIULIS

---

**ATSINAUJINANČIŲ  
ENERGIJOS IŠTEKLIŲ  
TRANSPORTO SEKTORIUJE  
PANAUDOJIMO PLĖTRĄ  
SKATINANČIŲ PRIEMONIŲ  
VERTINIMAS**

---

DAKTARO DISERTACIJA

K a u n a s  
2 0 2 1

LIETUVOS ENERGETIKOS INSTITUTAS

POVILAS MAČIULIS

ATSINAUJINANČIŲ ENERGIJOS IŠTEKLIŲ  
TRANSPORTO SEKTORIUJE PANAUDOJIMO  
PLĖTRĄ SKATINANČIŲ PRIEMONIŲ  
VERTINIMAS

Daktaro disertacija  
Socialiniai mokslai, ekonomika (S 004)

2021, Kaunas

*Skiriu savo žmonai Birutei*

Disertacija rengta 2015–2020 m. Lietuvos energetikos instituto Energetikos kompleksinių tyrimų laboratorijoje.

**Mokslinė vadovė:** dr. Inga KONSTANTINAVIČIŪTĖ (Lietuvos energetikos institutas, socialiniai mokslai, ekonomika – S 004).

**Mokslinė konsultantė:** prof. dr. Vaida PILINKIENĖ (Kauno technologijos universitetas, socialiniai mokslai, ekonomika – S 004).

Interneto svetainės, kurioje skelbiama disertacija, adresas:

<http://ktu.edu>

Redagavo: Irma Urbonavičienė

## **Turinys**

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS .....	6
LENTELIŲ SĄRAŠAS .....	7
PAGRINDINĖS DISERTACIJOJE NAUDOJAMOS SĄVOKOS .....	10
SANTRUMPOS .....	10
ĮVADAS .....	11
1. ATSINAUJINANČIŲ ENERGIJOS IŠTEKLIŲ PANAUDOJIMO TRANSPORTO SEKTORIUJE SAMPRATA IR FORMAVIMOSI PRIELAIDOS .....	20
1.1. Atsinaujinančių energijos išteklių samprata tvaraus ekonomikos vystymosi kontekste.....	20
1.2. Atsinaujinančiais energijos ištekliais grįstų alternatyvų panaudojimas transporto sektoriuje .....	33
1.2.1. Biodegalų panaudojimas transporto sektoriuje.....	37
1.2.2. Elektros panaudojimas transporto sektoriuje.....	43
1.2.3. Vandenilio panaudojimas transporto sektoriuje .....	50
1.3. Kliūtys, trukdančios atsinaujinančiai energijos panaudojimo plėtrai transporto sektoriuje .....	56
1.3.1. Techninės ir infrastruktūrinės kliūtys .....	60
1.3.2. Ekonominės kliūtys .....	61
1.3.3. Kliūtys, susijusios su žmogiškaisiais faktoriais.....	62
1.4. Atsinaujinančių energijos išteklių transporto sektoriuje panaudojimą lemiantys veiksniai.....	63
1.5. Atsinaujinančiais energijos ištekliais grįstų transporto kuro alternatyvų palyginimas.....	69
2. ATSINAUJINANČIUS ENERGIJOS IŠTEKLIUS NAUDOJANČIŲ AUTOMOBILIŲ PANAUDOJIMO PLĖTRĄ SKATINANČIŲ PRIEMONIŲ VERTINIMO MODELIO FORMAVIMAS .....	75
2.1. Elektromobilių naudojimą skatinančių priemonių tipologija ir grupavimas. ....	75
2.2. Elektromobilių skatinimo priemonių įgyvendinimo lygiai.....	79
2.2.1. Nacionaliniu lygiu įgyvendinamos skatinimo priemonės.....	81
2.2.2. Savivaldybės lygiu įgyvendinamos priemonės.....	86

2.3. Elektromobilių panaudojimo plėtrą skatinančių priemonių vertinimo metodologija.....	93
2.4. Atsinaujinančius energijos išteklius naudojančių automobilių panaudojimo plėtrą skatinančių priemonių vertinimo modelio struktūrinės dalys ir jų sąveika ..	104
3. ATSINAUJINANČIUS ENERGIJOS IŠTEKLIUS NAUDOJANČIŲ TRANSPORTO PRIEMONIŲ SKATINIMO EMPIRINIS TYRIMAS.....	107
3.1. Tyrimo metodologija .....	109
3.2. Elektromobilių naudojimą skatinančių priemonių vertinimo tyrimo rezultatai	120
3.2.1. Elektromobilių naudojimą skatinančių priemonių dydžių ir verčių nustatymas .....	120
3.2.2. Skatinimo priemonių įgyvendinamumo, veiksmingumo ir vertinimo kriterijų svorių nustatymas .....	123
3.2.3. Vartotojų preferencijų tyrimo rezultatai .....	131
3.2.4. Elektromobilių naudojimą skatinančių priemonių įgyvendinimo metinių kaštų nustatymas.....	137
3.2.5. Tyrimo rezultatų apibendrinimas daugiakriterinio vertinimo metodu	147
Išvados.....	150
Rekomendacijos .....	153
Literatūros sąrašas .....	154
Priedai.....	170

## PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

- 1 pav.** Disertacijos loginė struktūra (sudaryta autoriaus)
- 2 pav.** Ekonominės sistemos tvarumo sąsajos (O'Connor, 2000, Spangenberg, 2005)
- 3 pav.** Darnaus vystymosi dedamosios (UN DESA, 2017)
- 4 pav.** Alternatyvių ir pereinamųjų energijos šaltinių tipai miesto transportui (Ramadhas, 2011)
- 5 pav.** Pirmosios kartos biokuro gamybos būdai (Navas-Anguita et al., 2019)
- 6 pav.** Antrosios kartos biokuro gamybos būdai (Navas-Anguita et al., 2019)
- 7 pav.** Elektrifikavimo lygiai skirtingo tipo automobiliuose (Michelin, 2011)
- 8 pav.** Elektros energijos gamybos alternatyvos (Navas-Anguita, et al, 2019)
- 9 pav.** Kaip elektrinės transporto priemonės galėtų pritraukti daugiau atsinaujinančių energijos šaltinių (IRENA EVTB, 2017)
- 10 pav.** Vandenilio gamybos būdai (Navas-Anguita, et al, 2019)
- 11 pav.** Vandenilio energijos vertės grandinė: nuo energijos tiekimo iki panaudojimo. Spalvoti taškai atitinka vandenilio ir įvairių vandenilio degalų bei žaliavų tinkamumą naudoti pasirinktoje galutinio vartojimo kryptyje (IEA, 2019)
- 12 pav.** Penki sprendimų priėmimo etapai technologijos sklaidos procese (Urmee and Md, 2016)
- 13 pav.** Pagrindiniai veiksniai, turintys įtakos atsinaujinančios energijos plėtrai (Shamsuzzoha et al., 2012)
- 14 pav.** Trijų dimensijų atsinaujinančių energijos šaltinių transporte politikos ryšys su skirtingais administraciniais lygiais (IEA-RETD, 2015)
- 15 pav.** Pasirengimo mokėti vertinimo metodų klasifikavimas (Braidert et al., 2006)
- 16 pav.** AEI naudojančių automobilių panaudojimo plėtrą skatinančių priemonių vertinimo modelis (sudaryta autoriaus)
- 17 pav.** y reikšmių logistinė transformacija į funkcijos z reikšmes (Mazzocchi, 2008)

## LENTELIŲ SĄRAŠAS

- 1 lentelė.** Transporto plėtros poveikis aplinkai (Profillidis, Botzoris and Galanis, 2014)
- 2 lentelė.** Transporto sektoriaus kuro rūšių identifikavimas ir klasifikavimas (Navas-Anguita et al., 2019).
- 3 lentelė.** Pagrindiniai biodegalų privalumai ekonomikai, aplinkai ir energetiniam saugumui (Demirbas, 2009)
- 4 lentelė.** Elektra varomų automobilių stiprybių, silpnybių, galimybių ir grėsmių analizė (Quak et al., 2016)
- 5 lentelė.** Galimas vandenilio ir jo gaminių panaudojimas skirtingose transporto rūšyse (IEA, 2019).
- 6 lentelė.** AEI panaudojimo transporto sektoriuje kliūtys trijose dimensijose (IEA-RETD, 2015)
- 7 lentelė.** Kliūčių, darančių įtaką alternatyvaus kuro ir technologijų panaudojimui, kvalifikavimas (Brown et al., 2012)
- 8 lentelė.** AEI naudojančių automobilių įsigijimą skatinantys veiksniai (Lai et al., 2015)
- 9 lentelė.** Pagrindiniai atsinaujinančios energijos panaudojimo transporto sektoriuje privalumai (IEA-RETD, 2015)
- 10 lentelė.** Naujų lengvųjų automobilių registracijos pagal variklių naudojamas energijos rūšis Europoje (Eurostat, 2020)
- 11 lentelė.** Politikos priemonės, skatinančios kurti ir taikyti netaršių technologijų vystymą ir naudojimą transporto sektoriuje (Skinner et al. 2010)
- 12 lentelė.** Dažniausiai sutinkami elektromobilių naudojimo skatinimo politikos ir priemonių įgyvendinimo administraciniai lygiai (sudaryta autoriaus)
- 13 lentelė.** Bendrosios elektromobilių naudojimosi skatinimo priemonių rūšys ir jų įgyvendinimo laikas (Yang et. al, 2016)
- 14 lentelė.** Elektromobilių naudojimo skatinimo priemonių, kurias gali įgyvendinti vietos valdžia, matrica (Hanley, 2011)
- 15 lentelė.** Elektromobilių plėtros skatinimo strategijų atnaujinimas skirtinguose regionuose 2018 ir 2019 metais (IEA, 2019)
- 16 lentelė.** Skirtingi požiūriai į elektromobilių rinkos analizę (Windisch, 2013)
- 17 lentelė.** Rinkos statistine analize paremti elektromobilių naudojimo skatinimo priemonių vertinimo tyrimai (Mačiulis et al., 2019)
- 18 lentelė.** Apklausomis paremti elektromobilių naudojimo skatinimo priemonių vertinimo tyrimai (Mačiulis et al., 2019)
- 19 lentelė.** Alternatyvūs elektromobilių naudojimo skatinimo priemonių vertinimo tyrimai (Mačiulis et al., 2019)
- 20 lentelė.** Empirinio tyrimo loginė struktūra (sudaryta autoriaus)
- 21 lentelė.** Empirinio tyrimo sudedamosios dalys (sudaryta autoriaus)



- 22 lentelė.** Respondentų pasirinktų atsakymų į klausimą, kokio dydžio negražintina subsidija būtų pakankama elektromobilių pardavimams skatinti Lietuvoje, apibendrinimas (sudaryta autoriaus)
- 23 lentelė.** Pridėtinės vertės mokesčio tarifo ir subsidijų dydžio parinktys (sudaryta autoriaus)
- 24 lentelė.** Ekspertų pasiskirstymas pagal atstovaujamą instituciją (sudaryta autoriaus)
- 25 lentelė.** Ekspertų pasiskirstymas pagal turimą darbo patirtį (sudaryta autoriaus)
- 26 lentelė.** Ekspertinės apklausos metu nustatyti skatinimo priemonių įgyvendinamumo ir veiksmingumo rodikliai (sudaryta autoriaus)
- 27 lentelė.** Kruskal-Wallis ir medianos testų rezultatai (sudaryta autoriaus)
- 28 lentelė.** Vidutiniai rangai pagal atstovaujamą instituciją (sudaryta autoriaus)
- 29 lentelė.** Skatinimo priemonių vertinimo kriterijų svarbumo svoriai (sudaryta autoriaus)
- 30 lentelė.** Vidutiniai rangai pagal atstovaujamą instituciją (sudaryta autoriaus)
- 31 lentelė.** Kruskal-Wallis ir medianos testo rezultatai (sudaryta autoriaus)
- 32 lentelė.** Klasifikavimo lentelė (sudaryta autoriaus)
- 33 lentelė.** Chi kvadrato testas (sudaryta autoriaus)
- 34 lentelė.** Modelio tikslumo matai (sudaryta autoriaus)
- 35 lentelė.** Hosmer ir Lemeshow testas (sudaryta autoriaus)
- 36 lentelė.** Logistinio modelio parametrų įverčiai (sudaryta autoriaus)
- 37 lentelė.**  $\chi^2$  testo rezultatai (sudaryta autoriaus)
- 38 lentelė.** *Probit* modelio parametrų įverčiai (sudaryta autoriaus)
- 39 lentelė** Elektromobilių parko dydis 2017 m. ir prognozuojamas pokytis iki 2020 m. pasaulyje ir Lietuvoje pagal NP20 scenarijų (sudaryta autoriaus)
- 40 lentelė.** Elektromobilių pardavimai 2017 m. ir prognozuojamas pokytis iki 2020 m. pasaulyje ir Lietuvoje pagal NP20 scenarijų (sudaryta autoriaus)
- 41 lentelė.** Elektromobilių parko dydis 2017 m. ir prognozuojamas pokytis iki 2030 m. pasaulyje ir Lietuvoje pagal NP30 scenarijų (sudaryta autoriaus)
- 42 lentelė.** Elektromobilių pardavimai 2017 m. ir prognozuojamas pokytis iki 2030 m. pasaulyje ir Lietuvoje pagal NP30 scenarijų (sudaryta autoriaus)
- 43 lentelė.** Elektromobilių parko dydis 2017 m. ir prognozuojamas pokytis iki 2030 m. pasaulyje ir Lietuvoje pagal EV30@30 scenarijų (sudaryta autoriaus)
- 44 lentelė.** Perkamų naujų automobilių su vidaus degimo variklio ir elektromobilių santykio prognozavimas (sudaryta autoriaus)
- 45 lentelė.** Elektromobilių parko ir metinių pardavimų Lietuvoje prognozavimas pagal tris scenarijus (sudaryta autoriaus)
- 46 lentelė.** Populiariausi elektromobiliai Europoje (sudaryta autoriaus)
- 47 lentelė.** PVM lengvatos ir negražintinos subsidijos metiniai įgyvendinimo kaštai pagal tris elektromobilių plėtros scenarijus (sudaryta autoriaus)

**48 lentelė.** Namų ūkiams skirtų įkrovimo stotelių kainų Lietuvoje palyginimas (sudaryta autoriaus)

**49 lentelė.** Elektromobilių naudojimą skatinančių priemonių įgyvendinimo metiniai kaštai pagal tris rinkos plėtros scenarijus (sudaryta autoriaus)

**50 lentelė.** Skatinimo priemonių vertinimo rodikliai skaičiuojant *logit* regresiją pagal tris elektromobilių plėtros scenarijus (sudaryta autoriaus)

**51 lentelė.** Skatinimo priemonių tinkamumo rodikliai skaičiuojant *probit* regresiją pagal tris elektromobilių plėtros scenarijus (sudaryta autoriaus)

## PAGRINDINĖS DISERTACIJOJE NAUDOJAMOS SĄVOKOS

**Tvarus vystymasis** (angl. *sustainable development*) – į šviesią aplinką ir racionalų išteklių naudojimą orientuota subalansuota plėtra, tenkinanti dabarties poreikius ir nekenkianti ateities kartų galimybėms patenkinti savo poreikius (Spangenberg, 2005, Brundtland Commission, 1987).

**Atsinaujinantys energijos ištekliai** (angl. *renewable energy sources*) – tai energijos ištekliai, gaunami iš netradicinių gamtos šaltinių, kurie atsinaujina ir yra natūrali žemės ciklo dalis (Hagen, 2016, Ma et al., 2009).

**Įprastiniai transporto sektoriaus degalai** – tai dažniausiai transporto sektoriuje sutinkama iškastinės energijos rūšis, pvz., dyzelis ir benzinai (Navas-Anguita et al., 2019).

**Alternatyvūs transporto sektoriaus degalai** – tai atsinaujinantys energijos ištekliai, tokie kaip elektra, vandenilis ir įvairių rūšių biodegalai, taip pat iškastinės įvairaus tipo dujos (Navas-Anguita et al., 2019).

**Netaršios transporto priemonės** – tai tokios transporto priemonės, kurios naudoja alternatyvas kuro rūšis.

**Elektromobiliai** – elektra varomos transporto priemonės.

**Vartotojų preferencijos** (angl. *consumer preferences*) – prekių, paslaugų ar jų rinkinių subjektyvus vertinamas pagal individualų naudingumą (Liao et al., 2017, Helveston et al., 2015).

## SANTRUMPOS

AEI – atsinaujinantys energijos ištekliai;

BVP – bendrasis vidaus produktas;

CO<sub>2</sub> – anglies dioksidas;

EBPO / OECD – Ekonominio bendradarbiavimo ir plėtros organizacija;

ES – Europos Sąjunga;

EV30@30 – elektromobilių plėtros scenarijus iki 2030 metų;

TEA / IEA – Tarptautinė energetikos agentūra;

IRENA – Tarptautinė atsinaujinančių energijos išteklių agentūra;

MTEP – moksliniai tyrimai ir eksperimentinė plėtra;

NP20 – Tarptautinės energetikos agentūros elektromobilių plėtros scenarijus iki 2020 metų;

NP30 – Tarptautinės energetikos agentūros elektromobilių plėtros scenarijus iki 2030 metų;

NPS – Naujosios politikos scenarijus;

SAW – kriterijų reikšmių ir jų reikšmingumų sandaugų sumavimo metodas (angl. *Simple Additive Weighing*);

SSGG – stiprybių, silpnųjų, galimybių ir grėsmių analizė;

ŠESD – šiltnamio efektą sukeliančios dujos.

# IVADAS

## Temos aktualumas

Globaliu mastu fiksuojamas nuolatinis energijos poreikio augimas ir ilgalaikių scenarijų prognozavimas nerodo šio poreikio mažėjimo. Prognozuojama, kad 2030 m. pasaulio energijos poreikis išaugs 35 proc., palyginti su 2010 m. lygiu (Simionescu et al., 2017). Vidutinės trukmės ir ilguoju laikotarpiu visuotinio energijos poreikio augimą lemiantys veiksniai – besivystančių šalių ekonomikos ir gyventojų skaičiaus augimas (Miškinis et al., 2014). Pagrindinė į atmosferą išsiskiriančio anglies dioksido priežastis yra iškastinis kuras, kuris tiesiogiai lemia šiltnamio efektą ir klimato kaitą. Per praėjusį šimtmetį naudojant iškastinį kurą išmestas didžiausias anglies dioksido kiekis, pasiekti iki tol dar neregėti rekordai (Pacesila et al., 2016). Dėl besikeičiančio klimato šyla oro ir vandenynų temperatūra, tirpsta kalnų sniegas ir abiejų žemės polių ledynai. Dėl ledynų tirpimo ir vandens šiluminio plėtimosi kyla pasaulinis vandens lygis, didėja potvynių ir visišku apšėmimų pavojus, daugėja ekstremalių meteorologinių reiškinių.

Pagal šiltnamio efektą sukeliančių išmetamų dujų kiekį transporto sektorių lenkia tik energetikos sektorius. Todėl susisiekimo sektorius turi ypač didelės įtakos vyriausybės pastangoms siekiant įgyvendinti tikslus, susijusius su išmetamo anglies dioksido kiekio mažinimu. Iš viso transporto sektoriaus verta išskirti lengvųjų automobilių segmentą, kuriame pagrindinis iššūkis yra pereiti prie netaršių transporto priemonių, naudojančių atsinaujinančius energijos išteklius (AEI). Pavyzdžiui, Europoje vien kelių transportas išmeta beveik penktadalį šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekio (Europos Komisija, 2017). Netaršios transporto priemonės galėtų padidinti energijos vartojimo efektyvumą, padėtų sumažinti priklausomybę nuo naftos importo ir sumažinti anglies dioksido išmetimus.

Šios disertacijos tyrimo įgyvendinimui svarbus ir Lietuvos kontekstas. Lietuvoje transporto sektoriuje nuo 2010 iki 2018 m. degalų ir energijos suvartojimas padidėjo 42,4 proc., dyzelino suvartojimas nuo 2010 m. padidėjo 11 proc. ir 2018 m. sudarė 74 proc. transporto sektoriuje suvartojamų degalų. 90 proc. visų degalų transporto sektoriuje suvartoja kelių transportas. Lengvųjų automobilių rinkoje, viešojo transporto parkuose ir krovininiame transporte dominuoja benzininės ir dyzelinės transporto priemonės. AEI naudojimo plėtros skatinimo klausimas yra vienas iš pagrindinių Lietuvos Respublikos energetikos politikos tikslų, iškeltų Nacionalinėje Lietuvos energetikos (energetinės nepriklausomybės) strategijoje ir Lietuvos Respublikos atsinaujinančių išteklių energetikos įstatyme. 2019 metų pabaigoje patvirtintas Lietuvos Respublikos nacionalinis energetikos ir klimato srities veiksmų planas 2021–2030 m. Šiame plane numatyta, kad įgyvendinus visas numatytas priemones iki 2030 m. Lietuvos transporto sektoriuje ŠESD emisijos sumažės 8,1 proc. Tai yra didelis iššūkis, nes AEI dalis transporto sektoriuje 2015–2017 m. sumažėjo nuo 4,6 proc. iki 3,7 proc. dėl transporto sektoriuje suvartojamos energijos augimo. Pagrindinę AEI dalį sudaro biodegalai ir tik nedidelę dalį – elektros energijos vartojimas geležinkeliuose ir troleibusuose.

Nepaisant netaršių automobilių privalumų aplinkai, egzistuojančios techninės ir ekonominės kliūtys neleidžia masinės plėtros bendroje transporto priemonių rinkoje (Quak et al., 2016, Sierzchula et al., 2014, Kley et al., 2010). Viena iš priežasčių, kodėl natūralus netaršių automobilių atėjimas į rinką yra pakankamai lėtas, yra jų kaina, kuri yra didesnė už įprastinių automobilių su vidaus degimo varikliais, naudojančių iškastinį kurą. Kita aktuali priežastis – AEI naudojančių automobilių užpildymo / pakrovimo infrastruktūros trūkumas, kuris neleidžia vartotojams jaustis patogiai ir saugiai naudojant ne iškastiniu kuru varomą transporto priemonę (Wang et al., 2017, Stevens ir Schieb, 2013). Todėl vyriausybės įgyvendina skatinimo politikos instrumentus, kurie didintų šių produktų konkurencingumą ir populiarumą tarp vartotojų (Yang et al., 2016). Egzistuoja netaršių automobilių skatinimo mechanizmų, kurie įgyvendinami savivaldos lygyje. Daugeliu atveju nacionalinės valdžios ir savivaldybės įgyvendinamos priemonės skiriasi dėl skirtingų skatinimo politikos krypčių, kurias lemia skatinimo sistemos mastelis. Skatinimo priemonės labai skiriasi pagal mastą, tipą, įgyvendinimo administracinį lygį ir pan. Skiriasi ir rezultatas: vienos valstybės (ar miestai) pasiekė didžiulį proveržį AEI naudojančių automobilių rinkos plėtroje, kitos juda labai lėtai. Galima rasti nemažai mokslinės literatūros ir studijų, kuriomis analizuojant netaršių automobilių rinkas siekiama įvertinti finansinių ir nefinansinių skatinimo priemonių veiksmingumą. Šiuose tyrimuose ieškoma ryšių tarp automobilių pardavimo dinamikos ir duomenų, rodančių pirkimo paskatų mastą, jų vertę bei įtaką.

### **Mokslinė problema ir jos ištirtumo lygis**

Augantis pasaulio gyventojų skaičius, didėjantis vartojimas, besivystančių šalių ekonomikos augimas bei urbanizacijos plėtra lemia nuolatinį energijos poreikio augimą (Ghenai et al., 2020, Simionescu et al., 2017, Miškinis et al., 2014). Energijos gamybos ir naudojimo augimas daro įtaką į atmosferą išmetamų teršalų kiekiui, kuris tiesiogiai prisideda prie visuotinio atšilimo ir klimato kaitos. Dauguma mokslininkų sutaria, kad išvengti pavojingo klimato kaitos masto galima tik sumažinus į atmosferą išmetamų šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekį (Gielen et al., 2019, Pacesila et al., 2016, Howells et al., 2013, Shamsuzzoha et al., 2012). Taip pat visuotinai sutariama, kad spręsti šias visuotines problemas galima įgyvendinant darnaus vystymosi tikslus. O darniam vystymuisi reikia efektyvios, saugios ir netaršios energijos tiekimo sistemos. Dėl šios priežasties AEI tapo mokslininkų dėmesio centru. Energijos vartojimo ryšį su ekonomikos augimu analizavo daug mokslininkų, tarp kurių galima paminėti Bhattacharya et al. (2016), Rezitis ir Ahammad (2015), Blazejczak et al. (2014), Sebri ir Ben-Salha (2014), Böhringer et al. (2013), Lehr et al. (2012), Apergis ir Payne (2010), Costantini ir Martini (2010), Sadorsky (2009), Bowden ir Payne (2009), Wolde-Rufael (2009). AEI analizuojami mokslininkų, kurie orientuojasi į energetikos ir darnaus vystymosi problematiką (Mckenzie et al., 2012, Shamsuzzoha et al., 2012, Apergis ir Payne, 2010, Akella et al., 2009, Štreimikienė, 2002). Tačiau Klevas et al. (2018) pastebi, jog vis dar trūksta tyrimų, kurie duotų atsakymus į klausimus apie ekonomines prielaidas, kurie susietų energetikos politiką su ekonominiais rezultatais ir pateisintų AEI naudojimo naudą nacionaliniu mastu. AEI

analizuojami užimtumo ir ekonomikos augimo kontekste (Bilan et al. 2019, Klevas et al., 2018, Pacesila et al., 2016, Bhattacharya et al. 2016, Sebri ir Ben-Salha 2014, Blazejczak et al. 2014, Böhringer et al. 2013, Lehr et al. 2012, Bobinaite et al., 2011). Nepaisant to, jog daugumoje mokslinių straipsnių nurodytas teigiamas ryšys tarp AEI panaudojimo ir ekonomikos augimo, visgi egzistuoja tyrimų, kurie parodė priešingus rezultatus (Bhattacharya et al., 2016, Bobinaite et al., 2011). Kaip atskirą tyrimų grupę galima išskirti tuos, kurie orientuoti į tiesiogines arba netiesiogines AEI panaudojimo plėtrą ribojančias kliūtis ir AEI panaudojimo plėtrą skatinančius veiksnius (Proença ir Fortes, 2019, Wang et al., 2017, Quak et al., 2016, Lai et al., 2015, Windisch, 2013, Brown et al., 2012, Shamsuzzoha et al., 2012, Gallagher ir Muehlegger, 2011, Tollefson, 2008, Banister, 2005). Transporto sektoriuje naudojami santykinai dideli iškastinio kuro kiekiai lyginant su kitais sektoriais. AEI panaudojimas transporto sektoriuje dėl jo poveikio aplinkai mikro- ir makrolygiu yra dažnai nagrinėjamas moksliniuose tyrimuose. Nepaisant alternatyvaus kuro įvairovės transporto sektoriuje, didžiausio mokslininkų dėmesio sulaukia šios alternatyvos: biodegalai (Navas-Anguita et al., 2019, Simionescu et al., 2017, Al-Mulali 2015, Katinas ir Savickas, 2012, Ong et al. 2012, Demirbas, 2009), elektra (Navas-Anguita et al., 2019, Dominković et al., 2018, Daina et al. 2017, Jin ir Slowik, 2017, Quak et al. 2016, Malmgren, 2016, Yang et al., 2016, Rezvani et al. 2015, Kley et al., 2010) ir vandenilis (Nocera ir Cavallaro, 2016, Sorensen, 2012, Sherry et al., 2010, Doll ir Wietsche, 2008, Milčius, 2006, Milčiuvienė et al., 2004). Atkreiptinas dėmesys, jog lyginant su kitomis alternatyvomis būtent elektros panaudojimas transporto sektoriuje yra ištyrinėtas išsamiausiai.

Kaip atskirą tyrimų grupę galima išskirti tuos, kurie orientuojasi į elektromobilių panaudojimo plėtrą skatinančias priemones. Dėl ypatingai populiarėjančių elektromobilių technologijų visuomenėje ir jų poveikio aplinkai, finansiniai mechanizmai ir skatinimo sistemos yra dažnai nagrinėjama tema, kurią galima sutikti Hall et al. (2017), Hall ir Lutsey (2017), Jin ir Slowik (2017), Yang et al. (2016), Mock ir Yang (2014), Alhulail ir Takeuchi (2014), Windisch (2013), Perdiguero and Jiménez (2012) ir kitų autorių darbuose. Elektromobilių naudojimą skatinančių priemonių vertinimą pagal tyrimo būdą galima suskirstyti į tris grupes. Pirmąją grupę sudaro statistine analize paremti tyrimai, kuriuos atliko Javid and Nejat (2017), Sierzchula et al. (2014), Wang et al. (2017a), Ma et al. (2017), Wee et al. (2018), Shewmake ir Jarvis (2014), Vergis ir Chen (2015), Mersky et al. (2016), Chandra et al. (2010), Jenn et al. (2013), Gallagher ir Muehlegger (2011), Diamond (2009), Qiu et al. (2019), Münzel et al. (2019), Li et al. (2017), Jenn et al. (2018). Antroji Elektromobilių naudojimą skatinančių priemonių vertinimo grupę sudaro apklausomis paremti tyrimai, kuriuos įgyvendino Krupa et al. (2014), Wang et al. (2017b), Larson et al. (2014), Krause et al. (2013), Hardman ir Tal (2016), Bjerkan et al. (2016), Tal ir Nicholas (2016), Sánchez-Braza et al. (2014), Qian ir Soopramanien (2011), Hackbarth ir Madlener (2013), Ewing ir Sarigollu (1998), Ma et al. (2019), Lee et al. (2016), Helveston et al (2015), Lieven (2015), Skerlos ir Winebrake (2010), Zhang et al. (2014), Aasness ir Odeck (2015), Holtsmark ir Skonhøft (2014), Ajanovic ir Haas (2016), Bakker ir Trip (2013), Kester et al. (2018), Sheldon ir Dua (2019), Dumortier et al. (2015), Langbroek et al. (2016), Potoglou ir Kanaroglou

(2007), Qian et al. (2019). Paskutiniają grupę sudaro kiti elektromobilių skatinimo priemonių vertinimo būdai, tarp kurių agentais grįstas modelis, dinaminis modeliavimas ir literatūros apžvalga. Tokio tipo elektromobilių naudojimą skatinančių priemonių tyrimus atliko Adepetu et al. (2016), Eppstein et al. (2011), Sun et al. (2019), Silvia ir Krause (2016), Mueller ir Haan (2009), Shafiei et al. (2018), Higgins et al. (2012), Green et al. (2014), DeShazo (2016), Zhang et al. (2017), Hardman et al. (2017), Zhang and Bai (2017), Ahman (2006), Nilsson and Nykvist (2015).

Norėdami mažinti išmetamų teršalų kiekį, miestai ir šalys siekia įprastines transporto sektoriaus priemones su vidaus degimo varikliais pakeisti alternatyviomis technologijomis, naudojančiomis AEI. Formuojant šios transformacijos skatinimo politiką būtina iširti skirtingų priemonių poveikį ir jų įtaką skatinimo sistemos efektyvumui. Natūralu, jog visos valstybės susiduria su ribotais ištekliais, tai lemia poreikis nustatyti, kaip galima pasiekti konkrečių rezultatų su kuo mažesnėmis materialinėmis ir laiko sąnaudomis. Visose šalyse didžiąją dalį kelių transporto priemonių parko sudaro automobiliai, kurie priklauso privatiems asmenis. Todėl, siekiant įvertinti atskirų skatinimo priemonių efektyvumą, būtina atsižvelgti ne tik į ekspertų nuomonę ir finansinę naudą, tačiau būtina iširti ir vartotojų preferencijas, kurios gali būti pagrindinė kliūtis naujų technologijų panaudojimo plėtrai. Apibendrinant galima teigti, kad, nepaisant didėjančio susidomėjimo AEI naudojančių transporto priemonių naudojimo skatinimo problematika, mokslinėje literatūroje pasigendama empiriškai pagrįstos vertinimo metodologijos, kuri leistų atlikti visapusišką naudojimą skatinančių priemonių vertinimą, atsižvelgiant į vartotojų preferencijas bei įgyvendinamumo ir veiksmingumo aspektus. Atlikta mokslinės problemos ištyrimo lygio analizė leidžia suformuoti tokią **mokslinę problemą**: kaip įvertinti ir palyginti konkrečias finansines ir nefinansines skatinimo priemones? Pastebėtina, jog Lietuvoje nacionaliniu mastu ir savivaldybėse visgi galima rasti elektromobilių panaudojimą skatinančių priemonių užuomazgas bei pavienių priemonių įgyvendinimą. Tačiau empiriškai nebuvo tirtos nei atskiros priemonės, nei jų visuma, todėl galima konstatuoti, jog fragmentiškai įgyvendinama elektromobilių panaudojimo skatinančių priemonių sistema stokoja moksliško pagrindimo.

**Mokslinio tyrimo objektas** – atsinaujinančius energijos išteklius naudojančių transporto priemonių panaudojimą skatinančios priemonės.

**Mokslinio tyrimo tikslas** – sudaryti AEI naudojančių automobilių panaudojimo plėtrą skatinančių priemonių vertinimo modelį ir metodiką, kurie leistų nustatyti tinkamiausias priemones atsižvelgiant į vartotojų preferencijas, priemonių įgyvendinimo kaštus, įgyvendinamumą ir veiksmingumą. Siekiant iškelto tikslo, suformuluoti šie tyrimo **uždaviniai**:

1) Atlikti AEI sampratos tvaraus ekonomikos vystymosi kontekste analizę ir nustatyti AEI technologijų panaudojimo galimybes transporto sektoriuje.

2) Nustatyti AEI naudojančių transporto priemonių panaudojimo plėtrą lemiančius veiksnius ir vyrąujančias rinkos kliūtis.



3) Išnagrinėti AEI naudojančių transporto priemonių panaudojimą skatinančias sistemas bei susisteminti panaudojimą skatinančias priemones ir jų vertinimo būdus.

4) Parengti AEI naudojančių automobilių panaudojimo plėtrą skatinančių priemonių vertinimo modelį bei jo realizavimo metodiką.

5) Atlikti elektromobilių naudojimą skatinančių priemonių vertinimą Lietuvos kontekste.

6) Remiantis tyrimų rezultatais, atlikti elektromobilių naudojimą skatinančių priemonių palyginamąją analizę, suformuoti išvadas ir rekomendacijas dėl elektromobilių naudojimą skatinančių priemonių praktinio įgyvendinimo.

## **Tyrimo metodai**

Darbo tikslui ir uždaviniams pasiekti naudoti įvairūs tyrimo metodai. Pirmajame ir antrajame skyriuose analizuojant AEI panaudojimo transporto sektoriuje sampratą ir formavimosi prielaidas bei elektromobilių naudojimą skatinančių priemonių teorinius aspektus ir formuojant vertinimo modelio teorinį pagrindimą, atlikta sisteminė palyginamoji mokslinės literatūros analizė. Siekiant nustatyti skatinimo priemonių vertes ir dydžius buvo organizuojama išankstinė vartotojų apklausa bei pasitelktas ekspertinis vertinimas. Ekspertinis vertinimas pasirinktas ir skatinimo priemonių įgyvendinamumui, veiksmingumui ir vertinimo kriterijų svoriams nustatyti. Vartotojų preferencijų nustatymas atliktas naudojant diskretaus pasirinkimo modelius (angl. *discrete choice models*), taikant *probit* ir *logit* regresijas. Kriterijų reikšmių ir jų reikšmingumą sandaugų sumavimo (angl. *Simple Additive Weighing, SAW*) metodu įgyvendintas daugiakriterinis rodiklių vertinimas bei atlikta lyginamoji analizė.

## **Darbo mokslinis naujumas**

- Pagal administravimo lygius susistemintos AEI naudojančių transporto priemonių plėtrą skatinančios priemonės bei nustatyti pagrindiniai kriterijai ir rodikliai, kuriais remiantis atliekamas priemonių vertinimas.

- Apibendrinta elektromobilių panaudojimą skatinančių priemonių vertinimo praktika, pagal naudojamą metodologiją ir pagal tai, kaip tyrime gaunami analizuojami duomenys, susisteminti skirtingi elektromobilių naudojimą skatinančių priemonių vertinimo būdai.

- Apibendrinus analizuotų teorinių ir empirinių tyrimų rezultatus, parengtas naujas originalus AEI naudojančių automobilių panaudojimo plėtrą skatinančių priemonių vertinimo modelis, iliustruojantis sisteminį požiūrį į skatinimo priemonių vertinimą. Vertinimo modelyje išryškintos keturios dalys, kurios apjungiamos į visapusišką skatinimo priemonių vertinimą: vartotojų preferencijų nustatymas, skatinimo priemonių įgyvendinimo kaštų sumavimas, skatinimo priemonių įgyvendinamumo bei veiksmingumo rodiklių nustatymas. Šiuo modeliu galima vertinti valstybės ar savivaldybės naudojamas skatinimo priemones, taip pat į tyrimą galima įtraukti ir hipotetines skatinimo priemones.



- Taikant modelį pirmą kartą atliktas elektromobilių panaudojimo plėtrą skatinančių priemonių vertinimas Lietuvos kontekste.

### **Tyrimo apribojimai**

Net ir tose šalyse, kuriose elektromobilių skvarba lengvųjų automobilių rinkoje yra santykinai maža, vartotojai turi bazinį supratimą apie elektromobilius. Tai patvirtina ir šios disertacijos empirinio tyrimo išankstinės vartotojų apklausos rezultatai. Vandenilio ir biodegalų technologijos neturi tokio populiarumo (ir žinomumo) tarp vartotojų. Todėl AEI naudojančių automobilių panaudojimo plėtrą skatinančių priemonių vertinimo modelio naudojimas biodegalus ir vandenilį naudojančių transporto priemonių kontekste gali susidurti su kliūtimi – didele paklaidos tikimybe atliekant vartotojų preferencijų tyrimą.

Disertacijos autoriaus nuomone, parengtas AEI naudojančių automobilių panaudojimo plėtrą skatinančių priemonių vertinimo modelis labiausiai tinka toms šalims, kurios turi santykinai nedidelę elektromobilių skatinimo politikos patirtį ir nėra pasiekusios reikšmingų rezultatų šioje srityje. Remiantis šiuo modeliu galima nustatyti konkrečių finansinių ir nefinansinių priemonių veiksmingumą, įgyvendinamumą, vartotojų pasirinkimą bei įgyvendinimo kaštus. Vertinimas atliekamas taikant ekspertinį vertinimą, vartotojų preferencijų tyrimą, nustatant skatinimo priemonių įgyvendinimo kaštus, tačiau šiame modelyje nėra vertinami automobilių rinkos pokyčiai ir nėra analizuojama rinkos dinamika. Disertacijos autoriaus nuomone, valstybėse (ar miestuose), kuriose pasiektas proveržis plėtojant AEI naudojančių automobilių (pvz., elektromobilių) panaudojimą, skatinimo priemonių vertinimo modelis galėtų būti papildytas dar viena dedamąja, t. y. netaršių automobilių rinkos dinamikos vertinimu. Tačiau tam reikia bent kelių metų statistinių duomenų, kurie tiktų tokio pobūdžio vertinimui.

Disertacija pradėta rengti 2015 metais, empirinis tyrimas (išankstinė vartotojų apklausa, ekspertinis vertinimas, vartotojų preferencijų tyrimas, elektromobilių plėtos scenarijų prognozavimas) atliktas 2018 metais, tyrimo rezultatai apibendrinti 2019 metų pradžioje. Dalis empirinio tyrimo (elektromobilių plėtos scenarijų prognozavimas) susietas su 2020 metų prognoze, t. y. tai pačiais metais, kai vyksta šios disertacijos gynimas. Elektromobilių rinkos dydžio ir pardavimų prognozavimas atliktas tam, kad būtų galimybė įvertinti konkrečios skatinimo priemonės įgyvendinimo kaštus. Verta pažymėti, jog baigus rašyti disertaciją dar nebuvo 2020 metų elektromobilių rinkos plėtos ir skatinimo priemonių įgyvendinimo kaštų apibendrintų statistinių duomenų. Todėl empiriniame tyrime naudoti prognozėmis paremti duomenys.

### **Galimas praktinis rezultatų taikymas**

Susistemintos AEI panaudojimo plėtrą transporto sektoriuje varžančios kliūtys ir rinkos plėtrą lemiantys veiksniai, tarp kurių analizuotas ir valdžios įgyvendinamos skatinimo politikos poveikis. Nagrinėti elektromobilių panaudojimą skatinančių priemonių ir sistemų įgyvendinimo pavyzdžiai atskleidžia, kaip nacionalinės valdžios

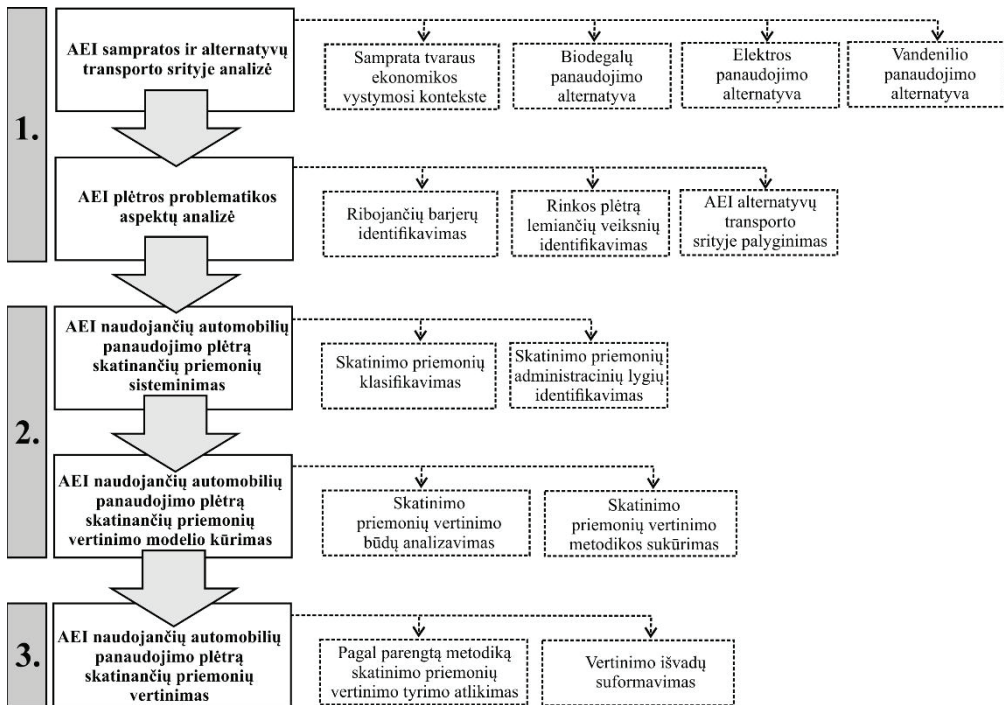
schemos, papildytos savivaldybės priemonėmis, gali sukurti palankią aplinką elektromobilių naudojimui ir mažinti plėtros kliūtis.

Susistemintos elektromobilių panaudojimą skatinančių priemonės ir pateiktas priemonių kvalifikavimas į administracinius lygius apibendrina dažniausiai sutinkamus skirtingų valdžios lygių (nacionalinės ir savivaldybės) vaidmenis ir veiklos laukus. Toks apibendrinimas gali padėti sprendimo priėmimo teisę turinčioms institucijoms suprasti elektromobilių panaudojimo plėtros skatinimo kryptis ir įgyvendinimo alternatyvas.

Parengtas AEI naudojančių automobilių panaudojimo plėtrą skatinančių priemonių vertinimo modelis, kuris įvertina pagrindinius priemonių tinkamumą sąlygojančius rodiklius. Remiantis šiuo modeliu galima nustatyti konkrečių finansinių ir nefinansinių priemonių veiksmingumą, įgyvendinamumą, vartotojų pasirinkimą bei įgyvendinimo kaštus. Modelis suteikia galimybę iširti atskirų šalių AEI naudojančių transporto priemonių skatinimo priemonių potencialią ir nustatyti tinkamiausių priemonių rinkinius renkantis alternatyvas. Remdamosi šia metodika, nacionalinės valdžios ir savivaldybės gali planuoti bei plėtoti AEI naudojančių automobilių plėtrą skatinančių sistemų visumą.

### **Disertacijos struktūra ir apimtis**

Disertaciją sudaro 120 puslapių (be priedų), 17 paveikslų, 51 lentelė, 4 priedai. Panaudoti 274 mokslinės literatūros šaltiniai. Struktūrą sudaro 3 pagrindiniai skyriai, atspindintys darbo loginę struktūrą (žr. 1 pav.). Pirmame skyriuje „Atsinaujinančių energijos išteklių panaudojimo transporto sektoriuje samprata ir formavimosi prielaidos“ aptariama AEI samprata tvarios ekonomikos kontekste, analizuojamas AEI grįstų trijų alternatyvų (vandenilio, biodegalų ir elektros) panaudojimas transporto sektoriuje. Taip pat šioje dalyje aptariami AEI panaudojimo plėtrą transporto sektoriuje ribojančios kliūtys ir rinkos plėtrą skatinantys veiksniai. Antrame skyriuje „AEI naudojančių automobilių panaudojimo plėtrą skatinančių priemonių vertinimo modelio formavimas“ atliekamas AEI grįstų transporto kuro alternatyvų palyginimas, susistemintos elektromobilių naudojimą skatinančios priemonės, sudarytas skatinimo priemonių vertinimo modelis. Trečiame skyriuje pateiktas AEI naudojančių automobilių panaudojimą skatinančių priemonių vertinimo tyrimo metodika. Taip pat detalai pristatomas tyrimas, kuris susideda iš išankstinės vartotojų apklausos, ekspertinio vertinimo, vartotojų preferencijų tyrimo, skatinimo priemonių įgyvendinimo kaštų nustatymo ir daugiakriterinio vertinimo.



1 pav. Disertacijos loginė struktūra (sudaryta autoriaus)

## Disertacijos mokslinių rezultatų publikavimas

- Mačiulis P., Konstantinavičiūtė I., Pilinkienė V. Assessment of Electric Vehicles Promotion Measures at the National and Local Administrative Levels (<http://dx.doi.org/10.5755/j01.ee.29.4.19960>) // Engineering Economic. ISSN 1392-2785. eISSN 2029-5839. Vol. 29. No. 4. 2018. p. 434-445
- Mačiulis P., Konstantinavičiūtė I., Pilinkienė V., Stundžienė A. Elektromobilių panaudojimo plėtrą skatinančių priemonių efektyvumo vertinimo modelis // Energetika. ISSN 0235-7208. T. 65. Nr. 4. 2019. p. 205-221

## Pranešimai konferencijose

- Mačiulis P. Analysis of the application of renewable energy sources for road public transport // The 14th International Conference of Young Scientists on energy Issues (CYSENI 2017), Kaunas, Lithuania, May 25-26, 2017. Kaunas: LEI, 2017, ISSN 1822-7554. p. 159-169
- Mačiulis P. Identification of barriers and actions for electric vehicle adoption at the municipal level // The 15th International Conference of Young Scientists on Energy Issues (CYSENI 2018) Kaunas, Lithuania, May 23-25, 2018. Kaunas: LEI, 2018, ISSN 1822-7554. p. 190-201

- Mačiulis P. Consumer preferences in electric vehicle promotion system: the case of Lithuania // The 16th International Conference of Young Scientists on Energy Issues (CYSENI 2019) Kaunas, Lithuania, May 23-24, 2019. Kaunas: LEI, 2019, ISSN 1822-7554. p. 180-192
- Mačiulis P., Konstantinavičiūtė I., Pilinkienė V. Evaluation of the role of national and local authorities in electric vehicle promotion systems (<http://iaee2018.com/concurrent-session-d3/>) // 41th IAEE International Conference “Transforming Energy Markets”. Groningen, The Netherlands, 10-13 June 2018. p. 1-22

# 1. ATSINAUJINANČIŲ ENERGIJOS IŠTEKLIŲ PANAUDOJIMO TRANSPORTO SEKTORIUJE SAMPRATA IR FORMAVIMOSI PRIELAIDOS

## 1.1. Atsinaujinančių energijos išteklių samprata tvaraus ekonomikos vystymosi kontekste

Nuo pirmo pristatymo tvaraus vystymosi (angl. *sustainable development*) koncepcija kelia vis didesnę susidomėjimą pasaulyje. Koncepcijos pagrindas yra pasiekti visuomenės vystymosi harmoniją, kuriame užtikrinimas balansas ne tik tarp ekonominės plėtros, išteklių bei aplinkos apsaugos, tačiau ir pusiausvyra tarp dabarties ir ateities kartų vystymosi (Smith et al., 2018, Grodach, 2011, Spangenberg, 2005). Ekonomikos tvari plėtra laikoma bendrosios tvarios plėtros koncepcijos dedamąja greta kitų komponentų – socialinės ir aplinkos dimensijos. Ekonomika šioje koncepcijoje vertinama kaip lygiavertė komponentė, kurios tvarumas sudaro prielaidas aplinkos būklės gerėjimui ir socialiniam teisingumui pasiekti (Urmee ir Md, 2016, Spangenberg, 2005, Barbier, 1987). Prieš aptariant detaliau tvarumo konceptus verta atkreipti dėmesį į sąvoką ir jos atitikmenį lietuvių kalboje. Valstybinė lietuvių kalbos komisija, svarstydamą lietuviškus anglų kalbos termino *sustainable development* atitikmenis, išsiaiškino, kad skirtinguose kontekstuose juo įvardijamos nelygiavertės sąvokos. Siūlomi lietuviški šio termino atitikmenys: darnus vystymas(is), tvarus vystymas(is). Rūšinis pažymins darnus geriau tinka tada, kai siekiama pabrėžti, kad vystymasis yra suderintas, tvarus – kai kalbama apie patvarų, nenutrūkstamą vyksmą. Beje, ta pati Valstybinė lietuvių kalbos komisija išsiaiškino, jog žodis „plėtra“ labiau tinka tais atvejais, kai kalbama apie kiekybinius pokyčius, plėtimą(si), o žodis „vystymasis“ – kai norima įvardyti kokybinius pokyčius ir yra tarptautinio žodžio evoliucija atitikmuo.

Aštuntajame dešimtmetyje pasikeitė požiūris į vystymąsi, kuris iš esmės keitė pamatus tradiciniam sutarimui dėl ekonominės plėtros. Tyrėjai, vertindami tautos ar miesto vystymąsi, pagrindiniu rodikliu laikė BVP, tačiau pasirodydavo vis daugiau tyrimų, kvestionuojančių esamą vystymosi vertinimo sistemą ir pristatė tvaraus vystymosi teoriją. Taip atsirado pagrindas sukurti „pagrindinių poreikių strategiją“, kuri akcentuoja labiausiai pažeidžiamų visuomenės grupių poreikių gerinimą (Sun ir Tang, 2011, Stewart, 1985). Žodis „tvarumas“ paprastai kildinamas iš termino „tvarus vystymasis“. Šią modernią tvarumo koncepciją pasauliui pristatė Brundtlando komisija 1987 metais. Nuo to laiko tvarus vystymosi koncepcijos naudojimas ir tvarumo moksliniai tyrimai išaugo eksponentiškai (Urmee ir Md, 2016). Brundtlando komisija tvarų vystymąsi apibrėžė kaip „plėtrą, tenkinančią dabarties poreikius nepakenkiant ateities kartų galimybėms patenkinti savo poreikius“ (Brundtland Commission, 1987). Lyginant su tradiciniu „ekonominiu vystymusi“, tvaraus ekonomikos vystymosi pagrindas orientuojasi į labiausiai pažeidžiamas visuomenės grupes, užtikrinant ilgalaikius ir saugius pragyvenimo šaltinius, kurie mažina išteklių eikvojimo problemą, aplinkos blogėjimą, socialinį nestabilumą ir atsižvelgia į kultūrinius aspektus (Barbier, 1987). Žemiau pristatomas Barbier (1987) tvaraus ekonomikos vystymosi kriterijų apibendrinimas:

1) Vystymasis neatskiriamas nuo visos visuomenės raidos ir negali būti veiksmingai analizuojamas atskirai, nes „tvarumas“ priklauso nuo ekonominių pokyčių sąveikos su socialinėmis, kultūrinėmis ir ekologinėmis transformacijomis.

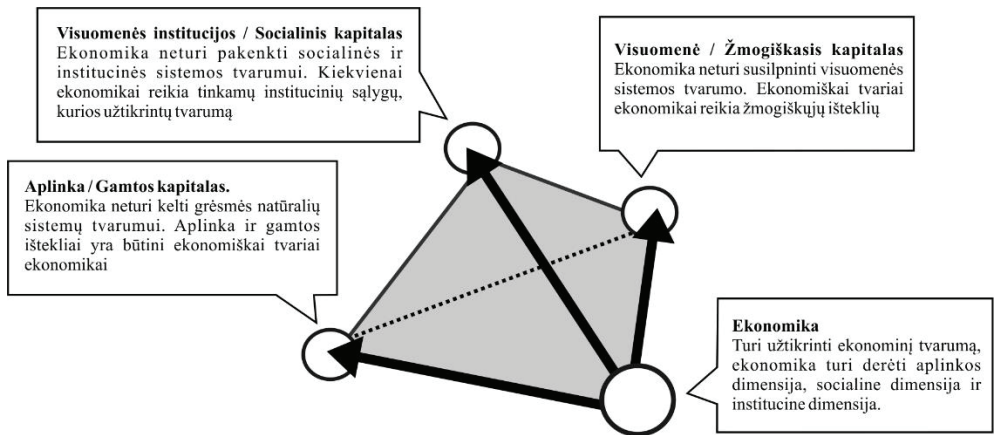
2) Kiekybinis aspektas yra susijęs su fizinės ir socialinės gerovės užtikrinimu bei materialinių priemonių prieinamumu tiems, kurie gyvena skurde arba arti skurdo ribos.

3) Kokybinis aspektas yra daugialypis ir susijęs su ilgalaikio ekologinio, socialinio ir kultūrinio potencialo užtikrinimu, kuris sudaro pagrindą ekonominei veiklai ir struktūriniais pokyčiams.

4) Kiekybiniai ir kokybiniai aspektai yra vienas kitą stiprinantys ir neatsiejami, todėl jų neįmanoma visiškai apimti jokia išmatuojama ekonominės naudos koncepcija.

Ekonominiu požiūriu, darnus vystymasis gali būti apibūdinamas kaip poreikis išlaikyti nuolatines žmonijos pajamas, gaunamas iš nemažėjančio kapitalo. Remiantis šiuo požiūriu žmogiškieji išteklių, žmogaus sukurtas, gamtinis ir socialinis kapitalas yra laikomos būtinais tvaraus vystymosi kriterijais (Spangenberg, 2005). Makroekonominėse diskusijose taip pat minimi ir kiti ekonominio tvarumo kriterijai, tokie kaip novatoriškumas (Rennings, 2000), konkurencingumas (Klemmer et al., 1998) ar valstybės skola. Tokie kriterijai kaip infliacija ar prekybos disbalansas yra politiškai svarbūs, tačiau vargu ar jie kada nors pasirenkami tvarumo kontekste atsižvelgiant į platesnę perspektyvą ir poreikį suderinti skirtingus interesus (Spangenberg, 2005). Grodach (2011) atliktas tyrimas nustatė šias pagrindines kliūtis tvariam ekonomikos vystymuisi regioninės plėtros kontekste: 1) tradicinė ekonominio vystymosi mąstysena, 2) iniciatyvomis grįsta praktika 3) išteklių trūkumas, 4) strateginio planavimo trūkumas 5) tarpregioninė konkurencija 6) suderinto regioninio planavimo trūkumas.

Ekonominio vystymosi politika kartu su ekonomikos augimu gali turėti pastebimą poveikį darnaus vystymosi tikslams, tokiems kaip aplinkos apsauga ir socialinė lygybė (Grodach, 2011). Kiekvieną visuomenę galima apibūdinti kaip apimančią keturias grupes: ekonominė dimensija, socialinė dimensija, aplinkos dimensija ir institucinė dimensija. Kiekviena iš jų yra sudėtingas, dinamiškas, savarankiškai organizuojantis ir besivystantis darinys, todėl apjungti juos į vientisą ir veikiančią sistemą yra nepaprastai sudėtinga. Kad ši sistema būtų tvari, kiekviena iš keturių posistemių turi išlaikyti savo galimybes išgyventi ir vystytis, o posistemių tarpusavio ryšiai turi sudaryti sąlygas nuolatinei bendrai evoliucijai (Spangenberg, 2005). Biswas ir Biswas (1984) teigimu, be aiškaus išipareigojimo saugoti aplinką ir skatinti racionalų išteklių naudojimą nebus tvaraus vystymosi ar prasingo augimo. Nes darnaus vystymosi koncepcija susideda iš to, jog tikrasis pagerėjimas negali vykti be formuojamų ir įgyvendinamų strategijų, kurios paremtos tvaria aplinka, suderintos su socialinėmis vertybėmis, institucijomis bei skatina visuomenės įsitraukimą. 2 pav. pavaizduotas ekonominės sistemos tvarumo sąsajų apibendrinimas.



2 pav. Ekonominės sistemos tvarumo sąsajos (O'Connor, 2000, Spangenberg, 2005)

Tvarios sritys sąveikaudamas su tvarumo požymių neturinčiomis sritimis ilgainiui susiduria su tomis pačiomis problemomis, nes pasaulinės grėsmės darniam vystymuisi yra tarpusavyje susijusios. Globalioje rinkoje tiek ekonomiškai stiprios šalys, tiek neturtingos šalys turi būti vienodai suinteresuotos efektyviai naudoti ribotus aplinkos išteklius. Be to, esant tokiems globalizacijos tempams tvaraus vystymosi nuostatas galima įgyvendinti tik sinergizuojant tarptautines pastangas (Čiegis ir Zeleniūtė, 2008, O'Connor, 2000). Daugumai mokslininkų priimtina nuostata, kad tvari plėtra gali būti pasiekta tik per ekonominės, socialinės ir aplinkos dimensijų plėtros darną. Apibendrinant Grodach (2011), Spangenberg (2005) ir Barbier (1987) nuomonę, tvarų vystymąsi galima apibrėžti kaip visuomenės vystymąsi, sudarantį galimybę pasiekti visuotinę gerovę dabartinei ir ateinančioms kartoms derinant aplinkosauginius, ekonominius ir socialinius tikslus ir neviršijant poveikio aplinkai ribos. Šalia to yra dar kelios tvarumu grindžiamos koncepcijos, kuriomis remiama tarptautinė ir nacionalinė politika visame pasaulyje: žiedinė ekonomika, ekologiška ekonomika ir bioekonomika. Šie konceptai siūlo skirtingus sprendimus kaip derinti ekonominius, aplinkosauginius ir socialinius tikslus (D'Amato et al., 2019).

Vienas didžiausių šiuo metu pasaulyje kylančių iššūkių yra milžiniškas ir greitai augantis pasaulio gyventojų skaičius (prognozuojama, kad iki 2050 m. žmonių skaičius pasaulyje pasieks 9 milijardus), technologijos, urbanizacijos plėtra, kuri yra susijusi su didžiuliu energijos, vandens ir maisto poreikiu ir per dideliu vartojimo įpročiu (Ghenai et al., 2020, Pacesila et al., 2016). Pasaulinei energijos rinkai būdingas nuolatinis energijos poreikio augimas, o visi ilgalaikiai scenarijai rodo, kad energijos suvartojimas augs, net jei šioje rinkoje yra aukštos kainos. Pasauliniu mastu energijos gamybos kreivė kilo į viršų, kurią tik 2009 m. prilėtino ekonomikos ir finansų krizė. Prognozuojama, kad 2030 m. pasaulio energijos poreikis išaugs 35 proc., palyginti su 2010 m. lygiu (Simionescu et al., 2017). Visuotinį energijos poreikio augimą vidutinės trukmės ir ilguoju laikotarpiu visuotinio energijos poreikio augimo vienas iš pagrindinių faktorių – besivystančių šalių ekonomikos ir gyventojų skaičiaus augimas (Miškinis et al., 2014). Augant energijos poreikiams, įprastiniai



šaltiniai susiduria su ribotumu ir yra greitai išsekvojami. Nežinomas kiekis anglies, dujų ir naftos atsargų yra palaidotas giliai žemėje arba po vandenynais. Naujų šaltinių nustatymas tampa vis sudėtingesnis ir brangesnis, o eksploatavimas yra labai pavojingas arba dėl nelaimingų atsitikimų grėžiant po vandenyno dugnu (Pacesila et al., 2016). Be to, aplinka susiduria su daugybe griaunamųjų medžiagų, trūksta optimizavimo tarp gamybos, vartojimo ir aplinkos apsaugos (Ghenai et al., 2020).

Žemė, energija ir vanduo yra vieni brangiausių mūsų išteklių, tačiau jų naudojimo būdas ir mastas prisideda prie klimato pokyčių. Tuo tarpu sistemos, teikiančios šiuos išteklius, pačios yra labai pažeidžiamos klimato pokyčių (Howells et al., 2013). Pagrindinė į atmosferą išsiskiriančio anglies dioksido priežastis yra iškastinis kuras, naudojamas elektros energijai ir šilumai gaminti, o tai sukelia sustiprintą šiltnamio efektą, vadinamą globaliu atšilimu. Tarp šiltnamio efektą sukeliančių dujų, kurios prisideda prie globalinio atšilimo, beveik tris ketvirtadalius išmetamų teršalų sudaro anglies dioksidas. Per praėjusį šimtmetį naudojant iškastinį kurą buvo išmestas didžiausias anglies dioksido kiekis, pasiekti iki tol dar neregėti rekordai (Pacesila et al., 2016). Jei nebus imtasi ryžtingų ir politinių veiksmų, anglies dioksido koncentracija atmosferoje per artimiausius 50 metų padvigubės, dėl to sustiprės globalus atšilimas, kuris sieks 1,8–6,3 laipsnio pagal Farenheito skalę. Viso to rezultatas: tirpstantys ledynai ir kylantys jūros ir vandenynų lygiai, taip pat užtvindyta tūkstančiai mylių pakrančių. Pakilusi pasaulinė temperatūra taip pat gali sukelti ekstremalių oro įvykių, tokių kaip sausras, potvyniai ir karščio bangos, taip pat daugybę kitų padarinių, įskaitant padidėjusį su karščiu susijusių mirčių skaičių, augalų ir gyvūnų rūšių praradimą bei kenkėjų ir ligų plitimą (Pacesila et al., 2016). Be to, globalinis atšilimas daro tiesioginę įtaką žmogaus gyvenimo kokybei (Gielen et al., 2019).

Tarpvalstybiniai susitarimai sudaro prielaidas kovoti su visuotiniu atšilimu ir klimato kaita. Tačiau po to, kai 1994 m. įsigaliojo Jungtinių Tautų bendroji klimato kaitos konvencija, išmetamo CO<sub>2</sub> kiekis toliau augo, kai kuriems pasaulio regionams išmetamųjų teršalų kiekis iš esmės padidėjo, pvz., kaip Indijoje ir Kinijoje (Olivier ir Muntean, 2014). 1997 metais Kioto mieste priimtas Jungtinių Tautų Bendrosios klimato kaitos konvencijos bendras sutarimas, kuris sutrumpintai vadinamas Kioto protokolu. Šis sutarimas įpareigojo išsivysčiusias šalis per penkerius metus nuo 2008 m. sumažinti šiltnamio efektą sukeliančių dujų išmetimus 5,2 proc. lyginant su 1990 m. kiekiu (Akella et al., 2009, Springer, 2003). 2015 m. gruodžio mėnesį buvo žengtas dar vienas svarbus žingsnis – pasirašytas Paryžiaus susitarimas, kuriuo pasiektas naujas visuotinis susitarimas dėl klimato kaitos. Susitarimu užtikrintas subalansuotas rezultatas, jo veiksmų planu siekiant užtikrinti, kad visuotinis atšilimas būtų „gerokai mažesnis“ nei nustatyta 2 °C riba, dedant pastangas, kad jis neviršytų 1,5 °C. Norint pasiekti šį tikslą, gryniosios anglies dvideginio emisijos turi sumažėti iki nulio, o tam reikės drastiškų energetikos sistemos pokyčių (Proença and Fortes, 2019, Gielen et al., 2019). Jungtinių Tautų Generalinės Asamblėjoje 2015 m. patvirtinti darnaus vystymosi tikslai sudaro galingą tarptautinio bendradarbiavimo pagrindą siekiant tvarios planetos ateities. Šio bendradarbiavimo esmė yra iškelti 17 tikslų ir 169 uždavinių jiems pasiekti. Uždaviniai apibrėžia kelią, kaip panaikinti didžiulį skurdą, kovoti su nelygybe, užtikrinti teisingumą bei apsaugoti aplinką. Tvari



energija yra pagrindinė „Darbotvarkės 2030“ ašis (Smith et al., 2018, UN DESA, 2017). Pasaulinis energetikos tikslas (7-asis darnaus vystymosi tikslas) apima tris pagrindinius uždavinius: užtikrinti prieinamą, patikimą ir visuotinę prieigą prie šiuolaikinių energetikos paslaugų; žymiai padidinti atsinaujinančios energijos dalį visame pasaulyje; ir dvigubai padidinti energijos efektyvumą visame pasaulyje (Acheampong et al., 2017). 3 pav. pavaizduotos darnaus vystymosi dedamosios.



3 pav. Darnaus vystymosi dedamosios (UN DESA, 2017)

Energija yra centrinis socialinės, ekonominės ir aplinkos plėtros aspektas. Tvarus energijos vystymasis gali užtikrinti netaršios ir patikimos energijos prieinamumą, padėti sušvelninti klimato pokyčius, padidinti energetinį saugumą bei sumažinti skurdą (Miškinis et al., 2014). Tvarus energijos vartojimas suteikia švaresnę aplinką, daugiau galimybių naudotis elektra, padidinti energijos efektyvumą ir paskatinti investicijas į netaršias technologijas (Bhattacharya et al., 2016). Pagrindinis šiuolaikinės energetikos sistemos netvarumo požymis – tai nevienodas pasaulio gyventojų galimybės naudotis komercine energija bei ekonominės, geopolitinės ir aplinkosauginės energijos vartojimo netolygumų išdavos, kurios turės tam tikros įtakos ir ateityje (Štreimikienė, 2002). Pagrindinės energetikos politikos nuostatos, padedančios pasiekti tvaresnę energetikos ateitį, yra (Štreimikienė, 2002):

- Energijos tiekimo patikimumas ir saugumas;
- Energijos gamybos ir vartojimo efektyvumo didinimas;
- Ekonomiškai pagrįsta energijos kainodara, panaikinant subsidijas ir integruojant išorines sąnaudas;
- Energijos rinkos atvėrimas, liberalizavimas ir ekonominio efektyvumo augimas.

Ateities energijos trajektorijų analizė rodo, kad techniškai įmanoma pagerinti energijos prieinamumą, oro kokybę ir energetinį saugumą vengiant pavojingų klimato pokyčių. Tiesą sakant, siekiant šių tikslų galima rasti daugybę alternatyvių išteklių, technologijų ir politinių skatinimo priemonių, kuriuos galima apjungti strateginių tikslų įgyvendinimui (Gielen et al., 2019). Veiksmingas išteklių valdymas yra labai svarbus tiek švelninant padarinius, tiek atverčiant naują puslapį energijos vartojime

pasauliniu mastu. Nepakankama integracija į išteklių vertinimą ir politikos formavimą lemia nenuoseklias strategijas ir neefektyvų išteklių naudojimą. Holistinis požiūris į klimato, žemės naudojimo, energijos ir vandens strategijas (angl. *climate, land-use, energy and water strategies*) gali padėti pašalinti kai kuriuos iš šių trūkumų (Howells et al., 2013). Šioje vietoje svarbu aptarti ir tvarios energetikos konceptą. Tvari energetika – tai energijos gamyba ir vartojimas, užtikrinantis ilgalaikius žmonijos plėtros tikslus visais socialiniais, ekonominiais ir aplinkosauginiais aspektais (Štreimikienė, 2002). Pagrindinis tvarios energetikos vystymosi tikslas – užtikrinti, kad energijos gamyba ir vartojimas garantuotų ilgalaikę žmonijos plėtrą, ekonominį augimą ir ekologinį darnumą, išsaugant stabilias institucijas, kurios užtikrins visuotinį saugumą (Štreimikienė, Čiegis ir Jankauskas, 2007).

Pastaraisiais dešimtmečiais visame pasaulyje dėmesys tvariam vystymuisi spartino atsinaujinančios energijos išteklių (AEI) vartojimą. Solarin et al. (2019), tyrinėdama Kinijos situaciją, pateikė rekomendacijas, jog siekiant tvaraus šalies ekonomikos augimo turėtų būti įgyvendinta politika, kuria didinamas AEI vaidmuo energijos rūšių derinyje. Mokslinėje literatūroje galima rasti įvairių AEI apibrėžimų. Tai energijos šaltiniai, gaunami iš netradicinių gamtos išteklių ir nepriklausantys iškastiniam kurui (Ma et al., 2009). Tai energijos šaltinis, kuris atsinaujina ir yra natūrali žemės ciklų dalis (Hagen, 2016) Tai energija, gaunama iš natūralių šaltinių, tokių kaip saulė, vėjas, lietus, bangos, potvyniai, ir geoterminė energija (Lund, 2010); tai gamtiniai ištekliai, kurie veikiami natūralių žemės procesų atsinaujina ir yra neišsenkami (Bužinskienė, 2018). Tai energija, gaunama iš natūralių procesų (pvz., saulės ir vėjo), kuri yra neišsemiamą ir gali būti papildyta (Smith et al., 2018). Tai tokie ištekliai, kurių kiekis gamtoje laikui bėgant dėl natūraliai vykstančių procesų ir žmonių veiklos nuolat atsinaujina (Miškinis, 2004). Pagrindinės AEI rūšys yra saulės, vėjo, geoterminė, hidroenergija, bioenergija, vandenynų energija, atliekų energija (Bhattacharya et al., 2016, Miškinis, 2004).

Reaguodamos į šiuos ir daugelį kitų susijusių veiksnių, valstybės visame pasaulyje pradeda esminius savo energetikos sistemų pertvarkymus. Tai darydami, šie ankstyvieji pradininkai demonstruoja, kad įmanoma nauja energetikos paradigma ir kad perėjimas prie atsinaujinančios energijos visuomenės gali būti teigiamas tiek ekonominiu, tiek socialiniu, tiek aplinkos požiūriu. (Pacesila et al., 2016, Couture ir Leidreiter, 2014). Ryšys tarp tvarumo ir atsinaujinančios energijos priklauso nuo daugelio veiksnių, įskaitant socialinį ir ekonominį bei kultūrinį bendruomenės kontekstą, svarbias AEI politikos priemones ir atsinaujinančių energijos išteklių sistemų patikimumą (Urmee and Md, 2016). Toliau tekste detalizuojame atsinaujinančių energijos išteklių plėtros poveikį trims darnaus vystymosi dedamosioms: visuomenei, aplinkai ir ekonomikai.

**AEI poveikis visuomenei.** AEI plėtra gali būti naudinga vietinei bendruomenei žvelgiant per šias perspektyvas: prisidedant prie naujų darbo vietų kūrimo, auginant pajamas iš vietinių mokesčių, kurie susieti su energijos pardavimu už parduotą energiją ir sumažinant energijos kainą vartotojams (Akella et al., 2009). Vyraujanti nuomonė, kad iškastinio kuro atsargos pasaulyje baigsis. Atsižvelgiant į tai, tikimasi, kad tradicinio iškastinio kuro kaina padidės. Atsinaujinanti energija yra tvari alternatyva suinteresuotiems asmenims ir tikėtina, kad, tobulėjant technologijoms,

išlaidos mažės (Harper, 1995). Perėjimas prie savarankiško ar tvaraus tiekimo, tokio kaip atsinaujinanti energija, gali padaryti energetikos sektorių kaip socialinio ir ekonominio vystymosi katalizatoriumi. Tam būtina sąlyga – energijos kaina. Didėjančios energijos kainos gali sukelti socialinį poveikį dėl nesugebėjimo skirti pakankamai energijos pagrindiniams poreikiams tenkinti (Shamsuzzoha et al., 2012). O energijos kaina mažės tik priklausomai nuo technologinių ir infrastruktūros pokyčių (Pacesila et al., 2016). Esant konkurencingai kainai, galima sudaryti sąlygas darbo vietoms augti, darbo užmokesčiui kilti ir visapusiškai pagerinti gyvenimo kokybę bendruomenėms (Shamsuzzoha et al., 2012). Žiūrint iš visuomenės perspektyvos, įvairios atsinaujinančios energijos rūšys plačiąją prasme gali patenkinti žmonių energijos poreikius: elektra, šildymas, aušinimas ir transporto sektorius (Pacesila et al., 2016). Tačiau Klevas et al. (2014) pastebi, jog energijos išteklių gamyba, platinimas ir naudojimas regione yra iššūkis visoms suinteresuotoms šalims: nacionalinei ir vietos valdžiai, gyventojams, verslui ir socialinėms paslaugoms bei kitoms suinteresuotoms šalims.

Akella et al. (2009) išskiria šias AEI naudas visuomenei: vartotojų pasirinkimo galimybė, didesnis pasitikėjimas savimi, darbo vietų plėtra, technologinė pažanga ir geresnė sveikata. Tyrimai rodo, kad maždaug du trečdalius AEI naudos galima priskirti būtent visuomenės sveikatos pokyčiams, kurie susiję su mažėjančia tarša. Tai sukuria svarų argumentą atsinaujinančiai energijai (IRENA, 2018). Pagrindinius atsinaujinančios energijos vystymąsi veikiančius veiksnius visuomenei galima apibendrinti taip: ekonominis kontekstas, tvarus vystymasis, taršos kontrolė, energijos kaina, poveikis sveikatai (Shamsuzzoha et al., 2012). Be to, vien išvardintų rodiklių nepakanka atspindėti dabartinio visuomenės santykio su AEI ir vertinant poveikį reikalingi papildomi kultūriniai ir socialiniai aspektai (Asif ir Barua, 2011, Akella et al., 2009). Šiame kontekste svarbu atsižvelgti į tokius socialinius aspektus (Akella et al., 2009):

1. Pajamų skirtumai.
2. Žaliavų ir energijos išteklių bei šaltinių skirtumai, techninė pažanga (lemianti gyvenimo kokybę), išsilavinimo lygis, klimato sąlygos.
3. Demografija.
4. Skirtumas tarp urbanizuotos pramoninės visuomenės, kurioje žemės ūkio sektoriai sudaro tik nedidelį procentą dirbančių gyventojų, ir visuomenės, turinčios šalies ūkiui reikšmingą (dažnai santykinai neefektyvų) kaimo sektorių, o kartu ir nekontroliuojamą urbanistinių vietovių padidėjimą, susijusį su socialiniais suvaržymais.

AEI, be savo vaidmens mažinant išmetamų šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekį, gerinant oro kokybę ir prisidedant prie šalių energetinio saugumo, yra vienas iš užimtumo skatinimo veiksnių (Böhringer et al. 2013). AEI technologijų naudojimas netiesiogiai mažina skurdą bei teigiamai veikia šalies užimtumo lygį, kuria naujas darbo vietas (Klevas, Štreimikienė, 2006). Remiantis Atsinaujinančios energijos kelrodžio (angl. *renewable energy roadmap* arba *REmap*) pavyzdžiu, pasaulinis perėjimas prie naujos energetikos sistemos ir stipresnis bendras ekonomikos augimas 2050 m. galėtų sukurti apie 19 mln. papildomų tiesioginių ir netiesioginių darbo vietų, susijusių su atsinaujinančia energija. Darbo vietų praradimą iškastinio kuro sektoriuje

visiškai kompensuotų naujos darbo vietos atsinaujinančios energijos sektoriuje. Taigi pasaulinis perėjimas prie naujos energetikos sistemos gali lemti papildomų 11,6 mln. tiesioginių ir netiesioginių darbo vietų energetikos sektoriuje (IRENA, 2018). Atsinaujinanti energija taip pat gali vaidinti pagrindinį vaidmenį mažinant skurdą ir skatinant kaimo plėtrą. Besivystančiose šalyse, kur nėra energetikos infrastruktūros, atsinaujinanti energija galėtų būti daug pigesnė ir patikimesnė alternatyva kaimų elektrifikavimui, užtikrinant gyventojų elektros energijos ir šildymo poreikius. Įdiegus atsinaujinančios energijos jėgaines, gali atsirasti daug naujų darbo vietų, prisidedančių prie nepalankioje padėtyje esančių regionų vystymo (Pacesila et al., 2016). Kitaip nei žvelgiant iš darbo rinkos perspektyvos, AEI plėtra ir jos priėmimas taip pat turėtų būti vertinamas per vietinės bendruomenės prizmę. Dauguma rinkos tyrimų atlieka aprašomąją bendruomenių nuomonių analizę. Visais atvejais tai turėtų papildyti tikimybinė, statistinė analizė, kuri parodo visuomenės įsitikinimus ir lūkesčius konkrečios technologijos atžvilgiu (Shamsuzzoha et al., 2012). Shamsuzzoha et al. (2012) atliko tyrimą, kuriuo vertino socialinius ir ekonominius faktorius, kuriems įtakos turi atsinaujinančios energijos plėtra bandomajame regione. Ir nustatė, jog AEI plėtra bendruomenės atžvilgiu gali paveikti socialinius ir ekonominius faktorius tiek teigiamai, tiek neigiamai.

Su kraštovaizdžio poveikiu glaudžiai susijusios aplinkosaugos problemos, kurios taip pat gali sudaryti prielaidas neigiamam AEI vertinimui visuomenėje. Infrastruktūra turi ne tik anglies pėdsaką (angl. *carbon footprint*), bet ir ekologinį bei socialinį pėdsaką. „Ekologinis pėdsakas“ šia prasme susijęs su specifiniu AEI infrastruktūros poveikiu kraštovaizdžiui, t. y. jo įspaudu, kurį parodo poveikis vietinėms ekosistemoms (Zaunbrecher et al., 2018). „Socialinis pėdsakas“, atvirkščiai, reiškia atsinaujinančios energijos infrastruktūros socialinį priimtinumą ir pirmenybę jai, taip pat atsižvelgiant į jos gamtosauginius privalumus (Zaunbrecher et al., 2018). Socialinis atsinaujinančios energijos priimtumo tyrimas yra laikomas svarbiu aspektu dėl plataus jo technologijų taikymo ir energetikos politikos tikslų pasiekimo. Socialinis ar visuomenės pritarimas atsinaujinančiai energijai suteikia naują asmeninių, psichologinių ir kontekstinių veiksnių, pagrindžiančių tinkamą ir sėkmingą įgyvendinimą (Shamsuzzoha et al., 2012).

**AEI poveikis aplinkai.** Visuotinai suprantama, kad iškastinis kuras daro didelę žalą aplinkai, tai lemia rūgščiojo lietaus ir visuotinio atšilimo problemas. AEI paprastai yra suprantami kaip mažiau taršūs arba draugiški aplinkai, ekologiški, o tai yra labai stiprus motyvuojantis veiksnys pokyčiams energetikos sektoriuje (Shamsuzzoha et al., 2012). Pasauliniu mastu vis didesnis AEI panaudojimas padeda spręsti klimato kaitos pokyčius ir sudaro prieigas naudotis energija milijardams žmonių, kurie visa dar yra žemiau skurdo ribos (Bhattacharya et al., 2016). Neabejotina, kad AEI vaidina lemiamą vaidmenį mažinant šiltnamio efektą sukeliančių dujų išmetimą. Ypač CO<sub>2</sub>, kuris sudaro daugiau kaip 60 proc. šiltnamio efektą sukeliančių dujų (Sebri ir Ben-Salha, 2014). Anglies dioksido poveikis taip pat bus jaučiamas ilgalaikėje perspektyvoje dėl anglies dioksido kaupimosi atmosferoje ir vandenynuose, kuriems būdingas laipsniškas atšilimo procesas (Pacesila et al., 2016). Aplinkosauginiai aspektai ir gyvenimo kokybė rodo, kad aplinkos tarša (oro, vandens ir kt.) labai stipriai susijusi su augančiu energijos vartojimu. Pavyzdžiui,

klimato pokyčiai susiję su intensyviu iškastinio kuro naudojimu, kuris lemia aplinkai žalingus sieros dioksido, azoto oksido ir anglies dioksido išmetimus. Taigi, AEI gali duoti šią naudą aplinkai (Akella et al., 2009):

1. mažesnė oro tarša,
2. mažesnis šiltnamio efektą sukeliančių dujų išmetimas,
3. mažesnis neigiamas poveikis vandens telkiniams,
4. mažesnis išteklių poreikis energijos transportavimui,
5. ilgalaikis gamtos išteklių išsaugojimas.

Kaštų ir naudos analizė rodo teigiamus rezultatus atsinaujinančios energijos atžvilgiu. Nors energijos sistemos keitimo išlaidos yra didelės, tačiau galima pasiekti greitus pokyčius sveikatos ir klimato kaitos kryptyse. Į tokius išorinius veiksnius paprastai neatsižvelgiama atliekant ekonominius vertinimus. Išvados rodo, kad sumažėjęs išorinis poveikis papildomai padidėja nuo dviejų iki šešių kartų (IRENA, 2018). Šiame kontekste atsinaujinanti energija yra strateginė investicija, draugiškesnė žmonėms ir aplinkai, nei įprasta energija, sukelianti sveikatos problemas, tokias kaip atsitiktinės kvėpavimo takų ligos, taip pat mirtinos ligos, pavyzdžiui, vėžys, ir daugybė aplinkos problemų bei iššūkių, su kuriais šiandien susiduria žmonija, pvz., šiltnamio efektą sukeliančių dujų išmetimas, oro tarša, vandens ir dirvožemio tarša (Mckenzie et al., 2012). Ir transporto sektorius čia ne išimtis. Vis daugėja įrodymų, kad labai mažos ypač smulkių dalelių ir suodžių emisijos iš šiuolaikinių automobilių su vidaus degimo varikliais vis dar gali būti labai kenksmingos žmonių sveikatai. (IEA-RETD, 2015). Atsinaujinančių energijos šaltinių poveikis sveikatai yra mažas ir vietiniu mastu paprastai netiesioginis. Vietos aplinkos pokyčiai greičiausiai netiesiogiai paveiks sveikatą. Pavyzdžiui, vėjo energijos atveju pavojai yra elektromagnetinė radiacija ir triukšmas; hidroenergijos atveju poveikis vietiniam vandens tiekimui, pavyzdžiui, upių srautams, vandens telkiniams ir kokybei, taip pat biologinei masei, maistingųjų augalų pakeitimas, nuotėkio užterštumas ir oro užterštumas (Shamsuzzoha et al., 2012).

Nuolatos tobulinamos atsinaujinančios energijos technologijos ir jų naudojimas gaminant elektrą ir šilumą gali stipriai sumažinti į atmosferą išmetamo anglies dioksido kiekį arba jo visai nelikti. (Pacesila et al., 2016). Empiriniai rezultatai taip pat rodo didelę prekybos atvirumo ir išmetamo CO<sub>2</sub> kiekio įtaką skatinant atsinaujinančios energijos vartojimą. Viena vertus, prekybos atvirumas suteikia galimybę šalims gauti daugiau naudos iš ekologiškų technologijų perdavimo, kuris padeda daugiau investuoti į atsinaujinančiosios energijos sektorių. Kita vertus, padidėjęs išmetamo CO<sub>2</sub> kiekis, kuris yra pagrindinė globalinio atšilimo priežastis, skatina politikus mažinti šias šiltnamio efektą sukeliančias dujas imantis konkrečių priemonių mažinant iškastinio energijos suvartojimą ir labiau pasikliaujant atsinaujinančių šaltinių energija (Sebri and Ben-Salha (2014). Verta atkreipti dėmesį, kad atsinaujinanti energija taip pat daro tam tikrą poveikį aplinkai, tačiau ji yra daug mažesnė. Viena vertus, biomasės jėgainės taip pat gali išmesti nemažą kiekį anglies dvideginio, o vėjo energija gali pakeisti kraštovaizdį ir dėl kai kurių specialiųjų įtaisų sąlygoti paukščių sužeidimus ar žūtis (Akella et al., 2009). Žinoma, konkrečiai transporto sektorius, kuris yra disertacijos tyrimo laukas, turi specifinių poveikio aplinkai akcentų, kurie surašyti 1 lentelėje.

**1 lentelė.** Transporto plėtros poveikis aplinkai (Profillidis, Botzoris and Galanis, 2014)

Poveikis artimai aplinkai ir regionams (mikrolygis)	Poveikis aplinkai (makrolygis)
Oro tarša, anglies oksidų, sieros dioksido ir angliavandenilių išmetimas skatina smogo ir rūgštaus lietaus susidarymą. Teritorijų užstatymas atsižvelgiant į transporto infrastruktūros poreikius, jūros tarša.	Oro tarša, anglies dioksido išmetimas prisideda prie klimato sąlygų pasikeitimo, halogeno junginiai naikina ozono sluoksnį, mažėja iškastinio kuro atsargos.

**AEI poveikis ekonomikai.** Naudojant atsinaujinančią energiją, gaunama labai įvairi ekonominė nauda, kuri gali susijungti grandinė. AEI technologijos skatina pramonės plėtrą, ekonomikos augimą ir naujų technologijų kūrimą (Klevas, Štreimikienė, 2006). Keček et al. (2019), kurie tyrė Kroatijos atvejį, konstatuoja, jog AEI skatinimo politika gali turėti teigiamą poveikį šalies ekonomikai, jeigu gerai suderintos energetikos ir pramonės strategija. Wei et al. (2010) bei Del Rio ir Burguillo (2008) tyrimai rodo, jog AEI prisideda prie tvaraus ekonomikos vystymosi skatindama užimtumą. Darbo vietų kūrimas yra pagrindinė ekonominio vystymosi ir sveikos ekonomikos dalis. Dėl padidėjusių išlaidų sukuriama ekonominė veikla (darbo vietos ir pajamos) kituose sektoriuose, tokiuose kaip mažmeninė prekyba, restoranai, laisvalaikis ir pramogos (Akella et al., 2009). Tačiau ši optimistinė AEI vizija nėra vieninga, kai kurie mokslininkai tvirtina, kad jos indėlis į užimtumą nėra toks didelis, kaip įsivaizduojama, ir netgi gali būti neigiamas (įvertinus kiek darbo vietų praras mažėjantis iškastinio kuro sektorius). Klevas et al. (2018) teigimu, vis dar trūksta tyrimų, kurie duotų atsakymus į klausimus apie ekonomines prielaidas, kurie susietų energetikos politiką su ekonominiais rezultatais ir pateisintų AEI naudojimo naudą nacionaliniu mastu. Verta pripažinti, kad AEI poveikis užimtumui labai priklauso nuo finansavimo mechanizmų, technologijų tipo ir poveikio (tiesioginio ir netiesioginio) užimtumui masto (Böhringer et al. 2013).

Neapibrėžtumo ir ekonominės krizės laikais AEI sektorius pastebimai padidėjo, užtikrindamas darbo vietas ir padėdamas šalims ir regionams pagerinti savo ekonominį konkurencingumą, stabilizuodamas energijos kainas ir mažindamas brangias papildomas kontrolės priemones, būtinas daug taršos sukeliančiose pramonės šakose. Todėl atsinaujinanti energija suteikia galimybių vystyti ekonomiką, ypač todėl, kad ji yra prieinama visur ir turi pakankamus gamybos pajėgumus, o ilgalaikėje perspektyvoje ji laikoma ekonomiškai konkurencinga (Pacesila et al., 2016). Atsinaujinančios energijos sistemos gali sukurti daugiau darbo vietų nei įprasti energijos tiekimo projektai. Darbo vietų skaičius taip pat priklauso nuo to, kiek gamybos etapų vykdoma regione, nes daugiau darbo vietų bus sukurta, jei medžiagos ir technologijos bus perdirbtos ir pagamintos lokaliai (Akella et al., 2009)

Energetikos politikos sprendimai turėtų būti grindžiami ekonominio vertinimo principais (Klevas et al., 2018). Daugelis AEI taikymo sričių yra rentabilios – tai reiškia, kad investuojantys į naujas energetikos technologijas sutaupys, nes mažiau išlaidų reikės kurui. Ekonominės veiklos diversifikavimas skirtinguose sektoriuose



stiprina bendrą šalies ekonomiką, nes taip atsiranda daugiau būdų generuoti pajamas. Investicijos į atsinaujinančią energiją gali padėti diversifikuoti ekonomiką. Vietoj vieno ar dviejų pagrindinių energijos šaltinių (tokių kaip nafta ar anglis) gali būti daugybė šaltinių, pasklidusių įvairiose vietose, atsižvelgiant į tai, kokie išteklių (vėjas, saulė, biomasė ir kt.) yra konkrečiame regione (Akella et al., 2009). Galima pateikti Europos pavyzdį. Nepaisant diskusijų apie alternatyvų diegimo kaštus, AEI laikomi svarbiausiu Europos energetikos politikos elementu, kuris patenkina didelę dalį ES energijos poreikių. Be to, pokyčiai AEI sektoriuje padeda Europos valstybėms išlaikyti ir ginti savo lyderio pozicijas naujovių srityje pasauliniu lygmeniu, plėtojant naujas technologijas ir kuriant darbo vietas (Pacesila et al., 2016).

Pastaruoju metu ekonominio augimo koreliacija ir atsinaujinančios energijos vartojimas buvo svarbi tyrimų sritis. Ypač naudinga ištirti priežastinio ryšio tarp dviejų kintamųjų reikšmingumą, nes tai gali suteikti vertingų įžvalgų politikos formuotojams (Sebri ir Ben-Salha, 2014). Egzistuoja daug mokslinės literatūros apie energijos suvartojimo ir ekonomikos augimo ryšį, tačiau tyrimų, skirtų AEI, vis dar nėra daug. Augantis atsinaujinančiųjų išteklių energijos, kaip energijos šaltinio, reikšmingumas sukėlė didelį mokslininkų ir energetikos politikos analitikų susidomėjimą (Bhattacharya et al., 2016). Energijos vartojimo ryšį su ekonomikos augimu analizavo daug mokslininkų, tarp kurių galima paminėti: Bowden ir Payne (2009), Wolde-Rufael (2009), Costantini ir Martini (2010), Apergis ir Payne (2010), Lehr et al. (2012), Böhringer et al. (2013), Blazejczak et al. (2014), Sebri ir Ben-Salha (2014), Rezitis ir Ahammad (2015), Bhattacharya et al. (2016). Dalis šių mokslininkų ir jų tyrimų rezultatai aptariami žemiau.

Energijos suvartojimo ir ekonomikos augimo ryšį galima išanalizuoti pagal keturias hipotezes. Augimo hipotezės metu daroma prielaida, kad energija yra pagrindinis indėlis į augimo procesą, ir egzistuoja vienkryptis priežastinis ryšys – nuo energijos suvartojimo iki ekonomikos augimo. Tokiu atveju energijos taupymo politika turės neigiamos įtakos ekonomikos augimui. Išsaugojimo hipotezė reiškia, kad dėl ekonomikos augimo sunaudojama energija. Esant tokiai situacijai, apsaugos politika neturės įtakos ekonomikos augimui. Grįžtamojo ryšio hipotezė reiškia dvipusį energijos vartojimo ir ekonomikos augimo santykį. Ši hipotezė rodo, kad bet koks energijos suvartojimo pokytis turės neigiamos įtakos ekonomikos augimui (Bhattacharya et al., 2016). Neutralumo hipotezė rodo, kad energijos suvartojimas ir ekonomikos augimas yra nepriklausomi ir neturi įtakos vienas kitam. Didžiojoje literatūros dalyje nagrinėjamas santykis tarp elektros energijos suvartojimo ir pajamų arba energijos pajamų ir išmetamųjų teršalų ryšio. Pastarųjų dešimtmečių literatūroje, skirtoje kiekvienai šių hipotezių, stebimi skirtingi rezultatai įvairiose šalyse (Bhattacharya et al., 2016).

Bowden ir Payne (2009), nagrinėdami 1949–2006 m. laikotarpio priežastinį ryšį tarp atsinaujinančios energijos suvartojimo pagal sektorius ir tikrosios produkcijos JAV, atskleidė vienkryptį priežastingumą, susijusį su namų ūkių atsinaujinančiosios energijos suvartojimu ir sukuriamu produkcijos kiekiu. Tačiau nenustatė priežastinio ryšio tarp produkcijos kiekių ir AEI naudojimo versle bei pramonėje (Bowden ir Payne, 2009). Išplėstiniai AEI vartojimo ir ekonominio augimo priežastinio ryšio tyrimai atlikti naudojant daugiamatę sistemą, sudarytą iš

dvidešimties EBPO šalių per 1985–2005 m. laikotarpį. Heterogeninio plokščių kointegracijos testo (angl. *heterogeneous panel cointegration test*) rezultatai rodo, kad egzistuoja ilgalaikis pusiausvyros ryšys tarp realaus BVP, atsinaujinančios energijos suvartojimo, realaus bendrojo pagrindinio kapitalo formavimo (angl. *gross fixed capital formation*) ir darbo jėgos. Šis ilgalaikis ryšys rodo, kad atsinaujinančios energijos suvartojimo padidėjimas 1 proc. padidina realųjį BVP 0,76 proc. (Apergis ir Payne, 2010).

Bilan et al. (2019) analizavę Europos Sąjungos šalių narių ir potencialių narių duomenis, nustatė ryšį tarp atsinaujinančių energijos išteklių, išmetamo CO<sub>2</sub> kiekio ir bendrojo vidaus produkto (BVP) be jokio šalutinio poveikio ekonomikai. Sadorsky (2009) tyrė 18 besiformuojančios ekonomikos šalių ir nustatė dvipusį atsinaujinančios energijos vartojimo ir ekonomikos augimo ryšį. Ilgainiui realių pajamų, tenkančių vienam gyventojui, padidėjimas 1 proc. padidino atsinaujinančios energijos suvartojimą vienam gyventojui maždaug 3,5 proc. (Sadorsky, 2009). Bowden ir Pyne (2010) analizavo priešastinį ryšį tarp atsinaujinančios ir neatsinaujinančios energijos vartojimo bei JAV ekonomikos augimo. Išvadosse nenustatytas priešastinis ryšys tarp atsinaujinančios energijos vartojimo ir realaus BVP komerciniame ir pramonės sektoriuose. Tuo tarpu nustatytas teigiamas vienusis priešastinis ryšys tarp namų ūkio atsinaujinančios energijos vartojimo iki realaus šalies BVP (Bowden and Pyne, 2010). Naudotas *panel vector error correction* modelis rodo, kad tarp atsinaujinančios energijos vartojimo ir ekonomikos augimo yra ir trumpalaikis, ir ilgalaikis dvikryptis priešastinis ryšys. Šis rezultatas pakartoja naudą, susijusią su tokia vyriausybės politika kaip atsinaujinančios energijos gamybos mokesčių kreditai, nuolaidos už atsinaujinančių energijos išteklių sistemų įrengimą, atsinaujinančios energijos portfelio standartai ir atsinaujinančios energijos sertifikatų rinkų sukūrimas diversifikuojant EBPO šalių energijos bazę (Apergis ir Payne, 2010).

Yra daug mokslinės literatūros, kurioje vertinamas ryšys tarp darbo vietų kūrimo ir atsinaujinančiųjų energijos išteklių naudojimo. Tačiau galima rasti ir priešingų išvadų. Bobinaitė et al. (2011) analizavo Lietuvos duomenis ir nustatė, jog trumpalaikėje perspektyvoje yra vienusis priešastinis ryšys tarp atsinaujinančių energijos išteklių naudojimo vidaus rinkoje ir realaus BVP. Todėl daroma išvada, kad AEI panaudojimas gali nulemti ekonomikos augimą trumpuoju laikotarpiu. Tačiau ilguoju laikotarpiu AEI plėtros poveikis realiam BVP nenustatytas. Be to, dalis tyrimų rodo, jog ne tik atsinaujinanti energija turi poveikį. Zafar et al. (2019) ir Kahia et al. (2017) rezultatai rodo stimuliuojantį energijos (atsinaujinančios ir neatsinaujinančios) vartojimo poveikį ekonomikos augimui (Zafar et al., 2019). Didžiojoje dalyje literatūros šis ryšys grindžiamas *ex-ante* analize, tačiau ne *ex-post* metodu, kuriuo vertinami įvykę rodikliai tarp šių dviejų kintamųjų. Būtent tokį tyrimą atliko Böhringer et al. (2013), kurie analizavo istorinį (2000–2016 m. laikotarpio) atsinaujinančių energijos išteklių gamybos pajėgumų ir užimtumo raidos ryšį ES narėse per pastaruosius šešiolika metų (Böhringer et al. 2013). Tyrimas atskleidė teigiamą ir statistškai reikšmingą šių dviejų kintamųjų ryšį: užimtumas padidėja 0,48 proc. padidėjus kiekvienam atsinaujinančiosios energijos gamybos pajėgumui 1 proc., esant *ceteris paribus* sąlygai. Šie rezultatai rodo, kad ES AEI politikos parama turėjo



teigiamą poveikį visuomenei mažinant nedarbą, o tai yra svarbus veiksnys visoms valstybėms (Böhringer et al. 2013).

Lehr et al. (2012) tyrinėjo didelių investicijų į atsinaujinančią energiją poveikį darbo rinkai Vokietijoje. Beveik visi nagrinėti scenarijai rodo teigiamą poveikį užimtumui. Realistinis scenarijus rodo, kad iki 2030 m. bus sukurta 150 tūkst. naujų darbo vietų, susijusių su atsinaujinančia energetika. Taip pat Vokietiją nagrinėję Blazejczak et al. (2014) sukūrė sektorinį energetinį-ekonominį ekonometrinį modelį ir nustatė, kad AEI plėtrą galima pasiekti nepakenkiant augimui ar užimtumui. Analizė rodo teigiamą grynąjį poveikį Vokietijos ekonomikos augimui. Poveikis darbo rinkai yra nedidelis, tačiau teigiamas. Jų dydis labai priklauso nuo darbo rinkos sąlygų ir valstybės politikos. Sebrī ir Ben-Salha (2014) atlikto empirinio tyrimo duomenys rodo, kad atsinaujinančios energijos vartojimas daro teigiamą poveikį ekonomikos augimui BRICS šalyse. Šis poveikis lyginant su kitomis šalimis ypač ryškus Brazilijoje. Kalbant apie Grangerio priežastingumo analizę, egzistuoja dvipusis priežastinis ryšys tarp ekonomikos augimo ir AEI vartojimo, patvirtinantis grįžtamojo ryšio hipotezę. Akivaizdu, kad šie duomenys, nors ir reiškia, kad pajamų padidėjimas yra pagrindinis AEI sektoriaus plėtros veiksnys, rodo augantį atsinaujinančios energijos vaidmenį skatinant BRICS šalių ekonomikos augimą (Sebrī and Ben-Salha, 2014).

Bhattacharya et al. (2016) tyrė 38 valstybes ir nustatė ryšius tarp ilgalaikės realaus BVP dinamikos ir tiekiamu energijos galingumu. Analizuotas laikotarpis – nuo 1991 iki 2012 m., per kurį daugumoje šių valstybių įgyvendinta daug AEI skatinimo iniciatyvų ir politinių sprendimų. Analizuojant ilgalaikį produkcijos elastingumą, šalys išskaidytos į tris pagrindines grupes:

- Į pirmą grupę išskirtos šios šalys, kuriose, pasak tyrimo autorių, AEI nustatyti kaip svarbus ekonomikos augimo variklis. Šios šalys yra: Austrija, Bulgarija, Kanada, Čilė, Kinija, Čekija, Danija, Suomija, Prancūzija, Vokietija, Graikija, Italija, Kenija, Korėjos Respublika, Marokas, Nyderlandai, Norvegija, Peru, Lenkija, Portugalija, Rumunija, Ispanija ir Jungtinė Karalystė (Bhattacharya et al., 2016);

- Antroje grupėje išskirtos tos šalys, kurioms AEI turėjo neigiamos įtakos ekonomikos augimui, tai yra Indija, Ukraina ir Izraelis. Verta atkreipti dėmesį į šių šalių energijos rūšių derinio ypatybes, kurios gali sukelti lėtą diegimo procesą ir neigiamai veikia ekonomikos augimą. Pavyzdžiui, Indijos energetikos sektoriuje vyrauja anglis (69 proc.), 17 proc. sektoriaus naudoja atsinaujinančią energetiką (12 proc. – hidroenergią) (Bhattacharya et al., 2016).

- Trečiąją grupę sudaro vienuolika šalių: Australija, Belgija, Brazilija, Airija, Japonija, Meksika, Slovėnija, Švedija, Tailandas ir Turkija. Tai šalys, kuriose tyrimo autoriai negalėjo nustatyti, kad AEI būtų reikšmingas ekonomikos augimo variklis ar augimo kliūtis. Vienas iš galimų šių šalių rezultatų paaiškinimų yra tas, kad jos nesugebėjo efektyviai panaudoti AEI gamybos procese, todėl beveik neturi įtakos ekonomikos dinamikai (Bhattacharya et al., 2016).

Išanalizavus ir apibendrinus Smith et al. (2018), Urmee ir Md (2016), Grodach (2011), Spangenberg (2005), Barbier (1987) ir kitų autorių publikacijas, galima teigti, jog tvarus ekonomikos vystymasis pasiekiamas maksimaliai padidinant gaunamas pajamas bei vartojimo srautus ir taupant būtinus kapitalo išteklius ateities

kartoms, taip sudarant ilgalaikį pagrindą ekonominei plėtrai ir struktūriniam pokyčiams. Ekonomikos tvari plėtra laikoma bendrosios tvarios plėtros koncepcijos dedamąja greta socialinės ir aplinkos dimensijos, todėl ekonomika šioje koncepcijoje vertinama kaip lygiavertė komponentė, kurios tvarumas sudaro prielaidas aplinkos būklės gerėjimui ir socialiniam teisingumui pasiekti. Tvarų vystymąsi galima apibrėžti kaip visuomenės vystymąsi, sudarantį galimybę pasiekti visuotinę gerovę dabartinei ir ateinančioms kartoms derinant aplinkosauginius, ekonominius ir socialinius tikslus ir neviršijant poveikio aplinkai ribos. Augantis gyventojų skaičius, urbanizacija, ekonomikos indikatorių dinamika sąlygoja nuolatinį energijos poreikio augimą. Tvarus energijos vartojimas, grindžiamas AEI, suteikia švaresnę aplinką ir gerina visuomenės sveikatos rodiklius, padeda sušvelninti klimato pokyčius bei padidina energetinį saugumą. Be to, dauguma analizuotų mokslinių tyrimų atskleidė, jog atsinaujinančių energijos išteklių panaudojimo plėtra lemia ekonomikos augimą, darbo vietų kūrimą ir technologinę plėtrą.

## **1.2. Atsinaujinančiais energijos ištekliais grįstų alternatyvų panaudojimas transporto sektoriuje**

Energijos paklausa transporto sektoriuje sparčiai auga. Prognozuojamas 1 proc. metinis augimo tempas. Nors transporto sektorius išmeta maždaug ketvirtadalį viso su energija susijusio anglies dioksido (CO<sub>2</sub>), rezultatai rodo, kad transporto sektoriuje išmetamųjų teršalų augimas yra didžiausias iš visų sektorių ir tikimasi, kad jis padidės daugiau nei trečdaliu iki 2030 m. (IRENA, 2016). Miestuose transporto sektorius yra vienas pagrindinių energijos suvartojimo šaltinių. Nors viešojo transporto rūšys pasižymi didesniu keleivių pajėgumu ir mažesniu poveikiu aplinkai nei asmeninės transporto priemonės, daugelis miestų susiduria su tuo, kad gyventojai mieliau renkasi nuosavų automobilių naudojimą (Li & Loo, 2014). Šiuo metu keleiviniams automobiliams tenka maždaug pusė transporto sektoriaus energijos poreikio. Tačiau krovinių vežimo keliais, aviacijos ir laivybos srityse energijos poreikis auga greičiau nei lengvųjų automobilių (IRENA, 2016).

Nafta išlieka transporto sektoriuje naudojamų energijos šaltinių lydere, nepaisant to, kad ekspertai įžvelgė šio išteklių ribotumą (Simionescu et al., 2017). Skirtingi transporto sektoriai skirtingai naudoja atsinaujinančią energiją, atspindėdami skirtingų degalų naudojimą. Kelių transporte sunaudojama daugiausiai atsinaujinančių energijos išteklių, ypač išsiskiria keleivinės transporto priemonės, kurios gali naudoti etanolį. Toliau seka kelių sunkusis transportas, kuriame daugiausiai naudojamas biodyzelinas (IRENA, 2016). Dauguma privačių transporto priemonių varikliai varomi dyzelinu ar benzinu, todėl dėl santykinai didelio asmeninių transporto priemonių skaičiaus miestų transporto parkuose naudojami neatsinaujinantys energijos šaltiniai ir išmetama daugiau anglies dioksido (Li & Loo, 2014). Paklausos valdymas ir įvairiarūšio transporto (angl. *co-modality*) skatinimas gali būti dalinis sprendimas, tačiau norint pasiekti dekarbonizacijos, energetinio saugumo ir oro kokybės tikslus miestuose taip pat prireiks alternatyvių transporto degalų ir naujų technologijų transporto priemonių (Offer et al., 2010). Tačiau transporto sektoriuje sunaudojama mažiausia atsinaujinančiosios energijos dalis lyginant su bet kuriuo kitu sektoriumi ir, remiantis esama situacija bei šalių

vyriausybių planais, tai išliks 2030 ir vėlesniais metais (IEA, 2019). Yra daugybė transportavimo būdų, transporto priemonių tipų, naudojančių skirtingas kuro alternatyvas. Taigi, palyginti su kitais sektoriais, šio sektoriaus energijos paklausos valdymas yra sudėtingas, todėl reikalingi adaptuoti ir individualizuoti atsinaujinančios energijos išteklių panaudojimą lemiantys sprendimai. Vis dėlto atsinaujinantys energijos šaltiniai gali būti svarbūs visoms skirtingoms transporto rūšims. Norint padidinti bendrą atsinaujinančiųjų energijos išteklių dalį transporto sektoriuje, reikia ieškoti atsinaujinančiųjų alternatyvų visose transporto rūšyse (IRENA, 2016).

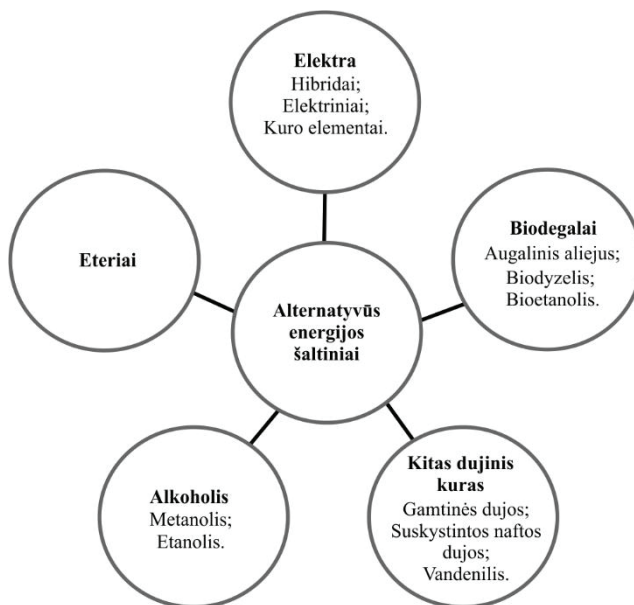
Ateities transporto ir energetikos sistema iš dalies neaiški, o aplinkybės priklauso nuo sunkiai prognozuojamos technologinės pažangos, politikos kryptių ir rinkos pokyčių. Galima apsvaistyti daugybę alternatyvų su sąlyga, kad jos atitinka techninio pagrįstumo, aplinkosaugos priimtumo, ekonominio konkurencingumo ir paprasto prieinamumo vartotojams reikalavimus (Nocera ir Cavallaro, 2016). Daugybė tyrimų nagrinėja įvairius galimus būsimą tvaraus transporto sektoriaus sprendimus. Kai kurie tyrėjai sutelkia dėmesį į visą transporto sektorių, daugelis tyrimų analizuoja tik tam tikrą transporto rūšį, technologinį sprendimą ar planavimo schemą, taikomą viename ar keliuose sektoriuose (Dominković et al., 2018). Navas-Anguaita et al. (2019) pabrėžia, jog vis dar trūksta didesnio orientavimosi į alternatyvių degalų gamybos būdų technoekonominius vertinimus. Tvirtų technoekonominių duomenų įgijimas vis dar yra iššūkis energijos planuotojams, modeliotojams, analitikams ir politikos formuotojams, kuriant savo būsimus modelius sprendimų priėmimo procesams palaikyti (Navas-Anguaita et al., 2019). Nepaisant to, kai kuriuos paskutinius svarstymus galima apibendrinti. Pirma, neiškastinis kuras gali pastebimai sumažinti anglies išmetimą, nepriklausomai nuo transporto priemonės technologijos. Tuo tarpu dabartinėmis sąlygomis atrodo sudėtinga panaudoti didelius kiekius alternatyvių degalų, todėl būtina atlikti daug patobulinimų tiek gamybos, tiek paskirstymo infrastruktūroms. Jos turėtų būti derinamos su politika, kuria siekiama skatinti vartotojus pirkti alternatyvias transporto priemones. Antra, bent jau pradiniam etape skirtingos technologijos nekonkuruoja, o gali būti laikomos vidutinės trukmės veiksmis, išsamesnės politikos vizijos dalimi (Nocera ir Cavallaro, 2016). Su tuo sutinka Li ir Loo (2014), kurių nuomone tvarių transporto sistemų plėtrai skatinti gali būti naudojami alternatyvūs ir pereinamojo laikotarpio energijos šaltiniai, nes šie šaltiniai yra atsinaujinantys ir daro mažesnę poveikį aplinkai nei dyzelinas ir benzinas (Li ir Loo, 2014). Trumpalaikis degalų, tokių kaip suskystintos naftos dujos ir metanas, poveikis galėtų prisidėti prie perėjimo prie mažiau taršių degalų strategijos (Nocera ir Cavallaro, 2016). 2 lentelėje pateikiamas transporto sektoriaus kuro rūšys ir jų klasifikavimas.

**2 lentelė.** Transporto sektoriaus kuro rūšių identifikavimas ir klasifikavimas (Navas-Anguaita et al., 2019).

<b>Įprastinis kuras</b>	Iškastinis kuras	Dyzelis
		Benzinas
<b>Alternatyvus kuras</b>	Iškastinis kuras	Suskystintos naftos dujos

		Suskystintos gamtinės dujos
		Suslėgtos gamtinės dujos
	Biodegalai	Biodyzelis
		Bioetanolis
		Biobenzinas
		Biometanas
		Hidrinimu valytas augalinis aliejus
	Elektra	
	Vandenilis	

Technologinė pažanga sudaro sąlygas sukurti alternatyvius ir pereinamuosius energijos šaltinius. Tampa vis plačiau naudojamos transporto priemonės, naudojančios energijos šaltinius, tokius kaip suskystintos naftos dujos, elektra ar biodegalai (Li ir Loo, 2014). Ramadhas (2011) teigia, jog alternatyvūs ir pereinamieji energijos ištekliai transporto sektoriuje apima visus degalus, išskyrus benzina ir dyzelį. Jie taip pat yra gaunami iš skirtingų šaltinių nei dyzelinas ar benzinas. Miesto transportui pagrindinės alternatyvos (ir pereinamieji energijos šaltiniai) yra: elektra, biodegalai (pavyzdžiui, augalinis aliejus ir biodyzelinas), kiti dujiniai degalai (gamtinės dujos, vandenilis ir suskystintos naftos dujos), alkoholiai (metanolis ir etanolis) ir eteriai (Li & Loo, 2014). 4 pav. pateikiama Ramadhas (2011) apibendrinta alternatyvių ir pereinamųjų energijos šaltinių tipų miesto transportui schema.



4 pav. Alternatyvių ir pereinamųjų energijos šaltinių tipai miesto transportui (Ramadhas, 2011)

Bechtold (2002) tyrimų metu orientavosi į elektrą ir biodegalus, kurie gali tapti pagrindiniais ilgalaikiais tvariais energijos šaltiniais miesto transporte. Kalbant apie

vandenilio, alkoholių ir eterių naudojimą, nauja tendencija yra naudoti juos kuro celių transporto priemonėse ne kaip pirminį kurą arba naudoti juos derinant su iškastinių kuru (Bechtold, 2002). Naftos pagrindu gaminamų degalų alternatyvos yra biodegalai, elektrinis kelių transportas ir modaliniai poslinkiai (angl. *modal shifts*), naudojantys elektros energiją. Pasauliui pereinant prie mažiau anglies dioksido į aplinką išskiriančios elektros energijos, kuri vis labiau grindžiama atsinaujinančios energijos gamyba, šios elektros energijos pagrindu pagamintos sistemos taps tvaresnės (IRENA, 2016). Atlikę tyrimą, Navas-Anguita et al. (2019) priėjo prie išvados, jog tarp vadinamųjų alternatyvių degalų tipiškiausi yra biodegalai, gamtinės dujos, suskystintos naftos dujos, vandenilis ir elektra. (Navas-Anguita et al., 2019). Dominković et al. (2018), siekdama įvertinti išteklius, reikalingus pereiti prie visiškai atsinaujinančio transporto sektoriaus, vertino keturias pagrindines iškastinio kuro alternatyvas: biokurą, vandenilį, sintetinį kurą ir elektrą. Ajanovic (2013) išskyrė tris kuro rūšis, kurių pagrindą sudaro atsinaujinantys energijos šaltiniai ir yra svarbūs transporto sektoriaus sukeliamų aplinkos problemų sprendimo veiksniai: įvairūs pirmosios ir antrosios kartos biodegalai, taip pat elektra ir vandenilis. IRENA (2016) nustatė tris prioritėtines sritis politikos formuotojams ir pramonės suinteresuotosioms šalims:

**1. Elektromobiliai ir sistemiško mąstymo vaidmuo.** Iki 2030 m. bent 10 proc. visų kelyje naudojamų lengvųjų automobilių galėtų būti varomi elektra. Didėjant viešojo transporto poreikiui ir keičiantis transporto rūšims, geležinkelių poreikis pasaulyje iki 2030 m. išaugs daugiau nei dvigubai. Ateityje energetikos sistemos nebus orientuotos į atskirus sektorius, pradės ryškėti sektorių sąveika ir apjungimas. Energijos sistemos tampa mažiau taršios, kai panaudojama didesnė atsinaujinančiosios elektros energijos dalis. Pasaulyje, kuriame vis labiau didėja priklausomybė nuo elektrinio judumo, bus svarbu kaupti ir konvertuoti šią energiją į šilumą ar mechaninę energiją.

**2. Pažangūs skystieji biodegalai.** Biodegalai gali tapti svarbiausiu elementu, jeigu ženkliai padidės atsinaujinančiųjų energijos išteklių dalis transporte. Be to, juos galima naudoti tokiose transporto rūšyse kaip sunkiasvorės transporto priemonės, laivyba ir aviacija, be didesnių technologijų patobulinimų ir su esama infrastruktūra. Tačiau gamybos apimtys ir jų išlaidos tebėra iššūkis, todėl norint sumažinti sąnaudas reikia investicijų.

**3. Besiformuojantys sektoriai ir technologijos.** Visos tokios technologijos, kaip biometanas, vandenilio kuro celės ir buriavimo energija, turi didžiulį potencialą. Pagrindinės šių technologijų varomosios jėgos gali būti ne transporto sektoriaus išlaidų kurui sumažėjimas, o svarbi aplinkos apsaugos nauda.

Apibendrinant galima teigti, jog nėra vieningos mokslininkų nuomonės, kurios kuro rūšys yra geriausia alternatyva benzinui ir dyzelinui darnaus vystymosi kontekste. Į alternatyvių degalų sąrašą patenka ir dalis neatsinaujinančių energijos išteklių rūšių. Tačiau siaurinant tyrimo lauką į atsinaujinančius energijos išteklius, tokios iškastiniu kuru grįstos kuro rūšys kaip suskystintos naftos dujos ar gamtinės dujos neturėtų būti vertinamos panaudojimo plėtros skatinimo kontekste. Todėl, remiantis Navas-Anguita et al. (2019), Dominković et al., (2018), IRENA (2016), IEA-RETD (2015), Ajanovic (2013) tyrimais ir pateikta informacija, kitose

disertacijos tyrimo dalyse bus orientuojamasi į elektrą, vandenilį ir biodegalus. Toliau tekste bus išsamiau aptariamos šios kuro alternatyvos.

### 1.2.1. Biodegalų panaudojimas transporto sektoriuje

Biodegalai – viena iš kuro alternatyvų, prisidedanti prie transporto sektoriaus dekarbonizacijos. Biodegalais vadinamas kietas (iš biomasės gaunama medžio anglis), skystas (bioetanolis, augalinis aliejus ir biodyzelinas) arba dujinis (biodujos ir biovandenilis) kuras, kurie daugiausia gaminami iš biomasės (Demirbas, 2009). Kaip energijos išteklius biodegalai gali spręsti aktualias problemas, susijusias su energetiniu saugumu, naujų darbo vietų kūrimu ar šiltnamio efektą sukeliančių dujų išmetimo mažinimu, siekiant kontroliuoti klimato pokyčius pasauliniu lygiu (Simionescu et al., 2017).

**Biodegalų naudojimo transporto sektoriuje technologinės savybės.** Biodegalai tapo patrauklia alternatyva ne tik dėl aplinkosauginių privalumų. Yra keletas priežasčių, kodėl tiek besivystančios, tiek pramonės sektoriuje stiprios šalys biodegalus laiko tinkama technologija. Tai yra priežastys susijusios su energetiniu saugumu, aplinkosaugos iššūkiais bei socialinėmis ir ekonominėmis problemomis, kurios aktualios daugelio šalių kaimo sektoriams (Demirbas, 2009). Biodegalai prieš iškastinį kurą turi dar vieną svarbų pranašumą: toks kuras patogus sandėliuoti, o tai gali sumažinti priklausomybę nuo importo dėl vietinės gamybos. (Simionescu et al., 2017). 3 lentelėje pateikiama Demirbas (2009) pagrindinių biodegalų privalumų apibendrinimas.

**3 lentelė.** Pagrindiniai biodegalų privalumai ekonomikai, aplinkai ir energetiniam saugumui (Demirbas, 2009)

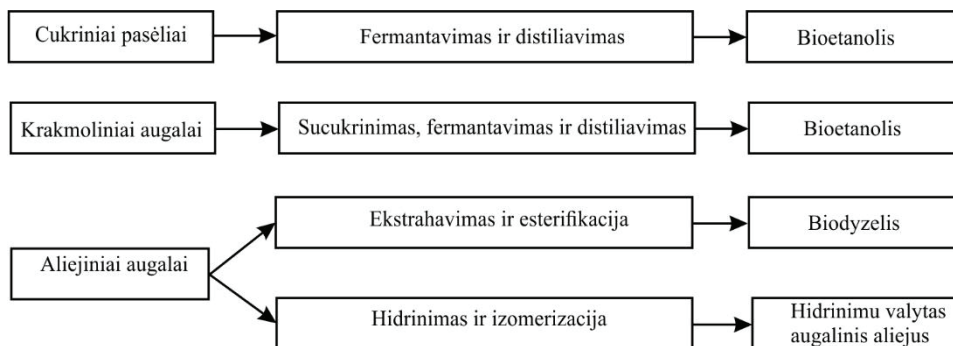
<b>Ekonominis poveikis</b>	Tvarumas
	Kuro įvairovė
	Augina darbo vietų skaičių kaimo vietovėse
	Turi įtakos pajamų lygiui
	Didina investicijas į gamybą ir įrangą
	Žemės ūkio plėtra
	Tarptautinis konkurencingumas
	Mažina priklausomybę nuo importuojamos naftos
<b>Poveikis aplinkai</b>	Šiltnamio efektą sukeliančių dujų mažinimas
	Mažina oro užterštumą
	Biologinis skaidymas
	Didesnis degimo efektyvumas
	Pagerintas žemės ir vandens naudojimas
	Anglies sekvestracija
<b>Energetinis saugumas</b>	Vidaus rinkos tikslai
	Tiekimo patikimumas
	Iškastinio kuro naudojimo mažinimas
	Paruošas prieinamumas
	Vietinis paskirstymas
Atsinaujinamumas	



Biodegalai yra atsinaujinantis energijos šaltinis, pagamintas iš natūralių (biologinių) medžiagų, kuris gali būti naudojamas kaip naftos kuro pakaitalas. Dažniausiai naudojami biodegalai, tokie kaip etanolis iš kukurūzų, kviečių ar cukrinių runkelių ir biodyzelinas iš aliejinių augalų sėklų, gaminami iš klasikinių maisto augalų, kuriems augti reikia aukštos kokybės žemės ūkio paskirties žemės (Puppan, 2002). Biodyzelinas yra į sintetinį dyzeliną panašus kuras, gaminamas iš augalinių aliejų, gyvulinių riebalų ar kepimo aliejaus atliekų. Jis gali būti naudojamas tiesiogiai kaip kuras, tačiau reiktų šiek tiek modifikuoti variklį, arba sumaišytas su naftos dyzelinu ir naudojamas dyzeliniuose varikliuose su nedideliais pakeitimais arba be jokių modifikacijų. Tai priklauso nuo kuro charakteristikų (Demirbas, 2009). Biomės perdirbimas gali būti naudojamas biodegalų gamybai, naudojant medienos likučius, cukranendrių išspaudas, ryžių lukštus, žemės ūkio liekanas, gyvulių mėšlą, komunalines ir pramonines atliekas. Biodegalų gamybai gali būti naudojami įvairūs išteklių. Todėl jie laikomi vienu perspektyviausių alternatyvių energijos šaltinių (Islam ir Ahiduzzaman, 2012). Bioetanolio gamyba iš biomasės yra vienas iš būdų sumažinti žalios naftos vartojimą ir aplinkos taršą. Taip pat auga susidomėjimas augalinio aliejaus naudojimu gaminant biodyzeliną, kuris mažiau teršia nei įprastinės iškastinio kuro alternatyvos (Li ir Loo, 2014). Bioetanolis yra benzino priedas / pakaitalas, kurį galima gaminti iš gausių buitinių, celiuliozės biomasės išteklių, tokių kaip žoliniai ir sumedėję augalai, žemės ūkio ir miškininkystės liekanos bei didelės dalies komunalinių atliekų (Demirbas, 2009). Biodegalai dažnai naudojami tik kaip dyzelino priedas. Biodyzelino mišiniai turi trumpą užsidegimo laiką, aukštą degimo temperatūrą, slėgį, tuo pačiu santykinai mažą teršalų išsiskyrimą. Remiantis naudojama gamybos technologija, biokurą galima suskirstyti į keturias kartas (Li ir Loo, 2014):

- pirmosios kartos biokuras gaminamas naudojant tradicinę technologiją iš cukraus, krakmolo, augalinių aliejų ar gyvulinių riebalų;
- antrosios kartos biokuras gaunamas naudojant pažangias technologijas iš ne maisto augalų, kviečių šiaudų, kukurūzų, medžio, kietųjų atliekų ir energetinių augalų;
- trečiosios kartos biokuras gaminamas iš dumblių;
- ketvirtosios kartos biokuras apima biodegalų gamimą iš augalinio aliejaus ir biodyzelino naudojant pažangiausias technologijas.

Vienas pagrindinių veiksnių paspartinęs biokuro gamybą ir didėjančias investicijas į šią kuro rūšį – būtinybė mažinti šiltnamio efektą sukeliančių dujų išmetimą ir šalių išsikelti energetinio saugumo tikslai. Kelių transporto naudojamą biokurą sudaro biodyzelinas, bioetanolis ir biodujos. Kelių transporte bioetanolis dažnai naudojamas kartu su dyzelinu (Simionescu et al., 2017, Li ir Loo, 2014). Didžiausias indėlis tenka biodegalų gamintojams iš JAV ir Europos Sąjungos, kurie įgyvendino biodegalų vartojimo palaikymo politiką ir degalų pardavimo taisykles. Kai kuriuose regionuose biodegalų naudojimą skatino teisinė bazė, kurioje reikalaujama derinti biodegalus ir įprastą kurą (Simionescu et al., 2017). 5 pav. pavaizduoti pirmosios kartos biokuro gamybos būdai.



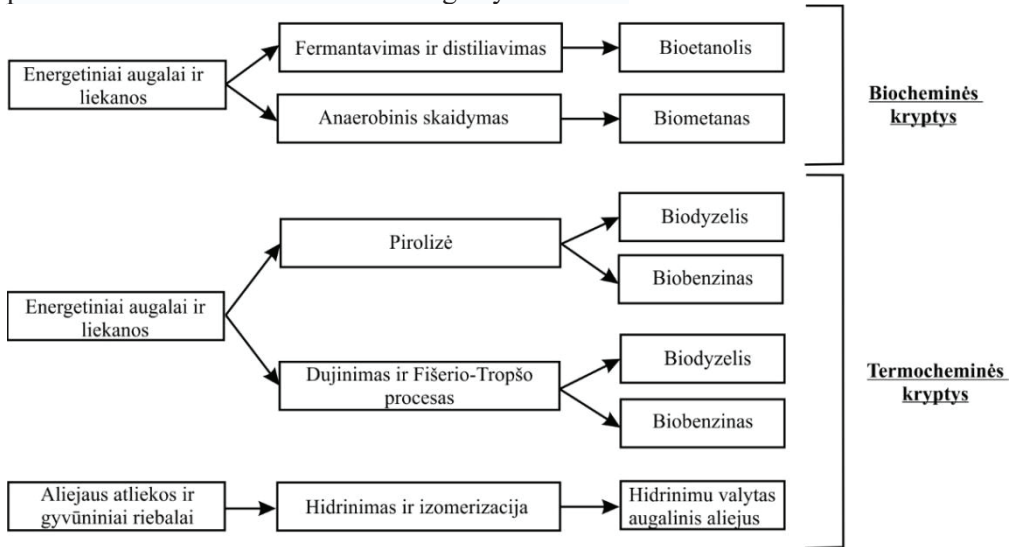
5 pav. Pirmosios kartos biokuro gamybos būdai (Navas-Anguita et al., 2019)

2015 m. trys ketvirtadaliai biodegalų gamybos visame pasaulyje buvo susiję su etanolium, o likusi dalis – su biodyzelinu. JAV ir Brazilija yra pagrindiniai etanolio gamintojai ir vartotojai (daugiau nei 80 proc. pagaminto ir suvartoto etanolio). Tačiau dėl naujų gamintojų iš Azijos biodyzelino gamyba auga. JAV etanolio gamyba daugiausia pagrįsta kukurūzais, o Brazilija etanolį gamina daugiausia iš cukranendrių (Simionescu et al., 2017). Pagrindinės biodyzelino gamintojos yra JAV, Prancūzija, Brazilija, Indija, Indonezija, Malaizija ir Australija. Kepimo aliejus naudojamas JAV ir Europos Sąjungoje, tuo tarpu palmių aliejus ir kokosų aliejus naudojami Malaizijoje, Indonezijoje ir Tailande (Ong et al. 2012). Europos Sąjungoje biodyzelino pagrindas yra aliejinių augalų sėklos (rapsų ir saulėgrąžų). ES išlieka didžiausia biodyzelino gamintoja visame pasaulyje. Ispanija yra didžiausia biodyzelino gamintoja ES, ją seka Vokietija ir Prancūzija (Simionescu et al., 2017).

**Biodegalų naudojimo transporto sektoriuje plėtra.** Pasaulinei energijos rinkai būdingas nuolatinis energijos poreikio augimas, o esant tokiai globaliai paklausai, biodegalų gamyba gali būti tinkamas sprendimas (Simionescu et al., 2017). Biodegalų pramonės vystymąsi skatina daugelis politinių-ekonominių sąlygų, kuriomis siekiama įvairinti degalų tiekimo šaltinius ir ilgainiui sukurti kokybiškus alternatyvius iškastinio kuro pakaitalus, spręsti ekonomines apsirūpinimo degalais problemas bei mažinti šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijas (Katinas ir Savickas, 2012). Dėl savo išskirtinių savybių biodegalų integravimas į rinką gali būti laipsniškas. Įprastoje energijos infrastruktūroje ir transporto priemonėse galima naudoti žemos koncentracijos mišinius. Laipsniškais žingsniais galima pereiti prie aukštos koncentracijos mišinių, kuriuose gali prireikti pakoreguoti variklius ir infrastruktūrą (tačiau vis tiek esamoje, nepakeistoje sistemoje) (IEA-RETD, 2015). Biokuro gamybą skatinantys veiksniais yra naftos kainos pokyčiai ir dideli kuro mokesčiai. Biodegalų gamybos augimo tendencija prasidėjo 2004 m., kai ji, palyginti su 2000 m., išaugo beveik dvigubai (Simionescu et al., 2017). Biodegalų tvarumas transporte priklauso nuo energetikos produktų poreikio ir ribotų išteklių. Paskaičiuota, jog biodegalų paklausa augs, kai vidutinis ekonomikos augimo tempas bus 5 proc. (Diaz-Chavez 2011). Daugelyje tyrimų koncentruojamasi į bioetanolį (kaip benzino pakaitalą) ir biodyzeliną (kaip dyzelino pakaitalą) (Katinas ir Savickas,



2012). Biomasės dujinimas į vandenilį, sintetinį benzimą ar dyzeliną yra naujos kryptys, kurios tapo technologiškai pagrįstos. Apibendrintai galima teigti, jog biodegalų naudojimas turi potencialo plačiai paplisti pasaulyje, o ištekliai, naudojami šiam kurui gaminti, labai priklauso nuo regiono specifikos (Ong et al. 2012). 6 pav. pavaizduoti antrosios kartos biokuro gamybos būdai.



6 pav. Antrosios kartos biokuro gamybos būdai (Navas-Anguita et al., 2019)

Naujosios technologijos suteikia galimybę iškastinį kurą visiškai arba bent iš dalies pakeisti biodegalais (Simionescu et al., 2017). Sudėtinga, tačiau ilgalaikėje perspektyvoje būtina pereiti prie pažangių biodegalų iš atliekų ir liekanų. Pagrindinis iššūkis ir abejonės yra susiję su energijos tiekimu: galimybė užtikrinti žaliavų tiekimą ir konkurencija su kitais sektoriais. Dar viena plėtrą ribojanti priežastis yra ta, kad investicijos į naujos kartos biodegalų gamybos įrenginius yra susijusios su didele rizika. Be to, pereinant prie didesnės koncentracijos mišinių, taip pat reikia įveikti kliūtis, susijusias su energetikos infrastruktūra ir transporto priemonėmis (IEA-RETD, 2015). Trumpuoju periodu biodyzelino kaina yra pagrindinė kliūtis produkto komercializavimui. Kepimo aliejų naudojimas kaip žaliava, nuolatinio transesterinimo proceso (t. y. cheminė konversija į biodyzeliną) palaikymas ir aukštos kokybės glicerolio, kaip biodyzelino šalutinio produkto, panaudojimas yra pagrindinės galimybės mažinti biodyzelino kainą (Demirbas, 2009). Taigi biodegalams (ypač mažos koncentracijos mišiniams) yra santykinai mažiau kliūčių, tačiau ir pranašumai (ypač kalbant apie šiltnamio efektą sukeliančių dujų išmetimo mažinimą) yra mažiau apčiuopiami (IEA-RETD, 2015).

Aslan (2016) atliko tyrimą, kuriuo nagrinėjami JAV 1961–2011 metų laikotarpio priežastiniai ryšiai tarp ekonomikos augimo, biomasės energijos suvartojimo, užimtumo ir kapitalo pokyčių. Buvo vertinami kintamųjų ilgalaikiai ir trumpalaikiai ryšiai, o jų koeficientai parodė, kad biomasės energijos suvartojimas daro teigiamą poveikį JAV ekonomikos augimui. Be to, Grangerio priežastinio ryšio

nustatymo testo rezultatai atskleidė, kad vienpusės priežastys, susijusios su biomasės energijos suvartojimu ir realiu BVP, palaiko augimo hipotezę (Aslan, 2016). Bildirici ir Ersin (2015) vertino ryšius tarp biomasės energijos suvartojimo, žaliavinės naftos kainos ir ekonomikos augimo. Tyrimas nustatė, jog Austrija, Vokietija, Didžioji Britanija, Suomija, Prancūzija, Italija ir Portugalija bei JAV turėtų investuoti į biomasės energijos infrastruktūrą ir stiprinti energijos taupymo politiką, kad būtų išvengta biomasės energijos vartojimo mažėjimo, turinčio neigiamos įtakos šalies ekonomikos augimui (Bildirici & Ersin, 2015). Simionescu et al. (2017) analizavo biodegalų poveikį ES ekonomikai ir priėjo prie tokių išvadų: biodyzelino, skirtingai nei bioetanolio, energijos suvartojimas turėjo teigiamą poveikį ES 28 ekonomikos augimui. Nepaisant to, kad Europos Komisija bioetanolio naudojimą transporte laikė potencialiu ekonomikos augimo veiksniu, empirinis tyrimas to nepatvirtino. Vienas iš galimų paaiškinimų susijęs su didelėmis žemės ūkio produktų kainomis (Simionescu et al., 2017). Al-Mulali (2015) tyrimo rezultatai rodo, kad biodegalų energija gali prisidėti prie BVP augimo ir sumažinti taršos lygį. Tačiau biodegalai taip pat daro įtaką žemės ūkio produkcijos paklausai bei jos kainoms. Ahlgren ir Di Lucia (2014) nustatė, jog grūdų kainos Europos Sąjungoje padidėjo dėl javų panaudojimo gaminant biodegalus. Todėl Europos Sąjunga ėmėsi ir tam tikrų reguliavimų (Ahlgren ir Di Lucia, 2014). Apibendrinant galima teigti, jog nepaisant teigiamo biodegalų efekto BVP augimui ir taršos lygio mažėjimui, šalys turėtų įgyvendinti šios kuro rūšies naudojimo plėtros strategijas, kurios paremtos veiksmais, mažinančiais žemės ūkio produkcijos kainas (Al-Mulali, 2015).

**Biodegalų reguliavimas ir skatinimo politika.** Energetiniam saugumui transporto sektoriuje didžiausi iššūkiai, lemiantys energetikos infrastruktūros pritaikymą, yra: gyventojų skaičiaus augimas pasaulyje, auganti urbanizacija, didesnis mobilumas ir pasaulio ekonomikos augimas. Nuo 2000 m. Europos Sąjungoje energijos intensyvumas (angl. *energy intensity*) transporto sektoriuje didėjo lyginant su BVP. Net jei energijos intensyvumas toliau didės, prognozuojama, kad energijos poreikis 2050 m. padvigubės. Atsižvelgiant į tai, kad nėra visuotinių susitarimų dėl energetikos politikos, vyriausybė turėtų nustatyti tvarios energijos sistemos užtikrinimo taisykles. Europos Sąjunga pasiūlė naudoti biokuro pranašumus, remdama ekonominę veiklą ir naujų darbo vietų kūrimą, kad būtų pasiekti sanglaudos ir kaimo plėtros tikslai (Simionescu et al., 2017). Po 2005 m. biodegalų naudojimas transporto sektoriuje staiga išaugo. Pagrindinė tokio augimo priežastis Europos Sąjungoje – tvaraus vystymosi strategijų įgyvendinimas (Ahlgren ir Di Lucia, 2014). Visuotinė biokuro paklausa iš pradžių padidėjo dėl aukštų naftos kainų ir dėl energetinio saugumo poreikio. Kai kurių paramos priemonių buvo imtasi šalyse, turinčiose didelį biokuro gamybos potencialą, ir poveikis buvo teigiamas: mažesnė priklausomybė nuo iškastinio kuro, didesnės pajamos iš žemės ūkio naudojimo, mažesni aplinkos nuostoliai, palyginti su iškastiniu kuru. Atliktas empirinis tyrimas įvertino kai kurių biodegalų (bioetanolio ir biodyzelino) pagrindu pagamintos energijos suvartojimo poveikį tvarios plėtros aspektams: ekonomikos augimui ir šiltnamio efektą sukeliančių dujų išmetimui. Visuotinė politika, kurios tikslas – visų sektorių efektyvumas, gali sumažinti šiltnamio efektą sukeliančių dujų išmetimą ir sulėtinti klimato pokyčius (Simionescu et al., 2017). Pavyzdžiui, Europos Sąjunga

nustatė, kad nuo 2015 m. išmetamų šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekis neturi viršyti 130 gramų CO<sub>2</sub> vienam kilometrui. Italijoje, Prancūzijoje, Ispanijoje, Airijoje ir Suomijoje yra daugiau nei 15 reglamentų, susijusių su šiltnamio efektą sukeliančių dujų išmetimo ir degalų suvartojimo mažinimu, Slovėnijoje ir Lietuvoje kol kas priimti tik 5 tokie reglamentai (Simionescu et al., 2017).

Europos Sąjunga priėmė ilgalaikes atsinaujinančių išteklių naudojimo, šiltnamio efektą sukeliančių dujų išmetimo mažinimo transporto sektoriuje strategijas ir naujas technines bei netechnines transporto priemonėms naudojamų degalų taisykles. ES strategija, priimta pagal Atsinaujinančių energijos šaltinių direktyvą, turi tris tikslus: skatinti biodegalų naudojimą, įgyvendinti plataus masto biodegalų naudojimo priemones ir bendradarbiauti su besivystančiomis šalimis siekiant tvarios biodegalų gamybos (Simionescu et al., 2017). Biokuro gamybos išlaidos skiriasi atsižvelgiant į žaliavą, perdirbimo procesą, gamybos apimtį ir regioną, kuriame gaminamas kuras (Demirbas, 2009). ES pasiūlymas yra gaminti biokurą nepažeidžiant žemės ūkio produktų kainų ir nekeičiant žemės ūkio produktų dirvožemio paskirties. Daugiau nei tikėtina, kad padidės energijos poreikis ir padidės šiltnamio efektą sukeliančių dujų išmetimas (Simionescu et al., 2017). Siekiant užtikrinti standartus atitinkančius biodegalus bei mažinti jų gamybos savikainą, būtina naudoti pažangias, šiuolaikines gamybos technologijas (Katinas ir Savickas, 2012). Daugumai alternatyvių degalų reikalinga vyriausybės parama, atsižvelgiant į jų specifiką bei sukuriama naudą aplinkai ir energetiniam saugumui. Pirmos kartos degalai turi tam tikrų trūkumų, susijusių su jų pagaminimui reikalingu laiku, tinkamumu prekiauti (Ahlgren ir Di Lucia, 2014). Biodegalų žaliavos (pasėliai) yra pagrindinė visų išlaidų dalis. Į bendras biokuro sąnaudas taip pat turėtų būti įtrauktas komponentas, atspindintis biokuro gamybos poveikį susijusiose rinkose, tokiose kaip maistas. Visų pirma, iš aliejinių kultūrų pagaminto biodyzelino gamybos kaštuose vyrauja aliejaus kaina ir konkurencija dėl didelės vertės naudojimo būdų, pavyzdžiui, maisto gaminimo (Demirbas, 2009). Be to, biodegalų gamyba turėtų būti grindžiama ekologinėmis žemės ūkio ir miškų tvarkymo sistemomis, kad būtų sukurtos naujos darbo vietos ir išsaugota biologinė įvairovė bei kultūrinis paveldas. Žemės turėtų būti efektyviai naudojamos, kad nekiltų konfliktas tarp grūdų auginimo ir biokuro gamybos (Simionescu et al., 2017).

Bet kokio dydžio gamintojai turi būti laisvi konkuruoti šioje pramonėje be žemės ūkio subsidijų, taisyklių ir kitokios intervencijos, iškreipiančios konkurencijos sąlygas. Biodyzelino gamybą ir naudojimą pirmiausiai palengvina žemės ūkio politika, subsidijuojanti ne maisto augalų auginimą. Antra, biodyzelinas gali būti neapmokestintas mokesčiais, kurie būdingi naftos produktams (Demirbas, 2009). Simionescu et al. (2017) taip pat pritaria, kad vyriausybė galėtų skatinti biokuro gamybą fiskalinėmis paskatomis. Reikia pašalinti tokias technologines kliūtis kaip, pvz., skirtumai tarp esamos distribucijos tinklų infrastruktūros ir naujų sistemų (Bildirici ir Ersin, 2015). Bildirici ir Ersin (2015) atlikto tyrimo rezultatai rodo, jog energetikos politika, kuria siekiama pagerinti energijos infrastruktūrą ir padidinti energijos pasiūlą, yra tinkama nagrinėtoms šalims, nes biodegalų vartojimas turi ryšį pajamų augimui šalyje. Investicijos į gamybos ir paskirstymo infrastruktūrą reikalingos biodegalų rinkai plėtoti, tačiau siekiant to reikia atsižvelgti į visas sistemos

grupės: biodegalų gamintojus, automobilių gamintojus, skystųjų degalų platintojus visame pasaulyje, vartotojus ir kuro tiekėjus (Simionescu et al., 2017). Biodyzelino politika turėtų būti tvirtai pagrįsta laisvės filosofija. Atsižvelgiant į naftos politikos istoriją, šiandienos politiniais sprendimais būtina užtikrinti laisvą biodyzelino rinką (Demirbas, 2009).

Vyriausybės investuoja į mokslinius tyrimus, kad sumažintų gamybos sąnaudas. Kai kurios kliūtys kuro rinkoje yra susijusios su degalų mišinių nesuderinamumu tam tikrais metų laikotarpiais (pavyzdžiui, minimali biodyzelino naudojimo temperatūra yra -15 laipsnių Celsijaus). Biodyzelino naudojimo plėtrai reikalinga konkurencinga kaina, kuri galėtų būti panaši į dyzelino kainą. Investicijos į mokslinius tyrimus skatina ne tik inovatyvias technologijas, tačiau ir gerina oro kokybę, mažina taršą ir sudaro pagrindą sveikesnei visuomenei (Demirbas 2009).

### **1.2.2. Elektros panaudojimas transporto sektoriuje**

Žymus elektros energijos vartojimo augimas transporto sektoriuje kažkada atrodė tolima perspektyva. Tačiau per pastaruosius kelerius metus buvo pastebima sparti elektromobilių rinkos plėtra. Lengvieji automobiliai sunaudoja maždaug pusę transporto sunaudojamos energijos, todėl elektros naudojimas gali žymiai sumažinti šiltnamio efektą sukeliančių dujų išmetimą (Gielen et al., 2019). Elektrinės transporto priemonės gali padidinti energijos vartojimo efektyvumą, padėti sumažinti priklausomybę nuo naftos importo ir sumažinti anglies dioksido išmetimus, nepaisant šių privalumų, egzistuoja grupė kliūčių, kurios varžo nuoseklią elektromobilių naudojimo plėtrą (Kley et al., 2010).

Šioje disertacijos dalyje verta daugiau dėmesio skirti klausimui – ar elektrą galima priskirti prie atsinaujinančių energijos išteklių? Ir jeigu elektrą nėra atsinaujinantis šaltinis, ar elektromobilius galima priskirti prie nedaršius transporto priemonių? Vyraujanti nuomonė, kad elektromobilius galima vadinti nedaršiais automobiliais tik tokiu atveju, jeigu jie naudoja elektrą, kuri nėra pagaminta iš anglies ar naftos produktų (Dominković et al., 2018). Išmetamų ŠESD kiekis gali būti sumažintas iki beveik nulio, elektromobiliai naudotų elektrą pagamintą iš atsinaujinančių šaltinių (CE Delft, 2013, CE Delft, TNO, 2012).

Pasaulyje energetikos sistemos sparčiai pereina prie gamybos, grįstos atsinaujinančiais energijos šaltiniais (Sorknæs et al., 2020). Pavyzdžiui, Tarptautinė energetikos agentūra prognozuoja, kad atsinaujinančių šaltinių pajėgumai pasaulinėje rinkoje 2018–2023 metais gali padidėti 1TW ar daugiau (IEA, 2018). Ši progresą lemia reikšmingas kaštų sumažėjimas, sąlygotas technologijų naujovių ir skirtingų skatinimo politikos sistemų (Levin et al., 2019). Daugelis šalių nustatė ilgalaikius tikslus kaip pereiti prie energetikos sistemos, kuri didžiąja dalimi arba visiškai būtų priklausoma nuo atsinaujinančios energetikos (Sorknæs et al., 2020). Pavyzdžiui, 2014 m. Europos lyderiai patvirtino Europos Sąjungos kovos su klimato kaita tikslus 2030 metams: bent 40 proc. sumažinti, lyginant su 1990 m., išmetamų ŠESD kiekį ir padidinti atsinaujinančios energijos dalį bendroje energijos gamyboje iki 27 proc. Visoje Europoje vyriausybės priima teisės aktus ir strategijas šiems tikslams pasiekti. Neišvengiamai elektros gamybai tenka didelė našta dėl bendrų Europos Sąjungos klimato kaitos tikslų siekimo (Newbery ir kt., 2018 m.). Šie tikslai dera ir su Europos

Komisijos 2016 m. priimta Europos mažataršio judumo strategija, kuri integruoja platesnį priemonių rinkinį, skirtą remti Europos perėjimą prie mažai anglies dioksido į aplinką išskiriančių technologijų ekonomikos, remia darbo vietų augimą, investicijas ir inovacijas (Longo et al., 2018).

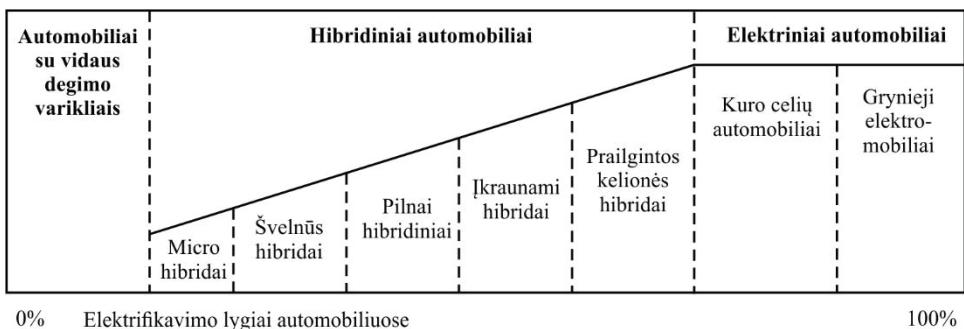
Norint pasiekti išsikeltus tikslus ir atsižvelgiant į ribotas galimybes išplėsti hidroenergją ir augantį visuomenės pasipriešinimą atominei energetikai, reikės spartaus atsinaujinančių energijos šaltinių integravimo į elektros gamybos sistemą. Laimei, sparti vėjo ir saulės energijos pažanga kartu su intensyvesniu jungčių naudojimu, esamais hidroelektrinių ištekliais ir naujomis baterijų technologijomis rodo, kad ženklūs pokyčiai, darant elektros gamybą „žalesnę“, yra realus scenarijus (Newbery et al., 2018). Akivaizdu, jog didėjanti elektros energijos paklausa greičiausiai turės didžiulį poveikį visai Europos energetikos sistemai. Prognozuojama, kad 2050 metais elektromobilių įkrovimo poreikis išsaugys ir tokių automobilių įkrovimui gali būti suvartojama nuo 3 iki 25 proc. bendro elektros energijos poreikio Europos Sąjungos šalyse (Longo et al., 2018). Remiantis Europos Komisijos (2011) Energetikos veiksmų planu iki 2050 m., atsinaujinančiųjų išteklių energijos dalis gerokai padidės pagal visus scenarijus: 2050 m. tokiai energijai teks bent 55 proc. bendro suvartojamos galutinės energijos kiekio, t. y. 45 procentiniais punktais daugiau už dabartinį rodiklį (maždaug 10 proc.). Pagal scenarijų „Didelis energijos vartojimo efektyvumas“ iš atsinaujinančiųjų išteklių energijos pagaminta elektros energija sudaro 64 proc. suvartotos elektros, o pagal scenarijų „Intensyvus atsinaujinančiųjų išteklių energijos naudojimas“, pagal kurią didelę dalį pagamintos elektros energijos numatyta saugoti ir taip kompensuoti atsinaujinančiųjų išteklių energijos tiekimo svyravimus net ir kai paklausa yra nedidelė, – 97 proc. suvartotos energijos (Europos Komisija, 2011).

Įvertinus pateiktą informaciją galima teigti, jog elektros gamybos sektorius artėja prie to, kad ši energijos šaltinį būtų galima vadinti visiškai atsinaujinančių energijos ištekliu. Optimizmo suteikia ne tik skirtingų šalių planai, bet ir konkretūs veiksmai. Elektros „žalumas“ kaip ir šioje disertacijoje nagrinėjami elektromobiliai yra neatsiejami nuo skatinimo politikos. Per pastaruosius kelis dešimtmečius buvo naudojamos skirtingos paramos sistemos, skatinančios investicijas į atsinaujinančius energijos šaltinius. Šiuo metu yra trys pagrindinės priemonės, skatinančios elektros energiją, pagamintą iš atsinaujinančių energijos šaltinių. Šios priemonės yra: tiekimo sistemos (angl. *feed-in systems*), kvotų sistemos ir konkursų sistemos (angl. *tendering systems*), iš kurių labiausiai paplitusios tiekimo ir kvotų sistemos. Be šių trijų pagrindinių priemonių yra ir kitų papildomų mechanizmų, įskaitant investicijų subsidijas ir mokesčių paskatas (Schallenberg-Rodriguez, 2017). Be to, tiek saulės energija, tiek vėjo energija tampa komerciškai gyvybingi ir jau gali gyvuoti be subsidijų, tačiau naujiems įrenginiams ir toliau vis dar teikiama skatinimo parama daugelyje valstybių (Newbery, 2018).

**Elektros naudojimo transporto sektoriuje technologinės savybės.** Elektra gali būti naudojama kaip transporto priemonių kuras. Žvelgiant į istoriją verta pastabėti, jog elektra buvo plačiai naudojama transporto sektoriuje, t. y. traukiniuose nuo XIX a. Tuo tarpu kelių transporto sektoriuje elektromobilių perspektyva yra glaudžiai susijusi su energijos kaupimo technologijų vystymu (Navas-Anguita et al.,



2019). Elektromobilį galima apibūdinti kaip transporto priemonę, kuriai judėjimą suteikia vienas arba keli elektriniai varikliai arba traukos varikliai, kurie energiją gauna iš išorinių šaltinių arba ją pasigamina pačioje transporto priemonėje konvertuojant kitą kuro rūšį į elektrą (Faiz et al., 1996). Yra skirtingi elektra varomų automobilių tipai, kurie suskirstyti pagal tai kaip jie kaupia ir naudoja elektrą. Pasak Rezvani et al. (2015), pagal skirtingas technologijas elektriniai automobiliai klasifikuojami į keturias grupes: hibridinius elektromobilius (angl. *hybrid electric vehicles, HEVs*), elektromobilius su akumulatoriais (angl. *battery electric vehicles, BEVs*), prailgintos kelionės elektromobilius (angl. *extended-range battery electric vehicles, E-REVs*) ir iš išorės įkraunamus hibridinius elektromobilius (angl. *plug-in hybrid electric vehicles, PHEVs*). Disertacijos autoriaus pasirinkimas orientuotas į elektromobilius su akumulatoriais yra paremtas Wang et al. (2017a), Mersky et al. (2016), Vergis ir Chen (2015) apibendrinta nuomone, jog ši technologija yra viena iš patraukliausių alternatyvų vidaus degimo varikliams ir gali padėti mažinti priklausomybę nuo iškastinio kuro bei pasiekti naują transporto sektoriaus efektyvumo lygį. 7 pav. pateikiamas Michelin (2011) apibendrinimas, kuriame matyti kaip skiriasi elektrifikavimo laipsniai skirtingo tipo automobiliuose.



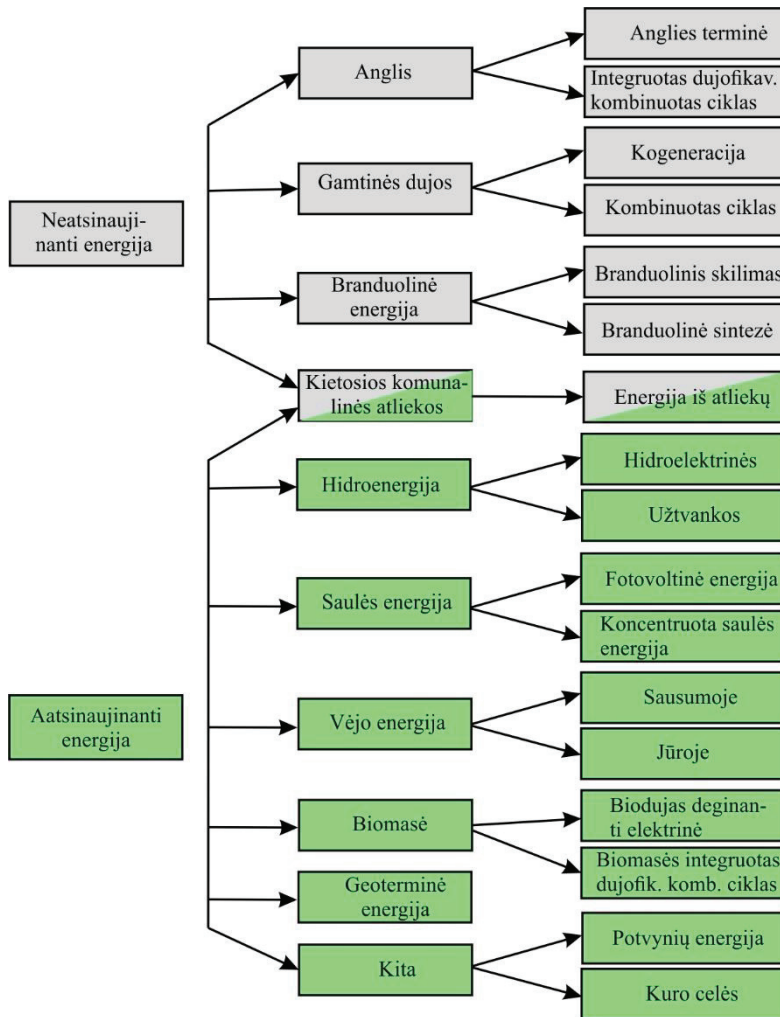
7 pav. Elektrifikavimo lygiai skirtingo tipo automobiliuose (Michelin, 2011)

Hibridinės elektrinės transporto priemonės paprastai turi du variklius: elektrinį variklį, veikiančį esant žemam režimui, ir vidaus degimo variklį, esant aukštam režimui. Hibridiniam automobiliui nereikia elektros energijos iš tinklo, akumulatorius įkraunamas naudojant regeneracinį stabdymą ir naudojant vidaus degimo variklį. Regeneracinis stabdymas fiksuoja prarastą energiją naudojant elektros variklį kaip generatorių. Sukaupta energija akumulatoriuje kaupiama tol, kol jos prireiks. Kita vertus, įkraunamos hibridinės elektrinės transporto priemonės yra tos, kurių akumulatorius galima įkrauti važiavimo metu arba prijungiant prie išorinio šaltinio, o vidaus degimo varikliui naudojamas kitas kuras, pavyzdžiui, benzinas. Šiuo atveju gali naudoti akumulatoriuje esančią elektrą važiuodamas mieste. Vidaus degimo variklis gali maitinti transporto priemonę, kai akumulatorius dažniausiai yra tuščias, stipriai akseleruojant, esant dideliame greičiui arba kai reikalingas intensyvus šildymas ar oro kondicionavimas (Navas-Anguita et al., 2019).

Akumulatorinės elektrinės transporto priemonės kaupia elektrą įmontuotuose akumulatoriuose, kurie paprastai įkraunami prijungiant prie elektros tinklo. Šio tipo

transporto priemonių autonomija gali keistis atsižvelgiant į vairavimo sąlygas. Dėl žemos aplinkos temperatūros nuvažiuojamas atstumas paprastai būna mažesnis, nes klimato kontrolės sistema turi būti maitinama iš akumulatoriaus tiekiamos elektros energijos (Navas-Anguita et al., 2019). Lėtas įkrovimas paprastai vadinamas naktiniu įkrovimu, kuris paprastai užtrunka nuo šešių iki aštuonių valandų. Greitas įkrovimas gali būti apibrėžtas kaip bet kuri greitesnė nei lėtas įkrovimas. Greitas įkrovimas yra patogesnis, ypač transporto priemonėse, kuriose reikia dažnai važiuoti, pavyzdžiui, taksi (IRENA EVTB, 2017). Kalbant apie elektromobilius, dažnai diskutuojama, ar juos galima priskirti prie draugiškos aplinkai kategorijos. Visiškai elektrinės transporto priemonės gali sumažinti vietinį poveikį aplinkai tik tokiu atveju, jeigu elektros energija gaminama be anglies šaltinių (DeSimio et al., 2013). Tačiau jei akumulatoriams įkrauti naudojama elektra, gaunama iš naftos arba anglies, išmetamo CO<sub>2</sub> kiekis kartais gali būti didesnis, palyginti su įprastinėmis benzininėmis transporto priemonėmis (Dominković et al., 2018). 8 pav. pateikiama Navas-Anguita et al. (2019) schema, kurioje pavaizduojama, kokie yra elektromobilių naudojamos elektros gamybos būdai.





8 pav. Elektros energijos gamybos alternatyvos (Navas-Anguita, et al, 2019)

Atsižvelgiant į nacionalines energijos rinkų aplinkybes, tinklus, degalų mišinius ir kitus veiksnius, elektrinės transporto priemonės yra viena pagrindinių technologijų, kurios gali padėti užtikrinti elektros energijos sistemos lankstumą. Jį galima pasiekti naudojant elektromobilių akumulatorius, kuriuose galima kaupti perteklinę elektrą ir teikti papildomas paslaugas tinklui, tokias kaip dažnio reguliavimas, didžiausio poreikio mažinimas ir energijos palaikymas. Tai užtikrina pagerintą sistemos veikimą ir suteikia rezervinę talpą tinklui apsaugoti. Vienas iš pagrindinių elektromobilių privalumų yra didelis lankstumas įkrovimo metu, kuris gali efektyviai palaikyti tinklo veikimą (IRENA EVTB, 2017).

**Elektros naudojimo transporto sektoriuje plėtra.** Elektrinės transporto priemonės gali padidinti energijos vartojimo efektyvumą, padėti sumažinti priklausomybę nuo naftos importo ir sumažinti anglies dioksido išmetimus, nepaisant

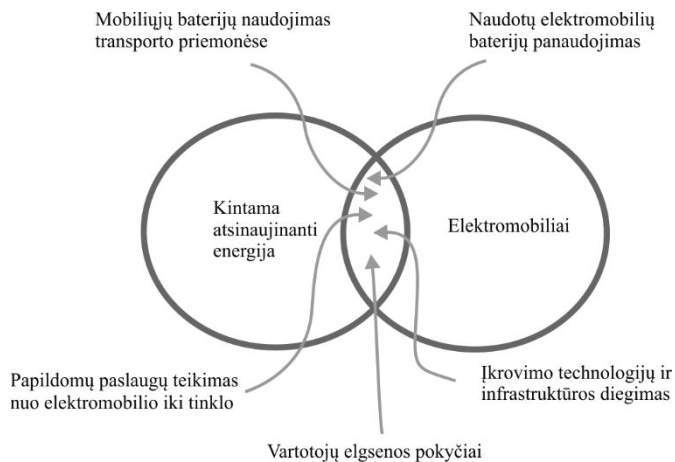
šių privalumų, techninės ir ekonominės aplinkybės bei išsūkia riboja sparčią elektromobilių plėtrą (Kley et al., 2010). Dėl poveikio aplinkai ir augančio populiarumo visuomenėje elektromobilių naudojimo ir jų plėtros problematika kelia ir mokslininkų susidomėjimą (Yang et al., 2016). Elektromobilių technologija visuomenės akyse vertinama kaip turinti įtaką šiems sektoriams: atsakas į transporto sistemos didėjančią poveikį aplinkai, raktas į šalies energetinės priklausomybės mažinimą bei suteikia galimybę vis labiau spaudžiamam energetikos sektoriui (Windisch, 2013). Elektromobilių rinkos plėtra duoda naudą, kuri susijusi su žmonių sveikata, oro kokybe ir aplinka ir ekonomikos augimu (Daina et al. 2017, Malmgren, 2016). Pasak Rogers (2003), investavimas į naujas technologijas yra susijęs su nepatirtais privalumais, todėl išbandyta ir aiškiai suprantama inovacija reiškia mažesnę neuztikrintumą potencialiems vartotojams. Atlikti tyrimai rodo, kad egzistuoja bendras žinių stygius ir neteisingas supratimas apie elektra varomas transporto priemones (Jin ir Slowik, 2017). Wang et. al (2017b) vykdytas tyrimas atskleidė, kad vartotojų suvokimas apie elektromobilius gali būti reikšminga kliūtis šių transporto priemonių rinkos plėtrai. Jeigu vartotojams būtų suteikta daugiau ir tikslesnės informacijos apie elektromobilius ir jeigu juos galėtų reguliariai išbandyti, požiūris į juos ir noras juos įsigyti kaipmat didėtų. Tyrimai rodo, kad potencialių vartotojų žinios ir supratimas tiesiogiai susijęs apsisprendimu įsigyti elektra varomą transporto priemonę. Ir tai ypač juntama tuose regionuose, kuriose elektromobilių paplitimas yra pirminėje stadijoje. Platus ratas suinteresuotų šalių, įskaitant įvairius valdžios lygius, nevyriausybinės organizacijas, verslą, akademinės institucijas ir vietines bendruomenes, galėtų imtis veiksmų, kurie padidintų supratimą ir sąmoningumą (Jin ir Slowik, 2017).

Nepaisant augančio elektrinių transporto priemonių prieinamumo, didėjančio informacijos srauto ir technologinio progreso, pagrindinė šių transporto priemonių stiprybė yra aplinkosauginė ir socialinė vertė. 4 lentelėje pateikiamas Quak et al. (2016), kuris nagrinėjo elektromobilių potencialą sunkvežimių rinkoje, elektra varomų automobilių pagrindinių stiprybių, silpnybių, galimybių ir grėsmių apibendrinimas.

Remiantis Brown (2001), aplinkai draugiškos technologijos susiduria su žemu skvarbos lygiu, nes įprastai šių technologijų kainos būna aukštesnės. Tačiau nepaisant didesnės kainos, elektromobiliai suteikia mažesnes sąnaudas per visą transporto priemonės gyvavimo laikotarpį lyginant su įprastiniais automobiliais su vidaus degimo varikliais. Šį pranašumą suteikia mažesni kuro kaštai ir priežiūros sąnaudos (Wang et. al, 2017). Sėkminga elektromobilių naudojimo plėtra vyko tose šalyse, kuriose vartotojai turėjo santykinai didelę perkamąją galią, pavyzdžiui, Norvegijoje, JAV (ypatingai Kalifornijoje), tačiau net ir šiose šalyse reikėjo skatinimo intervencijos iš valdžios pusės (IRENA EVTB, 2017). Vyriausybės įgyvendina politikos instrumentus, kurie didintų šių produktų konkurencingumą ir populiarumą tarp vartotojų (Yang et al., 2016). Egzistuoja įvairaus pobūdžio priemonės ir iniciatyvos, kuriomis padeda įveikti minėtą kliūtį. Rinkos, kuriose elektromobiliai itin paplitę, naudoja kur kas sudėtingesnes ir visapusiškas kampanijas (Wang et al., 2017). 9 pav. pateikiamas IRENA EVTB (2017) apibendrinimas, kaip elektromobiliai galėtų pritraukti daugiau atsinaujinančių energijos šaltinių.

**4 lentelė.** Elektra varomų automobilių stiprybių, silpnųjų, galimybių ir grėsmių analizė (Quak et al., 2016)

<p><b>Stiprybės</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Maži kuro kaštai</li> <li>○ Veiklos efektyvumas, jeigu teikiama vyriausybės parama</li> <li>○ Geros aplinkosauginės savybės</li> <li>○ Triukšmo mažinimas</li> <li>○ Teigiamas visuomenės požiūris</li> </ul>	<p><b>Silpnybės</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Didelės pirkimo išlaidos</li> <li>○ Ribota krovimo galia</li> <li>○ Ribota, nepatikima ir brangi pagalba po pardavimo</li> <li>○ Nėra į elektromobilius orientuoto klientų poreikio</li> <li>○ Didelio transporto parko tinklo problemos</li> <li>○ Ribotas transporto priemonių prieinamumas</li> </ul>
<p><b>Galimybės</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Naujų transporto priemonių nuvažiuojamas atstumas yra didesnis</li> <li>○ Tinka specifinėms nišoms</li> <li>○ Galimybė naudotis viešosiomis įkrovimo stotelėmis</li> <li>○ Inovatyvios transporto priemonių / akumuliatorių nuomos schemas</li> <li>○ Mažėjantis akumuliatorių kaina</li> </ul>	<p><b>Grėsmės</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Neaiškus sertifikavimo reglamentavimas</li> <li>○ Geresni aplinkosauginiai rodikliai transporto priemonių, varomų kitomis alternatyviomis kuro rūšimis</li> <li>○ Žemos naftos kainos ir didėjančios energijos kainos</li> </ul>



**9 pav.** Kaip elektrinės transporto priemonės galėtų pritraukti daugiau atsinaujančių energijos šaltinių (IRENA EVTb, 2017)

Nuo vyriausybių neatsilieka ir miestai, kurie inicijuoja ir skatina elektromobilių panaudojimo plėtrą ir pasiekia reikšmingus anglies dioksido išmetimų sumažinimo transporto sektoriuje rezultatus (Hall et al. 2017). Didesnis įvairių elektromobilių naudojimas daugiausia priklauso nuo įkrovimo tinklo infrastruktūros, kuri kuriama miestų ir regionų lygyje (IRENA EVT, 2017). Reikia pripažinti, jog įtakos gali turėti ne tik aktyvios priemonės, kurias įgyvendina nacionalinė valdžia ar savivaldybės. Alhulail ir Takeuchi (2014) pabrėžia, kad įtakos netaršių automobilių pardavimams gali turėti ir daug kitų faktorių. Didelį poveikį daro kuro kainos, automobilių modelių kainos, gyventojų pajamos. Tačiau kuro kainos nėra pastovios ir net jeigu pakilusios kainos darytų įtaką netaršių automobilių pirkimams, visgi tai būtų tik laikinas reiškinys.

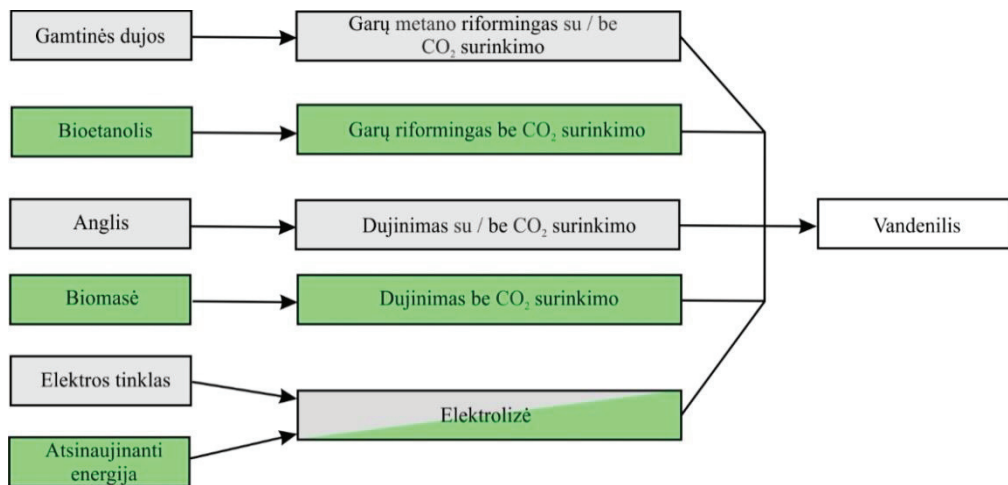
### **1.2.3. Vandenilio panaudojimas transporto sektoriuje**

Kai prieš beveik 160 metų Pensilvanijos valstijoje buvo atrasta nafta, vienas iš svarbiausių energijos šaltinių žmonijos istorijoje, kuro celės, kurias išrado William Grove, jau buvo žinomas 20 metų. Šios baterijos, kuriose vykdavo reversinis vandens elektrolizės procesas, pavadintos išradėjo garbei – „*grove cell*“. Tuomet tai buvo idėja, kuri gerokai aplenkė laiką, tačiau šiandien ši technologija yra reikšmingas veiksnys decentralizuotos elektros energijos istorijoje (Larminie ir Dicks, 2003). JAV, Kanados ir Japonijos vyriausybės nuo 1980 m. skyrė prioritetą vandenilio energetikos plėtros programoms. Buvo vystomos vandenilio energetikos technologijos, įgalinančios naudoti vandenilį, kaip energijos šaltinį, stacionariuose elektros energijos gamybos sistemose ir visų rūšių transporte (Milčiuvienė et al., 2004). Tačiau ir dabar, nepaisant spartaus alternatyvių technologijų pokyčių, vandenilio naudojimas gali žymiai sumažinti CO<sub>2</sub> išmetimus transporto sektoriuje (Doll ir Wietsche, 2008). Toliau aptariamieji šie vandenilio panaudojimo transporto sektoriuje aspektai: technologinės savybės, panaudojimo galimybės, kuro užpildymas, standartizacija ir politinės priemonės, skatinančios šios energijos rūšies naudojimą.

**Vandenilio technologinės savybės ir naudojimas.** Vandenilis gali būti gaminamas iš visų pirminių energijos išteklių ir yra universalus energijos nešiklis (Sherry et al., 2010). Kuro celės yra įvairiomis temperatūromis veikiantis elektrocheminis įrenginys, kuris chemiškai reaguodamas su oksidantu (oru ar deguonimi) paverčia degalus (vandenilį, metanolį, gamtines dujas) į elektros energiją (Larminie ir Dicks, 2003). Vandenilio kuro celes galima suskirstyti pagal elektrolito, naudojamo kaip jono laidininko, chemines savybes. Daugiausiai dėmesio skiriama protonų mainų membranos kuro celėms, kurios daugiausia naudojamos transporto sektoriuje, ir kietakūnio oksido vandenilio kuro celėms (Milčiuvienė et al., 2004). Vandenilis labiausiai tinkamas naudoti kuro elementuose, kurių panaudojimo efektyvumas yra dukart didesnis už degimo variklių. Vandenilis taip pat naudojamas kaip gamybos žaliava įvairių rūšių skystiems degalams, kurie gali būti maišomi su įprastu benzinu ar dyzelinu ar juos pakeisti (Milčius, 2006).

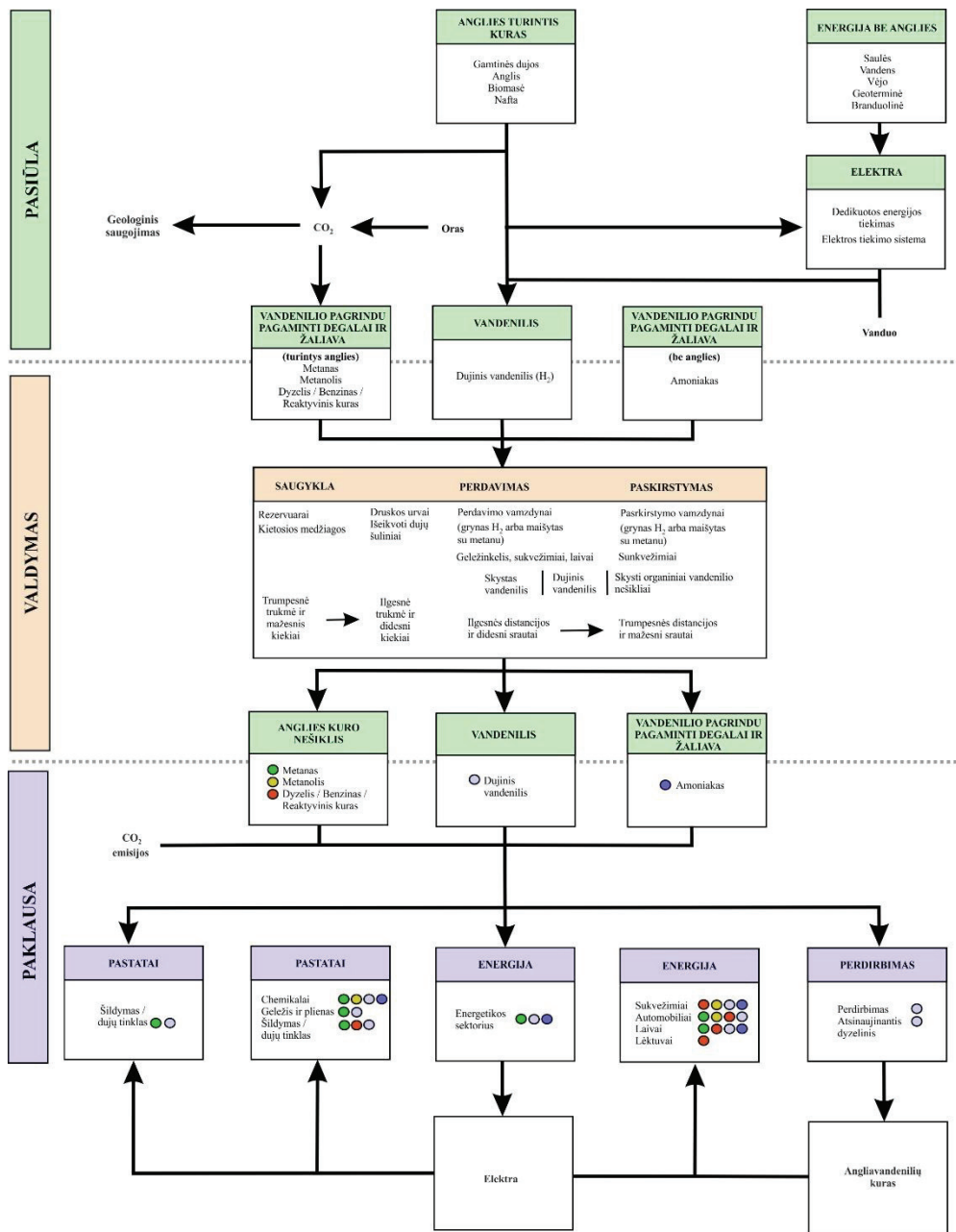
IEA (2019) nustatė, kad visame pasaulyje gryo vandenilio poreikis yra 70 milijonų tonų. „Grynas“ reiškia, kad konkrečioms reikmėms panaudojamas vandenilis turi būti tik su nedidelėmis priemaišomis. Pagrindinis tokio vandenilio

panaudojimas yra naftos perdirbimas ir amoniako gamyba, dažniausiai sutinkama trąšų gamyboje. Vandenilio panaudojimas yra labai platus: gali būti naudojamas kaip transporto degalai ir kaip iš saulės ir vėjo pagamintos elektros energijos saugojimo priemonė. Taigi naudojant vandenilį yra teorinė galimybė pagerinti energijos tiekimo saugumą ir mažinti išmetamą anglies dioksido kiekį (Doll ir Wietsche, 2008). Nors IEA (2019) duomenimis trečdalis vandenilio poreikio yra transporto sektoriuje plačiąja prasme – naftos perdirbimo gamybose ir transporto priemonių degaluose naudojamam metanolui. Tačiau vandenilio kuro celių elektriniai automobiliai sunaudoja mažiau nei 0,01 Mt gryno vandenilio per metus, kurio didžioji dalis gaunama iš gamtinių dujų. Didžioji dalis vandenilio šiuo metu pagaminta naudojant iškastinį kurą ir apie 60 proc. jo pagaminama tam skirtuose vandenilio gamybos įrenginiuose, t. y. vandenilis yra pirminis jų produktas (IEA, 2019). Didžioji dalis vandenilio yra pagaminta sąlyginai netoli galutinio vartotojo, naudojant išteklius, kurie išgaunami toje pačioje šalyje (Doll ir Wietsche, 2008). Didžioji dalis šio produkto gaunama iš gamtinių dujų, dalis iš anglies, o mažoji dalis išgaunama elektrolizės būdu iš vandens (proceso metu vandenilis gaunamas iš vandens ir elektros). Trečdalis vandenilio sukuriama kaip šalutinis produktas, t. y. jis išgaunamas iš įrenginių ir procesų, kurių metu yra gaminama kažkas kita (IEA, 2019). 10 pav. pavaizduoti vandenilio gamybos būdai.



10 pav. Vandenilio gamybos būdai (Navas-Anguita, et al, 2019)

Apibendrintai žvelgiant į kelių transporto sektorių, būtent automobiliai sunaudoja daugiausiai kuro celių energijos (E4tech, 2018). 2018 metais apie 4000 kuro celių elektrinių automobilių buvo parduota (56 proc. daugiau, nei 2017 metais) ir taip pasiektas 11200 tokių transporto priemonių parkas pasaulyje. Tai vis dar mažas skaičius, jeigu lyginsime su bendra elektromobilių rinka, kurią 2018 metais sudarė 5,1 milijonas vienetų, o bendras automobilių parkas pasaulyje – daugiau negu 1 milijardas (IEA, 2019). 11 pav. pavaizduota vandenilio energijos vertės grandinė.



**11 pav.** Vandenilio energijos vertės grandinė: nuo energijos tiekimo iki panaudojimo. Spalvoti taškai atitinka vandenilio ir įvairių vandenilio degalų bei žaliavų tinkamumą naudoti pasirinktoje galutinio vartojimo kryptyje (IEA, 2019)

JAV registruota maždaug pusė viso pasaulio kuro celių elektromobilių, ketvirtadalis Japonijoje, 11 proc. Europos Sąjungoje (daugiausiai Vokietijoje ir Prancūzijoje). Beveik visus tokio tipo automobilius gamina *Toyota*, *Honda* ir

*Hyundai*, riboto kiekio elektromobilius su kuro celėmis neseniai pradėjo pardavinėti *Mercedes-Benz* (E4tech, 2018). 5 lentelėje pateikiamas vandenilio ir jo gaminių panaudojimas skirtingose transporto rūšyse.

**5 lentelė.** Galimas vandenilio ir jo gaminių panaudojimas skirtingose transporto rūšyse (IEA, 2019).

Transporto rūšys	Dabartinė situacija	Paklausos perspektyvos	Ateities diegimas	
			Galimybės	Iššūkiai
Lengvieji automobiliai ir mikroautobusai	Eksplatuojama 11200 transporto priemonių, daugiausia Kalifornijoje, Europoje ir Japonijoje	Planuojama, kad automobilių kiekis pasaulyje tik didės, vandenilis gali užimti dalį šios rinkos.	Trumpas kuro papildymo laikas, mažesnis svoris energijos kaupimui ir nulinės emisijos iš išmetamojo vamzdžio. Kuro celės gali turėti mažesnį medžiagų pėdsaką nei ličio baterijos. Vandeniliu varomų automobilių plėtra gali padėti įveikti sunkumus dėl mažo vandenilio užpildymo stočių išnaudojimo. Toliau reisai ir sunkūs kroviniai yra patraukli galimybė.	Mažas vandenilio degalinių panaudojimas didina kuro kainą. Reikia mažinti kuro celių ir kuro laikymo sąnaudas. Efektyvumas prarandamas skaičiuojant grandinę nuo gamybos iki automobilio (angl. k. well-to-wheels).
Sunkvežimiai ir autobusai (sunkiasvorės transporto priemonės)	Demonstracijos ir nišinės rinkos: ~25000 šakinių krautuvų, ~500 autobusų ~400 sunkvežimių ~100 furgonų. Iki 2019 metų pabaigos Kinijoje tikimasi kelių tūkstančių autobusų ir sunkvežimių.	Stipraus augimo segmentas. Vandenilis yra patrauklus tolimiems reisams ir sunkiasvoriams darbams.		
Laivyba	Ribotas bandomųjų projektų su mažais ir dideliais laivais skaičius.	Krovinių vežimas laivais iki 2030 metų turėtų išaugti 45 proc. Dabartiniai oro taršos mažinimo tikslai ir 2050 metų šiltnamio efektą sukeliančių dujų mažinimo tikslai gali skatinti vandenilio panaudojimo plėtrą.	Atsižvelgiant į kitų degalų naudojimo ribotumą, vandenilis ir amoniakas yra alternatyvos nacionaliniams veiksams, kuriais siekiama dekarbonizuoti vidaus laivybą, bei šiltnamio efektą sukeliančių dujų mažinimo strategijai.	Vandenilio laikymo sąnaudos yra didesnės nei kitų degalų.
Traukiniai	Du vandenilio traukiniai Vokietijoje.	Geležinkelis yra pagrindinė transporto priemonė daugelyje šalių.	Vandeniliu varomi traukiniai (naudojami regioniniams ir tarpvalstybiniais maršrutams) gali būti patys konkurencingiausi lyginant su kitais degalais.	Geležinkelis yra labiausiai elektrifikuota transporto rūšis. Vandeniliu varomi ir akumulatoriniai-elektriniai traukiniai su daliniu geležinkelio linijos elektrifikavimu yra geros alternatyvos, kurios galėtų pakeisti šiuo metu neelektrifikuotą valdymą, kuris yra vis dar paplitęs daugelyje regionų.
Lėktuvai	Ribotas bandomųjų projektų ir galimybių studijų skaičius.	Greičiausiai populiarėjanti keleivių vežimo rūšis. Grynam vandeniliui reikia didelės saugyklos, kuri aviacijoje sunkiai išsprendžiama, todėl power-to-liquid ir biodegalai yra patrauklesnė alternatyva šiai transporto rūšiai.	Energijų lėktuvui gali tiekti akumulatoriai oro uostuose ir riedėjimo metu.	Šiuo metu ši alternatyva 4–6 kartus brangesnė už žibala, ilgainiui gali mažėti iki 1,5–2 kartų. Potencialiai didėjančios kainos ir mažėjanti paklausa.



**Vandenilio užpildymas ir standartizacija.** Vandenilio kuro elementų transporto priemonėse technologija bręsta ir ji demonstruojama taikant lengvuosiuose automobiliuose, miestų autobusuose, lengvosiose komercinėse transporto priemonėse ir vidaus vandenų laivuose. Jų savybės, veikimo nuotolis ir kuro pildymo trukmė panaši į dyzeliną ir benziną naudojančių automobilių (Nocera and Cavallaro, 2016, Larminie ir Dicks, 2003). Vandenilio energetinė masė yra labai gera: maždaug tris kartus didesnė nei benzino ir beveik 7 kartus didesnė už anglies (vandenilio oksidacijos energija yra didžiausia iš visų degalų pagal svorį – 143 kJ g<sup>-1</sup>). Tačiau vandenilio energijos tankis tūrio vienetu yra gana mažas. Atsižvelgiant į tai, 5 kg vandenilio atitinka maždaug 22 litrus benzino (Sorensen, 2012). Norint laikyti vandenilį įprastinės aplinkos sąlygomis, reikia 5 metrų skersmens indo, o tai yra labai nepraktiška. Jo tūrinis energijos tankis gali būti padidintas vandenilį laikant didesniame slėgyje ypač žemoje temperatūroje. Taigi, vandenilio kuro saugojimas transporto reikmėms išlieka pagrindiniu iššūkiu (Larminie ir Dicks, 2003). Tuo pačiu tai yra ir didelis potencialas pereiti prie modernesnių užpildymo variantų, pvz., naudojant labai aukštą slėgį arba skystą vandenilį (IEA, 2019). Faktinės stoties įrengimo išlaidos labai priklauso nuo konkrečios šalies specifikos, skirtingų saugos ir leidimų išdavimo reikalavimų. Tačiau pastebima masto ekonomija. Padidinus našumą nuo 50 iki 500 kgH<sub>2</sub> per dieną, skaičiuojama, kad 75 proc. sumažės specifinės išlaidos, t. y. kapitalo sąnaudos už kilogramą išpildo vandenilio. Dar didesnė masto ekonomija gaunama iš didesnės talpos pildymo stočių, kurios skirtos sunkiasvorėms transporto priemonėms (IEA, 2019).

Šiuo metu daugumoje šalių teisės aktai riboja netaršaus vandenilio pramonės plėtrą (IEA, 2019). Vandenilio plėtrai kliūtis sudaro neaiškūs įstatymai ir reikalavimai, neatitinkantys šiuolaikinio konteksto ar būdami nenuoseklūs įvairiuose sektoriuose bei šalyse. Pasak Milčiuvienės et al. (2004), vienas iš svarbiausių veiksnių, galinčių užtikrinti kuriamų naujų vandenilio energetikos technologijų plėtrą ir sklandų jų funkcionavimą bei komercializavimą, yra technologijų standartizavimas. Galima išskirti šešias pagrindines standartizuotinas kryptis:

1. Kuro celių ir vandenilio energijos panaudojimas pastatuose: instaliacijos ir sujungimo standartizavimas, vandenilio saugojimas;
2. Vandeniliu užpildomi automobiliai: saugumo standartai, vandenilio bakai;
3. Vandeniliu užpildanti įranga;
4. Remonto paslaugų teikimas: sertifikatai ir apmokymas;
5. Vandenilio gabenimas;
6. Kilnojamieji bakai: vandenilio bakai, standartai bakų užpildymo sistemoms.

Prekybai yra naudingi bendrieji tarptautiniai standartai, skirti transportavimo saugumui, didelio vandenilio kiekio laikymui ir nustatant įvairių vandenilio atsargų poveikį aplinkai (IEA, 2019). Dalinimasis žiniomis ir standartų derinimas yra labai svarbus, įskaitant įrangą, saugą ir iš skirtingų šaltinių išmetamų teršalų sertifikavimą. Glaudesnis tarptautinis bendradarbiavimas yra būtinas visame pasaulyje, ypač standartų srityje, dalijimasis gerąja patirtimi ir tarpvalstybine infrastruktūra. Vandenilio gamyba ir naudojimas turi būti reguliariai stebimi ir apie juos pranešama,

kad būtų galima sekti pažangą siekiant ilgalaikių tikslų (IEA, 2019, Nocera ir Cavallaro, 2016).

**Vandenilio naudojimo skatinimo politika.** Norint pasiekti vandenilio naudojimo plėtrą, būtina nustatyti vandenilio vaidmenį ilgalaikėse energetikos strategijose. Ir čia svarbu ne tik nacionalinė, bet ir regioninė, savivaldybės, kurios taip pat gali nustatyti ateities lūkesčius (IEA, 2019). Verslas taip pat yra svarbus šioje plėtros grandinėje. Pagrindiniai sektoriai, kurių ilgalaikių tikslų nustatymas taip pat turi didelę reikšmę vandenilio plėtrai: naftos perdirbimas, chemikalai, geležis ir plienas, krovinių ir tolimųjų reisų transportas, statyba, energijos gamyba ir saugojimas (IEA, 2019, Nocera ir Cavallaro, 2016). Milčiuvienė et al. (2004), išskiria šia skatinimo priemones, lemiančias spartesnę vandenilio energetikos atėjimą į rinką ir įsitvirtinimą joje: valstybės parama, lanksti mokesčių politika ir didelių komercinių projektų finansavimo mechanizmas. CEC ir CARB (2018) išskiria šias politikos alternatyvas, kurios skatina kuro celių elektrinių automobilių plėtrą rinkoje: degalų taupymo standartai, netaisų transporto priemonių įgaliojimai (mandatai), rinkliavos, kurios apmokestina blogiausius rezultatus aplinkosaugos kontekste turinčias transporto priemones, bei suteikiant finansines paskatas toms, kurios turi mažiausią neigiamą poveikį aplinkai. Pirmosios dvi alternatyvos įpareigoja verslą pateikti technologinius klimato ir oro kokybės išorinio poveikio sprendimus bei suteikiant laisvę rasti tinkamiausius sprendimus. Tuo tarpu IEA (2019) siūlo sutelkti dėmesį į keturias pagrindines galimybes vandenilio naudojimo plėtrai užtikrinti. Remiantis dabartine politika, infrastruktūra ir įgūdžiais, šios viena kitą papildančios galimybės gali padėti pagerinti infrastruktūros plėtrą, padidinti investuotojų pasitikėjimą ir sumažinti išlaidas:

1. išnaudoti visus esamus pramoninius uostus, kad jie taptų mažesnių sąnaudų ir mažiau anglies turinčio vandenilio mazgais;
2. naudoti esamą dujų infrastruktūrą, kad būtų skatinamas netaišaus vandenilio tiekimas;
3. remti transporto parkus ir transporto koridorius, kad kuro celių automobiliai taptų konkurencingesni;
4. įgyvendinti gabenimo kelius, kurie paskatins tarptautinę prekybą vandeniliu.

Netaršaus vandenilio technologijos yra prieinamos, tačiau išlaidos visoje vartojimo grandinėje tebėra didžiausias iššūkis. Nauji vandenilio naudojimo būdai, taip pat netaišaus vandenilio tiekimo ir infrastruktūros projektai pagal riziką yra sąrašo viršuje. Todėl tikslinės, ribotos trukmės paskolos, garantijos ar kitos finansinės priemonės privačiam sektoriui gali sudaryti palankesnes sąlygas investuoti, mokytis ir dalintis rizika bei nauda (IEA, 2019). Pradiniame etape viešoji politika gali atlikti palaikomąjį vaidmenį (CEC and CARB, 2018):

- palengvinti norminę naštą, susijusią su vandenilio transportavimu, leidimais bei infrastruktūros kūrimu;
- bendradarbiavimas su suinteresuotomis pramonės šalimis, kurios gali suteikti reikiamas investicijas, tarpininkavimo įsipareigojimai tarp pramonės partnerių, siekiant paremti patikimus ir gerai struktūrizuotus verslo planus, ir

reguliariais intervalais atliekami kritiniai vertinimai (paremtus auditu) tokiems planams tobulinti;

- laikinai perplanuoti lėšas iš transporto priemonių ir degalų mokesčių, taip sumažinant investavimo riziką į vandenilio pildymo stočių tinklo kūrimą.

IEA (2019) taip pat pateikia rekomendacijas valstybėms orientuotis į MTEP skatinimą, kuris sąlygoja vandenilio gamybos ir panaudojimo sąnaudų mažinimą. Kartu su išlaidų mažinimu dėl masto ekonomijos MTEP yra labai svarbūs siekiant sumažinti sąnaudas ir pagerinti našumą, įskaitant kuro elementų, vandeniliu pagrįstų degalų ir elektrolizatorių (technologija, kai vandenilis gaminamas iš vandens). Vyriausybės veiksmai, įskaitant viešų fondų naudojimą, yra kritiškai svarbūs nustatant mokslinių turimų kryptis, rizikuojant ir pritraukiant privatų kapitalą inovacijoms (IEA, 2019).

Politinės priemonės, kurios kuria tvarią rinką netaršiam vandeniliui turi būti palaikomos tiekėjų, platintojų ir vartotojų. Išvysčius tiekimo grandines, investicijos gali padėti sumažinti sąnaudas tiek dėl mažai anglies dioksido į aplinką išskiriančios elektros energijos, tiek dėl mažesnio iškastinio kuro panaudojimo ir saugojimo (Sorensen, 2012). Didžiausia vandenilio panaudojimo transporto sektoriuje rizika yra ta, kad netapus tvaraus naudojimo alternatyva gali sukelti tolesnį nusivylimo ciklą. Tik valdžios pastangomis galima pasiekti, kad įvyktų lūžis vandenilio panaudojimo srityje. Jeigu valdžia pasirinks technologiškai neutralų požiūrį ir leis rinkai pačiai nuspręsti, kokią kuro rūšį pasirinkti, šioje kovoje vandenilis gali pralaimėti, nes jam įsitvirtinti reikia didelių investicijų, kurių grąža bus juntama tik ilgalaikėje perspektyvoje (IEA, 2019).

### **1.3. Kliūtys, trukdančios atsinaujinančiai energijos panaudojimo plėtrai transporto sektoriuje**

Siekiant neviršyti vidutinės temperatūros kilimo 2 °C ribos, dėl kurios susitarė praktiškai visos vyriausybės, transporto sektorius turi būti dekarbonizuotas. Dvi pagrindinės kliūtys, užkertančios kelią tai padaryti, buvo teisiškai įpareigojančio pasaulinio susitarimo nebuvimas ir didelės ekologiškų transporto priemonių / energijos technologijų santykinės išlaidos (Santos, 2017). Remiantis Brown (2001), aplinkai draugiškos technologijos susiduria su vangiu plitimu rinkoje, nes įprastai šių alternatyvų kainos būna didesnės nei rinkoje esančios senosios technologijos. Tačiau nepaisant didesnės kainos, netaršūs automobiliai suteikia galimybę turėti mažesnes sąnaudas per visą transporto priemonės naudojimo laikotarpį, lyginant su įprastiniais automobiliais su vidaus degimo varikliais. Tai ypač pastebima elektromobilių atveju. Ši pranašumą suteikia mažesni kuro kaštai ir mažesnės transporto priemonės aptarnavimo sąnaudos (Wang et. al, 2017). Pasak Rogers (2013), investavimas į naujas technologijas yra susijęs su nepatirtais privalumais, todėl išbandyta ir aiškiai suprantama inovacija reiškia mažesnę neuztikrintumą potencialiems vartotojams. Todėl galima teigti, jog elektromobilių skvarba rinkoje yra labai susijusi su tuo, kaip potencialūs vartotojai supranta elektromobilių naudą, ką žino apie jų privalumus ir naudojimo aspektus. Kitaip tariant, augant žinojimui ir patirčiai – auga ir produkto

vartojimas (Eseonu ir Egbue, 2014). Nepaisant augančio netaršių transporto priemonių prieinamumo, didėjančio informacijos srauto ir technologinio progreso, pagrindinė šių transporto priemonių stiprybė yra aplinkosauginė ir socialinė vertė (Brown et al., 2012).

Mokslinėje literatūroje kliūtys, trukdančios AEI naudojančių automobilių vartojimo plėtrai, klasifikuojamos įvairiai. Pirmiausia galima išskirti su naujomis technologijomis susijusias bendrines kliūtis: supratimo trūkumas rinkos ankstyviems vartotojams, didelius pradinius kaštus ir žemą rizikos toleravimą (Diamond, 2009). Banister (2005) pasiūlė kliūtis su netaršiais automobiliais skirstyti į septynias kategorijas:

- finansinės kliūtys – tai papildomos išlaidos vartotojams, kapitalo ir veiklos sąnaudos investuotojams ir viešųjų finansų išteklių ribotumas;
- techninės ir komercinės kliūtys, kurios apriboja rinkos prieinamumą ir komercinį įgyvendinamumą;
- institucinės ir administracinės kliūtys;
- visuomenės supratimas ir priimtinumumas;
- teisinės ir reguliavimo kliūtys;
- politikos nesėkmės ir nenumatyti rezultatai;
- fizinės kliūtys.

IEA-RETD (2015) atliko AEI panaudojimo transporto sektoriuje kliūčių palyginimą. 6 lentelėje įvardyti kliūčių lygiai pagal tris dimensijas (automobiliai, energijos nešėjai ir energijos infrastruktūra). Šalia kliūčių įvardyti indikatoriai rodo kliūtis santykinį dydį, t. y. kaip sudėtinga AEI panaudojimo transporto sektoriuje kliūtis įveikti. Indikatorių dydžiai nuo mažiausio iki didžiausio: „žemas“, „vidutiniškai žemas“, „vidutinis“, „vidutiniškai aukštas“, „aukštas“.

**6 lentelė.** AEI panaudojimo transporto sektoriuje kliūtys trijose dimensijose (IEA-RETD, 2015)

Kliūtys	Dimensija	Kuro rūšis		
		Elektra	Vandenilis	Biodegalai
Finansinės kliūtys	Energijos nešiklis	Žemas	Žemas	Aukštas
	Energijos infrastruktūra	Vidutinis	Aukštas	Vidutiniškai žemas**
	Automobilis	Aukštas	Aukštas	Žemas
Technologinės kliūtys ir suderinamumas	Automobilis	Vidutiniškai aukštas	Vidutiniškai aukštas	Vidutiniškai žemas**
	Energijos nešiklis	Žemas	Žemas	Vidutiniškai žemas**
Žemas transporto vartotojų priėmimas	Visos dimensijos	Vidutiniškai aukštas	Aukštas	Vidutiniškai žemas**
Pakankamas energijos infrastruktūros trūkumas	Energijos infrastruktūra	Vidutinis	Aukštas	Vidutiniškai žemas*
Suinteresuotųjų asmenų interesai	Visos dimensijos	Aukštas	Aukštas	Vidutinis

Konkurencija dėl turimų atsinaujinančių energijos išteklių naudojimo	Energijos nešiklis	Žemas	Žemas	Vidutinis
Investavimo rizika	Visos dimensijos	Aukštas	Aukštas	Aukštas

\* Finansinės kliūtys yra iš paklausos / vartotojo perspektyvos; investavimo rizika iš pasiūlos / pramonės perspektyvos.

\*\* Vidutinė, daugiausia taikoma aukštos koncentracijos mišiniams. Kliūtis yra žema, jei naudojami žemos koncentracijos mišiniai, nes juos galima naudoti su esama infrastruktūra ir transporto priemonėmis.

Lentelėje nurodyta, kad kiekviena iš paminėtų kuro rūšių panaudojimo plėtra susiduria bent su keletu kliūčių. Santykinai mažiausios kliūtys yra panaudojant biodegalus, nes ši technologija gali būti pritaikoma esamoje infrastruktūroje, kuria naudojami automobiliai su vidaus degimo varikliais (IEA-RETD, 2015). Mokslinėje literatūroje galima sutikti kur kas išsamesnių kliūčių apžvalgos pavyzdžių. 7 lentelėje pateikiamas Brown et al. (2012) kliūčių, darančių įtaką alternatyvaus kuro ir technologijų panaudojimui, kvalifikavimas ir konkrečių kliūčių reikšmingumo įvertinimas.

**7 lentelė.** Kliūčių, darančių įtaką alternatyvaus kuro ir technologijų panaudojimui, kvalifikavimas (Brown et al., 2012)

Kliūtys	Laikotarpis	Skatinimo priemonės rūšis	Administraciniai lygiai	Aktualumas	Reikšmingumas
<b>Finansinės kliūtys</b>					
Alternatyvaus kuro kaina	Vidutinės trukmės	Fiskalinė	Nacionalinė valdžia	Taip	Gana reikšmingas
Automobilio modifikavimo kaštai	Trumpalaikis	Fiskalinė	Nacionalinė valdžia ir savivaldybė / Pramonė	Taip	Nereikšmingas
Palaikymo kaštai	Vidutinės trukmės	Techninė / Fiskalinė	Pramonė / Susisiekimo operatoriai	Ne	Mažai reikšmingas
Automobilio kaštai	Vidutinės trukmės	Fiskalinė	Nacionalinė valdžia / Pramonė	Taip	Gana reikšmingas
Iškastinio kuro žema kaina	Vidutinės trukmės	Fiskalinė	Nacionalinė valdžia	Taip	Gana reikšmingas
Kuro saugojimo talpų ir stotelių kaštai	Ilgalaikis	Techninė / Fiskalinė	Pramonė	Ne	Gana reikšmingas
Infrastruktūros kaina	Ilgalaikis	Fiskalinė	Nacionalinė valdžia ir savivaldybė / Pramonė	Taip	Gana reikšmingas
Produkcijos kaina	Vidutinės trukmės	Fiskalinė	Nacionalinė valdžia / Pramonė	Taip	Gana reikšmingas
Kuro tiekimo kaštai	Vidutinės trukmės	Techninė / Fiskalinė	Nacionalinė valdžia / Pramonė	Taip	Gana reikšmingas
Netinkamos subsidijos arba akcizo lengvatos	Vidutinės trukmės	Fiskalinė	Nacionalinė valdžia	Taip	Gana reikšmingas
Susisiekimo operatorių švietimo kaštai	Trumpalaikis	Fiskalinė	Susisiekimo operatoriai	Taip	Mažai reikšmingas
<b>Techninės kliūtys ir rinkos galimybės</b>					

Alternatyvus kuro ir jį naudojančių transporto priemonių prieinamumas	Vidutinės trukmės	Reguliavimo / Fiskalinė	Nacionalinė valdžia / Pramonė	Taip	Stipriai reikšmingas
Esamos infrastruktūros netinkamumas	Ilgalaikis	-	Pramonė	Ne	Gana reikšmingas
Limituotas važiavimo atstumas	Vidutinės trukmės	Techninė	Pramonė	Ne	Stipriai reikšmingas
Netinkamas marketingas ir skatinimas	Vidutinės trukmės	Švietimo ir sąmoningumo	Nacionalinė valdžia / Pramonė	Taip	Stipriai reikšmingas
Krovimas namuose ir gatvėje	Vidutinės trukmės	Techninė	Savivaldybė / Pramonė	Taip	Stipriai reikšmingas
Infrastruktūros iššūkiai, t. y. „vištos ir kiaušinio“ scenarijus	Ilgalaikis	Techninė / Institucinė	Savivaldybė / Pramonė	Taip	Stipriai reikšmingas
Kvalifikuotų specialistų pasiūla	Trumpalaikis	Techninė	Pramonė	Ne	Nereikšmingas
<b>Institucinės ir administracinės kliūtys</b>					
Suinteresuotų šalių pasipriešinimas	Ilgalaikis	Institucinė	Pramonė	Ne	Gana reikšmingas
Vėluojantis transporto parko atnaujinimas	Vidutinės trukmės	Fiskalinė	Savivaldybė / Pramonė	Taip	Mažai reikšmingas
<b>Visuomenės priimtinumas</b>					
Inercija ir visuomenės skepticizmas	Vidutinės trukmės	Techninė / Švietimo ir sąmoningumo	Savivaldybė / Pramonė	Taip	Gana reikšmingas
Mažas matomumas	Vidutinės trukmės	Reguliavimo / Fiskalinė	Savivaldybė / Susisiekimo operatoriai	Taip	Gana reikšmingas
Netinkamumas ilgoms kelionėms	Vidutinės trukmės	Techninė	Pramonė	Ne	Stipriai reikšmingas
Sąmoningumo trūkumas	Trumpalaikis	Švietimo ir sąmoningumo	Nacionalinė valdžia / Pramonė	Taip	Mažai reikšmingas
Suvokiamas mažesnis saugumas ir patogumas	Vidutinės trukmės	Techninė	Pramonė	Ne	Gana reikšmingas
Susirūpinimas dėl biodegalų įtakos aplinkai	Ilgalaikis	Reguliavimo / Techninė	Nacionalinė valdžia / Pramonė	Taip	Gana reikšmingas
<b>Reguliavimo ir juridinės kliūtys</b>					
Reguliavimo standartų trūkumas	Vidutinės trukmės	Reguliavimo	EU / Nacionalinė valdžia	Taip	Mažai reikšmingas
Nenuoseklūs arba per maži politikos veiksmai	Ilgalaikis	Reguliavimo	EU / Nacionalinė valdžia	Taip	Mažai reikšmingas

Ribotos akcijos lengvatos biokuro gamintojams	Vidutinės trukmės	Reguliuavimo / Fiskalinė	Nacionalinė valdžia	Taip	Mažai reikšmingas
Įkrovimo taškų planavimas	Trumpalaikis	Reguliuavimo	Savivaldybė	Taip	Mažai reikšmingas
<b>Fizinės kliūtys</b>					
Žaliavos prieinamumas ir žemės biokuro produkcijai	Ilgalaikis	--	-	Ne	Mažai reikšmingas

Kalbant apie paplitimą automobilių rinkoje ir populiarumą visuomenėje, mokslinėje literatūroje daugiausia galima rasti analizių ir tyrimų, kurie susiję su elektromobilių rinkos plėtros kliūtimis. Disertacijos autoriaus nuomone, analizuojant elektromobilių specifiką, tikslingiausia kliūtis suskirstyti į tris grupes: technines ir infrastruktūrinės kliūtis (1), ekonomines kliūtis (2) ir žmogiškąsias kliūtis (3). Toks grupavimas sustambina ir apima visas sritis įvardintas IEA-RETD (2015), Brown et al. (2012), Diamond (2009) ir Banister (2005) AEI naudojančių automobilių plėtros kliūčių kvalifikavime, išskyrus teisinės ir politines kliūtis. Disertacijos autoriaus nuomone, dėl pasikeitusios rinkos situacijos elektromobilių skvarbos politiniai ir teisiniai aspektai yra mažiau aktualūs, lyginant su techniniais, infrastruktūriniais bei ekonominiais aspektais. Tuo tarpu Banister (2005) publikacijoje minimos fizinės kliūtys taip pat iš esmės patenka į techninių ir infrastruktūrinių kliūčių grupę. Toliau detaliau aptarsime žmogiškųjų, ekonominių bei techninių ir infrastruktūrinių elektromobilių rinkos plėtrai būdingas kliūčių grupes.

### 1.3.1. Techninės ir infrastruktūrinės kliūtys

Siekiant kad pažangios transporto priemonių technologijos taptų potencialių vartotojų dėmesio objektu, svarbu susipažinti su potencialia rinka. Elektromobilių plėtrą sąlygojančių kliūčių supratimas leidžia nustatyti galimą rinkos potencialą (IEA-RETD, 2015). Šioje disertacijos dalyje aptarsime tokias kliūtis, kurios susijusios su ribotomis elektromobilių techninėmis galimybėmis ir infrastruktūros trūkumu.

**Ribotas važiavimo atstumas.** Elektromobilių techninės kliūtys dažniausiai yra susijusios su akumuliatorių technologijomis (Tollefson, 2008). Priklausomai nuo baterijos talpos, elektromobiliai siūlo teorinį važiavimo atstumą, kuris dažniausiai yra 200–300 km (Larson et al., 2014). Aišku, faktinis važiavimo atstumas labai priklauso nuo vairuotojo elgsenos kelyje, tam įtakos turi akseleravimas ir stabdymas. Taip pat įtakos turi vairavimo aplinkybės, pavyzdžiui, besikeičiantis reljefas ar vairavimas mieste ir greitkeluose. Be to, svarbus yra ir veiksmingas transporto priemonės regeneracinio stabdymo naudojimas ir papildomas energijos naudojimas, pavyzdžiui, oro kondicionavimui ar šildymui (Windisch, 2013). Vartotojai susiduria su abejonėmis, kad realus važiavimo atstumas yra kur kas mažesnis, nei gamintojų deklaruojamas. Be to, egzistuoja nerimas, kad elektromobilio baterija gali greitai susidėvėti ir šis važiavimo rodiklis gali dar labiau sumažėti (Sierzchula et al., 2014). Pavyzdžiui, įkraunami hibridiniai elektromobiliai, kuriuose naudojamas ir akumuliatorius, ir benzino bakas, nesusiduria su kelionės atstumo ribotumu (Windisch, 2013). Panašios problemos vyrauja ir su krovininiais automobiliais. 2013



metais buvo skelbiama, kad elektra varomų krovinių transporto priemonių važiavimo atstumas svyruoja nuo 100 iki 150 km, tačiau realiai nukeliamas atstumas buvo kur kas mažesnis nei deklaruota. Visgi naujesni modeliai po vieno pakrovimo jau nukeliauja didesnę atstumą. Tačiau nepaisant pozityvaus augimo, šis ribotumas yra labai svarbus veiksnyss elektrinių transporto priemonių panaudojimui logistikoje (Quak et al., 2016).

**Baterijos įkrovimo laikas.** Su ribotu važiavimo atstumu yra susijęs kitas kliuvinyss sėkmingai elektromobilių naudojimo plėtrai – tai baterijos įkrovimo laikas. Pilnai įkrauti visiškai išsikrovusią elektromobilio bateriją, naudojant įprastą namų ūkio elektros lizdą, užtrunka apie 5–8 valandas. Ši trukmė labiausiai priklauso nuo baterijos tipo ir talpos. Greito įkrovimo taškuose automobilis įkraunamas vidutiniškai per 30–60 minučių, trukmė priklauso nuo įkrovimo įrangos, elektromobilio baterijos ir jos talpos (Legrand, 2011). Greitasis įkrovimas dažniausiai yra naudojamas viešose prieigose, pavyzdžiui, gatvėse, prekybos centrų aikštelėse. Yra ir baterijų keitimo vietos, kuriose per kelias minutes į elektromobilį įdedama pilnai įkrauta baterija (Windisch, 2013).

**Ribotas įkrovimo stočių tinklas.** Dėl riboto baterijų našumo elektromobilį reikia dažnai įkrauti, todėl sėkmingai elektromobilių naudojimo plėtrai būtina gerai išplėtotą įkrovimo infrastruktūra (Windisch, 2013). Veiksnių analizė identifikavo, kad valstybės strateginė parama ir įkrovimo stočių išdėstymas yra esminiai elementai elektromobilių paplitimui. Elektromobilių naudojimo lygio augimui svarbiau yra įkrovimo taškai gyvenamosiose vietose ir darbe nei viešai prieinamos vietose. Be to, kalbant apie vartotojų elgseną, didesnę įtaką turi įkrovimas namuose naktį nei įkrovimas darbo vietoje (Wang et al., 2017). Valdžios dažnai susiduria su vadinamoju „vištos ir kiaušinio“ klausimu: be išplėtos įkrovimo ir įpylimo stočių sistemos vairuotojai nenori įsigyti netaršių transporto priemonių, tačiau sunku tikėtis, kad bus įrengiama pakankama infrastruktūra, kol dauguma gyventojų naudojami transporto priemonėmis su vidaus degimo varikliais (Stevens ir Schieb, 2013). Perdiguero ir Jiménez (2012) nuomone, svarbu ne tik platus tinklas ir jo nuolatinė plėtra, tačiau ir jo priežiūra bei gedimų šalinimas.

### 1.3.2. Ekonominės kliūtys

Naujų technologijų plėtra dažnai būna sudėtinga dėl jos įvedimo į rinką kainos. Būtent šioje disertacijos dalyje aptarsime ekonomines kliūtis, susijusias su elektromobilių kaina bei vartotojų neužtikrintumu dėl perpardavimo ir būsimų sutaupymų.

**Aukšti pirkimo kaštai.** Vienas pagrindinių argumentų, kodėl vartotojai neperka elektromobilių yra jų kaina lyginant su įprastiniais automobiliais su vidaus degimo varikliais (Windisch, 2013). Pagrindinės didelės kainos priežastys yra brangios baterijos ir santykinai mažesnis elektromobilių pagaminimo kiekis (Quak et al., 2016). Nepaisant to, kad elektromobiliams reikia mažesnių išlaidų transporto eksploatacijai, tačiau pirkimo kaštai (kuriuos vartotojas patiria iš karto) yra svarbiausias apsisprendimo faktorius automobilių pirkėjams (Kley et al., 2010). Siekiant, kad elektriniai automobiliai turėtų ženklų teigiamą poveikį aplinkai, būtinas jų didžiulis paplitimas. Tam būtina pakankama paklausa elektromobilių rinkoje, kad

gamintojai galėtų plėtoti šias technologijas ir pardavinėti naujus automobilius. Todėl vyriausybės turi pasitelkti finansines paskatas, kad padėtų sudominti vartotojus ankstyvojoje stadijoje (Sierzchula et al., 2014).

**Neužtikrintumas dėl perpardavimo vertės.** Vartotojams perkant elektromobilį svarbu žinoti, už kiek jį galės parduoti ateityje ir ar šis kainų skirtumas ženkliai nesiskiria lyginant su įprastinėmis transporto priemonėmis su vidaus degimo varikliais. Pavyzdžiui, priešingai nei elektromobilių, dyzeliu ir benzinu varomų automobilių perpardavimo rinka yra nusistovėjusi ir aiški, todėl galima prognozuoti tokių transporto priemonių vertę antrinėje rinkoje (Windisch, 2013). Panašiai yra ir sunkvežimių rinkoje. Įmonės yra suinteresuotos dėl naudos trumpalaikėje perspektyvoje, todėl didelę įtaką turi kaina. Antrinės rinkos nebuvimas sukelia neaiškumus ne tik įmonių apsisprendimams pirkti, tačiau ir kredito įstaigoms dėl išperkamosios nuomos ar finansavimo suteikimo (Quak et al., 2016).

**Būsimų sutaupymų nesupratimas.** Atsižvelgiant į energijos sąnaudas ir eksploatacijos išlaidas elektromobiliai siūlo kaštų taupymą ilgalaikėje prasme (Windisch, 2013). Padidėjęs susidomėjimas elektra varomomis transporto priemonėmis ir jų priežiūros analizė rodo, kad reguliarios transporto priemonės išlaidos yra mažesnės ir reikalauja mažiau laiko sąnaudų. Taip yra dėl to, kad elektromobiliai, palyginti su transporto priemonėmis su vidaus degimo varikliais, turi mažiau judančių dalių ir nereikalauja reguliarių alyvos keitimų, dėl regeneracinio stabdymo mažiau nusidėvi stabdžių sistema ir pan. (Quak et al., 2016). Tačiau vartotojai nėra linkę pakankamai įvertinti sutaupymų ateityje ir negali objektyviai įvertinti būsimos naudos (Kley et al., 2010).

### 1.3.3. Kliūtys, susijusios su žmogiškaisiais faktoriais

Elektromobilį perka žmogus, kurio sprendimams daro įtaką tam tikros preferencijos, mados ir stereotipai. Žemiau pateikiamos su pačiu vartotoju susijusios kliūtys, kurios trukdo sėkmingai elektromobilių naudojimo plėtrai.

**Vartotojų preferencijos.** Vartotojų preferencijos (angl. *consumer preferences*) apibrėžiamos kaip prekių, paslaugų ar jų rinkinių subjektyvus vertinamas pagal individualų naudingumą (Liao et al., 2017, Helveston et al., 2015). Nepaisant nuolatinio elektromobilių pasiūlos augimo, vartotojams iki šiol nėra pateikiama tokia pati alternatyva kaip renkantis automobilį su vidaus degimo varikliu. Nepaisant tam tikrų išimčių, renkantis įprastinį automobilį yra galimybė pasirinkti iš žymiai daugiau variantų ar komplektacijų, o elektromobiliai dažnai užima nedidelę dalį konkretaus gamintojo automobilių segmente. (Windisch, 2013). Žinoma, yra išimčių ir kai kurie automobilių gamintojai (pavyzdžiui, *Tesla*) siūlo išskirtinai tik elektra varomas transporto priemones.

**Klaidingas supratimas apie važiavimo atstumo poreikį.** Elektromobiliai suteikia ribotą važiavimo atstumą be papildomo baterijos įkrovimo, tačiau tai ne visada sukelia papildomų nepatogumų. 2011 metais Prancūzijoje atliktas tyrimas parodė, kad daugiau kaip 90 proc. visų automobilių dienos kelionių neviršija 100 km. Tai rodo, kad dienos kelionių atstumai neviršija elektromobilių vieno įkrovimo galimybių. Tačiau vartotojai pirkdami automobilį, ypač tie kurie turi šeimoje vieną

transporto priemonę, nori būti užtikrinti, kad automobilis užtikrins bet kokio ilgio kelionės poreikį (Windisch, 2013). Vartotojų abejonės dėl elektromobilių galimybių kuria nerimą, kuris žmonių sąmonėje formuoja elektromobilio, kaip nepatogios vairuoti transporto priemonės, įvaizdį. Šis įvaizdis sustiprėja ilgo nuotolio kelionių kontekste, pavyzdžiui, atostogų metu (Jin ir Slowik, 2017).

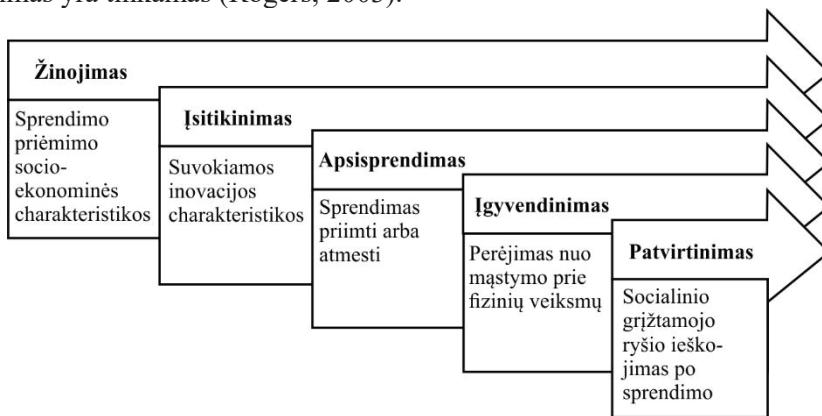
**Klaidingos žinios apie netaršius automobilius.** Vartotojai daugelyje analizuotų regionų yra silpnai susipažinę su elektrinių transporto priemonių technologija, nežino apie skatinimo priemones ir nėra pakankamai informuoti apie elektromobilių teikiamus privalumus (Jin ir Slowik, 2017). Dėl vyraujančių stereotipų gali susiformuoti nuomonė, kad elektromobiliai yra „mažos“, „lėtos“, „pigiai atrodančios“ ir „nepatogios“ transporto priemonės. Jau minėta anksčiau, kad automobilių vartotojai sunkiai įvertina elektromobilių ekonominę naudą, tačiau antrame plane lieka ir aplinkosauginiai privalumai. (Windisch, 2013).

#### **1.4. Atsinaujinančių energijos išteklių transporto sektoriuje panaudojimą lemiantys veiksniai**

Istorija rodo, kad pereiti prie naujų energijos išteklių reikia daug laiko, įprastai perėjimas nuo pirminio atsiradimo rinkoje iki didžiosios rinkos dalies užėmimo trunka puse amžiaus. Ankstesnius energetikos sistemos pokyčius lėmė naujos technologijos, ekonominiai veiksniai, išteklių prieinamumas ir geresnio energijos tiekimo vartotojams poreikis. Pokyčių pagrindas buvo verslo galimybės, energijos perėjimo nauda ir vartotojų pasirinkimo teisė (Sovacool, 2012). Socialinės, kultūrinės ir politinės dimensijos yra svarbūs plėtros veiksniai jau nuo pat ankstyvojo sistemos vystymo etapo. Pavyzdžiui, kruopštus tikslinių vartotojų pasirinkimas ir tinkamas bendravimo būdas su skirtingais bendruomenės segmentais gali ženkliai koreguoti rezultatus. Nereikėtų manyti, jog bendruomenei reikia tam tikros technologijos ir kad ji griebsis jos, kai tik ji bus išrasta. Natūralu, jog įdiegus naują technologiją, skirtingos bendruomenės ir tikslinės grupės reaguos skirtingai (Urmee ir Md, 2016). Prieš aptariant, kaip socialinės ir kultūrinės problemos gali vaidinti svarbų vaidmenį skleidžiant naujoves, svarbu apibrėžti „visuomenę“ ir „kultūrą“. Šiame skyriuje visuomenė apibrėžiama kaip žmonės, gyvenantys daugiau ar mažiau tvarkingoje bendruomenėje, ir viskas, kas susiję su visuomene, yra žinoma, kad tai yra socialu. Kultūra gali būti apibrėžta kaip kolektyvinis proto programavimas, išskiriantis vienos grupės ar žmonių kategorijos narius iš kitos (Eseonu ir Egbue, 2014).

Nors dėmesys socialiniams ir kultūriniais tikslinės bendruomenės aspektams yra svarbus kuriant ir įgyvendinant sėkmingą atsinaujinančiosios energijos plėtros programą, ilgalaikis politinis įsipareigojimas kartu su patikima ir skaidria institucine ir reguliavimo sistema taip pat yra svarbus užtikrinant nuolatinę paramą vartotojams, investuotojams, privačiam sektoriui ir projektų plėtojams. Vyriausybė tik tada sukurs atsinaujinančiosios energijos institucinę struktūrą, kai turės ilgalaikį įsipareigojimą šiame sektoriuje (Urmee and Md, 2016). Remiantis inovacijų sklaidos (angl. *diffusion of innovation*) teorija, technologijos sklaidos bendruomenėje ar visuomenėje sėkmė priklauso nuo daugelio veiksnių, įskaitant technologijos tipą,

visuomenės imlumą naujovėms, vyriausybės politiką ir daugybę socialinių bei kultūrinių veiksnių (Eseonu and Egbue, 2014). Remiantis šia teorija, sėkmingas technologijos populiarinimas tam tikroje bendruomenėje vyksta penkiais etapais. 12 pav. pateikiami Urmee ir Md (2016) apibendrinti etapai: pirmame etape potencialus naudotojas, siekdamas perprasti technologijos esmę ir suprasti kaip ja naudotis, kaupia savo žinias apie ją. Antrame etape potencialus vartotojas gauna informacijos apie naujoves ir įvertina technologijos poveikį jam. Tokiu būdu subjektas siekia gauti socialinį grįžtamąjį ryšį apie savo požiūrį į technologijas. Trečiajame etape, remdamasis surinkta informacija ir atliktu įvertinimu, potencialus vartotojas apsisprendžia priimti ar atmesti technologiją. Ketvirtasis etapas yra tiesiog technologijos įgyvendinimas. Paskutiniame etape vartotojas priima socialinius atsiliepimus, kad išvengtų nepasitenkinimo ar nusivylimo ir užtikrintų, kad jo priimtas sprendimas yra tinkamas (Rogers, 2003).



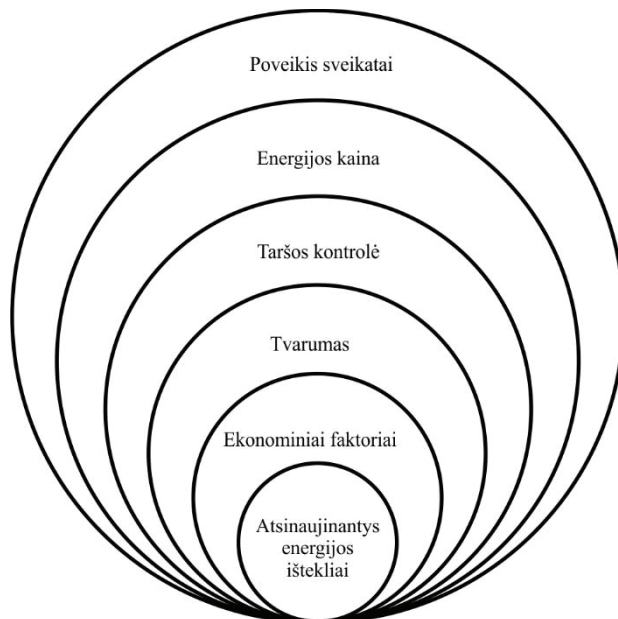
12 pav. Penki sprendimų priėmimo etapai technologijos sklaidos procese (Urmee and Md, 2016)

Technologijų sklaidos sudėtingumas tarp besivystančių ir išsivysčiusių valstybių skiriasi pirmiausia dėl skirtingo supratimo apie technologiją lygio ir dėl socialinių ir ekonominių galimybių bei kultūrinės laisvės priimti naują technologiją. Tyrėjai atkreipė dėmesį, kad socialiniai ir kultūriniai naujos technologijos sklaidos veiksniai dažnai yra pamirštami arba ignoruojami, o tai sumažina galimybes sėkmingai įdiegti technologiją (Eseonu ir Egbue, 2014). Tai reiškia, kad bendruomenė daro labai didelę įtaką technologijos pritaikymui. Kitaip tariant, technologijos sklaidos sėkmė labai priklausys nuo visuomenės sociokultūrinių aspektų (Urmee ir Md, 2016). Be to, inovacijų iššūkis peržengia tradicinius energetikos mokslinius tyrimus ir technologinę plėtrą. Sektoriai, kuriuose mažiausias inovacijų, skirtų dekarbonizacijai, progresas (pavyzdžiui, sunkioji pramonė, sunkiasvoris transportas ar aviacija), yra tie, kuriuose trūksta tinkamų skatinimo priemonių ir ilgalaikių perspektyvų (Gielen et al., 2019).

Atsinaujinantis kuras vaidins reikšmingą vaidmenį tik tuo atveju, jei strategiškai bus įvesti CO<sub>2</sub> mokesčiai, moksliniai tyrimai taps intensyvesni ir keisis technologinis mokymasis (Ajanovic, 2013). Norint paremti ir vadovauti šiam energetikos sistemų

pertvarkymui, reikia parengti tvirtus, ilgalaikius energetikos planus, kuriuose numatytas vaidmuo alternatyvaus kuro panaudojimo plėtrai (Navas-Anguita et al., 2019). Griežta klimato kaitos valdymo politika reikalauja diegti platų technologijų spektrą ir nustatyti svarbias anglies dioksido kiekio mažinimo priemones. Greitesnis perėjimas prie alternatyvių degalų greičiausiai įvyktų įgyvendinus stiprią vyriausybės politiką, smarkiai pasikeitus visuomenės aplinkosaugos vertybėms ir (arba) kilus didelei energetinio saugumo grėsmei. Didžioji dalis investicijų į naujų energetikos technologijų, ypač vandenilio, diegimą, greičiausiai, bus padaryta pažangesniame šio amžiaus etape. Vis dėlto, norint palengvinti esminius mokslinius tyrimus ir technologinę plėtrą, norint veiksmingai įgyvendinti klimato kaitos valdymo politikos tikslus, reikia ryžtingai įsikišti į politiką tam, kad vandenilis, elektra ir biodegalai galėtų tapti komerciškai perspektyvia alternatyva transporto sektoriuje (Nocera ir Cavallaro, 2016). Galiausiai, aviacijos ir laivybos sektoriuose reikia daug daugiau naujovių bei investicijų į mokslinius tyrimus ir eksperimentinę plėtrą. Todėl būtina investuoti į šių technologijų supratimą, kuris sukurtų potencialą pasinaudoti šiomis galimybėmis, įskaitant geresnį išlaidų ir ekonominių tendencijų suvokimą. Todėl reikia dalintis žiniomis apie moderniausias atsinaujinančiųjų išteklių technologijas, koordinuoti mokslinių tyrimų kryptis ir suderinti skatinimo politiką bei technologinius standartus (IRENA, 2016).

Pasak Shamsuzzoha et al. (2012), pagrindiniai veiksniai lemiantys atsinaujinančios energijos panaudojimo plėtrą yra: ekonominiai faktoriai, tvarumas, taršos kontrolė, energijos kaina ir poveikis sveikatai. 13 pav. šie veiksniai pavaizduoti grafiškai.



13 pav. Pagrindiniai veiksniai, turintys įtakos atsinaujinančios energijos plėtrai (Shamsuzzoha et al., 2012)

Nerimas dėl naftos kainų nestabilumo, priklausomybės nuo užsienio energijos šaltinių ir anglies išmetimo padariniai aplinkai – tai pagrindiniai veiksniai, lemiantys susidomėjimą atsinaujinančiais energijos šaltiniais. Tokios vyriausybės politikos, kaip atsinaujinančios energijos gamybos mokesčių kreditai, nuolaidos AEI įrangai, atsinaujinančios energijos standartų ir sertifikatų rinkų sukūrimas buvo svarbi dedamoji skatinant atsinaujinančią energiją kaip perspektyvų energetikos ir aplinkosaugos komponentą įvairiose šalyse (Bowden ir Payne, 2009). Kaip pavyzdį galima pateikti Europos Sąjungą, kuri per pastarąjį dešimtmetį padarė didžiulį šuolį į priekį skatindama pereiti nuo iškastinio kuro prie atsinaujinančios energijos naudojimo. Atsinaujinančių energijos išteklių panaudojimas elektros gamyboje dalis 28 Europos Sąjungos valstybėse per dešimt metų padidėjo nuo maždaug 16 proc. (2007 metais) iki maždaug 31 proc. (2017 metais). Pagrindinės priežastys, kurios paskatino tokią raidą, yra: siekis mažinant šiltnamio efektą sukeliančių dujų kieki gerinti oro kokybę ir didinti energetinį saugumą (Proença and Fortes, 2019).

Tyrimuose dažnai sutinkama išvada, jog atsinaujinančių energijos išteklių panaudojimas taip pat gali paskatinti ekonomikos augimą ir tiesiogiai bei netiesiogiai skatinti darbo vietų kūrimą. Tai visada buvo reikšmingas stimulus Europos Sąjungai, kuri priėmė energijos perėjimo prie atsinaujinančiųjų energijos išteklių rėmimo politiką, pagrįstą ne tik šiltnamio efektą sukeliančių dujų mažinimu, bet ir energijos tiekimo saugumo skatinimu, technologinės plėtros ir inovacijų skatinimu ir regionine plėtra (Proença and Fortes, 2019). Energijos gamybos pajėgumų ir infrastruktūros finansavimas taip pat bus labai svarbus bendroje skatinimo politikoje, kuria sukuriama patikima, prognozuojama ir skaidri investavimo aplinka. Be to, galima sutelkti viešojo ir privataus sektoriaus išteklius ir sukurti novatoriškus finansavimo modelius, kurie sumažintų investicijų riziką (Gielen et al., 2019). Apibendrintai galima teigti, jog yra galimybių diegti alternatyvų kurą transporto sektoriuje, tačiau reikia plėtoti tiek technologinius aspektus, tiek energetikos sektoriaus planus, kurie paremti technoekonominėmis analizėmis (Navas-Anguita et al., 2019). Politinius sprendimus, kuriais siekiama pagreitinti perėjimą prie naujos energetikos sistemos, būtina suderinti su tinkamos infrastruktūros plėtra. Ankstyvas infrastruktūros planavimas yra nepaprastai svarbus veiksnys dėl anglies dioksido užblokavimo efekto (angl. *carbon lock-in effect*) dėl ilgo tarnavimo laiko ir inercijos. Didesnis dėmesys reikalingas kylančioms infrastruktūros problemoms, tokioms kaip inovatyvus elektromobilių įkrovimas, paskirstymo tinklo sustiprinimas, dinamiška paklausa bei išmaniųjų tinklų vaidmuo (Gielen et al., 2019).

Įvertinome veiksnius makrolygiu, tačiau kokie veiksniai aktualūs mikrolygyje, žvelgiant iš vartotojo požiūrio taško? Ellen et al. (1991) nustatė pagrindinius veiksnius, motyvuojančius aplinkai draugišką elgesį. Šie veiksniai susideda iš asmeninių vertybių, tokių kaip rūpestis aplinka ir tikėjimas, kad individas gali kažką pakeisti. Gallagher ir Muehlegger (2011) ištyrė transporto priemonių vartotojų pasirinkimą JAV ir nustatė, kad grupės, turinčios didelę pirmenybę aplinkosaugai ir energetiniam saugumui, renkasi hibridines elektrines transporto priemones. Jų rezultatai rodo, kad kylančios benzino kainos ir tam tikros socialinės lengvatos lemia maksimalų pardavimą. Wang et al. (2017) tyrimo rezultatai parodė, kad susirūpinimas dėl aplinkos sustiprina finansinių paskatų politikos ir patogumo politikos priemonių



poveikį. Visuomenės atsakomybės už aplinkos apsaugą didinimas taip pat gali būti veiksminga priemonė skatinti netaršius automobilius. Vandenilio panaudojimo plėtros veiksniai nagrinėję Schulte et al. (2004), teigia, jog patirtis yra pagrindinis veiksnys, galintis pakeisti visuomenės požiūrį. Jų tyrimai atskleidė, jog nepaisant teigiamo požiūrio į vandenilio kurą, siekiant jo panaudojimo plėtros transporto sektoriuje reikalingos potencialių vartotojų patirtį galinčios suformuoti priemonės: produkto ekspozicijos, supažindinimas su technologija ir marketingas.

Be abejo, svarbus atsinaujinančių energijos išteklių transporto sektoriuje panaudojimą lemiantis veiksnys yra ir vyriausybės skatinimo politika. Disertacijos autorius atkreipia dėmesį, jog dauguma skatinimo politikos, susijusios su AEI transporto sektoriuje, tyrimų atlikta orientuojantis į elektromobilių technologiją. Todėl toliau esančių plėtros veiksnių aptarimas daugiausia palies elektra varomo transporto kontekstą. Musti ir Kockelman (2011) tyrimas atskleidė, jog trys svarbiausi požymiai (angl. *attributes*), į kuriuos pirkėjai atsižvelgia pirkdami naują transporto priemonę, yra kaina (30 proc. pirkėjų), degalų ekonomija (28 proc.) ir patikimumas (21 proc.). Kainą, kaip pagrindinį faktorių elektromobilių plėtrai, išskiria ir Knez et al. (2014). Paprastai automobilių naudojimas ir nuosavybės teisė yra siejami su instrumentiniais, hedoniniais ir simboliniais požymiais. Schuitema et al. (2013) nustatė, kad instrumentinės savybės (angl. *instrumental attributes*) yra labai svarbios priimančioms netaršias transporto priemones. Vartotojų aplinkosauginė tapatybė daro teigiamą poveikį elektrinių transporto priemonių suvokimui. Tačiau Wang et al. (2017) tyrime atskleista, kad, palyginti su skatinimo priemonėmis, vartotojų rūpestis aplinka vaidina ribotą vaidmenį priimančioms sprendimus dėl elektromobilių pirkimo. Zhang et al. (2014), išanalizavęs elektrinių transporto priemonių plėtrą skatinančius veiksniai, nustatė, kad vartotojams rūpi ilgalaikės gyvenimo ciklo išlaidos. Tai rodo ir Lai et al. (2015) atliktas tyrimas, kuriame akcentuojama, kad visiškai elektrinių transporto priemonių priėmimą kaip įprastą transporto alternatyvą pirmiausia lems ekonominės naudos suvokimas, t. y. visiškai elektrinių transporto priemonių ilgalaikis išlaidų pranašumas, palyginti su transporto priemonėmis, kurios naudoja iškastinį kurą. 8 lentelėje pateikti AEI naudojančių automobilių įsigijimą skatinantys faktoriai.

**8 lentelė.** AEI naudojančių automobilių įsigijimą skatinantys veiksniai (Lai et al., 2015)

Autoriai	Veiksniai	Automobilių rūšys
Kang ir Park (2011)	Technologijos suvokimas, vartotojų patirtis, poreikis, vertybės	Vandeniliu varomi automobiliai
Zhang et al. (2011)	Technologijos supratimas, transporto priemonės eksploatacinės savybės, vyriausybės politika, aplinkosaugos reikalavimai, transporto priemonės kaina, mokesčių sumažinimas, degalų kaina, degalų prieinamumas, priežiūros išlaidos ir transporto priemonių sauga	AEI naudojantys automobiliai
Graham-Rowe et al. (2012)	Kaštų sumažinimas, transporto priemonės patikimumas, transporto priemonės pritaikymo poreikiai, aplinkosauginiai įsitikinimai, įspūdžių valdymas ir technologinis suvokimas	Elektromobiliai ir hibridiniai elektromobiliai
Tarigan et al. (2012)	Žinios, asmeninis nauda ir požiūris į aplinką	Vandeniliu varomi automobiliai
Tarigan ir Bayer (2012)	Aplinkosauginis požiūris ir technologijos supratimas	Vandeniliu varomi automobiliai
Ziegler (2012)	Pirkimo kaina, variklio galia, degalų sąnaudos, išmetamas CO <sub>2</sub> kiekis ir aptarnavimo stočių prieinamumas	AEI naudojantys automobiliai



Carley et al. (2013)	Socialiniai ir demografiniai veiksniai, specifinis požiūris, požiūris į aplinką, suvokiama elgesio kontrolė, lojalumas prekės ženklui, automobilio klasė, CO <sub>2</sub> išmetimo lygis	AEI naudojančios automobiliai
Schuitema et al. (2013)	Instrumentinis, hedoninis, simbolinis, palankus aplinkai identitetas	Elektromobiliai
Klockner, 2014	Poreikio suvokimas, atsakomybė, asmeninės normos, požiūris, suvokiama elgesio kontrolė, žinios, gebėjimas planuoti, ketinimai	Elektromobiliai
Peters ir Dutschke (2014)	Santykiniai pranašumai, suderinamumas, naudojimo paprastumas, pastebimumas, socialinė norma	Elektromobiliai

Tan et al. (2014) tyrimas nustatė, kad vartotojų apsisprendimui pirkti elektromobilių lemiamą įtaką daro šie veiksniai: baterijos ir jos įkrovimo technologinės savybės, automobilio kaina ir psichologiniai faktoriai. Sierzechula et al. (2014) nustatė, kad finansinės paskatos, įkrovimo stočių skaičius (lyginant su gyventojų skaičiumi) ir vietinių elektromobilių gamintojų buvimas reikšmingai koreliuoja su elektromobilių plėtros mastu. Sun et al. (2019) tyrimo išvados atskleidė, kad vartotojų subsidija yra veiksmingesnė už gamintojo subsidijas skatinant elektromobilių populiarumą ir technologinį proveržį. Pabrėžiama, jog subsidijų intensyvumas ir trukmė yra svarbūs politikos veiksmingumo veiksniai. Hardman et al. (2017) nustatė, jog pridėtinės vertės mokesčio ir pirkimo mokesčio lengvatos daro didžiausią poveikį elektromobilių pirkimui. Qian et al. (2019) atliko tyrimą su daugiau nei tūkstančiu respondentų iš skirtingų Kinijos miestų ir nustatė, kad didžiausią poveikį turi du veiksniai: galimybė turėti elektromobilio krovimo įrangą namuose ir transporto priemonės įkrovimo greitis. Šie du veiksniai taip pat gali būti susiję su elektromobilių panaudojimą skatinančiomis priemonėmis, kurios detalios bus aptartos antroje disertacijos dalyje. Wang et al. (2017) analizavo trijų tipų elektromobilių skatinimo priemones: finansines priemones, patogumo priemones (pavyzdžiui, leidimas važiuoti autobusų juosta) ir informacijos suteikimo priemones. Tyrime konstatuota, jog šių priemonių įtaka elektromobilių plėtrai yra skirtinga. Tyrimo autorių nuomone, didžiausias poveikis būtų pasiektas, jeigu būtų numatyta daugiau patogumo priemonių, pavyzdžiui, įrengti daugiau įkrovimo infrastruktūros objektų ir pasiūlyti daugiau elektromobilių stovėjimo vietų (Wang et al., 2017).

Išnagrinėjus ir apibendrinus Qian et al. (2019), Wang et al. (2017), Hardman et al. (2017), Lai et al., 2015, Zhang et al. (2014), Gallagher ir Muehlegger (2011) ir kitų autorių mokslinius straipsnius, tiesioginius veiksnius, skatinančius AEI naudojimo plėtrą transporto sektoriuje, galima suskirstyti į keturias grupes: aplinkosauginiai veiksniai, finansiniai veiksniai, vartotojų preferencijos ir skatinimo politika. Aplinkosauginiai veiksniai susiję ne tik su tiesioginiu CO<sub>2</sub> išmetimo mažinimu, tačiau ir taršos kontrole, gyventojų sveikata. Ekonominiai veiksniai, tarp kurių vyrauja energetinių išteklių ir kuro kainos, bei transporto priemonės gyvavimo ciklo kaštai. Trečioji veiksnų grupė yra skatinimo politika, kuri didina AEI naudojančių automobilių patrauklumą transporto priemonių rinkos kontekste. Ketvirtas veiksnys: vartotojų preferencijos, kurios susijusios su socialiniais ir demografiniais skirtumais, personaliniu požiūriu, tendencijomis ir lojalumu konkrečiai technologijai. Atsinaujinančios energijos panaudojimo plėtros veikiamas ekonomikos augimas ir darbo rinkos pokyčiai, taip pat gali būti traktuojami kaip netiesioginiai AEI plėtros veiksniai. Veiksniai, susiję su vartotojų preferencijomis ir skatinimo politika, yra išsamiai aptarti kitoje disertacijos dalyje bei integruoti į

disertacijos tyrimo dalis, susijusias su ekspertiniu vertinimu bei pasirengimo mokėti tyrimu.

## **1.5. Atsinaujinančiais energijos ištekliais grįstų transporto kuro alternatyvų palyginimas**

**Aplinkosauginis alternatyvų vertinimas.** Lyginant elektros, biodegalų ir vandenilio alternatyvas pagal poveikį aplinkai, elektrinių ir vandenilinių transporto priemonių užterštumo mažinimo potencialas yra didžiausias (CE Delft, 2011). Šios dvi alternatyvos prašesnės prieš biodegalus ir dėl variklių skleidžiamo garso (IEA-RETD, 2015). Grynieji elektromobiliai yra ypač tinkami naudoti mieste, nes transporto priemonės turi įveikti nedidelius atstumus (DeSimio et al., 2013). Pusiau elektrinės transporto priemonės (pvz., įkraunami hibridiniai-elektriniai automobiliai) išmeta ženkliai mažiau teršalų, tačiau tik važiuojant elektriniu režimu. Taigi išmetamųjų teršalų kiekio sumažėjimas yra tiesiogiai susijęs su nuvažiuotu atstumu naudojant elektrą. Jeigu pusiau elektrinės transporto priemonės yra įkraunamos nevisiškai, ŠESD išmetimo sumažėjimas gali būti daug mažesnis arba teršalų kiekis grandinėje nuo energijos išgavimo iki automobilio (angl. well-to-wheel) gali net padidėti (CE Delft, TNO, 2012). Elektromobiliai, palyginti su kitų tipų transporto priemonėmis, taupo degalus. Visgi jei akumulatoriams įkrauti naudojama elektra, pagaminta iš naftos arba anglies, išmetamo CO<sub>2</sub> kiekis grandinėje nuo energijos išgavimo iki automobilio gali būti didesnis, palyginti su įprastinėmis transporto priemonėmis su vidaus degimo varikliais (Dominković et al., 2018). Visiškai elektra varomų automobilių dėka išmetamų ŠESD kiekį galima būtų sumažėti maždaug 35 proc. o jei šie automobiliai naudotų elektrą, pagamintą iš atsinaujinančių šaltinių (CE Delft, 2013, CE Delft, TNO, 2012), išmetamųjų ŠESD kiekį būtų galima sumažinti beveik iki nulio. Vandenilis yra netaršus kuras, kuriame neišsiskiria nei dalelių, nei NO<sub>x</sub>, o tai labai naudinga oro kokybei, ypač perpildytuose miestuose. Kitų vandenilio sistemos gyvavimo ciklo etapų poveikis aplinkai yra panašus kaip ir kitų energetikos technologijų, ir gali reikšmingai skirtis priklausomai nuo vandenilio šaltinio (Rosen ir Koochi-Fayegh, 2016). Jei elektrolizatoriuose naudojama elektra buvo gaminama iš atsinaujinančių energijos šaltinių, galima daryti išvadą, kad viso proceso metu nebuvo išmesta CO<sub>2</sub> (Dominković et al., 2018). Biodegalai taip pat gali sumažinti ŠESD išmetimą, tačiau išmetamų dujų kiekis labai priklauso nuo degalų rūšies ir naudojamos žaliavos (IEA-RETD, 2015). Taip pat išmetamų dujų kiekis priklauso nuo to, ar įvertinamas neapibrėžtas netiesioginio žemės naudojimo pokyčio poveikis. Įvertinus šį poveikį kai kurie biodegalai (pavyzdžiui, pagaminti iš atliekų ir likučių ar cukranendrių) gali ženkliai sumažinti išmetamų teršalų kiekį, o kiti biodegalai iš pasėlių gali netgi padidinti grynąjį išmetamą ŠESD kiekį (IEA-RETD, 2015, Viesturs ir Melece, 2014). Ajanovic (2013) teigimu, ypač pirmos kartos biodegalų aplinkosauginis veiksmingumas lyginant su elektromobiliais ir vandeniliu varomomis transporto priemonėmis yra labai ribotas.

**Ekonominis alternatyvų vertinimas.** Offer et al. (2010) analizavo dvi transporto kuro alternatyvas: elektrą ir vandenilį. Tyrimas orientavosi į alternatyvų įtaką transporto sistemų tvarumui, atliekant kiekybinę lyginamąją rodiklių analizę per visą gyvavimo ciklą. Vertinant kapitalo kaštus šios dvi alternatyvos yra žymiai brangesnės, negu kuras, naudojamas įprastinėse transporto priemonėse su vidaus degimo varikliais. Tačiau iki 2030 metų šie kaštai gali stipriai sumažėti ir šiose lenktynėse turėtų pirmuoti elektros-baterijų technologija. Ir ypač elektromobilių ir vandeniliu varomų transporto priemonių pranašumas pasirodys vertinant kuro sąnaudas (nepaisant jų sudėtingo prognozavimo ilgalaikėje perspektyvoje) per transporto priemonės naudojimo laikotarpį. Šioje vietoje reikia suprasti, kad elektromobilių kainai didžiausią poveikį daro baterijos dydis ir ilgaamžiškumas (Offer et al., 2010). Pagrindinis elektromobilių ir vandeniliu varomų transporto priemonių trūkumas – didelė automobilio įsigijimo kaina. Ajanovic (2013) prognozuoja, jog iki 2050 m. kaina gali būti sumažėti dėl technologinio mąstymo pokyčio poveikio ir veiksmingų skatinimo priemonių, kurios tiesiogiai mažintų technologijų kainą. Riesz et al. (2016) tyrimo išvados rodo, elektromobilių kaina pasiektų įprastinių automobilių (su vidaus degimo varikliais), jeigu baterijos gamybos sąnaudos sumažėtų 25 proc. Pagrindinis tikslas elektromobilių su baterijomis bei kuro celių automobilių vystyme turėtų būti kapitalo išlaidų mažinimas (Offer et al., 2010).

Naudodamiesi SSGG analize, Dominković et al. (2018) nustatė, jog proveržį vietinėje elektromobilių rinkoje galima sukurti pritraukiant įmones, investuojančias į akumuliatorių gamybą ar elektrinių traukinių gamybos įrenginius. Tačiau čia labai svarbus aktyvaus vyriausybės įsitraukimo poreikis. Efektas yra dar didesnis, kai alternatyviu kuru varomi automobiliai gaminami vietoje, nes mažėja kuro sąnaudoms tenkanti dalis (pavyzdžiui, elektra yra pigesnė nei benzinas ar dyzelinas), o kapitalo išlaidos padidėja, nes elektrinė ar vandenilinė transporto priemonė yra brangesnė nei įprasta transporto priemonė. Taigi didesnė vertės grandinės dalis taptų vietine. Toks vidaus aktyvumo padidėjimas taip pat teigiamai paveikia užimtumą (IEA-RETD, 2015). Kapitalo kaštų mažinimas elektromobiliams ir kuro celių elektromobiliams turėtų būti pagrindinis tikslas šių automobilių vystyme, tam reikalingas platinos, ličio ir kitų tauriųjų žaliavų kiekio mažinimas šiose technologijose (Offer et al., 2010). Nepaisant to, kad iš atsinaujinančių energijos šaltinių gaunamo vandenilio CO<sub>2</sub> balansas yra labai geras, ši kuro rūšis automobiliuose dar nebus plačiai naudojama iki 2050 m. Priežastis – didelės kapitalo išlaidos (Ajanovic, 2013). Kai kurių komponentų gamyba reikalauja didelių išlaidų, nes nėra didelės apimties rinkos. Skaičiuojama, kad kuro celių automobilis yra 30 proc. brangesnis nei panaši benzininė ar dyzelinė transporto priemonė. Kuro celių paklausa yra maža. Taigi vieneto kaina negali konkuruoti su įprastomis technologijomis. Tikimasi, kad padidėjus paklausai, kainos bus mažesnės (Sobrinio et al., 2010). Didelės visiškai naujos infrastruktūros kūrimo išlaidos, taip pat mažesnis efektyvumas, palyginti su elektrinėmis transporto priemonėmis, gali būti per didelė našta vandenilio varomos transportavimo sistemos plėtrai (Dominković et al., 2018). Dėl nedidelio tūrinio vandenilio energijos tankio jo paskirstymo energija yra gana brangi ir reikalauja didelio kiekio. Investicijų ir siurblinės energijos poreikiai yra didesni nei gamtinių dujų (IEA, 2007). Be to, vandenilio transporto priemonėse negalima naudoti tiesiogiai. Dauguma transporto

priemonių jau gali naudoti biodegalus, tačiau norint naudoti vandenilį, transporto priemonė turi būti technologiškai pritaikyta, o tai reiškia didesnes sąnaudas. Kaip naujai atsirandanti technologija, ši turi tam tikrą dar neišspręstų problemų, kurios daro įtaką veikimui, ypač eksploataavimo metu. Akivaizdu, kad tai daro įtaką komercializavimui (Sobrinio et al., 2010). Biodegalai turi daug vartojimo pranašumų, ypač atsižvelgiant į dabartinę rinkos ir technologijos raidos būklę. Pirma, biodegalų gamybos sąnaudos yra daug mažesnės nei elektros ar vandenilio, tačiau vis dar didesnės už iškastinio kuro (Čuček et al., 2014). Kiti biodegalų pranašumai susiję su poveikiu BVP (ypač kaimo vietovėse), prekybos balansui ir užimtumui, visų pirma žemės ūkio sektoriuje, taip pat ir transporto priemonių gamybai (IEA-RETD, 2015). Su tuo sutinka ir Sobrinio et al. (2010), kurių teigimu biodegalų naudojimo plėtra padidina žemės ūkio prekių paklausą, taigi gali padidinti žemės ūkio gamintojų pajamas ir kainas (Sobrinio et al., 2010).

### **Kuro alternatyvų panaudojimo transporto sektoriuje plėtros vertinimas.**

Biodegalai, skirtingai nei kitos kuro alternatyvos, suteikia galimybę palaipsniui atsikvėpti neatsinaujinančių energijos išteklių transporto sektoriuje. Įprastoje energijos infrastruktūroje ir transporto priemonėse galima naudoti žemos koncentracijos mišinius. Palaipsniui galima į rinką įvesti sudėtingesnius mišinius, kurių naudojimui gali reikėti pakoreguoti variklius ir infrastruktūrą (IEA-RETD, 2015). Vienas iš pagrindinių biodegalų panaudojimo plėtros faktorių: galimybė valstybėms sumažinti išorinę energetinę priklausomybę. Biodegalai gali būti gaminami šalies viduje, taip gerinant mokėjimų balansą, vidaus energetinį saugumą ir sumažinant priklausomybę nuo naftos (Sobrinio et al., 2010). Biodegalų panaudojimas neatsiejamas nuo technologinės pažangos. Tikimasi, kad biodegalai pereis nuo pirmosios iki antrosios / trečiosios kartos biodegalų. Šiuo atžvilgiu žemės naudojimo ir maisto konkurencijos apribojimai kelia didelius lūkesčius dėl degalų, gaunamų iš lignoceliuliozės biomasės biocheminiais ir (arba) termocheminiais būdais. Šio tipo technologijų plėtra daro didelę pažangą ir kai kuriais atvejais pasiekia iki 80 proc. efektyvumą (Navas-Anguita et al., 2019). Dominković et al. (2018) nuomone, moksliniai tyrimai ir technologinė pažanga turėtų orientuotis į antrosios kartos biomasę, kad būtų išvengta konkurencijos su maisto gamybos žemės naudojimu. Tos pačios nuomonės laikosi ir Ajanovic (2013), kurios teigimu pagrindinis antrosios kartos biodegalų pranašumas yra tas, kad jie gali būti gaminami iš skirtingų lignoceliuliozės medžiagų, kurios nekonkuruoja su maisto gamyba. Šių pažangių biodegalų ekologinis ir energetinis gyvenimo ciklas yra žymiai geresnis, palyginti su pirmosios kartos biodegalais. Viesturs ir Melece (2014) nuomone, perspektyviausios ekonomiškos biodegalų gamybos žaliavos yra mискantai ir dumbliai, o biodegalai galėtų pakeisti daugiau kaip 10 proc. iškastinio kuro, nedarant reikšmingo poveikio Europos Sąjungos maisto tiekimo grandinei. Nepaisant to, kad biodegalai gali būti gaminami iš daugybės medžiagų, nuo medienos biomasės iki javų ar maistinio aliejaus (Čuček et al., 2014), tačiau šios kuro rūšies plėtros galimybės yra ribotos, ypač dėl mažo ir lėtai augančio pasėlių ploto (Ajanovic, 2013). Tačiau biodegalai vis dar nėra tvarūs CO<sub>2</sub> požiūriu: sparčiai didėjant miestų gyventojų skaičiui ir transporto sektoriaus apimčiai reikės susidoroti su didele oro tarša iš biodegalų (Dominković et

al., 2018). Dėl biodegalų tiekimo ribotumo ši kuro rūšis galėtų būti naudojama tik specifinėse srityse, pvz. aviacijoje ir laivyboje, kur reikalingas didesnis energijos tankis (angl. *energy density*) (IRENA, 2016). Su tokia nuomone sutinka ir Dominković et al. (2018), pasak kurių, vertinant per ekonomiškumo prizmę ir lyginant su alternatyviu kuru, biodegalai turėtų būti laikomas potencialiai konkurencinga iškastiniam kurui, ypač specifinėse transporto sektoriaus dalyse, pavyzdžiui, aviacijoje ar sunkiasvorių transporto priemonių rinkoje, kurias sunku elektrifikuoti atsižvelgiant į dabartinę technologijos būklę (Dominković et al., 2018).

Dominković et al. (2018) tyrimų rezultatai parodė, kad elektrinės transporto rūšys turi didžiausią naudą ir turėtų būti pagrindinė perėjimo prie netaršaus transporto alternatyva. Buvo apskaičiuota, kad 72,3 proc. transporto energijos poreikio Europos Sąjungos lygmeniu galėtų būti tiesiogiai elektrifikuojama naudojant šiaudien egzistuojančią technologiją. Šiaudien 72,3 proc. iškastinio kuro poreikio transporto sektoriuje techniškai įmanoma perkelti į elektrą. Po šio perėjimo padidėjęs elektra varomų transporto priemonių efektyvumas sumažins galutinį energijos poreikį transporto sektoriuje 50,6 proc. (Dominković et al., 2018). Elektromobilių panaudojimo plėtrą skatina ir jau pasiekiami privalumai, tokie kaip mažesnis išmetamas CO<sub>2</sub> kiekis, mažesnis triukšmas, didesnis energijos vartojimo efektyvumas ir skirtingų energetikos sektorių integracija. Prie elektromobilių rinkos plėtros prisideda sparčiai tobulėjančios įkrovimo stotys ir automobilio baterijos (Daina et al. 2017, IEA-RETD, 2015). Kita vertus, buvo nustatyta, kad baterijos yra pagrindinis elektromobilių iššūkis atsižvelgiant į jo kainą, nuvažiuojamą atstumą, saugą ir naudojimo terminą (Malmgren, 2016). Pilnai elektra varomi automobiliai yra tinkamesni ilgalaikėje perspektyvoje, įkraunami hibridiniai elektromobiliai pirmiausia gali paskatinti atlikti būtinus akumuliatorių ir įkrovimo infrastruktūros patobulinimus. Jei įvyks akumuliatorių proveržis, elektra varomos transporto priemonės ilgainiui gali maksimaliai patenkinti vartotojų poreikius. Tačiau jei to nebus pasiekta, nuvažiuojamo atstumo apribojimai išliks didele rinkos plėtros problema (IEA-RETD, 2015). Dominković et al., (2018) įsitikinusi, jog visos transporto priemonės turėtų būti pakeistos elektrifikuotomis transporto rūšimis, jei tam yra techninė galimybė. Be to, ženkliai elektromobilių plėtra gali sukurti buferinius pajėgumus elektros energijai kaupti. Didėjant atsinaujinančiųjų energijos išteklių daliai elektros energijos gamyboje, elektros energijos tiekimas taps įvairesnis, todėl gali reikėti koreguoti elektros tinklus ir investuoti į atsarginius pajėgumus. Didelio masto elektromobilių pritaikymas galėtų būti buferis, kaupiant energijos perteklių šių transporto priemonių akumuliatoriuose (IEA-RETD, 2015).

Vidutinės trukmės ir ilguoju laikotarpiu vandenilio ir elektros sistemų alternatyvos gali apsiungti (Nocera ir Cavallaro, 2016). Pavyzdžiui, naudoti gamybos procese perteklinį atsinaujinančiosios elektros energijos kiekį vandenilio gamybai, kuris gali būti laikomas ir vėliau naudojamas kuro celių automobiliams (IRENA, 2016). Kalbant apie transporto politiką, integruotasis vandenilio ir elektros energijos požiūris, dažnai vertinamas konkurenciniu požiūriu, iš tiesų gali būti vaisingas ypač pirminiame plėtros etape, tačiau tam reikia ilgalaikės mobilumo politikos strategijos. Ji turėtų apimti ne tik klausimus, susijusius su technologiniu tobulinimu, bet ir subalansuotas bei veiksmingas taršos mažinimo politikos priemones (Nocera ir



Cavallaro, 2016). Skirtingai nei biodegalams, elektrai ir vandeniliui reikalingas daug radikalesnis perėjimas, kurio metu įprastas transporto priemonės ir energetikos infrastruktūrą reikia visiškai pakeisti nauja sistema. Abiems keliams kyla didelių finansinių ir techninių kliūčių, todėl susiduriama su pakankamos infrastruktūros trūkumu (IEA-RETD, 2015).

Vandenilis gali būti naudojamas kuro celėse ir vidaus degimo varikliuose ir turi didelį prieinamumą: jis gali būti gaminamas iš skirtingų žaliavų. Jei vandenilis gaminamas elektrolizės būdu, pašalinamas gavybos poveikis aplinkai (Sobrinio et al., 2010). Taigi, vienas tinkamas būdas būtų gaminti vandenilį elektrolizatoriuose, esančiuose vietoje, degalinėse ar net namų įkrovimo stotyse. Tokiu būdu būtų naudojama jau esanti elektros energijos tinklų infrastruktūra, nes vietoje vandenilio būtų paskirstoma elektra. Tai gali būti reikšminga paskata vietos bendruomenėms įsitraukti į šį transformacijos procesą, nes paskirstyta vandenilio gamyba duotų naudos per infrastruktūros plėtrą, darbo vietų kūrimą ir netiesiogiai per sumažintas išmokas už importuojamą iškastinį kurą (Dominković et al., 2018). Miotti et al. (2017) atliko integruotą esamų ir būsimų kuro celių transporto priemonių ekologinį ir ekonominį vertinimą. Jų išvadose teigiama, jog vien masto ekonomijos efekto nepakanka, kad kuro celių transporto priemonės taptų konkurencingos įprastiems automobiliams. Marchenko ir Solomin (2015) palygino vandenilį ir elektros energiją kiekvienos šių technologijų stadijos energijos ir ekonominių išlaidų atžvilgiu. Jų išvadose konstatuojama, kad trumpalaikio energijos kaupimo atveju geriau naudoti elektrinę sistemą. Ball ir Weeda (2015) pateikia išsamią informaciją apie svarbiausius aspektus, susijusius su platesniu vandenilio naudojimu energetikos sistemoje. Jie teigia, kad didesnis apkrovos valandų skaičius ir žemos elektros kainos yra svarbios vandenilio gamybos ekonominiam gyvybingumui. Ajanovic ir Haas (2018) nuomone, didžiausia kliūtis vandeniliu varomo transporto plėtrai yra brangi technologija, kuri gali mažėti tik esant masto ekonomijai ir vartotojų technologinio supratimo pokyčiams. Be to, vis dar neišspręstos pagrindinės vandenilio panaudojimo lengvųjų automobilių rinkoje problemos: reikalingos didelės kuro talpyklos, vandenilio transportavimas yra sąlyginai neefektyvus, taip pat sudėtingas vandenilio užpildymas į transporto priemones. (Sobrinio et al., 2010) Jei tinkle yra perteklinis energijos kiekis, jis gali būti paverstas vandeniliu, kurį galima laikyti daug lengviau nei elektros energiją. Tokios technologijos galėtų sumažinti dalį investicijų į tinklus ir atsarginius energijos pajėgumus. Tačiau šios naudos dydis ir galimybė vis dar nėra aiški, taip pat kaip jos palyginamos su reikalingos papildomos energijos ir įkrovimo infrastruktūros sąnaudomis (IEA-RETD, 2015). Viena iš vandenilio galimybių yra jo naudojimas tolimųjų reisų kroviniui transportui, kuriuos varžo dabartiniai baterijų technologiniai ribotumai (Dominković et al., 2018). 9 lentelėje pateikiama IEA-RETD (2015) trijų kuro rūšių apibendrinimas, kuriame išdėstyti (nuo žemiausio iki aukščiausio) skirtingi privalumai.

**9 lentelė.** Pagrindiniai atsinaujinančios energijos panaudojimo transporto sektoriuje privalumai (IEA-RETD, 2015)

Privalumai	Transporto energijos rūšis		
	Elektra	Vandenilis	Biodegalai

Klimato kaitos prevencija – anglies dvideginio pašalinimas	Aukštas**	Aukštas**	Vidutiniškai aukštas*
Vietinės oro taršos ir triukšmo mažinimas	Aukštas	Aukštas	Žemas
Priklausomybės nuo importo mažinimas – energijos tiekimo saugumas	Aukštas**	Aukštas**	Vidutiniškas
Išnaudoti rinkos galimybes – užimtumas, prekybos balansas ir BVP nauda	Aukštas	Aukštas	Vidutiniškai aukštas
Buferis – elektros energijos kaupimas	Vidutiniškai žemas***	Aukštas***	-

\* taikomas pažangiems biodegalams, neturintiems reikšmingo netiesioginio žemės paskirties keitimo ar kitokio neigiamo ŠESD poveikio.

\*\* jei naudojama elektra / vandenilis, pagaminti iš atsinaujinančių energijos šaltinių.

\*\*\* šių privalumų dydis ir jų (ekonominė) vertė yra labai neaiški.

Apibendrinant Dominković et al. (2018), Daina et al. (2017), Nocera ir Cavallaro (2016), IEA-RETD (2015), Sperling (2014) nuomones, galima teigti, jog vertinant ilgalaikės perspektyvos kontekste elektra turi didžiausią plėtros potencialą, pokyčiai rinkoje priklauso nuo nuolat tobulėjančių baterijų. Be to, elektromobiliai teikia didžiausią naudą triukšmo mažinimo ir aplinkosaugos aspektu, tačiau tik tuo atveju, jeigu elektros gamyba paremta atsinaujinančiais energijos ištekliais. Antroji alternatyva – vandenilis, tačiau ši kuro rūšis dabartinėje plėtros stadijoje susiduria su technologiniais ir investiciniais sunkumais įrengiant infrastruktūrą, kuri reikalinga lengvųjų automobilių užpildymui. Trečiojoje vietoje – biodegalai, kurie nors ir suteikia laipsnišką perėjimo galimybę, tačiau suteikia ženkliai mažesnius pranašumus vertinant pagal aplinkosauginius rodiklius nei kitos dvi alternatyvos. Remdamasis šiuo apibendrinimu, disertacijos autorius 2 ir 3 disertacijos skyriuose iš viso atsinaujinančių energijos išteklių spektro transporto sektoriuje orientuosis į elektra. Egzistuoja ir dar vienas svarus argumentas, kodėl disertacijos tyrimui pasirinktas elektromobilių naudojimo skatinimo priemonių vertinimas: elektromobilių, biodegalais ir vandeniliu varomų transporto priemonių rinkos pokytis. 10 lentelėje pateikiamas naujų lengvųjų automobilių registracijos pagal variklių naudojamas energijos rūšis Europoje, įskaitant ne Europos Sąjungos nares – Didžiąją Britaniją, Šveicariją, Norvegiją, Šiaurės Makedoniją ir Turkiją.

**10 lentelė.** Naujų lengvųjų automobilių registracijos pagal variklių naudojamas energijos rūšis Europoje (Eurostat, 2020)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018
<b>Elektra</b>	29282	50379	79651	98211	157600	189604
<b>Biodegalai (biodyzelis + bioetanolis)</b>	659	609	352	1087	758	761
<b>Vandenilis</b>	14	19	49	88	149	124

Eurostat duomenys (2020) Title: New registrations of passenger cars by type of motor energy, Code: road\_eqr\_carpda

Iš šios informacijos galime matyti, kad Europoje per 2013–2018 metų laikotarpį tik 2016 metais naujų biodegalus naudojančius lengvųjų automobilių įsigijimų skaičius viršijo 1000 vienetų. Aišku, ši statistika nerodo, kiek iš naujų dyzelinių automobilių naudos biodegalų mišinius, tačiau net ir naudojant pažangius biodegalus išlieka oro taršos problema, kuri yra pagrindinis minusas lyginant su elektros ir vandenilio panaudojimo alternatyvomis. Tuo pačiu laikotarpiu Europoje



naujų lengvųjų automobilių, varomų vandeniliu, įsigyta mažiau nei 500 vienetų. Akivaizdu, jog tokių statistinių duomenų nepakanka analizuoti šių automobilių panaudojimą skatinančių priemonių efektyvumą. Be to, disertacijos autoriaus siūlomas tyrimo modelis orientuos ir į vartotojų preferencijas, kurių neįmanoma objektyviai iširti dėl to, kad nėra biodegalais ir vandeniliu varomų lengvųjų automobilių rinkos (o tu pačiu ir vartotojų suvokimo) Lietuvoje. Dėl šių priežasčių kitos disertacijos dalys orientuos ir į vertinimą tų priemonių, kurios skatina elektromobilių panaudojimą. 2 disertacijos skyriuje išsamiai aptarsime elektromobilių naudojimą skatinančių priemonių tipologiją ir grupavimą, priemonių įgyvendinimo būdus bei vertinimo metodologiją. Disertacijos 2 skyrių užbaigs AEI naudojančių automobilių panaudojimo plėtrą skatinančių priemonių vertinimo modelio struktūrinių dalių ir jų sąveikos pristatymas.

## **2. ATSINAUJINANČIUS ENERGIJOS IŠTEKLIUS NAUDOJANČIŲ AUTOMOBILIŲ PANAUDOJIMO PLĖTRĄ SKATINANČIŲ PRIEMONIŲ VERTINIMO MODELIO FORMAVIMAS**

### **2.1. Elektromobilių naudojimą skatinančių priemonių tipologija ir grupavimas.**

Šioje disertacijos dalyje pristatomas elektromobilių panaudojimą skatinančių priemonių spektras bei įvardijamas galimas priemonių segmentavimas. Prieš kalbant apie konkrečias priemones, verta apžvelgti elektromobilių skatinimo politikos kryptis. Šalia elektromobilių paklausos didinimo priemonių taip pat labai svarbus valstybių indėlis į technologijų plėtrą ir komercializavimą. Skatinimo strategijos turėtų orientuotis į inovacijų plėtrą transporto sektoriuose ir besikeičiančių transporto naudotojų elgseną (Skinner et al., 2010). Perdiguero ir Jiménez (2012) įvardina keturias išsivysčiusių šalių elektromobilių naudojimo skatinimo politikos kryptis:

1. Viešai prieinamos ir privačios įkrovimo infrastruktūros ir įkrovimo sistemų plėtra;
2. Tradicinės subsidijos ar mokesčių lengvatos netaršioms transporto priemonėms;
3. Elektromobilių gamybos pramonės ir mokslinių tyrimų ir technologinės plėtros politika, kuri be kitų veiksnių taip pat prisideda prie akumuliatorių gamybos sąnaudų mažėjimo;
4. Elektra varomo transporto priemonių įtraukimas į darnaus judumo programas.

Netaršaus transporto naudojimą skatinančias priemones galima skirstyti pagal jų pobūdį. Paprasčiausias būdas, dažnai sutinkamas ir mokslinėje literatūroje, priemones atskirti į finansines (fiskalines) ir nefinansines (nefiskalines) priemones. Tokių skaidymų galime rasti Mueller ir Haan (2009), Hanley (2011), Nilsson and Nykvist (2015), Zhang et al. (2017) darbuose. Fiskalinės priemonės yra dalinės arba pilnos konkrečių mokesčių lengvatos, subsidijos arba kitos finansinės priemonės, kurios turi tiesioginę įtaką elektromobilio įsigijimo arba naudojimo kaštų mažinimui

(Lévy et al., 2017). Finansinės paskatos yra svarbus varomasis variklis netaršių automobilių pardavimuose ir jis yra naudojamas visose reikšmingose elektromobilių rinkose (Yang et al., 2016). Publikacijose taip pat dažnai sutinkamas finansinių arba fiskalinių priemonių sinonimas – ekonominės priemonės (Skinner et al., 2010). Nefinansinės priemonės (literatūroje taip pat sutinkamas terminas – nefiskalinės priemonės) yra tos, kurios neprisideda arba netiesiogiai prisideda prie elektromobilių įsigijimo arba naudojimo kaštų mažėjimo, pavyzdžiui, leidimas važiuoti autobusų juosta, miesto teritorijų zonavimas, nemokamas parkavimas ir pan. (Windisch, 2013; Nilsson ir Nykvist, 2015). Tačiau toks terminas nėra visiškai teisingas. Viena iš priežasčių yra ta, kad „nefinansinės priemonės“ taip pat turi ekonominę vertę (Kampman et al., 2011). Pavyzdžiui, jeigu elektra varomo transporto savininkams suteikiamas nemokamas parkavimas miesto centre, jis užims vietą kito automobilio, kurio vairuotojas būtų sumokėjęs už parkavimo vietą. Kitaip tariant, tokios skatinimo priemonės naudojimas sąlygoja negautinas pajamas į valstybės ar miesto biudžetą. Todėl vertinant finansines ir nefinansines paskatas svarbu įvertinti ir kiek tiesioginių ir netiesioginių kaštų sudaro konkrečios priemonės įgyvendinimas.

Yra ir kitų priemonių segmentavimo variantų. Pavyzdžiui, IEA/OECD (2016) išskiria tris grupes, kurias apibendrintai pavadina rinkos plėtros politika:

1. Reguliavimo priemonės (pavyzdžiui, taršos reglamentai ir degalų taupymo standartai);

2. Finansiniai svertai (pavyzdžiui, diferencijuotas transporto priemonių apmokestinimas, kuris pagrįstas degalų taupymu ar ŠESD išmetimu vienam kilometrui ir (arba) tiesiogiai nukreiptas į elektromobilius);

3. Kitos priemonės (pavyzdžiui, parkavimo mokesčių ir rinkliavų atsisakymas, taip pat prieigos apribojimų naudojimas).

Santos et al. (2010) siūlo skatinimo politiką ir jos aspektus skirstyti į tris kategorijas: fizinės priemonės (angl. *physical policies*), minkštasias priemonės (angl. *soft policies*) ir priemonės paremtas žinojimu. Visų trijų kategorijų tikslas – pakeisti fizinių ir juridinių subjektų elgseną, tačiau skirtingais būdais. Windisch, E. (2013) siūlo tokį keturių grupių skatinimo priemonių kategorizavimą: valdymo ir kontrolės instrumentai, ekonominės priemonės, su pirkimu susijusios skatinimo priemonės, bendradarbiavimo instrumentai ir komunikacijos bei sklaidos priemonės. Toliau šios grupės aptariamos plačiau.

**Valdymo ir kontrolės instrumentai.** Tai instrumentai, kurie yra valdžios institucijų rankose ir jos taikomos šalies lygyje, atsižvelgiant į bendrą valstybės strategiją bei kitas taikomas priemones. Dažniausiai šios priemonės nesudaro papildomų kaštų šalies biudžetui ir gali būti greitai įgyvendinamos. Jų veiksmingumas kyla iš teisinio įpareigojimo, kuris priverčia elektromobilių sistemą tiekiančias suinteresuotąsias šalis teikti produktus, atitinkančius kokybės ir saugos standartus. Be to, išmetamųjų teršalų reguliavimas ar licencijavimo procedūros, įskaitant aplinkosaugos kriterijus, gali priversti vystytojus ir gamintojus taikyti mažiau taršias technologijas. Vartotojai gali būti skatinami įtraukiant aplinkos apsaugos kriterijus į viešųjų paslaugų transporto priemonių pirkimo sutarčių sudarymą. Taip pat valstybės ar miestai gali priimti sprendimus, kuriais būtų užtikrinama, kad elektromobiliai papildytų viešojo sektoriaus transporto priemonių parkus. Taip pat populiariu atleisti

elektromobilių vartotojus nuo ribojančių taisyklių (pavyzdžiui, parkavimo ar vairavimo apribojimų).

**Ekonominiai priemonės.** Šie instrumentai yra skirti įveikti sąnaudų kliūtį, trukdančią elektromobilių plėtrai. Šios priemonės padeda plėtoti elektromobilių technologijas arba suteikia finansinių paskatų potencialiems pirkėjams. Tai – tiesioginės investicijos į mokslinius tyrimus ir eksperimentinę plėtrą, investicijos į infrastruktūrą, lengvatinių kainų nustatymo politika (pavyzdžiui, kelių mokesčiai, pagrįsti išmetamųjų teršalų kiekiu, arba lengvatiniai automobilių stovėjimo mokesčiai), subsidijos elektromobiliams įsigyti arba elektromobilių infrastruktūros plėtra ir mokesčių lengvatos elektra varomiems automobiliams (pavyzdžiui, kuro mokesčiai, apyvartos mokesčiai / variklio mokesčiai / registracijos mokesčiai / pirkimo mokesčiai). Taip pat gali būti siūlomos specialios finansavimo schemos, padedančios sumažinti didelius investicinius kaštus. Ekonominės priemonės neturėtų būti įgyvendinamos kaip savarankiškos priemonės, nes novatoriškų technologijų sklaidai reikia elgesio pokyčių, kuriuos veikia ne tik įsigijimo kaštai.

**Su pirkimu susijusios priemonės.** Šių priemonių tikslas – padidinti ekologiškų transporto priemonių paklausą, taigi padidinti jų skaičių ir užtikrinti gamybos masto ekonomiją. Vyriausybė ar suinteresuotų šalių konsorciumas nusprendžia įsigyti didelį kiekį netaršių transporto priemonių, tokiu būdu gaunant mažesnes kainas. Be to, elektromobilių programos iniciatoriai gali nuspręsti naudoti elektromobilius ir rodyti pavyzdį, skleidžiant informaciją apie savo patirtį.

**Bendradarbiavimo instrumentai.** Šios priemonės tinka vyriausybės tinklo valdymo metodui ir yra grindžiamos principu, kad visuomenėje ir rinkose valstybė turėtų atlikti bendradarbiavimo skatinimo ir valdymo vaidmenį. Vyriausybė vykdo koordinuojantį vaidmenį tarp gamintojų, mokslininkų, valdžios institucijų ir vartotojų. Pasiekiami savanoriški gamintojų ir valdžios institucijų susitarimai. Skatinamos privataus ir viešojo sektorių partnerystės, kurios pateikia naujus judumo praktikos pavyzdžius.

**Komunikacijos ir sklaidos priemonės.** Šios priemonės informuoja ir šviečia visuomenę, didina elektromobilių populiarumą. Tuo pačiu metu visuomenė inspiruoja naują judumo praktiką. Priemonės apima informacijos ir sąmoningumo kampanijas, rinkodaros priemones ir transporto priemonių ženklumą. Svarbus vaidmuo tenka ir lobistinei veiklai, demonstraciniams projektams, tikslinių grupių specifinių elektromobilių galimybių kūrimui ir rinkodarinėms kampanijoms (Windisch, 2013).

Kitas būdas klasifikuoti elektromobilių naudojimą skatinančias priemones pastebimas Kley et al. (2010) darbuose: priemonės sugrupuojamos į vienkartinės ir pasikartojančias, kurios pasiekia vartoją daugiau nei vieną kartą, t. y. ne tik elektromobilio įsigijimo stadijoje. Toks skaidymas grindžiamas tuo, jog paramos schemos skiriasi ne tik bendra apimtimi, bet ir tuo, kaip jos yra taikomos. Kai kurių parametų (pavyzdžiui, palūkanų norma ar rida) pokyčiai gali turėti didesnę ar mažesnę poveikį bendroms sąnaudoms. Šalių, kurios daugiausia dėmesio skiria vienkartiniam ir išankstiniam skatinimo priemonių teikimui, anksčiau paminėti parametų pokyčiai neturi tokios įtakos kaip šalių, kurios daugiausia dėmesio skiria pasikartojančioms mokesčių lengvatoms (Kley et al., 2010). Skinner et al. (2010) nuomone, diegiant visapusiškas skatinimo sistemas reikia atsižvelgti paklausos ir pasiūlos dėsnius.

Elektromobilių skatinimo priemonės galima skirstyti į „stūmimo“ (pasiūlos pusė) ir „traukimo“ (paklausos pusė) grupes. Atsižvelgiant į tai, reguliavimo ir ekonominės priemonės neturi būti suprantamos, kaip alternatyvios, tačiau jos gali būti kaip papildomi sprendimai. Tai gali būti paklausos priemonės, pavyzdžiui, ribotos trukmės paramos mechanizmai, ženklinimo ir kitos informacijos priemonės, taip pat mokesčių diferencijavimas. 11 lent. pateikiamas Skinner et al. (2010) apibendrinimas.

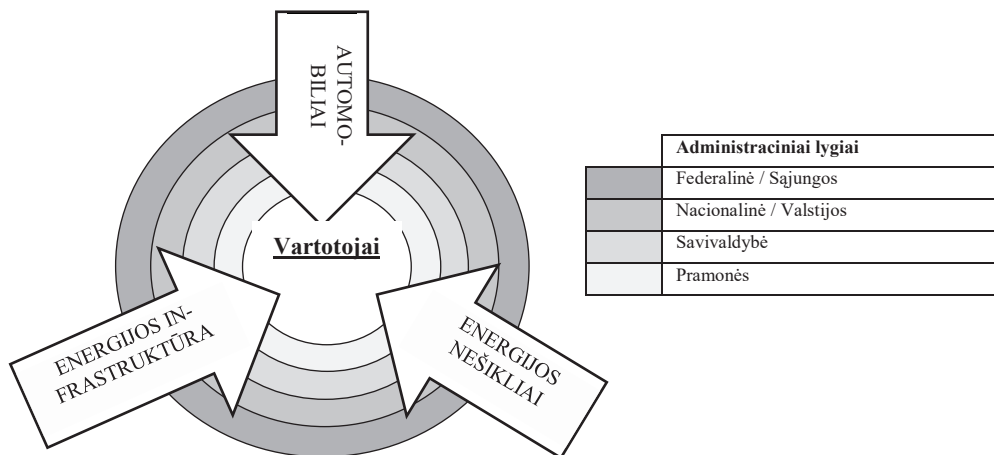
**11 lentelė.** Politikos priemonės, skatinančios kurti ir taikyti netaršių technologijų vystymą ir naudojimą transporto sektoriuje (Skinner et al. 2010)

<b>Mokslinių tyrimų ir eksperimentinės plėtros skatinimas</b>	Pasiūla
<b>Rinkos stimuliavimas</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Viešieji pirkimai</li> <li>• Subsidijos</li> <li>• Mokesčių lengvatos</li> <li>• Ženklimas, informacija ir komunikacija</li> </ul>	Paklausa
<b>Reguliavimas</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• transporto priemonių išmetamų teršalų kiekis ir efektyvumas</li> <li>• atsinaujinančiųjų energijos išteklių santykinė dalis</li> <li>• energijos nešiklių išmetamas CO<sub>2</sub> kiekis grandinėje nuo energijos išgavimo iki panaudojimo automobilyje</li> </ul>	Pasiūla
<b>Ekonominiai instrumentai</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mokesčių diferencijavimas</li> <li>• kuro mokestis, CO<sub>2</sub> mokestis</li> <li>• „cap &amp; trade“ sistema</li> </ul>	Paklausa

Publikacijose egzistuoja įvairūs elektromobilių skatinimo priemonių skaidymo lygiai, klasifikuojant jas pagal pobūdį, dydį ar administravimo lygį. IEA-RETD (2015) siūlomas variantas (žr. 14 pav.) yra segmentuoti į administracinius lygius ir atskirti į tris dimensijas: automobiliai, energijos infrastruktūra ir energijos nešėjai (angl. *energy carriers*). Galima sakyti, kad ši schema išskiria ne tik administracinius lygius (priemonių teikėjus), tačiau pažymi į ką orientuotos priemonės pagal tris dimensijas. Kley et al. (2010) pažymi, jog pačios priemonės sudaro skirtingos vertės grandinės žingsnius. Nors dauguma priemonių paprastai susikoncentruoja į gamintojus ir infrastruktūros dalį, kainų paskatų pokytis yra galutinis vartotojas tiesiogiai, kuriuo gali būti ir privatus asmuo ar įmonė.

IEA-RETD (2015) pateiktoje schemeje skaidymą į administracinius lygius galime rasti ir Leviakangas et al. (2014), Windisch (2013), Cluzel et. al (2013), Perdiguero ir Jiménez (2012), Hanley (2011), Gallagher ir Muehlegger (2010) publikacijose. Toks priemonių skirstymas yra vienas aktualiausių, nes jis nustato atsakomybės ribas ir iškelia klausimą dėl išteklių panaudojimo. Visos šios trys dimensijos (automobiliai, energijos infrastruktūra ir energijos nešikliai) yra reikšmingos ir neatsiejamos nuo visos netaršių automobilių naudojimo sistemos (Mačiulis et al., 2018). Tačiau disertacijoje į šias dimensijas priemonės nebus

skaidoma, nes disertacijos tikslas orientuotis į tas priemones, kurios skatina vartotojus įsigyti ir naudoti elektromobilius. IEA-RETD (2015) schemeje egzistuoja kitas labai svarbus aspektas, kuris padeda lengviau suprasti skatinimo priemonių panaudojimą. Tai yra priemonių skaidymas į administracinius lygius, kuris bus aptariamasis kitose disertacijos dalyse.



**14 pav.** Trijų dimensijų atsinaujinančių energijos šaltinių transporte politikos ryšys su skirtingais administraciniais lygiais (IEA-RETD, 2015)

## 2.2. Elektromobilių skatinimo priemonių įgyvendinimo lygiai

Nėra tikslinga lyginti savivaldybės ir valstybės lygiu įgyvendinamas priemones, nes praktikoje skiriasi jų išteklių ir teisinės bazės, todėl vertinant skatinimo sistemas geriau šiuos lygius atskirti. Aišku, egzistuoja ir vidurinės grandys (pavyzdžiui, regionai), kurios kai kuriose šalyse gali turėti savo įrankių, tačiau disertacijos autorius dėl aiškumo išskiria du administracinius lygius – nacionalinį ir savivaldybės. Windisch (2013) pateikia pavyzdį su ekonomiais instrumentais. Nacionaliniu lygiu gali būti įgyvendinta tarša pagrįsta mokesčių ir nuolaidų sistema, regioniniu lygiu – registracijos ir automobilio naudojimo mokesčiai. Tuo tarpu savivaldos lygyje yra įprasta priimti sprendimus, susijusius su eismo organizavimu. Apibendrintai galima teigti, jog atsižvelgiant į skatinimo priemonės pobūdį ir tikslą galima nustatyti tinkamą administracinį lygį, kuriame bus priimami sprendimai, įgyvendinamos priemonės bei kontroliuojamas tų priemonių įgyvendinimas. Tačiau pasaulyje yra praktinių pavyzdžių, kurie būdingi tik tam tikroms šalims. Pavyzdžiui, Norvegija, kurioje pagrindinės skatinimo priemonės yra įgyvendinamos nacionalinės ir regiono valdžios lygyje (Hall et al. 2017). Mersky et al. (2016) teigia, kad nors dauguma Europos valstybių siūlo paskatas, kurių administracinis lygis yra nuo nacionalinio iki regioninio ar savivaldybės, Norvegija yra unikali tuo, kad ji pritaikė vienodą politiką visai šaliai, kuri apima pagrindinių paskatų privalumų kategorijas: infrastruktūros naudojimo kainodara, prieiga prie infrastruktūros, pardavimo kainodara, automobilių

stovėjimo aikštelių ir įkrovimo stotelių prieigos sistema. Vienintelė privalumų kategorija, kuri neapima nacionaliniu mastu, yra kuro kainų privalumai elektromobilių savininkams. Šis privalumas siūlomas regioniniu lygiu.

Daugeliu atveju nacionalinės valdžios ir savivaldybės įgyvendinamos priemonės skiriasi dėl skirtingų skatinimo politikos krypčių, kurias sąlygoja skatinimo sistemos mastelis. Hanley (2011) teigimu, mažesnio mastelio skatinimo mechanizmų schema geriausiai veikia, kai jos susikoncentruoja į konkretaus maršruto simuliaciją, tokias kaip traukinių stotys, autobusų stotys, oro uostai ar „statyk ir važiuok“ (angl. „park-and-ride“) aikštelės, kur elektromobiliai gali būti palikti įkrauti kelias valandas. Tačiau ne tik mastelis skiria savivaldybės ir nacionalinį lygį. Veiksmų spektras priklauso nuo kiekvienos vietovės fizinio ir politinio konteksto. Pavyzdžiui, nelygus Norvegijos reljefas suteikia galimybę populiariausią tunelį apmokestinti ir atleisti elektromobilius nuo šių mokesčių. Tuo tarpu Shanghai transporto priemonių kvotų sistema leidžia suteikti lengvatinę registraciją elektromobiliams (Hall et al. 2017). Taip pat svarbu esama transporto infrastruktūra ir ryšys su transporto sistema. Pavyzdžiui, Norvegijoje elektromobilių savininkai moka mažesnes rinkliavas naudodamiesi keltais (Hardman, 2017). 2015 metais Vašingtono valstija parengė strategiją, skirtą užtikrinti elektrinių transporto priemonių naudojimą ir plėtrą, kuria remiantis numatyta galimybė mažinti keltų naudojimosi mokesčių netaršiams automobiliams (Buell, 2015). 12 lentelėje pateikia dažniausiai sutinkamų iniciatyvų apibendrinimą, kuriame užfiksuoti esminiai skirtingų administracinių lygių skatinimo politikos krypčių ir priemonių pavyzdžiai.

**12 lentelė.** Dažniausiai sutinkami elektromobilių naudojimo skatinimo politikos ir priemonių įgyvendinimo administraciniai lygiai (sudaryta autoriaus)

Administracinis lygis	Elektromobilių naudojimo skatinimo sistemos struktūra	
	Skatinimo politikos kryptys	Skatinimo priemonių pavyzdžiai
Nacionalinė valdžia	Nacionalinių tikslų nustatymas Standartizacija Reguliavimas Įkrovimo infrastruktūros plėtra Finansinės iniciatyvos Marketingas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PVM mokesčio lengvata</li> <li>• Tiesioginės subsidijos transporto priemonių savininkams</li> <li>• Mokesčių kreditas</li> <li>• Finansinė parama automobilių gamintojams</li> <li>• Energijos apmokestinimo paskatos</li> <li>• Automobilio registravimo mokesčio lengvatos</li> <li>• Automobilių metinių mokesčių lengvatos</li> <li>• Viešosios įkrovimo infrastruktūros iniciatyvos</li> <li>• Įkrovimo infrastruktūros reguliavimas</li> <li>• Kuro reguliavimo iniciatyvos</li> <li>• Žalieji viešieji pirkimai</li> <li>• Reikalavimai naujoms statyboms</li> <li>• MTTP stimuliuojimas</li> <li>• Pardavimų mandatai</li> </ul>



		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Viešinimo kampanijos</li> </ul>
Savivaldybė	Lokalių tikslų nustatymas Marketingas Priemonės, susijusios su parkavimu Eismo reguliavimo priemonės Patekimo į tam tikras miesto vietas ribojimas Automobilių parko atnaujinimas Viešojo ir privataus sektorių partnerystė Įkrovimo infrastruktūros plėtra Finansinės iniciatyvos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Įkrovimo infrastruktūros namų ūkiuose iniciatyvos</li> <li>• Įkrovimo infrastruktūros įmonėse iniciatyvos</li> <li>• Viešosios įkrovimo infrastruktūros iniciatyvos</li> <li>• Įkrovimo infrastruktūros reguliavimas</li> <li>• Reikalavimai naujoms statyboms</li> <li>• Automobilių parko testai ir demonstracinės programos</li> <li>• Priemonės, susijusios su parkavimu</li> <li>• Leidimas naudotis autobusų juostomis</li> <li>• Kelių apmokestinimo priemonės</li> <li>• Spūsčių mokesčiai</li> <li>• Mažų emisijų zonų iniciatyvos</li> <li>• Viešinimo kampanijos</li> <li>• Konsultavimas</li> </ul>

Tikslinga paminėti ir keletą tikėtinų rizikų. Pavyzdžiui, jeigu elektromobiliai yra atleidžiami nuo kelių mokesčių, jiems suteikiamas nemokamas parkavimas ir gali naudotis autobusų juostomis, tai gali stipriai paskatinti elektromobilių vartojimą. Windisch (2013) atkreipia dėmesį, kad priemonės veikia tvariai iki tol, kol pasiekiamas aukštas koncentracijos lygis. Pasak Sunnerstedt (2009), Geteborgo patirtis rodo, kad skatinimo politika gali turėti rimtų šalutinių padarinių. Nemokamos automobilių stovėjimo aikštelės visiems ekologiškų automobilių vairuotojams siūlymas skatina vairavimą ir gali sukelti „perėjimą“ nuo viešojo transporto prie privačių transporto priemonių. Nepaisant netaršių automobilių privalumų ir skatinimo priemonių, kurios stimuliuoja tokių automobilių naudojimo plėtrą, reikia atsižvelgti į galimus trūkumus, susijusius su priemonių įvedimu. Problemos identifikavimas susijęs su priemonių diegimu turi būti minimizuotas ir galiausiai užtikrintas sėkmingu rezultatu (Perdiguero ir Jiménez, 2012). Tačiau, kaip pabrėžia Kampman et al. (2011), iki šiol dar neišnaudotas visas elektromobilių skatinimo potencialas. Netolimos ateities skatinimo kryptys gali būti nukreiptos į specifines ir sparčiai augančias rinkas: pristatymo paslaugos, viešasis transportas, stovėjimo aikštelės ar taksi paslaugos.

### 2.2.1. Nacionaliniu lygiu įgyvendinamos skatinimo priemonės

Tikriausiai niekas neabejoja, kad nacionalinė valdžia turi reikšmingą įtaką elektromobilių skvarbai šalies automobilių rinkoje. Nacionalinės ir internacionalinės politikos struktūra, kuria siekiame paskatinti netaršių automobilių naudojimą, puikiai tinka siekti didžiulio progreso. Pasak Hanley (2011), dauguma jo nagrinėtų atvejų atspindi realybę, kad pirminėje elektromobilių naudojimo plėtros stadijoje didelę svarbą turi nacionalinės pradinio finansavimo fondai (angl. *kick-start funding*). Pagrindiniai instrumentai yra standartizavimas, užtikrinantis elektromobilių sąveiką šalyje ir už jos ribų, plėtros tikslų formulavimas, finansinės iniciatyvos, reglamentai (įskaitant statybą reglamentuojančius įstatymus) ir leidimai (IEA/OECD, 2017). Finansavimo mechanizmų, kuriais tiesiogiai ar netiesiogiai duodami pinigai



elektromobilių pirkėjams ir naudotojams, alternatyva yra apmokestinti dyzelinius ir benzininius automobilius, kad ilgainiui jie taptų nepopuliarūs. Pavyzdžiui, Norvegija yra įvedusi santykinai didelius automobilių su vidaus degimo varikliais mokesčius (Mock ir Yang, 2014). Nacionalinės valdžios mokesčių sistema, paremta principu „teršėjas moka“ (angl. *polluter-pay*), dideliais mokesčiais apmokestina stipriai teršiančias transporto priemones, o netaršius automobilius nuo mokesčio atleidžia. Su fiskalinėmis priemonėmis suderintos kitos priemonės, padedančios Norvegijos miestams pirmauti elektromobilių naudojimo plėtros aspektu: maži metiniai kelių mokesčiai, netaikomi degalų mokesčiai, nėra pirkimo ar importo mokesčių, nemokamos elektromobilių stovėjimo aikštelės, leidimas naudotis autobusų linijomis, nemokamas įkrovimas, platus viešųjų mokesčių rinkimo tinklas, atleidimas nuo kelių ir tunelių rinkliavų (Hall et al. 2017). Be to, Norvegija turi nuoseklios ir ilgalaikės paramos elektromobiliams teikimo patirtį, kuri leido rinkai subręsti ir padidinti elektra varomų transporto priemonių matomumą, kaip reikšmingą faktorių skleidžiant naujas technologijas (Eppstein et al., 2011). Elektriniai automobiliai yra sparčiai besivystanti technologija, nacionalinės valdžios gali aktyviai dirbti su automobilių gamintojais padedant kurti produktus ir investuojant į mokslinius tyrimus ir technologinę plėtrą. Kai kurios šalys, tokios kaip Vokietija ir Kinija, yra nustačiusios konkrečias teritorijas kaip elektra varomų transporto priemonių bandomąsias (angl. *pilot*) erdves ar pavyzdinius regionus, kuriuose išbandomi integravimo projektai, naujos įkrovimo infrastruktūros technologijos ir dirbama su vartotojų informavimu. Taip kuriama geroji praktika, kuri diegiama kitose teritorijose (Hall et al. 2017). Mersky et al. (2016) pateikia Norvegijos pavyzdį, kur pirmojoje elektromobilių naudojimo stadijoje pasiūlė priemones, skatinančias komercializavimą. Ir dar nuo 1990 iki 1999 metų buvo pradėtos įgyvendinti priemonės: transporto priemonių mokesčių lengvatos, rinkliavų lengvatos ir nemokamas stovėjimas tam tikroms savivaldybėms priklausančiose vietose. Dauguma įgyvendintų priemonių orientuotos į vartotojus, tačiau Mock ir Yang (2014) pabrėžia, kad kitos svarbios paskatos yra tos, kurios labiau orientuotos į transporto priemonių gamintojus, pavyzdžiui, mokslinių tyrimų ir technologinės plėtros finansavimą. Šioje srityje universitetai gali suvaidinti svarbią rolę ne tik plėtojant elektra varomų transporto priemonių technologijas, bet ir tiriant vartotojų ir vairuotojų elgesį, preferencijas bei lūkesčius. Sparčiai augančioje transporto priemonių tinklo integravimo srityje elektros tiekėjai pradėjo investuoti į mokslinius tyrimus ir bandymus, kurie susiję su naują įkrovimo infrastruktūra, jos poveikiu ir ypač pokyčius sumanau įkrovimo srityje. Hall et al. (2017) pritaria, jog vieni iš augimo veiksnių yra moksliniai tyrimai ir vartotojus įtraukiančios kampanijos, kurios sudomina suinteresuotas šalis ir skatina supratimą ir žinias apie elektrinių transporto priemonių pokyčius ir *naudojimo* ypatybes. Tiek viešosios įstaigos, tiek privatus sektorius gali nusistatyti konkrečius elektromobilių plėtros tikslus (IEA/OECD, 2017). Hall et al. (2017) pateikia pavyzdį apie Kiniją, kurios nacionalinė valdžia 2015 metais nustatė tikslus turėti bent vieną įkrovimo stotį 2000 elektromobilių ir iki 2020 metų pasiekti tokią infrastruktūrą, kuri aptarnautų 5 milijonus tokių transporto priemonių. Nacionalinės valdžios taip pat gali užduoti aiškius signalus rinkai, kad ateityje reikės daugiau elektromobilių. Pavyzdžiui, kuriant naujus transporto priemonių parkus arba atnaujinant esamus, nustatyti tikslą, kiek

procentų viso transporto priemonių parko turėtų sudaryti netaisus transportas, ir šio tikslo siekti viešuosiuose pirkimuose. Be abejo, ir savivaldybės čia turi svarbią rolę, nustatydamos poreikį savivaldos transportui: viešajam transportui, aptarnaujančiajam transportui, pavyzdžiui, šiukšliavežėms (IEA/OECD, 2017). Žaliųjų viešųjų pirkimų politika ir praktika taikoma toms technologijoms, kurios buvo išbandytos bei pasirengusios rinkai, tačiau kurios šiuo metu nėra komerciškai perspektyvios įsiliėti į rinką. Xylia ir Silveira (2017) pateikia praktinį pavyzdį, kaip žalieji viešieji pirkimai pastaraisiais metais pastebimai išaugino atsinaujinančio kuro naudojimą viešajame transporte: 2014 metais Švedijoje viešojo transporto priemonės beveik 58 proc. viso kelio nuvažiavo su neiškastiniu kuru, lyginant su 2007 metais, kai su šiuo kuru buvo nuvažiuojama tik 8 proc. Toliau detaliai aptarsime tris pagrindinius blokus, kurie siejasi su nacionaline valdžia: įkrovimo infrastruktūra, finansinės priemonės ir reguliavimas.

**Įkrovimo infrastruktūra.** Gao et al. (2015) teigia, kad nacionalinės valdžios turi svarbią rolę, bendradarbiaudamos su automobilių ir komunalinių paslaugų bendrovėmis bei kitais infrastruktūros teikėjais ir nustatydamos nacionalinius standartų rinkinius įkrovimo stotims ir jų plėtrai. Techninės normos turi būti sukurtos siekiant užtikrinti, kad elektromobiliai galėtų lengvai įsijungti į energijos tinklą norint įkrauti energijos kaupimo sistemą. Kad būtų išvengta technologinių salų ir būtų pasiekta masto ekonomija, reiktų siekti pasaulinių susitarimų dėl standartų (Leviakangas et al., 2014). Be to, galimas bendradarbiavimas ir tarp šalių. Kaip pavyzdį Gao et al. (2015) pateikia 2014 metais paskelbtą Kinijos ir Vokietijos standartizavimo iniciatyvą pavadinimu „*Electric Vehicle Charging Project*“. Šia iniciatyva dvi šalys kartu rengia technologinius sprendimus, diegimo procedūras, ieško veiksmingų verslo modelių įkrovimo infrastruktūros plėtrai privačiose ir viešosiose erdvėse. Svarbus šio projekto elementas yra suvienodinti įkrovimo standartus, taigi importuoti elektromobiliai iš bet kurios šalies galės naudoti infrastruktūrą kitoje šalyje. Tokie šalių veiksmai stipriai paskatina investicijas į įkrovimo infrastruktūrą. Įkrovimo infrastruktūros prieinamumas ir sąveika bei mokėjimo būdai yra pagrindiniai plėtros veiksniai, leidžiantys vartotojams naudotis elektromobiliais skirtingose jurisdikcijose (IEA/OEC, 2017). Valdžia gali teikti paramą vystytojams, savininkams, valdytojams ir vartotojams siekiant bendrai paspartinti elektromobilių įkrovimo infrastruktūros plėtrą (Mock ir Yang, 2014). Jungtinėje Karalystėje asmenys gauna beveik 600 Eur elektromobilio įkroviklio montavimui namuose, įmonėms suteikiama apie 350 Eur subsidija vienam įkrovimo taškui, kuris naudojamas įmonės arba darbuotojų nuosaviems automobiliams įkrauti. Kinijoje centrinė valdžia savivaldos lygiu subsidijomis remia įkrovimo stočių įrengimą (IEA/OEC, 2017). Šalies mastu toks koordinavimas labai svarbus, taip užtikrinamas elektromobilių įkrovimas nepriklausomai nuo transporto priemonės modelio. Pavyzdžiui, elektromobilių pardavimai Norvegijoje stipriai pašoko 2010 metais, kai valdžia pradėjo elektromobilių įkrovimo programą (Mersky et al., 2016). Tačiau sėkmingai infrastruktūros plėtrai būtinas planavimas. Konkrečių tikslų nustatymas padeda pagreitinoti politinius veiksmus. Štai keletas pavyzdžių: Kinija nusprendė iki 2020 m. įrengti 0,5 milijono lėto įkrovimo stočių ir 850 tarpmiestinių

greito įkrovimo stotelių, 2016 metais Pietų Korėja atnaujino savo buvusį tikslą ir, siekdama didžiąją šalies dalį padaryti prieinamą elektrinėms transporto priemonėms, šalyje nusprendė įrengti nuo 1400 iki 3000 viešai prieinamų greito įkrovimo taškų (IEA/OEC, 2017).

**Finansinės priemonės.** Finansinės paskatos yra svarbus varomasis variklis netaršių automobilių pardavimams ir jos yra naudojamoms kiekvienoje pagrindinėje elektromobilių rinkoje (Yang et al., 2016). Pasak Mock ir Yang (2014), analizuojant skatinimo priemonių lygį ir elektromobilių rinkos dinamiką, galima daryti prielaidą, jog tarp jų yra ryšys. Akivaizdūs pavydžiai yra Norvegija ir Nyderlandai, kur aukštos fiskalinės iniciatyvos sukuria pakankamą bendrą vertę vartotojams ir tai lemia elektromobilių rinkos augimo tempą. Tačiau tyrimų rezultatai rodo, kad fiskalinės paskatos nėra vienintelis veiksnys, turintis įtakos šiandieniniam elektromobilių vartotojų skaičiui augti. Pavyzdžiui, nepaisant santykinai aukšto fiskalinių paskatų lygio, esama elektromobilių skvarba Jungtinėje Karalystėje palyginti maža palyginti su kitomis šalimis lyderėmis šioje srityje (Mock ir Yang, 2014). Yra keletas būdų, kaip valdžia finansiškai skatina elektrines transporto priemones. Jungtinėse Valstijose siūlomas beveik 7000 Eur dydžio mokesčio kreditas elektrinei transporto priemonei įsigyti, kuris vartotojus pasiekia mokestinių metų pabaigoje. Tačiau ne visiems vartotojams patinka laukti. Gallagher ir Muehlegger (2011) atlikę tyrimą nustatė, kad palankiau vertinamas atleidimas nuo pirkimo mokesčių, kuris taikomas iškart pirkimo metu, kitaip nei pajamų mokesčio kreditas, kurį vartotojas turi suprasti, papildomai kreiptis ir susieti kaip mokesčių susigrąžinimą. Įprastai pirkimo mokestis būna mažesnis. Tačiau tyrimas parodė, kad pirkimo mokesčio lengvatos, kuri sudaro 970 Eur, vertę vartotojai prilygina 1800 Eur pajamų mokesčio kredito vertei. Dažnai sutinkama, kad šalys, tokios kaip Švedija ir Japonija, siūlo išankstines nuolaidas, kurios sumažina elektromobilių įsigijimų kainą. Tai, ko gero, aiškiausias ir priimtinausias būdas iš vartotojų pozicijos. Tačiau nebūtinai pigiausias iš valdžios pusės (Hall et al. 2017). Kai kuriose rinkose vartotojas apmokestinamas metiniu automobilio nuosavybės mokesčiu ir tuo pačiu elektromobiliams suteikiama mokesčių lengvata. Pavyzdžiui, Vokietijoje metinis mokestis yra skaičiuojamas atsižvelgiant į transporto priemonės išmetamo CO<sub>2</sub> kiekį ir variklio galingumą. Elektromobiliai yra atleidžiami nuo šio mokesčio dešimties metų terminui skaičiuojant nuo pirmos registracijos (Mock ir Yang, 2014). Kinija siūlo patrauklią vienkartinę finansinę paskatą, kuri tiesiogiai skatina pirkti elektromobilius. Kombinuota nacionalinės ir vietinės subsidijų vertė sudaro apie 15000 Eur, o šią priemonę papildo atleidimas nuo pardavimo mokesčio (Gao et al., 2015). Nyderlandai taiko stiprias nacionalines subsidijas, kurios susietos su papildomomis regioninėmis priemonėmis tam tikrose vietovėse (Hall et al., 2017). Siekdama padėti vietiniams gamintojams, Kinija suteikia elektromobilio pirkimo subsidijas tik šioje šalyje pagamintoms transporto priemonėms (Gao et al., 2015). Dažnai sutinkama ir pridėtinės vertės mokesčio lengvata, kuri įprastai skaičiuojama nuo bazinės automobilio kainos. Tačiau atkreiptinas dėmesys, kad šio mokesčio skalė labai skiriasi – nuo 5 proc. Japonijoje ir iki 25 proc. Danijoje, Norvegijoje ar Švedijoje. Kaip kuriose rinkose egzistuoja ir papildomas registracijos mokestis. Pavyzdžiui,

Olandijoje, registracijos mokestis priklauso nuo transporto priemonės išmetamo teršalų kiekio (Mock ir Yang, 2014). 13 lentelėje pateikiamas finansinių ir ekonominių priemonių apibendrinimas, kuri parengė Yang et. al. (2016).

**13 lentelė.** Bendrosios elektromobilių naudojimosi skatinimo priemonių rūšys ir jų įgyvendinimo laikas (Yang et. al, 2016)

Kategorija	Tipas	Vertė vartotojui	Tipinis įgyvendinimo laikas	Šalių pavyzdžiai
Subsidija	Pajamų mokesčio kreditas	Metinių vartotojo mokesčių sumažinimas, pavyzdžiui, nuo 2300 Eur iki 6800 Eur už transporto priemonę	Mokestinių metų pabaiga	JAV
	Elektromobilio pirkimo nuolaida	Čekis, paprastai 900–4500 Eur už transporto priemonę, kuri vyriausybė transporto priemonės vartotojui pateikia per nustatytą laiką	Per kelis mėnesius nuo transporto priemonės įsigijimo	Kalifornija, Prancūzija
Mokesčių sumažinimas	Vienkartinis transporto priemonės mokesčio sumažinimas	Su transporto priemonėmis susijusių mokesčių sumažinimas, kurie gali sudaryti nuo 5 proc. iki 80 proc. pradinės transporto priemonės mažmeninės kainos	Transporto priemonės pirkimo metu	Norvegija, Vašingtonas
	Metinis transporto priemonės mokesčio sumažinimas	Su transporto priemonėmis susijusių mokesčių sumažinimas, paprastai nuo 90 Eur iki 450 Eur už transporto priemonę per metus	Kartą per metus	Vokietija

**Reguliavimas.** Skinner et. al. (2010) teigia, jog geriausias būdas sumažinti šiltnamio efektą sukeliančių dujų išmetimo kiekius yra išmetimo intensyvumo reguliavimas. Tai daryti galima instrumentais, kurie yra valdžios institucijų rankose ir jos taikomos šalies lygiu, atsižvelgiant į strateginius tikslus ir kitas taikomas priemones. Dažniausiai šios priemonės nesudaro papildomų kaštų šalies biudžetui ir gali būti greitai įgyvendinamos. Jų veiksmingumas kyla iš jų teisiškai įpareigojančio pobūdžio, kuris priverčia elektromobilių sistemą tiekiančias suinteresuotąsias šalis teikti produktus, atitinkančius kokybės ir saugos standartus (Windisch, 2013). Pavyzdžiui, IEA/OECD (2016) išskiria tokias reguliavimo priemones: teršalų emisijų reglamentai, degalų taupymo standartai, kreditai. Mock ir Yang (2014) kaip pavyzdį pateikia Europos Sąjungą, kuri nuo 2009 metų pristatė privalomus CO<sub>2</sub> standartus naujiems lengviesiems automobiliams ir šiuo metu CO<sub>2</sub> apmokestinimas yra paplitęs daugelyje Europos Sąjungos šalių. Pagal Yan ir Eskeland (2018), kuro mokesčiai yra

tinkamiausia priemonė, kuri turėtų būti naudojama išmetamųjų teršalų mažinimui. Norvegija CO<sub>2</sub> elementą į degalų mokesčius yra įtraukusi jau nuo 1991 metų. Pagal Hardman (2017), kuro mokesčiai buvo įvesti kaip būdas kovoti su oro tarša ir klimato kaita, skatinant vartotojus pirkti degalus taupančias transporto priemones. Nors tai nėra tiesioginė paskata vartotojams pirkti elektromobilius, tačiau turi stiprų teigiamą poveikį. Daugelyje Europos šalių degalų mokestis sudaro didelę dalį transporto priemonių degalų kainos. Pavyzdžiui, Olandijoje degalų mokestis sudaro 70 proc. 1 litro degalų kainos, Didžiojoje Britanijoje – 65 proc. 1 litro degalų kainos, JAV 10–15 proc. vieno galono degalų kainos. Gallagher ir Muehlegger (2011) teigimu, nepaisant taikomų finansinių priemonių JAV, augimas hibridinių transporto priemonių atžvilgiu priklausė nuo didėjančių kuro kainų ir vartotojų preferencijų. Tai patvirtina ir Chandra et al. (2010) bei Diamond (2009) atlikti tyrimai, kurie parodė, jog augančios kuro kainos yra daug didesnė paskata didinti netaršių automobilių rinkos dalį negu tiesioginės finansinės priemonės mažinančios automobilių kainą vartotojams, kurios nors ir turi įtaką, tačiau yra per brangios, kad būtų perspektyvios. Tai rodo, kad valdžios politika, kuri didina kuro kainą, gali stimuliuoti elektrinių transporto priemonių vartojimą. Viena iš veiksmingesnių reguliavimo priemonių yra pardavimo mandatai (angl. *sales mandate*) ir vyriausybės kvotos. Kalifornijos netaršių automobilių mandatai (*ZEV mandates*) yra pastebimas šios politikos pavyzdys, kuris dabar jau sutinkamas Kanadoje ir Kinijoje (Hall et al., 2017). „*ZEV mandates*“ yra reguliavimo priemonė automobilių gamintojams, skatinanti parduoti tam tikrą kiekį itin mažai teršalų išmetančių arba nulinės emisijos transporto priemonių (IEA/OECD, 2017). Ir ši priemonė turi ilgalaikę ir nuoseklią perspektyvą. 2018 metais Kalifornijoje reikalavimas elektromobiliams sudarė 4,5 proc. pardavimų, o iki 2025 metų išaugs iki 22 proc. (Mak, 2017).

### **2.2.2. Savivaldybės lygiu įgyvendinamos priemonės**

Nacionaliniu lygiu valdžia gali pasirinkti konkretų priemonių rinkinį, atsižvelgdama į esamą sistemą, poreikius ir finansines galimybes, kurios priklauso nuo konkrečios šalies specifinių charakteristikų, įskaitant geografinę ir ekonominę situaciją (Windisch, 2013). Tačiau savivaldybės yra arčiau vartotojų. Todėl savivaldybės iniciatyvos, kurios skatina elektromobilius, gali suteikti papildomų paskatų ne tik individualiems vartotojams, bet ir įmonėms, organizacijoms (Kampman et al., 2011). Prieš priemonių paplitimą nacionaliniu ar visuotiniu mastu miestai galėtų apsiimti lyderio rolės, taip plėtodami bei bandydami inovatyvius skatinimo politikos veiksmus. Tai patvirtina ir šis iškalbingas faktas: beveik trečdalis 2015 metais viso pasaulio elektromobilių pardavimų įvyko 14-oje miestų (Hall et al. 2017). Oro kokybės klausimas yra pagrindė varomoji jėga miestams stimuliuoti elektromobilių naudojimą. Nenuostabu, kad miestai, kaip urbanizacijos centrai, dažnai pasiekia elektromobilių santykinai didesnę rinkos dalį lyginant su šalių vidurkiais (IEA/OECD, 2017). 2015 metais tik 0,8 proc. naujų automobilių, parduotų pasaulio mastu, sudarė elektromobiliai. Palyginimui, pagrindiniai lyderiaujantys miestai, kuriuose tarp naujų keleivinių transporto priemonių išigijama daugiausiai elektromobilių yra Oslas (27 proc.), Utrechtas (15 proc.), Šanchajus (11 proc.), Šendženas (10 proc.), Amsterdamas (10 proc.) ir San Chozė (9,4 proc.). Tačiau pagal

bendrus skaičius 2015 metais pirmavo Šanchajus, Los Angelas ir Pekinas, kuriuose buvo nuo 18000 iki 42000 naujų elektromobilių registracijų (Hall et al. 2017). Kad politikos paketas būtų efektyvus, visos priemonės turėtų būti apjungtos subalansuotai: nustatytos skatinimo sistemos sąlygos, tinklo valdymas, ryšių ir informacijos sklaida, transporto parko įsigijimas, ekonominės paskatos, multimodalinio transporto rėmimo politika (Windisch, 2013). Be to, reikia nepamiršti, kad miestai nėra uždara sistema. Hanley (2011) pažymi, jog daugumos schemų įgyvendinimui labai svarbus bendradarbiavimas su kaimyninėmis vietovėmis dėl populiarių regioninių maršrutų, kurie gali turėti didesnę poveikį aplinkai negu vietiniai reisai. Visapusiška savivaldybės skatinimo politika gali ženkliai paspartinti elektromobilių plėtrą rinkoje, jeigu bus vertinama emisijos mažinimo kontekste. Dėl to, skatinimo programos turi būti nuolatos vertinamos, kad pavyktų išvengti atoveiksmio efektų (angl. *rebound effects*) (Kampman et al., 2011). Pasak Windisch (2013), nacionaliniu lygiu įgyvendinamos priemonės yra reikšmingas indėlis į elektromobilių plėtrą, tačiau vietos valdžios lygiu nustatytos priemonės turi dar didesnę įtaką. Tik savivaldybė gali žinoti vietinę aplinką, vartotojų lūkesčius, mobilumo poreikius, infrastruktūrinius apribojimus ir transporto problemas. Šios žinios leidžia nustatyti tinkamiausias netaršių automobilių skatinimo priemones, kurios tinkamos vietinėmis sąlygomis bei nepažeidžiančios savivaldybių biudžetų tvarumo. Kampman et al. (2011) pabrėžia, kad skatinimo priemonės sudaro kaštus, kitaip tariant, tai kainuoja miestui ar valstybei. Ir kuo daugiau elektrinių automobilių rinkoje, tuo brangiau kainuoja įgyvendinti skatinimo priemones. Siekiant taupyti kaštus, skatinimo politika negali egzistuoti neribotą laiką ir turi būti numatyta priemonių įgyvendinimo pabaiga. Kitas būdas didinti netaršių transporto priemonių skaičių ir jų matomumą mieste yra viešojo transporto parko elektrifikacija. Elektriniai autobusų populiarumas auga kiekvienais metais dėl jų aiškių privalumų – elektrobusesi gali reikšmingai sumažinti triukšmą ir vietinę taršą. Be to, nuo tada kai patobulėjo baterijų technologija, autobusų baterijos gali būti įkraunamos iki 6000 kartų ir tai reiškia, kad autobusais gali būti eksploatuojami 16 metų – iki tol, kol reikės pakeisti bateriją (Adheesh et al., 2016). Savivaldybės lygyje elektromobilių naudojimas įmonėse yra daug jautresnis politiniams sprendimams ir labiau priklausomas nuo įkrovimo stočių negu asmeninių automobilių rinka. Tai gali būti dėl taksi parkų ir kitų operatorių, kurių paslaugų teikimą nustato politiniai apribojimai (Mersky et al., 2016). Taksi yra reikšminga daugelio miestų viešojo transporto sudedamoji dalis ir jų darbo ciklai puikiai atitinka elektrinių transporto priemonių specifikaciją. Kai kurie miestai, tokie kaip Amsterdamas, stengiasi elektrifikuoti visą savo miesto taksi parką (Hall et al. 2017). Tolesnėje disertacijos dalyje išskirtos trys sritys, kuriose, remiantis šaltiniais, yra dažniausiai sutinkama savivaldybės rolė: komunikacija, įkrovimo infrastruktūra ir kitos skatinimo priemonės.

**Komunikacija.** Nepaisant elektromobilių pardavimo augimo yra daug kliūčių, kurios neleidžia išnaudoti viso rinkos plėtos potencialo, tarp kurių praktiškai nuvažiuojamas atstumas ir įkrovimo laikas, papildomos išlaidos naujoms technologijoms, vartotojų supratimas apie elektromobilių naudojimo privalumus ir pricinamumą. Paskutinę iš paminėtų galima pavadinti vartotojų sąmoningumu ir ji yra



ypatingai svarbi (Jin ir Slowik, 2017). Siekiant patenkinti realistinius vartotojų lūkesčius ir skatinti elektromobilių vartojimą, reikalingas visuomenės švietimas, kuris padeda suprasti elektromobilių naudas, privalumus (Salisbury, 2011). Viešinimas labai svarbus pirminėje elektromobilių plėtros stadijoje. Šios komunikacijos pastangos apima organizuojamus pristatomuosius renginius, dirbtuves, reklaminės medžiagos sklaidą, vykdomas žiniasklaidos kampanijas ir t. t. (Jin ir Slowik, 2017). Hanley (2011) teigimu, informacijos ir marketingo priemonių naudojimas gali būti efektyvus tik apjungiant elektromobilių naudojimo privalumų ir skatinimo priemonių pristatymą. Cluzel et al. (2013) teigimu, savivaldybė turi išskirtinę rolę įgyvendinant vietines skatinimo priemones komunikuoti per egzistuojančius kanalus su vietiniais gyventojais, bendruomenėmis, nevyriausybinėmis organizacijomis. Be to, savivaldybė gali bendradarbiauti su vietiniu verslu. Palaikanti politikos sistema gali prisidėti prie verslo pasitikėjimo ir galimybių kūrimo, kurios paskatintų investicijas, suteikiančias naudas elektromobiliams. Dar daugiau, priemonės, kurios skatina naudoti elektromobilius, sukeltų naujus vartotojų lūkesčius ar net paskatintų išbandyti netaršius automobilius (Kampman et al., 2011). Miestai susiduria su ribotais ištekliais, todėl bendradarbiaujant su verslu sukuriama sinergija ir dėl to laimi vartotojas. Viešojo ir privataus sektoriaus bendradarbiavimo pavyzdys gali būti Londono atvejis. Šiame mieste pirmas investicijas į įkrovimo taškus atliko miestas, tačiau vėliau įkrovimo sistemą perdavė valdyti privačiai kompanijai, kuri rinkai pateikė daugiau nei 850 įkrovimo stotelių ir per kelerius metus planavo įrengti papildomus 4500 įkrovimo taškus (IEA/OECD, 2017). Tiesioginis elektromobiliui būtinos įrangos diegimas gali būti atliekamas per pirkimų sutartis su įkrovimo įrangos tiekėjais. Tokių tiesioginių investicijų pavyzdys yra Oslas, kurio savivaldybė įrengė du didelius parkavimo garažus, skirtus elektriniam transportui (Hall et al., 2017). Windisch (2013) įsitikinusi, kad savivaldybės lygiu vartotojai galėtų būti supažindinami per bandomuosius projektus (angl. *pilot project*). Tokie projektai populiarūs daugelyje šalių. Dažniausiai šie projektai yra remiami iš viešųjų išteklių, tačiau yra galimybė pritraukti ir privačių partnerių, pavyzdžiui, vietinės įmonės arba automobilių įrangos gamintojai, kurie nori išbandyti kuriamas technologijas. Bandydami ir demonstruodami gerąją praktiką skatinant elektromobilių plėtrą, miestai gali veikti ne tik kaip geri pavyzdžiai kitiems miestams, tačiau kaip puiki mokomoji medžiaga, padedanti pagerinti skatinimo politikos kūrimo proceso ekonominį efektyvumą (IEA/OECD, 2017). Sėkmingai įgyvendinti bandomieji projektai gali įtraukti didelį skaičių suinteresuotų šalių, o holistinis požiūris sukuria didžiausias naudas vartotojui. Bendradarbiavimas su verslu ir skatinimo priemonių orientavimas į privačias kompanijas turi dar vieną teigiamą aspektą. Politikos, kurios skatina įmones naudoti elektra varomus automobilius, ženkliai pakeičia tokių automobilių naudojimo skaičius mieste dėl didelio įmonių automobilių parko (Kampman et al. (2011). Dauguma miestų Kinijoje siūlo papildomas vartotojų fiskalines nuolaidas ir kitus veiksmus, skirtus elektra varomiems privatiems automobiliams, taip pat ir autobusams. Nuo 2009 iki 2012 metų programa „Ten Cities, Thousand Vehicle“ buvo išplėsta 25 miestuose, o bandomųjų miestų programos augo savarankiškai toliau. Šie bandomieji miestai investavo į įkrovimo infrastruktūros plėtrą ir naudojo kitas



skatinimo priemonės siekiu padidinti elektromobilių pritaikomumą ir populiarumą (Wang ir Liu, 2015).

**Įkrovimo infrastruktūra.** Valdžios dažnai susiduria su „vištos ir kiaušinio“ klausimu: be išplėtos įkrovimo stotelių sistemos vairuotojai nenori įsigyti netaršių transporto priemonių, tačiau sunku tikėtis, kad bus įrengiama pakankama infrastruktūra, kol dauguma gyventojų nesinaudoja netaršiomis transporto priemonėmis (Stevens ir Schieb, 2013). Perdiguero ir Jiménez (2012) bei Sunnerstedt (2009) priėjo prie išvados, kad platus įkrovimo tinklas ir jo nuolatinis vystymas yra būtina sąlyga elektromobilių naudojimo plėtrai. Be to, svarbus ne tik tinklo pasiūlos vystymas, tačiau ir jo priežiūra bei gedimų šalinimas tinkle. Vietinės elektromobilių įkrovimo stočių sistemos diegimas yra išskirtinai savivaldybės rūpestis, kuris gali būti vystomas pasitelkiant fondus bei įtraukiant privačius investuotojus (Windisch, 2013). Siekdamas elektromobilių naudojimo plėtros, savivaldybės privalo orientuotis į įkrovimo infrastruktūros plėtrą namuose, darbovietėse ir viešosiose erdvėse (IEA/OECD, 2016). Kiekviena iš šių trijų įkrovimo vietų yra susijusi su skirtingais politikos būdais ir iššūkiais. Dauguma ekspertų sutinka, kad būtent namų įkrovimo infrastruktūra yra vienas iš esminių faktorių skatinant elektromobilių pardavimo plėtrą, ypač tiems, kurie pirmieji pradeda naudoti elektromobilius jų pirminėje plėtros stadijoje. Pavyzdžiui, Londonas pirmiausiai orientavosi paskatinti namų įkrovimo instaliacijas, tuomet į darbo įkrovimo stotis ir galiausiai didžiausią dėmesį skyrė įkrovimo stotims viešosiose erdvėse (Salisbury, 2011). Kitas pavyzdys Paryžiuje, kur savivaldybė ne tik suteikė papildomas nemokamo parkavimo privalumus ir numatė specialias parkavimo vietas, tačiau ir suteikė galimybę visiems elektra varomiems automobiliams naudotis elektrinių automobilių dalinimosi programos įkrovimo taškais (Hall et al., 2017). Atsižvelgiant į automobilio baterijos tipą ir norimą įkrovimo greitį, elektromobilio savininkams gali tekti atnaujinti namų ūkio elektros sistemą, kad galėtų įkrauti automobilį per naktį, o dieną juo naudotis. Ši situacija sudaro investicinius kaštus bei gali būti susijusi su informacijos stygiumi, kuris gali būti kliūtis automobilio įsigijimui. Savivaldybė gali taikyti nuolaidas ar dotacijas namų įkrovimo įrangai pirkti ar įrengti. Nuolaidos gali būti teikiamos ir įrangos įsigijimo metu, taip pat gali būti suteikiama nuolaida komunaliniams mokesčiams už elektrą (Windisch, 2013). Utrechto savivaldybė rinkai pasiūlė 500 EUR subsidiją privačiam įkrovimo taškui ir 1500 EUR pusiau viešai įkrovimo infrastruktūrai (Hall et al., 2017). Yra ir kitokių pavyzdžių. Amsterdamas priėmė vieną iš įdomesnių politikos strategijų įkrovimo taškų plėtrai, kuria taikomi zonavimo veiksmai, taikant paklausa pagrįstą metodą. Šis būdas apima viešosios įkrovimo infrastruktūros diegimą tik nustatant vartotojo poreikius. Piliečiai, pirkdami elektromobilį, savivaldybėje gali užregistruoti prašymą dėl poreikio įrengti įkrovimo tašką šalia jų namų. Savivaldybė tokią infrastruktūrą įrengia tuomet, jeigu nebūna privačių arba alternatyvių sprendimų už gatvės ribų (IEA/OECD, 2017). Rushlow et al. (2015) ištyrė, kad potencialiems elektrinių transporto priemonių vartotojams yra 20 kartų didesnė tikimybė pirkti elektromobilį, jeigu jie turi prieigą prie įkrovimo stotelės savo darbo vietoje. Mersky et al. (2016) ištyrė, kad savivaldybės lygiu elektromobilių naudojimas santykinai priklauso nuo vidutinių namų ūkio pajamų, tuo

tarpu įmonių automobilių naudojimas koreliuoja su įkrovimo stočių skaičiais. Kalbant apie įkrovimo stočių įrengimą viešosiose erdvėse, labai svarbūs yra įrengimo kaštai, o tiksliau kam jie atitenka. Be to, savivaldybės ir jos partneriai turi apsispręsti, kaip bus mokama už automobilių įkrovimą. Galimos kelios parinktys: nuo nemokamo ir nereguliuojamo įkrovimo (tai gali turėti didelę įtaką netaršių automobilių pardavimams), kai kaštus prisiima savivaldybė, iki to, kad kaštus prisiima šalia įkrovimo punkto esančios verslo įmonės per komunalinius mokesčius. Be to, gali būti mokama ne už įkrovimą, o už parkavimo vietą, tokiu būdu sumažinant įkrovimo kaštus (Salisbury, 2011). Bet kuriuo atveju, turi būti supaprastintos administracinės procedūros įkrovimo taškų plėtrai, įskaitant ir įkrovimo taškus namuose ir viešosiose erdvėse (Windisch, 2013). Nepaisant to, kad yra sudėtinga nustatyti aiškų poreikį daugiabučių namų kiemuose, visgi savivaldybių orientavimasis į reikiamos infrastruktūros įrengimą tokių namų kiemuose yra logiškas (Salisbury, 2011). Juo labiau, kad tai galima įgyvendinti ir be papildomų viešųjų finansų. Dažniausiai savivaldos lygyje galime nustatyti papildomus reikalavimus, susietus su nekilnojamo turto plėtra. Pasak Cluzel et al. (2013), įpareigoti nekilnojamo turto vystytojus diegti krovimo taškus elektromobiliams naujuose pastatuose yra labiausiai viešuosius finansus taupantis būdas, galimybė didinti netaršių transporto priemonių naudojimo patrauklumą darbo vietose ir gyvenamosiose teritorijose. Su tuo sutinka ir Hanley (2011), kurio nuomone toks taisyklių nustatymas beveik nesukuria papildomų kaštų vietos valdžiai, o sąnaudos tenka nekilnojamo turto vystytojams. Natūralu, kad šie kaštai ateityje bus įskaičiuoti į parduodamo būsto kainą. Štai keletas pavyzdžių. Vankuverio miesto taryba priėmė sprendimą keisti statybos reglamentavimą, pagal kurį kiekvienas naujas individualus namas turi galimybę įsirengti įkrovimo infrastruktūrą, o 20 proc. daugiabučių parkavimo vietų turi būti pritaikytos elektromobilių įkrovimui. San Franciske priimtas nutarimas, kuriuo įpareigojama naujai statomų pastatų 10 proc. parkavimo zonos įrengti antro lygio įkroviklius, taip pat numatyti dar 10 proc. vietos papildomam įkroviklių įrengimui ateityje (IEA/OECD, 2017).

**Kitos priemonės.** Reguliavimo instrumentai, tokie kaip degalų taupymo standartai (angl. *fuel economy standards*) ir paskatos pirkti elektromobilius, gali būti sistemingai sukurti vyriausybės nacionaliniu lygiu, tuo tarpu cirkuliacijos paskatos ir skatinimo priemonės, susijusios su eismo reguliavimu dažniau priimami vietos lygiu. Ši situacija atspindi kompetencijų pasiskirstymą pagal apmokestinimo priemones, kurios dažnai priklauso nuo centrinės valdžios. Suderintų reguliavimo priemonių privalumai ir poreikis veikti savivaldybės lygiu susijęs su kelių tinklo naudojimu (IEA/OECD, 2016). Savivaldybės turėtų skatinti elektromobilių naudojimą sukurdamas vartotojams suprantamą vertę nefinansiniais privalumais, pavyzdžiui, parkavimas su nuolaida ar naudojimasis keliais (Cluzel et. al, 2013). Nutarimai dėl parkavimo ir zonavimo veiksmai yra instrumentai, kurie turi griežtus ryšius su miesto urbanistiniais tinklais. Savivaldybės institucijos priimdamos sprendimus vadovaujasi planais, kurie nustato kaip galima naudotis šiais tinklais ir juos vystyti (IEA/OECD, 2017). Tokios priemonės kaip lengvatiniai mokesčiai (pavyzdžiui, viešosioms automobilių stovėjimo aikštelėms ar spūsčių apmokestinimo zonoms) ir lengvatinės

prieigos teisės yra priimtinos politiškai ir nesudėtingai įgyvendinamos. Įprasta, kad tokios priemonės nustatomas savivaldybės lygiu, nes savivaldybės geriausiai gali nustatyti kokių mastu priemonės reikia įgyvendinti atsižvelgiant į eismo intensyvumą ir stovėjimo aikštelių kiekį (Windisch, 2013). Tai patvirtina ir Kampman et al. (2011), kurių nuomone tokių priemonių kaip atleidimas nuo miesto kelių mokesčio ar parkavimo lengvatos, kurios taip pat gali būti reikšmingas elektromobilių naudojimo plėtrai, dažniausiai įgyvendinimas savivaldybės lygiu. Litman (2016) atlikta analizė rodo, kad parkavimo apmokestinimas yra antras pagal efektyvumą spūsčių mažinimo strategijos elementas, kuris yra mažiau efektyvus nei spūsčių mokestis ir labiau efektyvus už degalų ar taršos mokesčius. Parkavimo apmokestinimas, kuris yra politiškai priimtinas daugelyje valstybių, lengvai administruojamas ir gali būti įgyvendintas laipsniškai, taip pat turi daugiau privalumų negu kelių kainų nustatymas pagal laiką ir vietą, kurio įgyvendinimas daugiau kainuoja bei reikalinga papildoma infrastruktūra. Kita elektromobilių naudojimą skatinanti kryptis gali būti leidimas važiuoti didelio automobilių pralaidumo juostomis, autobusų ar tranzito juostomis. Pagal Tal ir Nicholas (2014), didelio automobilių pralaidumo juostos yra svarbi nefinansinė skatinimo priemonė. Hardman (2017) pažymi, kad visgi siekiant neapkrauti tokių juostų, jomis galėtų naudotis tik transporto priemonės su dviem ar daugiau keleivių, taip pat turėtų būti nustatytas važiavimo šiomis juostomis laikas. Tal ir Nicholas (2014) pateikia Kalifornijos pavyzdį, didelio automobilių pralaidumo juostomis galima važiuoti įsigijus specialius prieigos leidimus: tam tikrus lipdukus gali įsigyti neribotas skaičius mažai teršalų išmetančių transporto priemonių. Pagal Van der Steen et al. (2015), Kalifornijoje atlikto tyrimo metu nustatyta, jog net 59 proc. respondentų prieiga prie *tokių* juostų buvo ypatingai svarbus veiksnys, lėmęs apsisprendimą pirkti elektromobilį. Bjerkan et al. (2016) pastebi, kad prieiga prie autobusų juostos yra vyriausybei nekainuojanti paskata, kuri gali būti taikoma kaip rinkodaros priemonė mažesniuose ir vidutinio dydžio miestuose iki tol, kol elektromobilių skaičius pasieks tokį lygį, kai jis taps rimta kliūtimi viešajam transportui. Žemiau pateikiama (žr. 14 lent.) Hanley (2011) sudaryta matrica, kurioje įvardintos elektromobilių naudojimo skatinimo priemonės, dažniausiai taikomos savivaldos lygiu.

**14 lentelė.** Elektromobilių naudojimo skatinimo priemonių, kurias gali įgyvendinti vietos valdžia, matrica (Hanley, 2011)

Skatinimo priemonė	Privalumai	Trūkumai	Bendras efektyvumas
CO <sub>2</sub> mažinimu paremta parkavimo politika	Sudaro fiskalinių paskatų vartotojams paketo dalį	Dėl to, kad transporto priemonės tampa efektyvesnės, vietos valdžia gali prarasti pajamų	Didelis
Nemokamas parkavimas netaršiams automobiliams	Taikomos elektrinėms transporto priemonėms ir mažiausiai taršoms transporto priemonėms	Gali prieštarauti tikslui sumažinti automobilių kiekį miestų centruose	Vidutinis

Viešųjų įkrovimo stotelių įrengimas (šalia darbo vietų, parduotuvių)	Leidžia augti elektromobilių ir hibridinių automobilių rinkoms	Vartotojai gali norėti, kad dėl gana ilgo įkrovimo laiko automobiliai būtų kraunami namuose	Vidutinis
Įkrovimo infrastruktūra namų ūkiuose	Patogu mažo anglies dioksido kiekio transporto priemonių vartotojams	Sunku pritaikyti, kad visiems gyventojams būtų užtikrintas krovimas naktimis	Didelis
Įkrovimo infrastruktūra naujai statomuose pastatuose	Patogu mažo anglies dioksido kiekio transporto priemonių vartotojams	Nesumažins viešųjų erdvių įkrovimo taškų poreikio	Didelis
Verslo mokesčių mažinimas tiems, kurių automobilių parką sudaro netaršios transporto priemonės	Gali būti sumažintos Europos Sąjungos baudos vietos valdžios institucijoms, neatitinkančioms stebėsenos tikslų	Miestai per trumpą laiką gali prarasti biudžeto pajamas	Potencialiai didelis
Kelių kainų nustatymas ir lengvatos netaršioms automobiliams	Efektyviai sumažina CO <sub>2</sub> , nes sumažina paklausą ir palengvina transporto srautus (transporto priemonės gali važiuoti efektyvesniu greičiu)	Politiškai nepopuliarus veiksmas	Didelis
Viešieji pirkimai netaršių automobilių įsigijimui	Pirkimo nuolaidos gali būti didesnės nustatant bendras pirkimo sistemas	Daugumos transporto priemonių parkams vis dar ekonomiškai palankūs automobiliai su vidaus degimo varikliais	Vidutinis
Leidimas netaršioms automobiliams važiuoti autobusų juosta	Trumpina kelionės laiką teikiant naudą mažai anglies dioksido į aplinką išskiriančių transporto priemonių vartotojams	Galimas kelių eismo saugos poveikis dviratininkams ir motociklininkams	Didelis
Kelių ribojimai išskyrus netaršius automobilius	Gali padėti sumažinti oro taršą miesto apylinkėse	Galimas kelių eismo saugos poveikis dviratininkams ir pėstiesiems	Mažas
Mažų emisijų zonos	Gali sumažinti išmetamų teršalų kiekį plačioje teritorijoje	Brangu nustatyti ir įgyvendinti	Didelis
Informacija ir marketingas	Padedą vartotojams pagrįstai pasirinkti	Greičiausiai bus veiksminga tik kartu su kitomis skatinimo priemonėmis ir elektromobilių patrauklumu	Vidutinis

Kai kuriose šalyse ar miestuose elektromobilių vairuotojai atleidžiami nuo mokesčių, taikomų zonose, kuriose formuojasi spūstys. Pavyzdžiui, Didžiojoje Britanijoje centrinis Londono rajonas yra būtent tokia zona. Norint įvažiuoti į šią zoną, reikia susimokėti dienos mokesį. Transporto priemonės su nuline teršalų emisija šio spūsčių mokesčio nemoka (Lache et. al., 2009). Atleidimas nuo kelių ir spūsčių mokesčio taip pat taikomas Kinijoje, Vokietijoje, Japonijoje, Norvegijoje, Švedijoje (Hardman, 92

2017). Windisch (2013) atliktas tyrimas rodo, kad tokių priemonių įgyvendinimas nacionaliniu lygiu yra daugiau išimtis nei taisyklė. Pavyzdžiui, Kinija gyvendina tokias priemones elektromobilių demonstraciniuose miestuose, Portugalija tai įgyvendina urbanistiniuose centruose. Tuo tarpu Norvegija viena iš retų valstybių, kuri įgyvendino lengvatines rinkliavas ir prieigos teises nacionaliniu lygiu. Kley et al. (2010) pastebi, kad spūsčių mokesčio ir kitų savivaldos lygio skatinimo priemonių efektas yra sunkiai įvertinamas, nes jie yra stipriai priklausomi nuo vietinio konteksto ir vartotojų elgsenos. Tačiau bandomieji projektai Londone ir Stokholme parodė, kad jie gali būti ypač įdomūs miestų aglomeracijose. 15 lentelėje pateikiamas IEA (2019) apibendrinti konkrečių šalių pavyzdžiai, kaip 2018–2019 metais buvo skatinimas elektromobilių naudojimas. Šioje lentelėje taip pat išskirta, kurios iš priemonių buvo įgyvendintos savivaldos ar valstybinio lygiu.

**15 lentelė.** Elektromobilių plėtros skatinimo strategijų atnaujinimas skirtinguose regionuose 2018 ir 2019 metais (IEA, 2019)

		Kanada	Kinija	Europos Sąjunga	Indija	Japonija	JAV
<b>Reguliavimas (automobilių)</b>	Nulinės emisijos transporto priemonės mandatas (angl. <i>ZEV mandate</i> )	X*	X				X*
	Kuro standartai	X	X	X	X	X	X
<b>Paskatos (automobiliams)</b>	Fiskalinės priemonės	X	X	X	X		X
<b>Tikslai (automobilių)</b>		X	X	X	X	X	X*
<b>Skatinimo politika pramonei</b>	Subsidijos	X	X			X	
<b>Reguliavimas (įkrovimo stotelių)</b>	Techninės įrangos standartai	X	X	X	X	X	X
	Reikalavimai pastatams	X*	X*	X	X		X*
<b>Paskatos (įkrovimo stotelėms)</b>	Fiskalinės priemonės	X	X	X		X	X*
<b>Tikslai (įkrovimo stotelių)</b>		X	X	X	X	X	X*

X – pažymėtos priemonės, įgyvendinamos nacionaliniu lygiu;

X\* – pažymėtos priemonės, įgyvendinamos savivaldybės lygiu.

### 2.3. Elektromobilių panaudojimo plėtrą skatinančių priemonių vertinimo metodologija

Galima rasti nemažai mokslinės literatūros ir studijų, kuriomis analizuojant elektromobilių rinkas siekiama įvertinti finansinių skatinimo priemonių veiksmingumą. Šiuose tyrimuose ieškoma ryšių tarp elektromobilių pardavimo dinamikos ir duomenų, rodančių pirkimo paskatų mastą, jų vertę bei įtaką. Daugelyje tyrimų naudojami agreguoti pardavimų duomenys (Hardman et al., 2017). Visuminės paklausos analizė labiausiai tinkama identifikuoti didelės geografinės apimties

ilgalaikės automobilių pirkimo tendencijas. Prognozuojama skirtingų transporto priemonių technologijų pardavimų rinkos dalis. Dažnai šios prognozės numato skirtingų transporto priemonių pardavimo potencialą iki 2020, 2030 ar 2050 metų. Šiuo atveju elektromobilių pirkėjų specifinės savybės ir preferencijos nėra nustatomos. Prie visuminės paklausos analizės galima priskirti difuzijos modelius (angl. *diffusion models*) bei atsipirkimo analizę (angl. *payback analysis*), kurie bus aptarti disertacijoje (Windisch, 2013).

Rečiau sutinkami neagreguoti duomenys, kaip pavyzdžiui, Mersky et al. (2016) studijoje, kurioje į duomenų rinkinius įtraukti atskiri kiekvieno parduoto elektromobilio duomenys. Tai apima pardavimo vietą, transporto priemonės markę bei modelį, taip pat informaciją apie pirkėją. Dauguma studijų tiria metinius duomenis, tačiau galima rasti ir tokių, kurie orientuojasi į ketvirčio ar mėnesio tendencijas (Hardman et al., 2017). Tuo tarpu nevisuminės paklausos prognozės yra dažniau sutinkamas kito pobūdžio tyrimuose, kai nustatomos elektromobilių pirkėjų charakteristikos ir jų lokalizacija. Agreguoti (bendroji) analizė atsižvelgia į atskirų asmenų (ar namų ūkių) savybes, jų potencialias preferencijas ir pirkimo motyvaciją. Apibendrintai galima teigti, kad agregotąją analizę sudaro pasirinkimo modeliai (angl. *choice models*), apribojimų analizė (angl. *constraints analysis*) bei vartotojų pasirinkimų imitacijos (Axsen ir Kurani, 2013). 16 lentelėje pristatomi skirtingi požiūriai į elektromobilių rinkos analizę.

**16 lentelė.** Skirtingi požiūriai į elektromobilių rinkos analizę (Windisch, 2013)

Agreguoti (bendroji) analizė	Difuzijos modeliai
	Atsipirkimo analizė
Neagreguoti analizė	Pasirinkimo modeliai
	Apribojimų analizė
	Vartotojų pasirinkimų simuliacijos

Kitas būdas klasifikuoti elektromobilių skatinimo priemonių vertinimo metodikas yra skirstyti jas pagal tai, kaip gaunami tyrime analizuojami duomenys. Mačiulis et al. (2019) išskyrė tris apibendrintas grupes, kurios toliau aptariamoms detalčiau: rinkos statistine analize paremti tyrimai, apklausomis paremti tyrimai ir kiti skatinimo priemonių tyrimo būdai.

**Rinkos statistine analize paremti tyrimai.** Sierzchula ir kt. (2014) pirmieji regresiniais metodais analizavo vyriausybės skatinimo politikos poveikį empiriniams elektromobilių rinkos duomenims. Jie analizavo 2012 metų 30-ties šalių duomenis naudodami regresinę analizę ir taikydami mažiausiųjų kvadratų metodą (MKM). Jų analizėje nustatytas stiprus ryšys tarp elektromobilių pardavimų bei finansinių skatinimo priemonių, vietinės elektromobilių gamybos ir įkrovimo stotelių, tenkančių vienam gyventojui. Jie pabrėžė, kad šių veiksmų gali nepakakti numatant rinkos plėtrą, nes gali būti nepastebima dinamika didinant elektromobilių pardavimus. Regresinę analizę (MKM metodą) savo tyrimuose naudojo ir Li et al. (2017) bei Diamond (2009), tačiau pastarasis vertino hibridinių transporto priemonių kontekstą. Kitas plačiai paplitęs metodas renkantis reikšmingus rodiklius statistiniams



modeliams kurti – pažingsninė tiesinė regresija (angl. *stepwise linear regression*) (Münzel et al., 2019). Mersky ir kt. (2016) pritaikė šį metodą norėdami ištirti regioninius skirtumus, susijusius su elektromobilių paplitimu Norvegijoje. Savo analizei jie panaudojo neagreguotus pardavimų duomenis Norvegijos savivaldybėse, apimančius laikotarpį nuo 2000 iki 2013 m. Tyrimo metu nustatyta, jog įkrovimo infrastruktūra yra svarbiausias elektra varomų automobilių pardavimo prognozavimo elementas. Į šią analizę nebuvo įtrauktos finansinės paskatos, kurios buvo siūlomos nacionaliniu lygiu ir buvo vienodos visose Norvegijos savivaldybėse (Mersky ir kt., 2016). Pažingsninę tiesinę regresiją naudojo ir Wang et al. (2017a), kurie naudodami 41 bandomojo projekto skirtinguose miestuose duomenimis (2013–2014 metų laikotarpio duomenys) tyrė skatinimo sistemos įtaką elektromobilių pardavimams Kinijoje.

Hedoninė regresija yra nustatytų preferencijų metodas (angl. *revealed preference method*), kuriuo galima įvertinti prekės paklausą arba lygiavertę jos vertę vartotojams. Naudojant šį metodą tiriamasis daiktas suskaidomas į jo sudedamąsias savybes ir nustatomos kiekvienos charakteristikos rinkos vertė (Shewmake ir Jarvis, 2014). Šiuo metodu tirdami elektromobilių bei hibridinių elektromobilių rinką naudojami Diamond D. (2009), Chandra et al. (2010), Gallagher ir Muehlegger (2011), Jenn et al. (2013), Shewmake ir Jarvis (2014) bei Vergis ir Chen (2015). Pastarieji tyrė finansinių skatinimo priemonių poveikį elektromobilių rinkos dalies pokyčiams JAV valstijose pagal 2013 metų duomenis. Be to, tyrimo metu nustatyta, kad nepaisant vartotojų, geografijos ir energijos rinkos savybių, įkrovimo stotelių prieinamumas daro didžiausią įtaką akumuliatoriniams elektromobiliams, tuo tarpu įkraunamiems hibridiniams elektromobiliams finansinės skatinimo priemonės turi didesnę poveikį (Vergis ir Chen, 2015).

Kitas metodas, kuriuo naudojantis buvo vertinamos elektromobilių skatinimo priemonės yra susijęs su paneliniais duomenimis (angl. *panel data*). Tai yra duomenys, gauti kelis laiko momentus stebint tuos pačius subjektus arba sekant tos pačios subjektų grupės evoliuciją. Paneliniai duomenys turi dvi dimensijas – vienalaikių duomenų ir laikinių sekų (Verbeek, 2015). Būtent panelinių duomenų regresiją naudojo Münzel et al. (2019), kurie analizavo elektromobilių pardavimų duomenis 32 Europos šalyse nuo 2010 iki 2017 m. Atliko ekonominius tyrimus, susijusius su pirkimo skatinimo priemonių poveikiu, bei analizavo kitus veiksnius, tokius kaip pajamų ir degalų kainų pokyčiai. Tyrimo autoriams pasirodė svarbu įvesti tendencijos kintamąjį, kuris leidžia pastebėti bendrus naujos technologijos sklaidos pokyčius (Münzel et al., 2019). Šia metodika taip pat naudojosi Qiu et al. (2019), kurie tyrė elektromobilių įvairių skatinamųjų politikos krypčių efektyvumą savivaldos lygiu, naudodamiesi 88 Kinijos bandomųjų miestų duomenimis. Regresijos rezultatai rodo teigiamą ryšį tarp elektromobilių pardavimo apimtys ir dviejų paklausos politikos krypčių: įkrovimo paslaugos kainos nuolaidos ir infrastruktūros įrengimo subsidijos (Qiu et al., 2019). Panelinių duomenų regresiją, naudodami fiksuotų efektų modelį (angl. *fixed effect model*), atliko Diamond (2009), Chandra et al. (2010), Gallagher ir Muehlegger (2011), Jenn et al. (2013). Šiame modelyje parametrai yra fiksuoti arba neatsitiktiniai dydžiai, priešingai nei atsitiktinių efektų modeliui (angl. *random effects models*) ir mišriam modeliui, kurių parametrai laikomi atsitiktiniais



kintamaisiais. 17 lentelėje pristatomi rinkos statistine analize paremti elektromobilių naudojimo skatinimo priemonių vertinimo tyrimai

**17 lentelė.** Rinkos statistine analize paremti elektromobilių naudojimo skatinimo priemonių vertinimo tyrimai (Mačiulis et al., 2019)

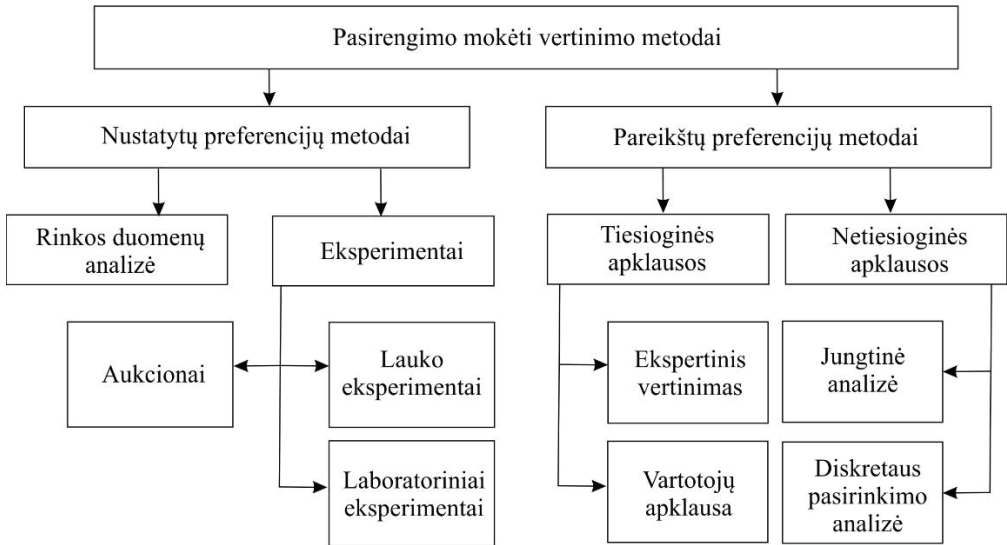
Autorius	Metodai	Regionas	Automobilio rūšis	Nagrinėti skatinimo priemonių tipai
Javid ir Nejat, 2017	Daugialypė logistinė regresija / polinominis <i>logit</i> modelis	Kalifornija, JAV	Elektromobiliai	Finansinės ir nefinansinės
Sierzchula et al. (2014)	Daugialypė tiesinė regresija / hedoninė regresija / sujungtų mažiausiųjų kvadratų metodu paremta regresija	Įvairios šalys	Elektromobiliai su akumulatoriais, iš išorės įkraunami hibridiniai elektromobiliai	Finansinės ir nefinansinės
Wang et al. (2017a)	daugialypė tiesinė regresija / pažingsninė tiesinė regresija	Kinija	Iš išorės įkraunami elektromobiliai ir hibridiniai elektromobiliai, elektromobiliai su akumulatoriais,	Finansinės ir nefinansinės
Ma et al. (2017)	daugiamatis kointegracijos modelis / paklaidų korekcijos modelis	Kinija	Elektromobiliai	Finansinės ir nefinansinės
Wee et al. (2018)	Daugiapakopė regresija su fiksuotais efektais	JAV	Iš išorės įkraunami elektromobiliai ir hibridiniai elektromobiliai, elektromobiliai su akumulatoriais	Finansinės ir nefinansinės
Shewmake ir Jarvis, 2014	Hedoninė regresija	JAV	Hibridiniai elektromobiliai	Didelio užimtumo transporto priemonių juosta
Vergis ir Chen (2015)	Hedoninė regresija	JAV	Elektromobiliai su akumulatoriais, iš išorės įkraunami hibridiniai elektromobiliai	Mokesčių lengvatos
Mersky et al. (2016)	Hedoninė regresija / pažingsninė tiesinė regresija	Norvegija	Elektromobiliai su akumulatoriais	Automobilių mokesčių registravimo išimtis ir pridėtinės vertės

				mokesčio lengvatos
Chandra et al. (2010)	Hedoninė regresija / panelinių duomenų regresija su fiksuotais efektais	Kanada	Hibridiniai elektromobiliai	Mokesčių lengvatos
Jenn et al. (2013)	Hedoninė regresija / panelinių duomenų regresija su fiksuotais efektais / modelis su fiktyviais kintamaisiais naudojant momentų metodą	JAV	Hibridiniai elektromobiliai	Mokesčių kreditai
Gallagher ir Muehlegger (2011)	Hedoninė regresija / panelinių duomenų regresija su fiksuotais efektais	JAV	Hibridiniai elektromobiliai	Mokesčių kreditai ir lengvatos
Diamond (2009)	Hedoninė regresija / sujungtų mažiausių kvadratų metodu paremta regresija / panelinių duomenų regresija su fiksuotais efektais	JAV	Hibridiniai elektromobiliai	Mokesčių kreditai ir lengvatos
Qiu et al. (2019)	Panelinių duomenų regresija	Kinija	Elektromobiliai	Finansinės ir nefinansinės
Münzel et al. (2019)	Panelinių duomenų regresija	Europos valstybės	Elektromobiliai	Pirkimo paskatos
Li et al. (2017)	Regresijos modeliai, naudojant mažiausių kvadratų metodą ar momentų metodą	JAV	Iš išorės įkraunami elektromobiliai	Finansinės ir nefinansinės
Jenn et al. (2018)	Regresijos modeliai, naudojant momentų metodą	JAV	Iš išorės įkraunami elektromobiliai	Finansinės ir nefinansinės

Jenn et al. (2018) išanalizavo 2010–2015 m. periodo mėnesinius JAV nacionalinio lygio duomenis taikydami fiksuoto efekto modelį (angl. *fixed effects model*) ir atsižvelgdami į laiko, regioninius ir transporto priemonių modelių veiksmus. Savo regresijai įvertinti jie naudojo momentų metodą (angl. *generalized method of moments*). Šiame tyrime įtraukė kintamojo vėlavimą, siekiant atsižvelgti į galimą endogeniškumą modelyje, kuris gali būti susijęs su didesne vyriausybių motyvacija skatinti elektromobilius tose šalyse, kur jų poreikis jau yra didesnis (Münzel et al., 2019). Momentų metodą savo tyrimuose naudojo Jenn et al. (2013) bei Li et al. (2017).

**Apklausomis paremti tyrimai.** Mokslinėje literatūroje dažniausiai sutinkami pasirengimo mokėti (angl. *willingness to pay*) tyrimai. Pagrindiniai būdai įvertinti vartotojų pasirengimą mokėti: naudoti nustatytų ir pareikštų preferencijų metodus. Nustatytų preferencijų metodais siekiama pasinaudoti rinkos teikiamais pinigiais naudos įvertinimais taikant kelionės išlaidų ir hedonistinių kainų metodus (Štreimikienė ir Ališauskaitė-Šeškienė, 2014), taip pat aukcionus, lauko bei laboratorinius eksperimentus (Bredert et al., 2006). Skirtingai nei pareikštų preferencijų metodas, nustatytų preferencijų metodas nėra dažnai sutinkamas elektromobilių skatinimo politikos analizės kontekste. Pareikštų preferencijų metodai plačiai naudojami rinkodaroje ir taikomi sprendžiant vartotojų pasirinkimo bei rinkos

prognozavimo problemas, kai duomenų apie vartotojų preferencijų duomenų nėra arba jie sunkiai gaunami (Lieven et al., 2011). 15 pav. pavaizduotas pasirengimo mokėti vertinimo metodų klasifikavimas.



**15 pav.** Pasirengimo mokėti vertinimo metodų klasifikavimas (Breidert et al., 2006)

Taikant pareiktų preferencijų metodus galima nustatyti subjektų pasirengimą mokėti dviem būdais: naudojant tiesiogines apklausas, kurių metu respondentai yra tiesiogiai apklausiami, kiek jie sutiktų mokėti už tam tikras gėrybes, ir netiesiogines apklausas, kurios vadovaujasi sudėtingesniais pasirengimo mokėti nustatymo metodais (Štreimikienė ir Ališauskaitė-Šeškienė, 2014). Pagrindiniai iš jų yra diskretaus pasirinkimo modelis ir jungtinė analizė (Breidert et al., 2006). Jungtinė analizė (angl. *conjoint analysis*) yra senas ir plačiai naudotas metodas, kuris leidžia nustatyti vartotojų preferencijų struktūrą netiesioginiu būdu (Green ir Srinivasan, 1978). Tyrime dalyvaujantys respondentai remdamiesi kriterijais įvertina arba suranguoja neįvardytas skirtingas skatinimo politikos alternatyvas. Antrame etape tyrimo dalyvių pagal atskirus kriterijus pareiktos preferencijos yra išskaidomos taikant regresinę analizę ir nustatomos netiesiogiai respondentų pasirinktos skatinimo politikos priemonės (Štreimikienė ir Ališauskaitė-Šeškienė, 2014). Jungtinės analizės metodą savo darbe pritaikė Helveston et al. (2015) ir Lieven (2015). Pastarasis vertino, kaip skatinimo priemonės 20-tyje valstybių paveikia vartotojų preferencijas atsižvelgiant į šiuos atributus: finansines priemones, eismo reguliavimo priemones ir priemones, susijusias su investicijomis bei įkrovimo infrastruktūra.

Diskretaus pasirinkimo modeliai aprašo, paaiškina ir prognozuoja pasirinkimą iš dviejų ar daugiau diskrečių alternatyvų, pvz., pasirenkant transporto priemonės rūšį. Kitaip tariant, šie modeliai naudojami situacijose, kai galimas rezultatas yra diskretus dydis. Šiems uždaviniams spręsti naudojamos tokios technikos kaip logistinė regresija bei *probit* regresija. Šie modeliai įvertina tikimybę, kuria žmogus pasirenka tam tikrą

alternatyvą. Modeliai dažnai naudojami prognozuojant, kaip pasikeis žmogaus pasirinkimas pasikeitus alternatyvų atributams. Pasirinkimų rinkinys, kurį sudaro galimos alternatyvos, turi tenkinti tris pagrindinius reikalavimus (Train, 2002):

1. Alternatyvų rinkinys turi būti išsamus ir žmogus privalo pasirinkti alternatyvą iš rinkinio.
2. Žmogus gali pasirinkti tik vieną alternatyvą iš rinkinio, tai reiškia, kad pasirinkęs vieną alternatyvą, jis atsisako kitų.
3. Rinkinyje turi būti baigtiniai skaičiai alternatyvų.

Vartotojų preferencijų tyrimuose analizuojant elektromobilius dažniausiai sutinkami finansiniai, techniniai, infrastruktūros bei skatinimo politikos atributai (Liao et al, 2017). Praktikoje neįmanoma žinoti visų faktorių, kurie nulemia žmogaus pasirinkimo sprendimą, todėl diskretaus pasirinkimo modeliai yra grįsti stochastinėmis prielaidomis ir specifikacijomis, siekiant įvertinti nestebimus faktorius (Train, 2002). Disertacijos autorius pastebi, kad diskretaus pasirinkimo modeliai yra dažniausiai sutinkami mokslinėje literatūroje, kuri analizuoja skatinimo priemonių efektyvumą. Ma et al. (2019) naudodami šį modelį tyrė Kinijos vartotojų pasirengimo mokėti pokyčius elektromobilių skatinimo priemonių atžvilgiu. Atsitiktiniu būdu pasirinkta 1719 respondentų, kurie užpildė anketas. Pasirengimas mokėti nustatytas taikant polinominį *logit* ir mišrųjų *logit* modelius. Taip pat buvo tiriamas ryšys tarp respondento heterogeniškumo ir skatinimo priemonių pasirinkimo. Diskretaus pasirinkimo modelius naudojo ir Ewing ir Sarigollu (1998), Qian ir Soopramanien (2011), Hackbarth ir Madlener (2013) bei Lee et al. (2016). 18 lentelėje pristatomi apklausomis paremti elektromobilių naudojimo skatinimo priemonių vertinimo tyrimai.

**18 lentelė.** Apklausomis paremti elektromobilių naudojimo skatinimo priemonių vertinimo tyrimai (Mačiulis et al., 2019)

Autorius	Metodai	Regionas	Automobilio rūšis	Nagrinėti skatinimo priemonių tipai
Krupa et al. (2014)	Anketinė apklausa	JAV	Iš išorės įkraunami hibridiniai elektromobiliai	Finansinės ir nefinansinės priemonės
Wang et al. (2017b)	Anketinė apklausa	Kinija	Elektromobiliai	Finansinės ir nefinansinės priemonės
Larson et al. (2014)	Anketinė apklausa / pasirinkimo eksperimentas	Kanada	Elektromobiliai su akumulatoriais	
Krause et al. (2013)	Anketinė apklausa / žinių ir sąmoningumo tyrimas	JAV	Elektromobiliai su akumulatoriais, iš išorės įkraunami hibridiniai elektromobiliai	Mokesčių kreditas ir lengvatos
Hardman ir Tal (2016)	Apklausa po pirkimo / anketinė apklausa	Kalifornija, JAV	Elektromobiliai su akumulatoriais	Mokesčių kreditas ir lengvatos

Bjerkan et al. (2016)	Apklausa po pirkimo / anketinė apklausa	Norvegija	Elektromobiliai su akumulatoriais	Automobilio registravimo mokesčio išimtis ir pridėtinės vertės mokesčio lengvata
Tal ir Nicholas (2016)	Apklausa po pirkimo / anketinė apklausa / polinominis <i>logit</i> modelis	JAV	Elektromobiliai su akumulatoriais, iš išorės įkraunami hibridiniai elektromobiliai	Mokesčių kreditas
Sánchez-Braza et al., (2014)	Binarinis pasirinkimo modelis / <i>probit</i> modelis	Ispanija	Elektromobiliai	Automobilių mokesčių išimtis
Qian ir Soopramanien (2011)	Diskretaus pasirinkimo modelis	Kinija	AEI naudojančios transporto priemonės	Finansinės ir nefinansinės priemonės
Hackbarth ir Madlener (2013)	Diskretaus pasirinkimo modelis	Vokietija	Elektromobiliai	Finansinės ir nefinansinės priemonės
Ewing ir Sarigollu (1998)	Diskretaus pasirinkimo modelis / polinominis <i>logit</i> modelis	JAV	Elektromobiliai	Finansinės priemonės
Ma et al. (2019)	Diskretaus pasirinkimo modelis / polinominis <i>logit</i> modelis / mišrusis <i>logit</i> modelis	Kinija	Elektromobiliai	Finansinės ir nefinansinės priemonės
Lee et al. (2016)	diskretaus pasirinkimo modelis / sistemos dinamikos modelis	Korėja	Hibridiniai elektromobiliai	Finansinės priemonės
Helveston et al. (2015)	Jungtinė analizė	JAV ir Kinija	Elektromobiliai su akumulatoriais, iš išorės įkraunami hibridiniai elektromobiliai	Subsidijos
Lieven (2015)	Jungtinė analizė / hierarchinis Bajeso metodas / Kano metodas	Skirtingos šalys	Elektromobiliai	Finansinės ir nefinansinės priemonės
Skerlos ir Winebrake (2010)	Kokybinė diskusija	JAV	Iš išorės įkraunami hibridiniai elektromobiliai	Mokesčių kreditas
Zhang et al. (2014)	Kokybinė diskusija	JAV	Elektromobiliai	Finansinės ir nefinansinės priemonės
Aasness ir Odeck (2015)	Kokybinė diskusija	Oslas, Norvegija	Elektromobiliai	Finansinės ir nefinansinės priemonės

Holtsmark ir Skonhoft (2014)	Kokybinė diskusija	Norvegija	Elektromobiliai	Finansinės ir nefinansinės priemonės
Ajanovic ir Haas (2016)	Kokybinė diskusija	Skirtingi miestai	Elektromobiliai	Finansinės ir nefinansinės priemonės
Bakker ir Trip (2013)	Kokybinė diskusija	-	Elektromobiliai	Finansinės ir nefinansinės priemonės
Kester et al. (2018)	Kokybinė diskusija / kokybinė palyginamoji analizė	Šiaurės regiono šalys	Elektromobiliai	Finansinės ir nefinansinės priemonės
Sheldon ir Dua (2019)	Kontrafaktinis modeliavimas / mišrusis <i>logit</i> modelis	JAV	Iš išorės įkraunami elektromobiliai	Subsidijos
Dumortier et al. (2015)	Nuosavybės bendrų kaštų analizė / anketinė apklausa	JAV	Elektromobiliai	Finansinės priemonės
Langbroek et al. (2016)	Nurodyto pasirinkimo eksperimentas / anketinė apklausa	Švedija	Elektromobiliai su akumulatoriais	Finansinės ir nefinansinės priemonės
Potoglou ir Kanaroglou (2007)	Nurodyto pasirinkimo eksperimentas / eksperimentinis dizainas	Kanada	Hibridiniai, AEI naudojančios automobiliai	Finansinės priemonės
Qian et al. (2019)	Nurodyto pasirinkimo eksperimentas / mišrusis <i>logit</i> modelis	Kinija	Elektromobiliai	Finansinės ir nefinansinės priemonės

Dumortier et al. (2015), naudodamas nuosavybės kaštų analizės metodą, apklausdamas internetu ištyrė vartotojams tenkančius pirkimo, kuro ir automobilio išlaikymo kaštus bei šiame kontekste įvertino elektromobilių skatinimo priemonių poveikį bendriesiems kaštams. Vienas iš būdų vertinti skatinimo priemonių poveikį yra tyrimas po pirkimo (angl. *post purchase surveys*), kuriuo naudojosi Hardman ir Tal (2016), Tal ir Nicholas (2016), Bjerkan et al., 2016. Šia metodika, kuria ieškoma kas lėmė subjektų sprendimą pirkti elektromobilį, leidžia tiksliau suprasti vartotojų poreikį bei elgseną. Tačiau mokslinėje literatūroje galima rasti informacijos, kad ši metodika susiduria su respondentų šališkumo problema (Hardman et al., 2017).

Dar Vienas iš metodų – kokybinė diskusija (angl. *qualitative discussion*). Pavyzdžiui, Bakker ir Trip (2013) atliko skatinimo priemonių tyrimą organizuodami ekspertų dirbtuves, kuriose buvo diskutuojama apie miestams tinkančias iniciatyvas. Skatinimo priemonės buvo ranguojamos pagal efektyvumo, veiksmingumo ir įgyvendinamumo kriterijus. Kokybinės diskusijos metodiką elektromobilių skatinimo priemonių vertinimui taikė ir šie tyrėjai: Skerlos ir Winebrake (2010), Holtsmark ir Skonhoft (2014), Zhang et al. (2014), Aasness ir Odeck (2015), Ajanovic ir Haas (2016) bei Kester et al. (2018).

**Kiti skatinimo priemonių tyrimo būdai.** Vienas iš būdų, kaip buvo vertinamos elektromobilių skatinimo priemonės ir jų įgyvendinimas – tai mokslinės literatūros apžvalga. Šiuo metodu savo tyrimus atliko Ahman (2006), Green et al. (2014), DeShazo (2016), Zhang ir Bai (2017), Hardman et al., 2017, Zhang et al. (2017). Tarp skatinimo priemonių analizės metodų galima išskirti ir daugiasluoksnę perspektyvą (angl. *multi-layer perspective*), kurią naudojo Nilsson and Nykvist (2015). Remiantis šia metodika socio-technologinėje sistemoje identifikuojama valdžios veiksmų įtaka elektromobilių proveržio scenarijui. Remiantis klūčių ir plėtros veiksmų charakteristika skirtinguose lygiuose identifikuojamos reikalingos finansinės ir nefinansinės skatinimo intervencijos (Nilsson ir Nykvist, 2015). Retai moksliniuose straipsniuose sutinkamas, tačiau perėjimo prie elektromobilių pasitelkiant fiskalines paskatas vertinimui tinkamas metodas – dinaminis modeliavimas (angl. *dynamic simulation modelling*). Šį metodą Shafiei et al. (2018) apjungė su integruotu energijos-transporto sistemos technologijų ir transporto priemonių parko modeliavimui. Modelis naudojamas scenarijų analizei, įtraukiant pagrindinius fiskalinius parametrus, įskaitant įvairius mokesčius ir subsidijas transporto priemonėms ir kuro kaštų mažinimui.

Kitas elektromobilių skatinimo sistemai analizuoti plačiai naudotas būdas yra agentais grįstas modelis (angl. *agent-based model*). Agentų modeliai gali būti nuo abstrakčių teorijos vystymo modelių iki faksimilinių modelių (angl. *facsimile models*), kuriais siekiama numatyti rezultatus konkrečiame kontekste. Faksimiliniai modeliai naudoja „realaus pasaulio“ aplinką, dažnai importuojamą iš geografinės informacijos sistemų, ir atitinka faktinę topografiją. Dirbtinė aplinka supaprastina konteksto vaizdavimą ir dažniausiai naudojama, kai pagrindinis dėmesys skiriamas elgsenos taisyklėms, o ne tam tikros ekosistemos dinamikai (McLane, 2011). Plačiai paplitusį agentais grįstą modelį savo tyrimuose vertinant įvairių tipų elektromobilių skatinimo sistemas naudojo Mueller ir Haan (2009), Eppstein et al. (2011), Silvia ir Krause (2016), Adepetu et al., (2016), Sun et al., (2019). Agentais grįsti modeliai grindžiami pakartotine autonominių ir nevienalyčių subjektų ar agentų sąveika, kai kiekvienas priima sprendimus pagal tam tikrą nustatytą taisyklių rinkinį. Šie agentai skiriasi vienas nuo kito svarbiomis savybėmis, įskaitant požiūrį į technologijas ir aplinką, reagavimą į informaciją, bei demografiniais rodikliais (McLane, 2011). 19 lentelėje pristatomi alternatyvūs elektromobilių naudojimo skatinimo priemonių vertinimo tyrimai.

**19 lentelė.** Alternatyvūs elektromobilių naudojimo skatinimo priemonių vertinimo tyrimai (Mačiulis et al., 2019)

Autorius	Metodai	Regionas	Automobilio rūšis	Nagrinėti skatinimo priemonių tipai
Adepetu et al. (2016)	Agentais grįstas modelis	San Franciskas, JAV	Elektromobiliniai	Finansinės ir nefinansinės priemonės



Eppstein et al. (2011)	Agentais grįstas modelis	JAV	Iš išorės įkraunami hibridiniai elektromobiliai	Finansinės priemonės
Sun et al. (2019)	Agentais grįstas modelis	JAV	Elektromobiliai	Subsidijos
Silvia ir Krause (2016)	Agentais grįstas modelis	JAV	Elektromobiliai su akumulatoriais, iš išorės įkraunami hibridiniai elektromobiliai	Finansinės ir nefinansinės priemonės
Mueller ir Haan (2009)	Agentais grįstas modelis / individualių sprendimų procesų modelis	Šveicarija	Nauji keleiviniai automobiliai	Finansinės ir nefinansinės priemonės
Shafiei et al. (2018)	Dinaminis modeliavimas	Islandija	Elektromobiliai	Finansinės priemonės
Higgins et al. (2012)	Inovacijų difuzijos modelis / pasirinkimo modeliavimas / daugiakriterinė analizė	Australija	Elektromobiliai	Finansinės ir nefinansinės priemonės
Green et al. (2014)	Literatūros apžvalga	JAV	Elektromobiliai su akumulatoriais, iš išorės įkraunami hibridiniai elektromobiliai	Finansinės priemonės
DeShazo (2016)	Literatūros apžvalga	Kalifornija, JAV	Elektromobiliai su akumulatoriais, iš išorės įkraunami hibridiniai elektromobiliai	Finansinės priemonės
Zhang et al. (2017)	Literatūros apžvalga	Kinija	Elektromobiliai	Finansinės ir nefinansinės priemonės
Hardman et al. (2017)	Literatūros apžvalga	Įvairios šalys	Iš išorės įkraunami elektromobiliai	Finansinės priemonės
Zhang ir Bai (2017)	Literatūros apžvalga	Kinija	Naujos energijos automobiliai	Finansinės ir nefinansinės priemonės
Ahman (2006)	Literatūros apžvalga	Japonija	Elektromobiliai	Finansinės ir nefinansinės priemonės
Nilsson ir Nykvist (2015)	Modeliavimas / daugiaskluskė perspektyva	Europos šalys	Elektromobiliai su akumulatoriais	Finansinės ir nefinansinės priemonės

Agentai vadovaujasi tikslais, gali būti paveikti vienas kito, mokytis iš savo aplinkos ir prisitaikyti prie besikeičiančių aplinkybių ir naujos informacijos. Sąveika tarp agentų ir jų aplinkos ši modelį išskiria iš kitų sisteminio modeliavimo metodų ir daro jį ypač tinkama metodika, kai norima įvertinti skirtingų skatinimo politikos scenarijų poveikį (McLane, 2011). Pavyzdžiui, Silvia ir Krause (2016) siekdami iširti skatinimo politikos intervencijos poveikį naudojo agentais grįstą modelį imituodami

elektromobilių pirkimo elgseną. Tyrime atsižvelgta į šiuos kintamuosius: ar asmuo yra naujos transporto priemonės rinkoje, ar asmuo gali sau leisti įsigyti elektromobilį, ar jo vairavimo įpročiai atitinka tokios transporto priemonės diapazoną, ar namų ūkyje yra antra transporto priemonė, ar namų ūkis turės finansinės naudos naudodamas elektromobilį, ar asmuo vertina aplinką, ar yra novatorius ir ar susipažinęs su elektra varomų transportų priemonių technologija (Silvia ir Krause, 2016).

Apibendrinant šią disertacijos dalį galima teigti, jog elektromobilių naudojimą skatinančių priemonių vertinimo metodikas galima apibendrintai suskirstyti į tris skirtingas grupes pagal naudojamą metodologiją ir pagal tai, kaip gaunami tyrime analizuojami duomenys. Elektromobilių panaudojimo plėtrą skatinančių priemonių vertinimo tyrimuose, paremtuose apklausomis, dažniausiai analizuojamas vartotojų pasirengimas mokėti. Pagrindiniai būdai įvertinti vartotojų pasirengimą mokėti: naudoti nustatytų ir pareikštų preferencijų metodus. Tuo tarpu šalyse, kur netaršių automobilių skatinimo politika turi ilgametę patirtį, konkrečių priemonių vertinimą galima atlikti analizuojant statistinę analizę. Tokių tyrimų metodologiją sudaro įvairių tipų regresijos. Tačiau tokia tyrimo kryptis netinka valstybėms, kurios visai neturi arba turi tik visapusiškos skatinimo politikos užuomazgas. Diskretaus pasirinkimo modeliai yra dažniausiai sutinkami mokslinėje literatūroje, kuri analizuoja skatinimo priemonių efektyvumą. Tarp kitų, elektromobilių panaudojimą skatinančių priemonių vertinimo būdų galima išskirti šiuos metodus: agentais grįstas modelis, dinaminis modeliavimas, daugiasluoksnė perspektyva, inovacijų difuzijos modelis ir literatūros apžvalga.

#### **2.4. Atsinaujinančius energijos išteklius naudojančių automobilių panaudojimo plėtrą skatinančių priemonių vertinimo modelio struktūrinės dalys ir jų sąveika**

Mačiulis et al. (2019) atkreipia dėmesį, jog nemaža dalis mokslininkų į savo tyrimo modelį apjungia keletą metodų. Pavyzdžiui, Jenn et al. (2013), kurie analizavo skatinimo politikos įtaką hibridinių elektromobilių pardavimams JAV 2000–2010 metų laikotarpiu, į savo tyrimo modelį apjungė panelinių duomenų regresijos modelį su fiksuotais efektais ir momentų metodą. Langbroek et al. (2016) elektromobilių keleto skatinimo priemonių tyrimas atliktas remiantis nurodyto pasirinkimo eksperimentu, taip pat ištirta socialinių ir psichologinių veiksnių įtaka, naudojant transteorinio pokyčių modelio ir apsaugos motyvacijos teorijos konstruktus. Lieven (2015) modelis sukonstruotas iš trijų dalių: vartotojų preferencijos buvo tiriamos naudojant jungtinę analizę ir hierarchinį Bajeso metodą (angl. *hierarchical Bayes method*), o vartotojų pasitenkinimui nustatyti pasirinktas Kano metodas.

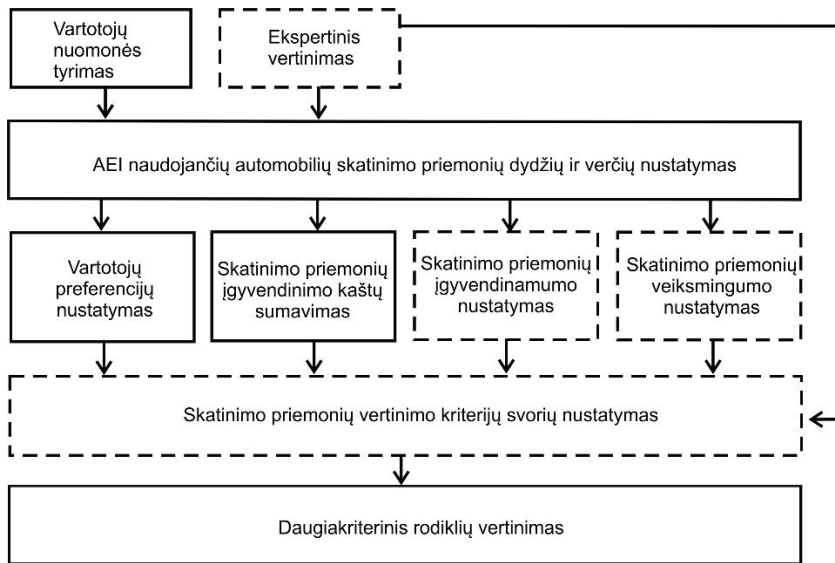
Siekdamas ištirti skirtingus skatinimo priemonių veiksmingumo aspektus, Jenn et al. (2018) tyrimo struktūrą suskirstė į tris dalis: apibendrintą modelį, žinių modelį (angl. *knowledge model*) ir modelį su priklausomo kintamojo vėlinimais. Pirmasis modelis atskleidžia vidutinį paskatų poveikį visoje šalyje. Žinių modelis apima vartotojų sąmoningumą ir supratimą apie skatinimo priemones ir leidžia nustatyti paskatų efektyvumo heterogeniškumą skirtingose valstybėse. Tuo tarpu modelis su

priklausomo kintamojo vėlinimais atskleidžia svarbius ekonometrinių modelių endogeniškumo kriterijus (Jenn et al., 2018). Ma et al. (2019) naudodamas diskretaus pasirinkimo eksperimentą apklausė 1719 Kinijos gyventojų. Devynių skatinimo instrumentų įtaka vartotojų pasirengimui mokėti buvo matuojamas pasitelkiant polinominį *logit* modelį ir mišrųjį *logit* modelį, taip pat buvo ištirtas ryšys tarp respondentų heterogeniškumo ir skatinimo instrumentų pasirinkimo. Higgins et al. (2012) prognozavo elektromobilių naudojimo Australijoje plėtrą iki 2030 metų į savo kompleksinį modelį, kuris padėjo įvertinti technologijų pasirinkimą konkrečioje teritorijoje atsižvelgiant į vartotojų heterogeniškumą, apjungdami tris elementus: inovacijų difuzijos modelį (angl. *innovative diffusion model*), daugiakriterinę analizę ir pasirinkimo modeliavimą. Mueller ir Haan (2009) taikė dviejų pakopų individualių sprendimų procesų modelį, kuris naudingas vertinant politiką, darančią įtaką individualiems naujų lengvųjų automobilių pirkimo sprendimams. Pirmame etape individualių pasirinkimų rinkiniai sudaromi naudojant paprastas, nekompensuojančias taisykles, pagrįstas anksčiau turėtomis mašinomis. Antra, sprendimų priėmėjai įvertina alternatyvas pagal savo individualų pasirinkimą, naudodamiesi daugialypės svertinės vertės taisykle (angl. *multi-attributive weighting rule*). Šiame tyrime atributų svoriai nustatyti naudojant polinominį *logit* modelį.

Mokslinėje literatūroje galima rasti ir daugiau unikalių modelių elektromobilių naudojimo skatinimo politikai analizuoti. Mačiulis et al. (2019) nuomone, kompleksinių modelių kūrimas padeda įvertinti skatinimo priemonių tinkamumą skirtingais aspektais, ištirti skirtingais pjūviais ar palyginti skirtingais metodais gautus rezultatus. Šalyse, kur netaršių automobilių skatinimo politika turi ilgametę patirtį, konkrečių priemonių vertinimą galima atlikti analizuojant ir statistinę informaciją, susijusią su netaršių automobilių rinkos pokyčiais. Tačiau tokia tyrimo kryptis netinka valstybėms, kurios visai neturi arba turi tik visapusiškos netaršių automobilių skatinimo politikos užuomazgas. To priežastis – statistinės informacijos, kuri būtina tokio pobūdžio tyrimams, ribotumas. Dėl šios priežasties siekiant sukurti vertinimo modelį, disertacijos autoriaus nuomone, būtina analizuoti ir hipotetines skatinimo priemones, kurios šiuo metu nėra naudojamos tiriamoje šalyje, tačiau gali turėti reikšmingą poveikį netaršių automobilių plėtrai. Esamų ir hipotetinių priemonių rinkiniai gali būti analizuojami vertinant vartotojų preferencijas, pasitelkiant vieną iš pasirengimo mokėti metodikų (Helveston et al. 2015, Lee et al., 2016). Hipotetinių priemonių vertėms nustatyti galima apklausti vartotojus arba pasitelkti ekspertus (Murphy et al., 2005, Lieven, 2015).

Tačiau skatinimo sistemos tinkamumą parodo ne tik vartotojų preferencijos. Pasak Law (2009) efektyvumas matuojamas kaip sėkmingai sistema pasiekia norimus rezultatus. Mačiulis et al. (2019) nuomone, norint visapusiškai įvertinti ar skatinimo priemonės yra tinkamos, reikia kompleksinio vertinimo, o tam į vieną modelį reikia apjungti skirtingas metodus. Išanalizavus atliktus įvairius netaršių automobilių skatinimo priemonių vertinimo tyrimus, galima konstatuoti, kad nėra vienareikšmio sutarimo dėl nepriklausomų kintamųjų įtraukimo į vertinimo modelį, nes modelio formavimas priklauso nuo tyrimo tikslo, teorinės prieigos, priimamų prielaidų bei pasiekiamų duomenų. Disertacijos autoriaus nuomone, vartotojų preferencijos tyrimą tikslinga papildyti įgyvendinamumo, veiksmingumo ir kaštų analize, kuri parodo,

kiek konkrečios priemonės (esamos ar hipotetinės) įgyvendinimas kainuoja. Priemonių įgyvendinamumas parodo, kaip sudėtinga įgyvendinti skatinimo priemonę politiniu ir administraciniu lygiu (Bakker ir Trip, 2013). Priemonių veiksmingumo vertinimas parodo, kurios iš priemonių įgyvendinimas gali labiau prisidėti prie elektromobilių naudojimo plėtros (Zhou et al., 2016). Tiek įgyvendinamumas, tiek veiksmingumas gali būti tiriamas kokybinės apklausos pagrindu pasitelkiant ekspertus (Bakker ir Trip, 2013). Apibendrinus analizuotų teorinių ir empirinių tyrimų rezultatus, sudarytas modelis, iliustruojantis disertacijos autoriaus sisteminį požiūrį į AEI naudojančių automobilių naudojimą skatinančių priemonių vertinimą. 16 pav. pateikiamas AEI naudojančių automobilių panaudojimo plėtrą skatinančių priemonių vertinimo modelis. Punktyru išskirtos tos dalys, kurias rekomenduojama įgyvendinti pasitelkiant ekspertinį vertinimą.



**16 pav.** AEI naudojančių automobilių panaudojimo plėtrą skatinančių priemonių vertinimo modelis (sudaryta autoriaus)

Remiantis šiuo modeliu, gavus vartotojų preferencijų tyrimo, veiksmingumo, įgyvendinamumo bei kaštų analizės rezultatus, šiems keturiems tyrimo blokams turi būti nustatomas vertinimo kriterijų svoris. Rekomenduotina, kad šiuos svorius nustatytų ekspertai, kurie gali objektyviau įvertinti konkrečios šalies ar miesto netaršių automobilių skatinimo aplinką, įvairius plėtros veiksnius ir kliūti. Siūlomą modelį užbaigia daugiakriterinis vertinimas, kuriame apibendrinami visų tyrimo blokų rezultatai atsižvelgiant į vertinimo kriterijų svorius. Šiame modelyje atsispindi bent keli teorinėje darbo dalyje išanalizuoti skatinimo priemonių vertinimo būdai. Tačiau sudarytas modelis, skirtingai nuo daugumos atliktų tyrimų, apima dedamąsias, kurios buvo analizuotos skirtinguose kontekstuose (valstybėse ar miestuose), tačiau nebuvo apjungtos į bendrą vertinimą. Vertinimo modelyje išryškintos keturios dalys, kurios apjungiamos į visapusišką skatinimo priemonių vertinimą: vartotojų

preferencijų nustatymas, skatinimo priemonių įgyvendinimo kaštų sumavimas, skatinimo priemonių įgyvendinamumo bei veiksmingumo rodiklių nustatymas. Šiuo modeliu galima vertinti valstybės ar savivaldybės naudojamas skatinimo priemonės, taip pat į tyrimą galima įtraukti ir hipotetines skatinimo priemonės.

### 3. ATSINAUJINANČIUS ENERGIJOS IŠTEKLIUS NAUDOJANČIŲ TRANSPORTO PRIEMONIŲ SKATINIMO EMPIRINIS TYRIMAS

AEI naudojančių transporto priemonių skatinimo empirinio tyrimo pradžioje pristatoma empirinio tyrimo loginė struktūra (žr. 20 lent.), detalizuojamos jos dalys ir ryšys su disertacijos 2 skyriuje pristatytu vertinimo modeliu. Šiam skatinimo priemonių tyrimui iš visų AEI naudojančių transporto priemonių pasirinkti elektromobiliai.

**20 lentelė.** Empirinio tyrimo loginė struktūra (sudaryta autoriaus)

<b>1 etapas</b>	Empirinio tyrimo ribų apibrėžimas
<b>2 etapas</b>	Elektromobilių panaudojimą skatinančių priemonių vertinimo tyrimo tikslų ir uždavinių nustatymas
<b>3 etapas</b>	Tyrimo metodų pasirinkimas tikslams ir uždaviniams pasiekti
<b>4 etapas</b>	Empirinio tyrimo dalių organizavimas ir atlikimas
<b>5 etapas</b>	Gautų rezultatų analizavimas, išvadų bei rekomendacijų pateikimas

**Pirmasis etapas: empirinio tyrimo ribų apibrėžimas.** Empirinio tyrimo objektas – elektromobilių panaudojimą skatinančios priemonės, kurių apibrėžimas plačiai aptartas I ir II disertacijos dalyse. Elektromobilių skatinimo priemonių vertinimas atliktas Lietuvos kontekste. Didžioji dalis tyrimo atlikta 2018-tais metais. Nemaža dalis analizuojamų skatinimo priemonių nebuvo įgyvendinamos Lietuvoje tuo metu, kai buvo atliekamas šis empirinis tyrimas. Elektromobilių savininkai tuo metu šalyje galėjo pasinaudoti tik nemokamu parkavimu didmiesčiuose, galimybė važiuoti autobusų juosta ir nemokamu įkrovimu viešose įkrovimo stotelėse. Verta atkreipti dėmesį, jog nepaisant galimybės nemokamai įkrauti elektromobilius, Lietuvoje viešų įkrovimo stotelių buvo ypatingai mažai, o esama ribota infrastruktūra neatliko skatinimo naudotis netaršiais automobiliais funkcijos. Natūralu, kad Lietuvos nacionalinės valdžios atstovai, matydami elektromobilių skatinimo priemonių įgyvendinimą kitose šalyse ar net sėkmingus skatinimo sistemos pavyzdžius, pradėjo diskusijas apie visapusiškesnę elektromobilių skatinimo politiką. Tačiau konkrečios skatinimo priemonės neišvydo dienos šviesos iki disertacijos tyrimo pabaigos. Nepaisant fragmentuotos elektromobilių skatinimo politikos Lietuvoje, disertacijos autorius nusprendė siekiant objektyvumo į tyrimą įtraukti ir hipotetines skatinimo priemonės, kurios sėkmingai įgyvendinamos kitose šalyse (šios priemonės išsamiai

apartos II disertacijos dalyje). Hipotetinių priemonių vertėms nustatyti pasirinktas vartotojų apklausos ir ekspertų nuomonės apibendrinimas.

**Antrasis etapas: elektromobilių naudojimą skatinančių priemonių palyginamojo vertinimo empirinio tyrimo tikslų ir uždavinių nustatymas.** Remiantis disertacijoje atlikta analize, formuluojamas elektromobilių panaudojimą skatinančių priemonių vertinimo tyrimo tikslas: naudojant parengtą vertinimo modelį atlikti elektromobilių naudojimą skatinančių priemonių palyginamojo vertinimo tyrimą Lietuvos kontekste. Tyrimo tikslui pasiekti iškelti šie uždaviniai:

1. Nustatyti skatinimo priemonių vertes ir dydžius.
2. Nustatyti skatinimo priemonių įgyvendinamumo, veiksmingumo rodiklius bei vertinimo modelio dedamosioms priskirti svorius.
3. Atlikti vartotojų preferencijų tyrimą.
4. Prognozuoti galimus elektromobilių plėtros scenarijus ir atlikti skatinimo priemonių įgyvendinimo kaštų analizę.

**Trečiasis etapas: tyrimo metodų parinkimas tikslams ir uždaviniams pasiekti.** Norint pasiekti tyrimo tikslą bei įgyvendinti iškeltus uždavinius, kiekvienam iš jų parinkti tinkamiausi tyrimo metodai. Siekiant nustatyti skatinimo priemonių vertes ir dydžius buvo organizuojama išankstinė vartotojų apklausa bei pasitelktas ekspertinis vertinimas. Elektromobilių naudojimą skatinančių priemonių dydžių ir verčių nustatymo metodika detalai aprašoma 3.1 skyriuje, o rezultatai – 3.2.1 skyriuje. Ekspertinis vertinimas pasirinktas skatinimo priemonių įgyvendinamumui, veiksmingumui ir vertinimo kriterijų svoriams nustatyti. Išsamus ekspertinio interviu aprašymas yra 3.1 skyriuje, o rezultatų pristatymas – 3.2.2. skyriuje. Vartotojų preferencijų nustatymas atliktas naudojant diskretaus pasirinkimo modelius (angl. *discrete choice models*), kurie skaičiuoti *probit* ir *logit* regresijomis. Detali vartotojų preferencijų tyrimo metodologija pristatoma 3.1 skyriuje, o rezultatai 3.2.3 skyriuje. Tyrimo pabaigoje kriterijų reikšmių ir jų reikšmingumą sandaugų sumavimo metodu (angl. *Simple Additive Weighing, SAW*) įgyvendintas daugiakriterinis rodiklių vertinimas bei atlikta lyginamoji analizė.

**Ketvirtasis etapas: empirinių tyrimų organizavimas ir atlikimas.** Remiantis išsikeltais tikslais, uždaviniais bei pasirinktais tyrimo metodais, atliekami empiriniai tyrimai. Toliau detalizuojama (žr. 21 lent.) empirinio tyrimų eiga ir pristatomas tyrimo dalių ryšys su AEI naudojančių automobilių panaudojimo plėtrą skatinančių priemonių vertinimo modeliu.

**21 lentelė.** Empirinio tyrimo sudedamosios dalys (sudaryta autoriaus)

<b>Pirma empirinio tyrimo dalis</b>	Elektromobilių naudojimą skatinančių priemonių dydžių ir verčių nustatymas	Atlikta remiantis išankstine vartotojų apklausa ir ekspertiniu vertinimu. Šioje dalyje nustatytos vertės hipotetiniam automobilių mokesčiui, pridėtinės vertės mokesčio tarifui ir subsidijai.
<b>Antra empirinio tyrimo dalis</b>	Skatinimo priemonių įgyvendinamumo, veiksmingumo ir vertinimo kriterijų svorių nustatymas	Šios tyrimo dalies metodas – ekspertinis vertinimas. Pasirinktas anketinės apklausos duomenų rinkimo metodas, apklausti verslo atstovai, mokslininkai, nevyriausybinų organizacijų ir valdžios institucijų atstovai. Disertacijos autorius ekspertus parinko pagal profesinę specifiką ir kompetenciją, taip pat atsižvelgta į respondentų

		atstovaujamos institucijos ar organizacijos ryši su elektromobilių ar jų infrastruktūros plėtros problematika skirtinguose sektoriuose. Ekspertų nuomonių suderinamumo ir statistiškai reikšmingo skirtingumo vertinimas buvo atliekamas naudojant Kendalo konkordancijos koeficientą ir Kruskal-Wallis testą.
<b>Trečia empirinio tyrimo dalis</b>	Vartotojų preferencijų nustatymas	Šioje tyrimo dalyje pasirinkti diskretaus pasirinkimo modeliai (angl. <i>discrete choice models</i> ), kurie skaičiuoti naudojant <i>probit</i> ir <i>logit</i> regresijas. Logistinio modelio tinkamumas duomenims patikrintas naudojant klasifikacinę lentelę, didžiausio tikėtimumo chi kvadrato statistiką, Hosmer ir Lemeshow chi kvadrato statistiką, Voldo testą regresoriams ir pseudodeterminacijos koeficientus. <i>Probit</i> regresijos tinkamumas duomenims patikrintas naudojant Pirsono chi kvadratą ir regresorių Z statistiką
<b>Ketvirta empirinio tyrimo dalis</b>	Skatinimo priemonių įgyvendinimo kaštų skaičiavimas	Šioje tyrimo dalyje buvo vertinama, kiek konkrečios priemonės įgyvendinimas per metus kainuoja valstybės (ar savivaldybės) biudžetui. Nemaža dalis analizuojamų skatinimo priemonių yra neatsietos nuo elektromobilių parko dydžio ir šių transporto priemonių pardavimo masto šalyje. Todėl disertacijos autorius atliko trijų elektromobilių plėtros scenarijų prognozavimą.
<b>Penkta empirinio tyrimo dalis</b>	Daugiakriterinis rodiklių vertinimas	Šioje tyrimo dalyje pasirinktas kriterijų reikšmių ir jų reikšmingumų sandaugų sumavimo metodas (SAW) metodas, kuris integravo visus disertacijos tyrimo kriterijus ir svorius į vieną dydį. Rezultatai pateikti pagal <i>probit</i> ir <i>logit</i> regresijos, taip pat pristatant pagal tris skirtingus elektromobilių plėtros scenarijus.

**Penktasis etapas: gautų rezultatų analizavimas, rekomendacijų bei išvadų pateikimas.** Gauti empirinio tyrimo rezultatai analizuojami, pateikiamos išvados ir rekomendacijos.

Kitame skyriuje išsamiai aprašoma disertacijos empirinio tyrimo dalių metodologija.

### 3.1. Tyrimo metodologija

**Pirmoji empirinio tyrimo dalis** – elektromobilių naudojimą skatinančių priemonių dydžių ir verčių nustatymas. Jis atliktas remiantis vartotojų apklausa ir ekspertiniu tyrimu. Šioje dalyje nustatytos vertės hipotetiniam automobilių mokesčiui, pridėtinės vertės mokesčio tarifui ir subsidijai. Apklausos imtis nustatyta remiantis Paniotto formule (1) (Kardelis, 2007):

$$n = \frac{1}{\Delta^2 + \frac{1}{N}}; \quad (1)$$

čia:

n – imties dydis;

Δ – imties paklaidos dydis arba ribinė atrankos paklaida;

N – tyrinėjamos visumos dydis.



Leistina imties paklaida  $\Delta = 0,05$ , t. y. maksimali leistina socialiniuose tyrimuose. Anketiniams duomenims apdoroti ir analizuoti buvo naudojamas elektroninės skaičiuoklės „Microsoft Excel“ duomenų analizės paketas. Remiantis Lieven (2015) praktika nuspręsta sugrupuoti skirtingus PVM tarifus ir subsidijos dydžius į keturis rinkinius. Keturi subsidijų dydžiai nustatyti remiantis populiariausiais ekspertinės apklausos ir išankstinės vartotojų apklausos dalyvių pasirinkimais ir atsižvelgiant į atsakymų kvartilius. Kvartilis – vienas iš trijų kvantilių, dalijančių skaitmeninių duomenų pasiskirstymą į keturis ketvirčius. Tai duomenų padėties skaitinės charakteristikos dalis. 1-as kvartilis (Q1), apatinės dalies mediana, kuris parodo rodiklio reikšmę atitinkančią poziciją  $\frac{n+1}{4}$ . 2-as kvartilis (Q2), dar vadinamas mediana, dalina variacinę eilutę į dvi maždaug lygias dalis ir parodo rodiklio reikšmę atitinkančią poziciją  $\frac{n+1}{2}$ . 3-ias kvartilis (Q3), viršutinės dalies mediana, kuris parodo rodiklio reikšmę atitinkančią poziciją  $\frac{3(n+1)}{4}$  (Ross, 2014).

Siekiant išlaikyti proporciją tarp galimų pasirinkimų respondentams, disertacijos autorius nusprendė pridėtinės vertės mokesčio tarifą išskaidyti į keturias parinktis: 21 proc., 14 proc., 7 proc. ir 0 proc. Tyrimo metu Lietuvoje automobilių metinis mokestis nebuvo įvestas. Todėl šiame tyrime naudojamas hopotetinis automobilių metinis mokestis, kuris nustatomas pagal dažniausiai pasirinktą atsakymą išankstinėje vartotojų apklausoje ir ekspertiniame vertinime.

**Antroji empirinio tyrimo dalis** – skatinimo priemonių įgyvendinamumo, veiksmingumo ir vertinimo kriterijų svorių nustatymas. Šios tyrimo dalies metodas – ekspertinis vertinimas. Pasak Europos prognozavimo stebėsenos tinklo (angl. *European Foresight Monitoring Network*) (2008), ekspertinis vertinimas yra vienas plačiausiai pasaulyje taikomų išvalgos metodų. Pasirinktas anketinės apklausos duomenų rinkimo metodas. Organizuojant ekspertinį tyrimą buvo laikomasi socialinių tyrimų etikos reikalavimų (Kardelis, 2007): ekspertai yra pakankamai kompetentingi atsakyti į anketos klausimus, tyrėjas nedaro įtakos apklausiamiesiems, ekspertai sutinka dalyvauti apklausoje. Disertacijos autorius išskyrė šias galimų ekspertų grupes, kurių atstovai labiausiai įsigilinę į nagrinėjamą problematiką ir tiesiogiai arba netiesiogiai susidūrę su elektromobilių naudojimo plėtros klausimais:

- verslo (įmonių ir asocijuotų verslo struktūrų) atstovus;
- mokslininkus (aukštojo mokslo institucijų darbuotojai);
- nevyriausybinį organizacijų, dirbančių su elektromobilių problematika, atstovus;
- valdžios institucijų atstovus.

Konkretūs ekspertai buvo pasirenkami pagal kompetenciją ir profesinę specifiką, taip pat vertinama jų atstovaujamos institucijos ar organizacijos ryšys su elektromobilių ar jų infrastruktūros plėtros problematika viešajame sektoriuje, verslo sektoriuje ar nevyriausybinį organizacijų sektoriuje. Šioje tyrimo dalyje naudota Likerto skalė (10-ties punktų sistema). Anketiniams duomenims apdoroti ir analizuoti

buvo naudojamas Excel ir SPSS duomenų analizės paketai. Ekspertų nuomonių suderinamumo ir statistiškai reikšmingumo skirtingumo vertinimas buvo atliekamas naudojant Kendalo konkordacijos koeficientą ir Kruskal-Wallis testą. Šiuos vertinimus aptarsime detaliau.

**Kendalo konkordacijos koeficientas.** Kendalo konkordacijos koeficientas apskaičiuojamas pirmiausiai randant rangų sumų vidurkį  $a$ :

$$a=0,5m(k+1); \quad (2)$$

čia:

$m$  – ekspertų skaičius;

$k$  – klausimų skaičius.

Nuokrypių nuo rangų sumos vidurkio kvadratų suma apskaičiuojama pagal formulę (3):

$$S^2 = \sum_{j=1}^k (\sum_{i=1}^m x_{ij} - a)^2 \text{ su visais } i \text{ ir } j, \quad (3)$$

čia:

$x_{ij}$  –  $i$ -tojo eksperto  $j$ -ojo klausimo vertinimas (rangas),  $i=1,2,\dots,m$  ir  $j=1,2,\dots,k$ .

Konkordancijos koeficientas apskaičiuojamas pagal formulę (4):

$$W = \frac{12S^2}{m^2(k^3-k)}; \quad (4)$$

$W$  gali kisti nuo 0 iki 1.  $W=1$  rodo visišką rangų sutapimą (t. y. vertintojų rangai yra vienodi),  $W=0$  reiškia maksimalų skirtumą tarp vertinimų. Apskaičiavus  $W$ , suformuluojamos ir tikrinamos hipotezės:

- $H_0$ : ekspertų vertinimai prieštaringi, t. y.  $W=0$ ;
- $H_1$ : ekspertų vertinimai panašūs, t. y.  $W>0$ .

Hipotezės tikrinamos apskaičiuojant  $\chi^2$  kriterijų pagal formulę (5):

$$\chi^2=W \cdot m \cdot (k-1); \quad (5)$$

kuris lyginamas su kritine reikšme  $\chi^2_{kr}(\alpha; k-1)$ , čia  $\alpha=0,05$  (reikšmingumo lygmuo). Jei apskaičiuotoji statistika  $\chi^2$  yra didesnė už kritinę jos reikšmę, nulinė hipotezė apie nuomonių prieštarumą atmetama (Baležentis ir Žalimaitė, 2011). Jeigu vertinimuose yra sutampančių rangų, tai konkordancijos koeficientas apskaičiuojamas pagal kitą formulę (6):

$$W = \frac{12S^2}{m^2(k^3-k)-mT}; \quad (6)$$

čia:

$T$  – koregavimo faktorius, apskaičiuojamas:

$$T = \sum_{l=1}^n t_l(t_l^2 - 1); \quad (7)$$

čia:

$n$  parodo, kiek rangų kartojasi,  $t_l$  parodo, kiek kartų tam tikras rangas kartojasi (Gwet, 2014).

Jei pirmiau paskaičiuojama Friedmano  $\chi^2$  statistika, iš jos galima paskaičiuoti Kendalo konkordacijos koeficientą pagal formulę (8) (Gwet, 2014):

$$W = \frac{\chi^2}{k(m-1)}; \quad (8)$$

**Kruskal-Wallis testas.** Tai dispersinės analizės analogas ranginiams duomenims. Jis lygina, ar kintamųjų skirstiniai tarp grupių nesiskiria, t. y. Kruskal'o ir Wallis'o testas tikrina hipotezes:

- $H_0$ : kintamųjų skirstiniai grupėse yra lygūs;
- $H_1$ : kintamųjų skirstiniai tarp grupių (bent dviejų) skiriasi.

Hipotezės tikrinamos skaičiuojant Kruskal-Wallis statistiką:

$$H = \frac{12}{N(N+1)} \sum \frac{R_i^2}{n_i} - 3(N+1); \quad (9)$$

čia:

$N$  – stebinių skaičius;

$n_i$  –  $i$ -tosios imties (grupės) dydis;

$R_i$  –  $i$ -tosios imties rangų suma.

Apskaičiuota  $H$  statistika lyginama su kritine reikšme  $\chi^2_{kr}(\alpha; I-1)$ , čia  $I$  – grupių skaičius,  $\alpha=0,05$  (reikšmingumo lygmuo). Jei apskaičiuotoji statistika  $H$  yra didesnė už kritinę  $\chi^2$  reikšmę, nulinė hipotezė, jog visos populiacijos turi tą patį pasiskirstymą, atmetama. Kitaip tariant, skirstiniai skiriasi, jeigu  $p$ -reikšmė (apskaičiuota tikimybė) yra mažesnė už  $\alpha$  ir skirstiniai nesiskiria, jeigu  $p$ -reikšmė didesnė už  $\alpha$  arba jai lygi, čia  $\alpha$  – reikšmingumo lygmuo (tyrime  $\alpha=0,05$ ). Atmetus  $H_0$  šis testas tik nusako, kad bent dviejų grupių skirstiniai skiriasi, tačiau nenurodo, kurios grupės skiriasi (Gibbons ir Chakraborti, 2003; Field, 2009). Kruskal-Wallis testas gali būti atliekamas ir modifikuotu būdu analizuojant medianas. Medianos kriterijus yra universalesnis, bet mažiau galingas už Kruskal-Wallis kriterijų. Testuojama, ar imtys yra paimitos iš populiacijos su ta pačia mediana (Field, 2009). Medianos testas analizuoja, ar kintamojo dviejų ar daugiau populiacijų (grupių) medianos sutampa, t. y.

- $H_0$ : medianos visose grupėse yra lygios;
- $H_1$ : medianos tarp grupių skiriasi.

Nulinės hipotezės atveju (visos imtys paimitos iš tos pačios populiacijos su vienoda mediana) maždaug 50 proc. visų stebinių imtyje turėtų būti aukščiau (arba žemiau) bendros medianos. Jeigu  $p$ -reikšmė (apskaičiuota tikimybė) yra mažesnė už  $\alpha$ , nulinė hipotezė atmetama.

**Trečioji empirinio tyrimo dalis** – vartotojų preferencijų nustatymas. Šioje tyrimo dalyje pasirinkti diskretaus pasirinkimo modeliai (angl. *discrete choice models*), kurie skaičiuoti naudojant *probit* ir *logit* regresijas. Praktikoje neįmanoma žinoti visų faktorių, kurie nulemia žmogaus pasirinkimo sprendimą, todėl diskretaus pasirinkimo modeliai yra grįsti stochastinėmis prielaidomis ir specifikacijomis, siekiant įvertinti nestebimus faktorius. Diskretaus pasirinkimo modeliai apibrėžia tikimybę, kuria žmogus pasirenka tam tikrą alternatyvą, kur tikimybė yra išreiškiama kaip funkcija stebimų (žymimų  $x$ ) ir nestebimų (žymimų  $\varepsilon$ ) kintamųjų (faktorių). Faktorai susiję su žmogaus pasirinkimu funkcija (10):

$$y = h(x, \varepsilon); \quad (10)$$

Endogeninis kintamasis  $y$  gali įgyti reikšmes  $\{0,1\}$ , kur, pavyzdžiui,  $y = 0$  reiškia, kad dominantis įvykis neįvyks,  $y = 1$  reiškia, mus dominantis įvykis įvyks.

Priklausomai nuo skirtingų prielaidų apie nestebimų faktorių pasiskirstymo funkciją gaunami skirtingi diskretaus pasirinkimo modeliai. Jei daroma prielaida, jog tai „ekstremalios vertės“ pasiskirstymas (dar žinomas kaip dvigubo eksponentinio, Weibulo skirstiniu), gaunamas *logit* modelis, jei laikomasi normalaus skirstinio prielaida, gaunamas *probit* modelis.

*Logit* modelis yra iki šiol plačiausiai naudojamas modelis. Situacija, kai reikia pasirinkti vieną iš dviejų alternatyvų, vadinama binariniu pasirinkimu. Analizuojant dvinarę (binarinę) logistinę regresiją paprastai skaičiuojamas tikimybių santykis  $P(y \leq j)/P(y > j)$ , kuris vadinamas galimybe (angl. *odds*). Pavyzdžiui, galimybė  $P(y \leq j)/P(y > j)$  parodo, kiek kartų kintamajam  $y$  yra tikėtinau įgyti mažesnę nei didesnę reikšmę. Galimybių santykis (angl. *odds ratio*) parodo, kaip pasikeis galimybė (tikimybių santykis), kai atitinkamas kintamasis padidės vienetu, fiksavus kitų kintamųjų reikšmes (Čekanavičius, 2011).

Taigi dvinarės logistinės regresijos modelis sudaromas ne pačiam priklausomam kintamajam, o jo tikimybių santykio logaritmui, t. y. *logit* funkcijai (11):

$$\ln \frac{P(y=1)}{P(y=0)} = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + \dots; \quad (11)$$

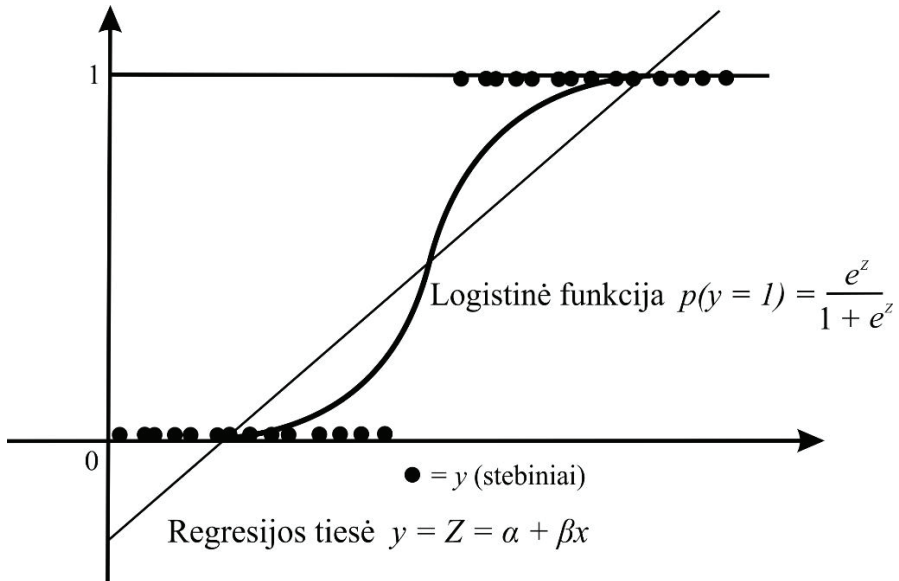
Ekvivalentus modelio užrašas yra

$$P(y = 1) = \frac{e^z}{1+e^z} = \frac{1}{1+e^{-z}}, \quad P(y = 0) = 1 - P(y = 1) \quad (12)$$

čia  $P(y = 1)$  – tikimybė, kad įvykis įvykis  $y=1$ , o  $z$  yra vadinama tikimybių santykio *logit* funkcija (13):

$$z = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + \dots; \quad (13)$$

kur  $x_1, x_2$  ir t. t. – stebimi faktoriai, o  $b_1, b_2$  ir t. t. – modelio parametru įverčiai.  $y$  reikšmių logistinė transformacija į funkcijos  $z$  reikšmes yra gaunama pritaikant *logit* funkciją prognozuojamoms  $y$  reikšmėms. Jos grafinė iliustracija pateikta 1 pav. (Mazzocchi, 2008). *Logit* transformacija yra tikimybių, jog įvykis įvykis  $y=1$  ir  $y=0$ , santykio logaritmas. *Logit* ryšys leidžia transformuoti binarinį kintamąjį  $y$  į tolydų kintamąjį  $z$ . Parametrai  $\beta$  vertinami didžiausio tikėtimumo metodu. Žemiau pateikiamas (žr. 17 pav.)  $y$  reikšmių logistinė transformacija į funkcijos  $z$  reikšmes.



17 pav.  $y$  reikšmių logistinė transformacija į funkcijos  $z$  reikšmes (Mazzocchi, 2008)

Skirtumas tarp logistinės regresijos ir *logit* modelio yra tas, jog logistinėje regresijoje bent vienas nepriklausomas kintamasis yra tolydus dydis, tuo tarpu *logit* modeliuose visi nepriklausomi modeliai yra binariniai ar kategoriniai. Nepaisant šio skirtumo šie modelių pavadinimai paprastai naudojami kaip sinonimai (Mazzocchi, 2008). Logistinio modelio tikimą duomenims parodo šie pagrindiniai rodikliai (Čekanavičius, 2011):

- Klasifikacinė lentelė. Konkretiems stebėjimams prognozuojama  $Y$  reikšmė ir žiūrima, ar prognozė sutapo su tikrąja  $Y$  reikšme. Kuo daugiau sutapimų, tuo modelis geresnis.
- Didžiausio tikėtimumo chi kvadrato statistika. Parodo ar modelyje yra bent vienas reikalingas regresorius (nepriklausomas kintamasis). Jeigu statistikos  $p$  reikšmė  $\geq 0,05$ , tai reiškia, jog visi regresoriai nereikalingi. Šiuo atveju regresijos modelio tinkamumas labai abejotinas.
- Hosmer ir Lemeshow chi kvadrato statistika. Hosmer ir Lemeshow kriterijus yra žymiai mažiau populiarus alternatyva minėtam didžiausio tikėtimumo chi kvadrato kriterijui. Modelis gerai tinka duomenims, kai Hosmer ir Lemeshow chi

kvadrato statistikos  $p$  reikšmė  $\geq 0,05$ . Hosmer ir Lemeshow kriterijų rekomenduojama taikyti tik nedidelėms imtims (rekomenduotina iki 200 stebėjimų, o virš 500 stebėjimų taikyti tik išimtiniais atvejais).

- Voldo testai regresoriams. Jie padeda nuspręsti, ar kintamasis šalintinas iš modelio. Jeigu regresoriui Voldo testo  $p$  reikšmė  $< 0,05$ , tai regresorius yra statistiškai reikšmingas. Jeigu  $p \geq 0,05$ , tai regresorius yra statistiškai nereikšmingas ir modelyje jis paliekamas tik ypatingais atvejais.

- Pseudodeterminacijos koeficientai (angl. *pseudo-R*<sup>2</sup>). Jie gali įgyti reikšmes iš intervalo  $[0, 1]$  ir rodo bendrąjį modelio tikimą duomenims. Kuo koeficiento reikšmė didesnė, tuo modelis geriau tinka duomenims. Vis dėlto, jeigu  $R^2$  yra mažas, bet pagal visus kitus rodiklius logistinė regresija tinka, tai vis tiek tariama, kad modelis tinkamas.

*Probit* regresija yra alternatyva dvireikšmei logistinei regresijai. Tarkime, modeliuojamas dvireikšmis kintamasis  $y$ , kuris priklauso nuo  $x_1, x_2$  ir t. t. Matematinis modelis sudaromas ne pačiam priklausomam kintamajam, o jo tikimybei  $P(y = 1)$ :

$$P(y = 1) = F(b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + \dots); \quad (14)$$

čia  $F(\cdot)$  žymi standartinio normaliojo dydžio pasiskirstymo funkciją. Šiuose modeliuose ryšio funkcija yra atvirkštinė standartinio normaliojo skirstinio funkcija  $F^{-1}(\cdot)$ , kuri ir vadinama *probit* funkcija (15):

$$F^{-1}(P(y = 1)) = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + \dots; \quad (15)$$

Regresorių svarba nustatoma atsižvelgiant į parametrų reikšmes. Jeigu parametras prie kintamojo  $x_i$  yra teigiamas, tai šiam kintamajam didėjant, tikimybė kintamajam  $y$  įgyti reikšmę 1 didėja. Jeigu parametras neigiamas, tai atitinkamam kintamajam didėjant, tikimybė kintamajam  $y$  įgyti reikšmę 1 mažėja. Priešingai dvinarei logistinei regresijai, jokie galimybių santykiai *probit* regresijoje nėra skaičiuojami.

Pagrindinės modelio tikimo charakteristikos šiuo atveju yra (Čekanavičius, 2011):

- Pirsono chi kvadratas. Jis rodo bendrąjį modelio tikimą duomenims. Modelis geras, kai  $p$  reikšmė  $\geq 0,05$ .

- Regresorių  $Z$  statistika. Tai Voldo testo logistinėje regresijoje analogas. Regresorius yra statistiškai reikšmingas, kai  $p < 0,05$ .

**Ketvirtoji empirinio tyrimo dalis** – skatinimo priemonių įgyvendinimo kaštų sumavimas. Žemiau pateikiama metodologija, kaip skaičiuojami visų tyrime vertinamų elektromobilių naudojimą skatinančių priemonių metiniai įgyvendinimo kaštai.

Pridėtinės vertės mokesčio lengvata ir negražintinos subsidijos suteikimas. Pridėtinės vertės mokesčio (PVM) tarifo lengvata sietina su negautomis pajamomis valstybės biudžetui, todėl skaičiuojant priemonės metinius įgyvendinimo kaštus,

skaičiuojamos šios negautos pajamos (NP) dauginant jas iš prognozuojamo naujų įsigyjamų elektromobilių skaičiaus pagal skirtingus elektromobilių plėtros scenarijus. Taip pat skaičiuojami ir subsidijų kaštai (SK): prognozuojamas parduodamų elektromobilių skaičius padauginamas iš subsidijos dydžio. Bendri šių priemonių įgyvendinimo metiniai kaštai apskaičiuojamas pagal tokią išraišką (16):

$$P\dot{I}MK_{(PVM\text{ lengvata ir subsidija})} = (NP_{(1,2,3)} + SK_{(1,2,3)}) \times S_{(elektromobilių\text{ pardavimai})} \quad (16)$$

čia: P $\dot{I}MK$  – priemonės įgyvendinimo metiniai kaštai,  
 NP – negautos pajamos valstybės biudžetui taikant PVM mokesčio lengvatą ir skaičiuojant populiariausių elektromobilių Europoje kainos vidurkį,  
 SK – negražintinos subsidijos dydis taikomas įsigyjant elektromobilį,  
 S<sub>(elektromobilių pardavimai)</sub> – prognozuojamas metinis naujų elektromobilių pardavimų skaičius pagal vieną iš plėtros scenarijų.

Elektromobilių atleidimas nuo automobilių mokesčio. Kai buvo atliekamas tyrimas, Lietuvoje automobilių metinis mokestis dar nebuvo įvestas, nors diskusijų politiniame lygmenyje kildavo vis daugiau. Todėl šiame tyrime nustatomas hipotetinis metinis mokestis, kurio dydis suformuotas remiantis pirmos tyrimo dalies rezultatais (apklausiant vartotojus ir ekspertus). Toliau pateikiama skatinimo priemonės kaštų skaičiavimo išraiška (17):

$$P\dot{I}MK_{(atleidimas\ nuo\ mokesčio)} = AM \times S_{(elektromobilių\ skaičius)} \quad (17)$$

čia: P $\dot{I}MK$  – priemonės įgyvendinimo metiniai kaštai,  
 AM – hipotetinis metinis automobilio mokestis, kurio nereikia mokėti elektromobilių savininkams,  
 S<sub>(elektromobilių skaičius)</sub> – prognozuojamas metinis elektromobilių skaičius pagal vieną iš plėtros scenarijų.

Nemokamas elektromobilių parkavimas miesto centre. Priemonės metiniai kaštai skaičiuojami Lietuvos didžiųjų miestų (Vilniaus, Kauno ir Klaipėdos) parkavimo metinių leidimų kainos vidurkį padauginus iš prognozuojamo metinio elektromobilių skaičiaus pagal vieną iš plėtros scenarijų. Šios priemonės įgyvendinimo metiniai kaštai apskaičiuojamas pagal tokią išraišką (18):

$$P\dot{I}MK_{(nemokamas\ parkavimas)} = PV \times S_{(elektromobilių\ skaičius)} \quad (18)$$

čia: P $\dot{I}MK$  – priemonės įgyvendinimo metiniai kaštai,  
 PV – didžiųjų miestų parkavimo metinių leidimų kainos vidurkis,  
 S<sub>(elektromobilių skaičius)</sub> – prognozuojamas metinis elektromobilių skaičius pagal vieną iš plėtros scenarijų.



Galimybė nemokamai įkrauti elektromobilių viešosiose vietose. Skaičiuojant šios priemonės kaštus remtasi Europos Parlamento ir Tarybos direktyvoje (2014) įvardinta rekomendacija, koks minimalus įkrovimo stotelių skaičius turėtų būti skaičiuojant vienam elektra varomam automobiliui. Šis rodiklis pasirinktas todėl, kad tai Europos Sąjungos, o kartu ir Lietuvos siekiamybė, kokio minimalaus dydžio įkrovimo tinklas turėtų būti išplėtotas Europos šalyse. Be abejo, Europos Parlamento ir Tarybos direktyvoje įvardintos rekomendacijos įgyvendinimas yra neatsiejamas nuo didelių Lietuvos biudžeto išlaidų į infrastruktūrą. Tačiau, disertacijos autoriaus nuomone, šios investicijos neturėtų būti traktuojamos tik kaip elektromobilių rinkos plėtos skatinimo priemonės, nes jos susijusios ir su esamų elektromobilių vartotojų patogumu įkrauti savo transporto priemonę. Todėl skaičiuojant skatinimo priemonės – galimybės nemokamai įkrauti elektromobilių viešosiose vietose – įgyvendinimo kaštus, nuspręsta įtraukti ne investicijas į naują įkrovimo infrastruktūrą, o įkrovimo stotelių metinių energijos kaštus. Atliekant tyrimą nebuvo prieinamos išsamios ir susistemintos informacijos, kiek vidutiniškai energijos suvartoja viešai prieinami elektromobilių įkrovimo punktai. Todėl skaičiuojant kaštus remtasi įkrovimo sistemas gaminančios bendrovės „Elinta“ ir Lietuvos automobilių kelių direkcijos informacija, kurią apibendrina Kauno savivaldybės administracijos Transporto ir eismo reguliavimo skyrius. Bendri šios skatinimo priemonės įgyvendinimo metiniai kaštai apskaičiuojami pagal tokią išraišką (19):

$$P\dot{I}MK_{(\text{nemokamas įkrovimas})} = AV \times EK \times S_{(\text{elektromobilių skaičius})} \quad (19)$$

čia:  $P\dot{I}MK$  – priemonės įgyvendinimo metiniai kaštai,

$AV$  – greito ir lėto įkrovimo stotelių metinių energijos kaštų Lietuvoje vidurkis,

$EK$  – Europos Komisijos rekomenduojamas elektromobilių ir viešų įkrovimo stotelių santykis,

$S_{(\text{elektromobilių skaičius})}$  – prognozuojamas metinis elektromobilių skaičius pagal vieną iš plėtos scenarijų.

Finansuojamas įkrovimo stotelės įrengimas šalia namų. Įkrovimo stotelės įrengimo šalia individualaus namo finansavimas – tokios skatinimo priemonės įgyvendinimas nėra sudėtingai įgyvendinamas. Šioje vietoje gali kilti klausimas, kaip įgyvendinama tokio pobūdžio skatinimo priemonės daugiabučio kieme? Sprendimas išties paprastas: finansuojama daugiabučio namo bendrija arba gyventojas, kurie įsipareigoja daugiabučio kieme arba požeminiame garaže įrengti vieną arba kelias įkrovimo stoteles, sudarant sąlygas, kad visi daugiabučio namo (ar kvartalo) gyventojai galėtų ja naudotis. Kiekvienam elektromobilio savininkui išduodama elektroninė kortelė (kai kuriose šalyse naudojamas tiesiog piliečio ID kortelė arba kreditinė banko kortelė), kurią prilietus prie įkrovimo stotelės korpuso identifikuojamas paslaugos vartotojas ir suteikiama prieiga įkrauti transporto priemonę. Disertacijos autoriaus nuomone, nagrinėjamu atveju tikslinga priemonės įgyvendinimą susieti su naujai įsigyjamų automobilių pirkimu. Kitu atveju (skaičiuojant prognozuojamam elektromobilių kiekiui šalyje) skatinimo priemonės

įgyvendinimo kaštai taptų neproporcingai dideli kitų priemonių atžvilgiu. Taigi, šiuo atveju prognozuojamas metinis naujų elektromobilių pardavimų skaičius pagal vieną iš plėtros scenarijų padauginamas iš namų ūkiams skirtų įkrovimo stotelių kainų Lietuvoje vidurkio. Toliau pateikiama skatinimo priemonės kaštų skaičiavimo išraiška (20):

$$P\dot{I}MK_{(\text{įkrovimo stotelės įrengimas šalia namų})} = KV \times S_{(\text{elektromobilių pardavimai})} \quad (20)$$

čia:  $P\dot{I}MK$  – priemonės įgyvendinimo metiniai kaštai,  
 $KV$  – namų ūkiams skirtų įkrovimo stotelių kainų Lietuvoje vidurkis,  
 $S_{(\text{elektromobilių pardavimai})}$  – prognozuojamas metinis naujų elektromobilių pardavimų skaičius pagal vieną iš plėtros scenarijų.

Finansuojamas įkrovimo stotelės įrengimas šalia darbotvietės arba mokymo įstaigos. Skaičiuojant šios priemonės kaštus remtasi Europos Parlamento ir Tarybos direktyvoje (2014/94/ES, 2014) įvardinta rekomendacija, koks minimalus įkrovimo stotelių skaičius turėtų būti skaičiuojant vienam elektra varomam automobiliui. Informacija apie įkrovimo stotelės kainą ir įrengimo kaštus gauta iš Kauno savivaldybės administracijos, kuri viešųjų pirkimų būdų įsigijo tokią paslaugą. Disertacijos autoriaus nuomone, nagrinėjamu atveju tikslinga priemonės įgyvendinimą susieti su naujai įsigyjamų automobilių pirkimu. Kitu atveju (skaičiuojant prognozuojamam elektromobilių kiekiui šalyje) skatinimo priemonės įgyvendinimo kaštai taptų neproporcingai dideli kitų priemonių atžvilgiu. Toliau pateikiama skatinimo priemonės kaštų skaičiavimo išraiška (21):

$$P\dot{I}MK_{(\text{įkrovimo stotelės įrengimas})} = KN \times EK \times S_{(\text{elektromobilių pardavimai})} \quad (21)$$

čia:  $P\dot{I}MK$  – priemonės įgyvendinimo metiniai kaštai,  
 $KN$  – Kauno savivaldybės administracijos įsigytos greito įkrovimo stotelės kaina (su įrengimu),  
 $EK$  – Europos Komisijos rekomendacija dėl minimalaus įkrovimo stotelių skaičiaus, tenkančio vienam elektromobiliui.  
 $S_{(\text{elektromobilių pardavimai})}$  – prognozuojamas metinis naujų elektromobilių pardavimų skaičius pagal vieną iš plėtros scenarijų.

Verta atkreipti dėmesį, jog dalis skatinimo priemonių, susijusių su įkrovimo stotelių įrengimo plėtra, gali keisti elektros tinklo, ypač skirstomojo, pralaidumų poreikį. Tačiau tai sunku įvertinti, nes toks procesas dar nevyksta, nėra tai iliustruojančios informacijos. Disertacijos autorius, nenorėdamas daryti spekuliatyvių vertinimų, nusprendė neatsižvelgti į tinklo plėtros poreikį ir į su tuo susijusias išlaidas.

Penktoji empirinio tyrimo dalis – daugiakriterinis vertinimas. Šią empirinio tyrimo dalį sudaro rodiklių, charakterizuojančių lyginamų objektų, reikšmių (arba ekspertų vertinimų) matrica  $R = \|r_{ij}\|$  ir rodiklių reikšmingumo (svorių) reikšmės  $\omega_{i\Box}$ ,  $i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n$ , čia  $m$  – rodiklių skaičius,  $n$  – lyginamųjų objektų (alternatyvų) skaičius. Pastaraisiais metais daugiakriteriniai metodai plačiai naudojami

sudėtingiems socialiniams, ekonominiams bei technologiniams procesams palyginti ir identifikuoti geriausią alternatyvą ranguojant jas pagal reikšmę konkrečiam tikslui. Daugiakriterinis vertinimas išskaido problemą į mažesnes dalis ir, atlikus kiekvieno komponento vertinimą, dalys yra surenkamos į visumą, kad sprendimų priėmėjai matytų bendrą problemos vaizdą ir galėtų išsirinkti tinkamiausią alternatyvą (Li et al., 2019).

Taikant kiekybinius daugiakriterinius vertinimo metodus nustatoma, kokio pavidalo – maksimizuojamo arba minimizuojamo – yra kiekvienas rodiklis. Geriausios maksimizuojamų rodiklių reikšmės yra didžiausios, minimizuojamųjų geriausios reikšmės – mažiausios. Kiekybinių daugiakriterinių metodų kriterijai dažniausiai jungia bedimenses rodiklių (normalizuotas) reikšmes  $r_{ij}$  ir rodiklių svorius į vieną dydį – metodo kriterijų. Dauguma metodų taiko pradinių duomenų (rodiklių reikšmių) skirtingą specifinę normalizaciją arba duomenų transformaciją. Šiuo atveju pasirinktas kriterijų reikšmių ir jų reikšmingumų sandaugų sumavimo metodas (angl. *Simple Additive Weighing, SAW*), nes jis yra vienas iš paprasčiausių, natūraliausių ir plačiausiai naudojamų daugiakriterinių vertinimo metodų. Šio metodo kriterijus  $S_j$  aiškiai parodo daugiakriterinio vertinimo esmę – t. y. kriterijų ir svorių integravimą į vieną dydį (Hwang ir Yoon 1981, Chu et al. 2007, Ginevičius ir Podvezko 2007). Skaičiuojama visų rodiklių pasvertų normalizuotų reikšmių suma  $S_j$  kiekvienam  $j$ -ajam objektui. Suma išreiškiama pagal formulę (22):

$$S_j = \sum_{i=1}^m \omega_i \tilde{r}_{ij} ; \quad (22)$$

čia:

$\omega_i$  –  $i$ -ojo rodiklio svoris;

$\tilde{r}_{ij}$  –  $i$ -ojo rodiklio normalizuota reikšmė  $j$ -ajam objektui.

$$(\sum_{i=1}^m \omega_i = 1); \quad (23)$$

Galima taikyti įvairias funkcijas norint normalizuoti duomenis. Vienas iš būdų – pagal formulę (25) (Ginevičius ir Podvezko 2007):

$$\tilde{r}_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sum_{i=1}^m r_{ij}}; \quad (25)$$

čia:

$r_{ij}$  –  $i$ -ojo rodiklio reikšmė  $j$ -ajam objektui.

Šiuo atveju naudojama formulė, kurią Maxim (2014) naudojo elektros energijos generavimo tvarumo vertinimui. Ji gali būti užrašoma dvejopai, atsižvelgiant į rodiklio interpretacijas. Jei didesnė rodiklio reikšmė traktuojama kaip geresnė, tada naudojama normalizavimo formulė (26):

$$\tilde{r}_{ij} = \frac{r_{ij} - \min_j \{r_{ij}\}}{\max_j \{r_{ij}\} - \min_j \{r_{ij}\}}; \quad (26)$$

Jei mažesnė rodiklio reikšmė traktuojama kaip geresnė, tada naudojama atvirkščia normalizavimo formulė (27):

$$\tilde{r}_{ij} = 1 - \frac{r_{ij} - \min_j \{r_{ij}\}}{\max_j \{r_{ij}\} - \min_j \{r_{ij}\}}, \quad (27)$$

Abiem atvejais atlikus perskaičiavimus normalizuotos rodiklių reikšmės patenka į intervalą [0,1] (Pollescha ir Dale 2016). Šiuo atveju normalizuojant geriausiai rodiklio reikšmei suteikiama reikšmė 1, blogiausiai – 0, taigi geriausia kriterijaus  $S_j$  reikšmė yra didžiausia.

## **3.2. Elektromobilių naudojimą skatinančių priemonių vertinimo tyrimo rezultatai**

### **3.2.1. Elektromobilių naudojimą skatinančių priemonių dydžių ir verčių nustatymas**

Analizuodami skirtingų šalių patirtis ir mokslinę literatūrą, Mačiulis et al. (2018) nustatė keturiolika elektra varomų transporto priemonių skatinimo politikos krypčių. Taip pat išskyrė penkiolika nacionalinio ir dvylika savivaldybės lygio konkrečių skatinimo priemonių, kurios buvo taikytos skirtingose valstybėse ar miestuose (Mačiulis et al., 2018). Tuo tarpu Lietuvoje, pagal Susisiekimo ministerijos (2020b) informaciją, elektromobilių savininkai turi tokias paskatas:

1. Taikomos parkavimo ir įvažiavimo rinkliavų lengvatos šiuose Lietuvos miestuose: Vilniuje, Kaune, Klaipėdoje, Šiauliuose, Panevėžyje, Neringoje ir Trakuose.

2. Vilniaus mieste elektromobilių vairuotojai gali naudotis specialiai pažymėtomis maršrutinio transporto eismo juostomis.

3. Gyventojai seną taršų automobilį keisdami į elektromobilį gali gauti 1000 eurų kompensaciją. Ši skatinimo priemonė skirta tiems, kurie mažiausiai metus naudoja taršų automobilį ir atiduoda jį sunaikinti.

4. Nuo 2020 m. balandžio iki 2021 m. vasario buvo galima teikti prašymus norint gauti kompensaciją naujai įsigijus elektromobilį. Kompensacinės išmokos dydis vienam pareiškėjui už įsigytą naudotą elektromobilį yra 2000 Eur, už įsigytą naują elektromobilį 4000 Eur.

5. Nuo 2020 m. liepos 1 d. bus įvedamas automobilių registravimo ir perregistravimo mokestis, susijęs su automobilio keliama tarša. Mokestis svyruos nuo 13,5 iki 540 eurų, o elektromobiliai bus nuo mokesčio atleisti.

Nuo 2018 m. liepos 21 d. iki 2018 m. sausio 14 d. internetu buvo vykdoma anketinė apklausa. Atkreiptinas dėmesys, jog šioje apklausoje nebuvo vertinamos paminėtos skatinimo priemonės, nes tyrimo metu tokios priemonės nebuvo prieinamos Lietuvos gyventojams: kompensacija keičiant taršų automobilį į elektromobilį, kompensacija už įsigytą naują ar naudotą elektromobilį bei

registravimo / perregistravimo mokesčiai (suteikiant lengvatą elektromobiliams). Internetinėje apklausoje dalyvavo 292 respondentai. Kiekybinis duomenų rinkimo metodas – anketinė apklausa. Šioje tyrimo dalyje naudojama atrankos rūšis – atsitiktinė tikimybinė atranka. Tyrimo paklaida – 3 proc., statistinio patikimumo p reikšmė – 0,95. Šia apklausa siekta nustatyti elektromobilių naudojimą skatinančių priemonių dydžius ir vertes. Imties dydis buvo nustatytas panaudojus Paniotto formulę. Patikimai imčiai buvo reikalingi 256 respondentai, o į anketos klausimus atsakė 36 respondentai daugiau. Apklausoje dalyvavo 45,9 proc. moterų, didžiąją dalį (96,6 proc.) respondentų sudarė Vilniaus, Kauno ir Klaipėdos gyventojai, 81 proc. apklaustųjų nurodė turintys aukštąjį arba aukštesnįjį išsilavinimą. Didžioji dalis respondentų (92,8 proc.) pateikdami atsakymus nurodė turintys vairuotojo pažymėjimą, 69,2 proc. iš jų darbo dienomis keliauja automobiliu, 37,3 proc. apklaustųjų namų ūkyje turi vieną automobilį, o 45,9 proc. turi du automobilius. 75,3 proc. tyrimo dalyvių nurodė, jog yra susipažinę su elektra varomais automobiliais, be to 50,3 proc. svarstė galimybę įsigyti automobilį.

Šia tyrimo dalimi nustatytos vertės hipotetiniam automobilių mokesčiui, pridėtinės vertės mokesčio tarifui ir subsidijai. Apibendrinant išankstinės vartotojų apklausos ir ekspertinio vertinimo (šis tyrimas detalai aprašytas kitoje dalyje) rezultatus, nustatyti duomenų kvartiliai, kurie suskaido duomenų rinkinį į keturis ketvirčius: 25 proc., 50 proc. ir 75 proc.

Už 4000 Eur ar mažesnę subsidiją pasisako maždaug kas penktas išankstinės vartotojų apklausos respondentas (25,3 proc.) Tuo tarpu už 5000 Eur ar mažesnę subsidiją pasisako 30,6 proc. ekspertinio vertinimo dalyvių. Už 8000 ar mažesnę subsidiją pasisako apie pusė (52,8 proc.) ekspertinio vertinimo dalyvių. Už 9000 ar mažesnę subsidiją pasisako 56,2 proc. išankstinės vartotojų apklausos respondentų. Ne didesnė nei 12000 Eur subsidija atrodo pakankama daugiau nei 75 proc. visų respondentų (78,8 proc. išankstinės vartotojų apklausos respondentų ir 77,8 proc. ekspertinio vertinimo dalyvių). Disertacijos autoriaus nuomone, nors šių dviejų apklausų rezultatai parodė skirtingus pirmuosius kvartilius (4000 Eur ir 5000 Eur) ir antruosius kvartilius (8000 Eur ir 9000 Eur), tačiau dėl tyrimo rezultatų aiškumo verta pasirinkti po vieną gražintinos subsidijos dydį. Disertacijos autorius siūlo pasirinkti 4000 Eur, 8000 Eur ir 12000 Eur dydžius, nes tarp šių dydžių yra vienodi skirtumai. Be to, tokį subsidijų parinkčių suskirstymą pagrindžia ir populiariausi atsakymai į klausimą, kokio dydžio negražintina subsidija būtų pakankama elektromobilių pardavimams skatinti Lietuvoje, kurie yra: 4000 Eur (pasirinko 13,4 proc. išankstinės vartotojų apklausos respondentų ir 8,3 proc. ekspertinio vertinimo dalyvių), 8000 Eur (pasirinko 10,6 proc. išankstinės vartotojų apklausos respondentų ir 11,1 proc. ekspertinio vertinimo dalyvių) ir 12000 Eur (pasirinko 11,6 proc. išankstinės vartotojų apklausos respondentų ir 13,9 proc. ekspertinio vertinimo dalyvių). Žemiau pateikiama apibendrinta lentelė, kurioje žalia spalva išskirti duomenų kvartiliai, o geltona spalva pažymėti populiariausi atsakymai. 22 lentelėje pateikiama apibendrinta informacija, kurioje žalia spalva išskirti duomenų kvartiliai, o geltona spalva pažymėti populiariausi atsakymai.

**22 lentelė.** Respondentų pasirinktų atsakymų į klausimą, kokio dydžio negražintina subsidija būtų pakankama elektromobilių pardavimams skatinti Lietuvoje, apibendrinimas (sudaryta autoriaus)

Atsakymų variantai į klausimą: kokio dydžio negražintina subsidija būtų pakankama elektromobilių pardavimų skatinimui Lietuvoje?	Išankstinė vartotojų apklausa			Ekspertinis vertinimas		
	Apklauso dalyviai, vnt.	Apklauso dalyviai, proc.	Apklauso dalyvių dalis, pasirinkusių ne didesnę subsidiją, proc.	Apklauso dalyviai, vnt.	Apklauso dalyviai, proc.	Apklauso dalyvių dalis, pasirinkusių ne didesnę subsidiją, proc.
Mažiau nei 2.000 Eur	7	2,4%	2,4%	0	0,0%	0,0%
2000 Eur	15	5,1%	7,5%	3	8,3%	8,3%
3000 Eur	13	4,5%	12,0%	2	5,6%	13,9%
4000 Eur	39	13,4%	25,3%	3	8,3%	22,2%
5000 Eur	14	4,8%	30,1%	3	8,3%	30,6%
6000 Eur	11	3,8%	33,9%	3	8,3%	38,9%
7000 Eur	12	4,1%	38,0%	1	2,8%	41,7%
8000 Eur	31	10,6%	48,6%	4	11,1%	52,8%
9000 Eur	22	7,5%	56,2%	3	8,3%	61,1%
10000 Eur	22	7,5%	63,7%	1	2,8%	63,9%
11000 Eur	10	3,4%	67,1%	0	0,0%	63,9%
12000 Eur	34	11,6%	78,8%	5	13,9%	77,8%
13000 Eur	30	10,3%	89,0%	3	8,3%	86,1%
14000 Eur	23	7,9%	96,9%	2	5,6%	91,7%
Daugiau nei 14000 Eur	9	3,1%	100,0%	3	8,3%	100,0%
Iš viso	292	100,0%		36	100,0%	

Disertacijos autoriaus nuomone, siekiant proporcijos tarp minimalios subsidijos ir maksimalios nuolaidos pridėtinės vertės mokesčio tarifui, būtina į vartotojų preferencijų tyrimą įtraukti ir 0 Eur dydžio subsidiją. Todėl kitose tyrimo dalyse bus vertinamos šios subsidijos parinktys: 0 Eur, 4000 Eur, 8000 Eur ir 12000 Eur. Disertacijos autorius atkreipia dėmesį, jog skirtumas tarp šių parinkčių yra vienodomis dalimis, t. y. 4000 Eur, todėl tokį pat principą siūlys išlaikyti ir nustatant PVM tarifo parinktį. Tyrimo metu Lietuvoje prekės ir paslaugos buvo apmokestinamos 21 proc. tarifu. Daugumos ekspertinio vertinimo ir išankstinės vartotojų apklauso dalyvių nuomone, perkant elektromobilį valstybė turėtų taikyti 0 proc. PVM tarifą. Taip pasisakė 47,2 proc. ekspertinės apklauso ir 54,1 proc. išankstinės vartotojų apklauso dalyvių. Siekiant išlaikyti proporciją tarp galimų pasirinkimų, disertacijos autorius pasirinko PVM tarifą išskaidyti į keturis variantus: 21 proc., 14 proc., 7 proc. ir 0 proc. Žemiau pateikiamas (žr. 23 lent.) PVM tarifo ir subsidijų dydžio parinktys, kurios bus naudojamos kitose tyrimo dalyse.

**23 lentelė.** Pridėtinės vertės mokesčio tarifo ir subsidijų dydžio parinklys (sudaryta autoriaus)

Nr.	Pridėtinės vertės mokesčio (PVM) tarifas, %	Subsidija elektromobilio įsigijimui, Eur
1.	21	0
2.	14	12000
3.	7	8000
4.	0	4000

Mokesčių yra labai įvairių: nuo vienkartinio registracijos mokesčio iki metinių mokesčių. Nemaža dalis šalių mokesčio dydį formuoja atsižvelgiant į automobilio taršą arba variklio tūrį. Automobilių mokestį ir jų taikymo alternatyvas aptarėme šios disertacijos antroje dalyje. Tyrimo metu Lietuvoje automobilių metinis mokestis nebuvo įvestas, nors diskusijų politiniame lygmenyje pasigirdavo vis daugiau. Todėl šiame tyrime nustatytas hipotetinis metinis mokestį, kurį suformuojame gaudami atsakymus iš ekspertinės vertinimo ir išankstinės vartotojų apklausos. Mokestis, kurio nemokėtų elektromobilių savininkai, turėtų būti (pakankamas daryti įtaką elektromobilių naudojimo plėtrai) nuo 10 iki 30 Eur (mėnesiui). Taip mano 28,1 proc. vartotojų apklausos dalyvių ir 38,89 proc. ekspertinės apklausos dalyvių. Todėl šiame tyrime skaičiuosime šio, apklausose dažniausiai pasirinkto atsakymo, mokesčio vidurkį, kuris sudaro 20 Eur mėnesiui ir 240 Eur metams. Pavyzdžiui, 2018 metais Latvijoje toks metinis mokestis svyravo nuo 12 Eur iki 765, Airijoje nuo 120 Eur iki 2350 Eur, Suomijoje nuo 106 Eur iki 654 Eur, atsižvelgiant į automobilio rūšį ar išmetamų teršalų kiekį.

### 3.2.2. Skatinimo priemonių įgyvendinamumo, veiksmingumo ir vertinimo kriterijų svorių nustatymas

2018 metais nuo rugpjūčio 10 iki spalio 14 d. disertacijos autorius vykdė ekspertinę apklausą pagal iš anksto sudarytą klausimyną, kurios tikslai:

1. Nustatyti elektromobilių skatinimo priemonių veiksmingumą;
2. Nustatyti elektromobilių skatinimo priemonių įgyvendinamumą;
3. Skatinimo priemonių vertinimo modelio dedamosioms priskirti svorius.

El. paštu buvo išsiųsta anoniminė anketa 42 adresatams, anketos duomenis užpildė 36 respondentai. Anketą sudarė įvadas ir keturios klausimų grupės. Įvade pateikta informacija apie tyrimo autorių ir tikslą. Pirmojoje dalyje siekta nustatyti eksperto atstovaujama instituciją ir darbinę patirtį. Antroje dalyje siekta sužinoti ekspertų nuomonę apie skatinimo priemonių dydžius. Šios dalies rezultatai leido suformuoti vartotojų preferencijos tyrimo rinkinius įrašant konkretų automobilių mokesčio dydį bei PVM tarifo ir negrąžintinos subsidijos dydžių parinktis. Trečioje dalyje siekta nustatyti skatinimo priemonių veiksmingumo ir įgyvendinamumo rodiklius. Šie rodikliai ekspertinės apklausos būdu buvo tiriami Bakker ir Trip (2013), kurie bandė nustatyti elektromobilių skatinimo politikos alternatyvas siekiant sumažinti taršą miestuose. Ketvirtoje ekspertinio vertinimo dalyje siekta sužinoti kiek svarbus kiekvienas iš įvardytų kriterijų vertinant elektromobilių skatinimo priemones:



I. Vartotojų nuomonę apie skatinimo priemonę (kaip vartotojų apsisprendimą pirkti elektromobilį lemia konkreči priemonė);

II. Skatinimo priemonės įgyvendinimo kaštus (kiek kainuoja konkrečios priemonės įgyvendinimas);

III. Skatinimo priemonės įgyvendinamumą (kaip sunku / lengva įgyvendinti priemonę politiniu ir administraciniu lygiu);

IV. Skatinimo priemonės veiksmingumą (kokį poveikį elektromobilių pardavimui gali turėti priemonės įgyvendinimas).

Dauguma respondentų (77,8 proc. atsakiusių į klausimus) atstovauja valdžios institucijas ir verslo organizacijas. 75 proc. apklaustųjų turi didesnę nei 10 metų darbo patirtį. 24 ir 25 lentelėse detalčiai aprašytas respondentų pasiskirstymas pagal institucijas ir patirtį.

**24 lentelė.** Ekspertų pasiskirstymas pagal atstovaujama instituciją (sudaryta autoriaus)

Atstovaujama institucija	Mokslų institucija	Nevyriausybinių organizacija	Valdžios institucija	Verslo organizacija	Kita
Ekspertų skaičius	4	2	14	14	2

**25 lentelė.** Ekspertų pasiskirstymas pagal turimą darbo patirtį (sudaryta autoriaus)

Ekspertų darbo patirtis	iki 1 metų	nuo 1 iki 3 metų	nuo 3 iki 5 metų	nuo 5 iki 10 metų	daugiau nei 10 metų
Ekspertų skaičius	0	2	0	7	27

Anketoje buvo prašoma įvertinti lengva ar sunku konkrečią elektromobilių skatinimo priemonę įgyvendinti Lietuvoje politiniu ir administraciniu lygiu (1 balas – įgyvendinti labai sunku, 10 balų – įgyvendinti labai lengva). Ekspertai kaip lengviausiai įgyvendinamas priemonės išskyrė šias: nemokamas parkavimas miesto centre (vidutinis balas – 8,92), leidimas važiuoti autobusų juosta (8,72), galimybė nemokamai įkrauti elektromobilį (7,58). Atkreiptinas dėmesys, kad dauguma šių išvardytų priemonių jau dabar yra taikomos didžiuosiuose Lietuvos miestuose. Sunkiausiai politiniu ir administraciniu lygiu įgyvendinamą skatinimo priemonę respondentai įvardijo automobilių mokesčio įvedimą ir elektromobilių atleidimą nuo šios prievolės (4,83). Elektromobilių įsigijimui taikoma subsidija ir PVM lengvata apklausoje buvo vertinama atskirai (nenurodant skaitinės išraiškos). PVM lengvatos įgyvendinamumo vidutinis balas – 6,14, tuo tarpu subsidijos – 5,61. Atsižvelgiant į tai, kad šios dvi priemonės tyrime vertinamos deriniu, suskaičiuotas šių priemonių balų vidurkis (5,88).

Ekspertų taip pat buvo prašoma įvertinti, kokį poveikį elektromobilių pardavimui Lietuvoje turėtų konkrečios skatinimo priemonės įgyvendinimas, t. y. nurodyti, kiek veiksminga yra konkreči priemonė (1 balas – visiškai neveiksminga, 10 balų – labai veiksminga). Vertinant veiksmingumą ekspertai didžiausią poveikį darančias priemones įvardijo šias: pridėtinės vertės mokesčio (PVM) lengvatą ir subsidijas (vidutinis balas – 8,24), nemokamą parkavimą miesto centre (7,14) ir

finansuojamą įkrovimo stotelės įrengimą šalia namų (7,11). Kaip mažiausiai veiksmingą priemonę apklausos dalyviai įvardijo – leidimą važiuoti autobusų juosta. Pažymėtina tai, jog elektromobilių įsigijimui taikoma subsidija ir PVM lengvata apklausoje buvo vertinama atskirai (nenurodant skaitinės išraiškos). PVM lengvatos veiksmingumo vidutinis balas – 8,27, tuo tarpu subsidijos – 8,19. Atsižvelgiant į tai, kad šios dvi priemonės tyrime vertinamos deriniu, suskaičiuotas šių priemonių balų vidurkis (8,24).

26 lentelėje pateikiamas skatinimo priemonių įgyvendinamumo ir veiksmingumo apibendrinimas, kur žalia spalva pažymėti didžiausia rodikliai, o rausva spalva – mažiausi.

**26 lentelė.** Ekspertinės apklausos metu nustatyti skatinimo priemonių įgyvendinamumo ir veiksmingumo rodikliai (sudaryta autoriaus)

	Įgyvendinamumas *	Veiksmingumas *
<b>Elektromobilių skatinimo priemonės</b>		
Elektromobilio įsigijimui taikoma PVM lengvata ir suteikiama subsidija	5,88	8,24
Elektromobilių atleidimas nuo automobilių mokesčio	4,83	6,78
Nemokamas parkavimas miesto centre	8,92	7,14
Suteikiamas leidimas važiuoti autobusų juosta	8,72	6,67
Galimybė nemokamai įkrauti elektromobilį	7,58	6,92
Finansuojamas įkrovimo stotelės įrengimas šalia namų	5,81	7,11
Finansuojamas įkrovimo stotelės įrengimas šalia darbovietės / mokymo įstaigos	6,47	7,08

\* vidutinis balas

Toliau pristatomas ekspertų nuomonių suderinamumo ir statistškai reikšmingo skirtingumo vertinimas. Paskaičiuotas Kendalo konkordacijos koeficientas rodo nedidelį ekspertų nuomonių sutapimą dėl skatinimo priemonių įgyvendinamumo ( $W=0,256$ ) bei dar didesnį ekspertų nuomonių išsiskyrimą dėl skatinimo priemonių veiksmingumo ( $W=0,058$ ).

Toliau analizuojama, ar atstovaujama institucija (organizacija) turi įtakos nuomonių išsiskyrimui, ar tokį rezultatą sąlygojo tiesiog atskirų ekspertų nuomonių nesutapimas. Tam naudojami kelių nepriklausomų imčių palyginimo neparametriniai kriterijai, t. y. Kruscal'o ir Wallis'o testas ir medianos testas. Kruscal'o ir Wallis'o testas tikrina hipotezes:

- $H_0$ : kintamųjų skirstiniai yra lygūs;
- $H_1$ : kintamųjų skirstiniai (bent dviejų) nėra lygūs.

Daroma išvada, kad skirstiniai skiriasi, jeigu p-reikšmė (apskaičiuota tikimybė) yra mažesnė už  $\alpha$  ir skirstiniai nesiskiria, jeigu p-reikšmė didesnė už  $\alpha$  arba jai lygi, čia  $\alpha$  – reikšmingumo lygmuo (tyrime  $\alpha=0,05$ ). Šis testas paremtas jungtine visų

imčių reikšmių rangine seka. Medianos testas analizuoja, ar kintamojo dviejų ar daugiau populiacijų (grupių) medianos sutampa, t. y.:

- $H_0$ : medianos visose grupėse yra lygios;
- $H_1$ : medianos tarp grupių skiriasi.

Rezultatai rodo, kad abiem metodais įkrovimo stotelės įrengimo šalia darbovietės finansavimo įgyvendinamumas ir suteikiamos negražintinos subsidijos perkant elektromobilį veiksmingumas tarp skirtingų atstovų grupių statistiškai reikšmingai skiriasi. 27 lentelėje pateikiami Kruskal-Wallis ir medianos testų rezultatai, oranžine pažymėtos tikimybės reiškia, jog  $H_0$  atmetama, t. y. egzistuoja reikšminiai skirtumai tarp respondentų, priklausančių skirtingoms institucijoms, vertinimų.

**27 lentelė.** Kruskal-Wallis ir medianos testų rezultatai (sudaryta autoriaus)

Elektromobilių naudojimą skatinančios priemonės	Kruskal-Wallis testas				Medianos metodas			
	Kruskal-Wallis H	Laisvės laipsnių skaičius	p – tikimybė	N (stebinių skaičius)	Mediana	$\chi^2$ kriterijaus reikšmė	Laisvės laipsnių skaičius	p – tikimybė
Įgyvendinamumas	PVM lengvata	4	0,226	36	7,00	7,770	4	0,100
	Negražintina subsidija	4	0,200	36	6,00	3,527	4	0,474
	Atleidimas nuo aut. mokesčio	4	0,253	36	6,00	4,798	4	0,309
	Nemokamas parkavimas	4	0,044	36	10,00	-	-	-
	Važiavimas autobusu juosta	4	0,158	36	10,00	-	-	-
	Nemokamas įkrovimas	4	0,254	36	8,00	6,095	4	0,192
	Įkrovimo stotelės (namai)	4	0,277	36	6,00	6,906	4	0,141
	Įkrovimo stotelės (darbas / moksl.)	4	0,033	36	7,00	11,426	4	0,022
	PVM lengvata	4	0,262	36	9,00	3,967	4	0,410
	Negražintina subsidija	4	0,048	36	9,00	11,020	4	0,026
Veiksmingumas	Atleidimas nuo aut. mokesčio	4	0,582	36	7,00	3,348	4	0,501
	Nemokamas parkavimas	4	0,286	36	7,00	3,690	4	0,450
	Važiavimas autobusu juosta	4	0,790	36	7,00	2,872	4	0,579
	Nemokamas įkrovimas	4	0,134	36	7,00	4,761	4	0,313
	Įkrovimo stotelės (namai)	4	0,025	36	7,00	7,053	4	0,133
	Įkrovimo stotelės (darbas / moksl.)	4	0,016	36	7,00	7,770	4	0,100

28 lentelėje galima matyti, kad įkrovimo stotelės įrengimo šalia darbovietės finansavimo įgyvendinamumą prasčiausiai vertina mokslo institucijos, geriausiai – kitos institucijos. Tuo tarpu suteikiamos negražintinos subsidijos perkant elektromobilių veiksmingumą geriausiai vertina mokslo ir kitos institucijos, o mažiausiai balų tam skyrė nevyriausybinės organizacijos. Kruskal-Wallis metodas nustatė ir daugiau reikšminių skirtumų tarp institucijų vertinimų, t. y. nemokamo elektromobilių parkavimo miesto centre įgyvendinamumas, finansuojamo įkrovimo stotelės įrengimo šalia namų veiksmingumas ir finansuojamo įkrovimo stotelės įrengimo šalia darbovietės veiksmingumas, tačiau medianos metodas šiuos skirtumus laiko nereikšminiais.

**28 lentelė.** Vidutiniai rangai pagal atstovaujamą instituciją (sudaryta autoriaus)

	Prieimonė	Statistinis rodiklis	Institucija				Kita
			Mokslo institucija	Nevyriausyb. organizacija	Valdžios institucija	Verslo organizacija	
Įgyvendinamumas	Suteikiama PVM lengvata	Vidutinis rangas <i>Stebinių skaičius</i>	26,63 4	27,50 2	14,82 14	18,71 14	17,50 2
	Suteikiama negražintina subsidija	Vidutinis rangas <i>Stebinių skaičius</i>	14,00 4	25,25 2	15,36 14	20,21 14	30,75 2
	Atleidimas nuo automobilių mokesčio	Vidutinis rangas <i>Stebinių skaičius</i>	12,63 4	23,00 2	20,64 14	15,86 14	29,25 2
	Nemokamas parkavimas miesto centre	Vidutinis rangas <i>Stebinių skaičius</i>	24,50 4	3,50 2	16,64 14	21,21 14	15,50 2
	Suteikiamas leidimas važiuoti autobusų juosta	Vidutinis rangas <i>Stebinių skaičius</i>	18,75 4	5,00 2	17,07 14	20,79 14	25,50 2
	Galimybė nemokamai įkrauti elektromobilį	Vidutinis rangas <i>Stebinių skaičius</i>	17,13 4	10,50 2	15,75 14	21,29 14	29,00 2
	Finansuojamas įkrovimo stotelės įrengimas šalia namų	Vidutinis rangas <i>Stebinių skaičius</i>	10,63 4	22,00 2	16,61 14	21,00 14	26,50 2
	Finansuojamas įkrovimo stotelės įrengimas šalia darbovietės / mokymo įstaigos	Vidutinis rangas <i>Stebinių skaičius</i>	8,25 4	17,25 2	15,75 14	22,39 14	32,25 2

Veiksmin- gumas	Suteikiama PVM lengvata	Vidutinis rangas <i>Stebinių skaičius</i>	20,25 4	16,50 2	14,50 14	22,82 14	14,75 2
	Suteikiama negrąžintina subsidija	Vidutinis rangas <i>Stebinių skaičius</i>	29,00 4	10,50 2	14,89 14	18,75 14	29,00 2
	Atleidimas nuo automobilių mokesčio	Vidutinis rangas <i>Stebinių skaičius</i>	13,75 4	10,00 2	19,39 14	19,50 14	23,25 2
	Nemokamas parkavimas miesto centre	Vidutinis rangas <i>Stebinių skaičius</i>	18,38 4	14,50 2	16,00 14	19,61 14	32,50 2
	Suteikiamas leidimas važiuoti autobusų juosta	Vidutinis rangas <i>Stebinių skaičius</i>	15,88 4	19,75 2	17,29 14	19,14 14	26,50 2
	Galimybė nemokamai įkrauti elektromobilį	Vidutinis rangas <i>Stebinių skaičius</i>	16,00 4	18,25 2	14,68 14	20,93 14	33,50 2
	Finansuojama s įkrovimo stotelės įrengimas šalia namų	Vidutinis rangas <i>Stebinių skaičius</i>	27,50 4	25,00 2	13,39 14	18,04 14	33,00 2
	Finansuojama s įkrovimo stotelės įrengimas šalia darbovietės / mokymo įstaigos	Vidutinis rangas <i>Stebinių skaičius</i>	26,00 4	21,75 2	12,04 14	20,21 14	33,50 2

Rezultatai rodo, kad nėra vieningos nuomonės dėl priemonių veiksmingumo bei įgyvendinamumo ir tai yra diskusinis klausimas.

Ketvirtoje ekspertinio vertinimo dalyje siekta nustatyti svorius AEI naudojančių automobilių panaudojimo plėtrą skatinančių priemonių vertinimo modelio dedamosioms: vartotojų nuomonei apie skatinimo priemones, jų įgyvendinimo kaštams, veiksmingumui ir įgyvendinamumui. Svoriai bus apskaičiuojami remiantis respondentų vertinimais, kiek kiekviena šių dedamųjų yra svarbi, vertinant balais nuo 1 (visiškai nesvarbi) iki 10 (labai svarbi). Ekspertų nuomone, svarbiausias yra skatinimo priemonės veiksmingumas (santykinis svoris – 7.957). Šis kriterijus parodo, kokį poveikį elektromobilių pardavimui gali turėti priemonės įgyvendinimas. Antroje vietoje yra vartotojų nuomonė apie skatinimo priemonę (6.162). Mažiausiai ekspertų palankumo sulaukė priemonių įgyvendinamumo kriterijus ir įgyvendinimo kaštai. Iš to galime daryti išvadą, jog ekspertai labiau vertina skatinimo sistemos įtaką elektromobilių plėtrai, negu tai, kiek tokios priemonių visumos įgyvendinimas gali reikalauti administracinių ir finansinių išteklių. Apibendrintus svarbos nustatymo rezultatus galite pamatyti 29 lentelėje.

**29 lentelė.** Skatinimo priemonių vertinimo kriterijų svarbumo svoriai (sudaryta autoriaus)

Kriterijaus aprašymas	Santykinis svoris
Vartotojų nuomonė apie skatinimo priemonę	0,243
Skatinimo priemonės įgyvendinimo kaštai	0,218
Skatinimo priemonės įgyvendinamumas	0,225
Skatinimo priemonės veiksmingumas	0,314

Disertacijos autorius vertino kiekvieno kriterijaus svarbos skirtumus tarp skirtingų institucijų. Iš 30 lentelės matyti, kad nevyriausybinių organizacijos mažiausią balą davė vartotojų nuomonei apie skatinimo priemonę ir skatinimo priemonės įgyvendinimo kaštams, tuo tarpu didžiausią svorį – skatinimo priemonės veiksmingumui. Vis dėlto nevyriausybinių organizacijos atstovų buvo santykinai nedaug (2 respondentai), o kitų institucijų atstovų nuomonės buvo gana panašios.

**30 lentelė.** Vidutiniai rangai pagal atstovaujama instituciją (sudaryta autoriaus)

Kriterijaus aprašymas	Atstovaujama institucija	Stebinių skaičius	Vidurinis rangas
Vartotojų nuomonė apie skatinimo priemonę	Mokslo institucija	4	12,38
	Nevyriausybinių organizacija	2	7,00
	Valdžios institucija	14	20,21
	Verslo organizacija	14	20,21
	Kita	2	18,25
	Iš viso	36	
Skatinimo priemonės įgyvendinimo kaštai	Mokslo institucija	4	15,50
	Nevyriausybinių organizacija	2	5,50
	Valdžios institucija	14	20,82
	Verslo organizacija	14	18,71
	Kita	2	19,75
	Iš viso	36	
Skatinimo priemonės įgyvendinamumas	Mokslo institucija	4	30,00
	Nevyriausybinių organizacija	2	22,25
	Valdžios institucija	14	17,54
	Verslo organizacija	14	15,57
	Kita	2	19,00
	Iš viso	36	
Skatinimo priemonės veiksmingumas	Mokslo institucija	4	20,25
	Nevyriausybinių organizacija	2	33,25
	Valdžios institucija	14	15,32
	Verslo organizacija	14	18,71
	Kita	2	21,00
	Iš viso	36	

Kruskal-Wallis ir medianos testų rezultatai rodo, kad svoriai (svarbos vertinimai) tarp skirtingų atstovų grupių statistiškai reikšmingai nesiskiria. Vadinasi jų pagrindu paskaičiuoti AEI naudojančių automobilių panaudojimo plėtrą



skatinančių priemonių vertinimo modelio dedamųjų svoriai yra statistiškai patikimi. 31 lentelėje pateikiami Kruskal-Wallis ir medianos testų rezultatai.

**31 lentelė.** Kruskal-Wallis ir medianos testo rezultatai (sudaryta autoriaus)

Testas		Vartotojų nuomonė apie skatinimo priemonę	Skatinimo priemonės įgyvendinimo kaštai	Skatinimo priemonės įgyvendinamumas	Skatinimo priemonės veiksmingumas
Kruskal-Wallis	<b>Kruskal-Wallis H</b>	4,629	4,218	6,814	5,519
	<b>Laisvės laipsnių skaičius</b>	4	4	4	4
	<b>P - tikimybė</b>	0,328	0,377	0,146	0,238
Medianos testas	<b>Stebinių skaičius</b>	36	36	36	36
	<b>Mediana</b>	20,00	20,00	20,00	30,00
	<b>(<math>\chi^2</math> kriterijaus reikšmė)</b>	3,184	3,166	8,082	3,021
	<b>Laisvės laipsnių skaičius</b>	4	4	4	4
	<b>P - tikimybė</b>	0,527	0,530	0,089	0,554

### 3.2.3. Vartotojų preferencijų tyrimo rezultatai

Šiame tyrime vartotojų preferencijos buvo tiriamos anketine apklausa, kuri buvo atlikta 2018 metų lapkričio–gruodžio mėnesiais. Kiekybinis duomenų rinkimo metodas – anketinė apklausa. Šioje tyrimo dalyje naudojama atrankų rūšis – atsitiktinė tikimybinė atranka. Tyrimo paklaida – 3 proc., statistinio patikimumo p reikšmė – 0,95. Respondentų skaičius – 104, didžiąją dalį apklaustųjų sudarė gyvenantys trijuose didžiausiuose Lietuvos miestuose. Kaip ir Lieven (2015) atveju buvo sudaryta 12 rinkinių, o kiekvieną iš jų sudarė trys alternatyvos (A, B ir C), kurias respondentas gali pasirinkti. B ir C pasirinkimuose yra skirtingi atributai, kurie šiuo atveju yra elektromobilių skatinimo priemonės. Bendra atributų suma (visuose rinkiniuose) yra vienoda. Pasirinkimas „nė vienas“ (angl. „none“) ir „jokio pasirinkimo“ (angl. „no-choice“) mokslinėje literatūroje tapo aktualus pasirinkimais grįstuose tyrimuose, siekiant rezultatų objektyvumo ir norint išvengti respondentų spaudimo pasirinkti nepageidaujamą kompromisą (Betsell and Louviere, 1991; Louviere, 1988). Todėl šiame tyrime pasirinkimas A atlieka būtent šią paskirtį ir ji skirta tiems respondentams, kurie nenori rinktis elektromobilio alternatyvos arba jiems nereikalingos skatinimo priemonės. Pasirinkime A ir PVM tarifas yra 21%, toks koks šiuo metu taikomas visoms prekėms, įskaitant ir transporto priemones. Išsamūs rinkiniai pateikti disertacijos 4 priede.

Toliau pateikiami dvinarės (binarinės) logistinės regresijos rezultatai. Apklausų metu surinktiems duomenims pritaikytas *logit* modelis. Bene svarbiausia logistinio regresijos modelio tikimo duomenims charakteristika yra klasifikacinė lentelė (žr. 32 lent.). Konkretiems stebėjimams prognozuojama *y* reikšmė ir žiūrima, ar prognozė sutapo su tikrąja *y* reikšme. Kuo daugiau sutapimų, tuo modelis geresnis. Šiuo atveju 75 proc. visų reikšmių prognozių teisingos. Analizuojant nepasirinktus rinkinius, teisingai klasifikuota 83,3 proc. visų variantų, tačiau žvelgiant į pasirinktus rinkinius,

jų prognozės tikslumas mažesnis – teisingai klasifikuota 58,3 proc. visų atvejų. Atsižvelgiant į bendrą klasifikavimo tikslumą ir tai, jog abiem atvejais klasifikavimo tikslumas viršija 50 proc., galima daryti išvadą, kad modelis pakankamai geras.

**32 lentelė.** Klasifikavimo lentelė (sudaryta autoriaus)

Stebiniai		Prognozė		
		Pasirinkimas		Teisingai suklasifikuota, proc.
		0	1	
Pasirinkimas	0	2101	422	83,3
	1	524	733	58,3
Bendras sutapimas, proc.				75,0

Chi kvadrato kriterijaus statistika (žr. 33 lent.) ir  $p$  reikšmė pateikiamos 33 lentelėje. Kadangi  $p = 0,000..$ , tai modelis tinka gerai.

**33 lentelė.** Chi kvadrato testas (sudaryta autoriaus)

	$\chi^2$ kriterijaus reikšmė	Laisvės laipsnių skaičius	$p$
Modelis	1108,736	9	0,000

34 lentelėje pateikiami du pseudodeterminacijos koeficientai – Kokso ir Snelo  $R^2 = 0,254$ , Nagelkerkės  $R^2 = 0,353$ . Abudu determinacijos koeficientai rodo neblogą modelio tikimą duomenims, t. y.  $R^2 > 0,20$ .

**34 lentelė.** Modelio tikslumo matai (sudaryta autoriaus)

-2 Log likelihood	Kokso ir Snelo $R^2$	Nagelkerkės $R^2$
3699,141	0,254	0,353

Hosmer ir Lemeshow testo lentelėje (žr. 35 lent.) yra Hosmer ir Lemeshow chi kvadrato statistika ir kriterijaus  $p$  reikšmė. Šiuo atveju pagal gautą rezultatą ( $p < 0,05$ ) gauta, kad modelis duomenims netinka, tačiau šis kriterijus rekomenduojamas taikyti tik nedidelėms imtims. Kadangi šiuo atveju stebinių skaičius yra didelis ( $N=3780$ ), šis matas yra nepatikimas, dėl to į jo rezultatą nebus atsižvelgta.

**35 lentelė.** Hosmer ir Lemeshow testas (sudaryta autoriaus)

$\chi^2$ kriterijaus reikšmė	Laisvės laipsnių skaičius	$p$
27,416	5	0,000

Logistinio modelio parametrų įverčių lentelėje pateikiamos įvertintos parametrų reikšmės bei informacija apie jų statistinį reikšmingumą ir galimybių santykius. Statistiškai reikšmingi tie kintamieji, kuriems stulpelyje  $p$  pateiktos Voldo kriterijaus  $p$  reikšmės yra mažesnės už 0,05. Kaip rodo apskaičiuotos tikimybės, visi parametrai yra reikšminiai (t. y. visų jų reikšmės statistiškai reikšmingai skiriasi nuo 0).

Kadangi visų regresorių skalės vienodos, tai galimybių santykius galima taikyti regresorių svarbai nustatyti. Galima tarti, kad svarbesnis tas regresorius, kurio pokytis daugiau kartų pakeičia galimybių santykį (padidina jį arba sumažina). Teigiamas koeficientas rodo, jog atitinkamam kintamajam didėjant, auga ir  $P(Y=1)$  tikimybė. Ir atvirkščiai, jeigu koeficientas neigiamas, tai auga  $P(Y=0)$  tikimybė. Stulpelyje EXP(B) pateikiamos galimybių santykių reikšmės, o grafoje „95% EXP(B) pasikliautiniai intervalai“ yra galimybių santykių 95 proc. pasikliautinių intervalų apatiniai ir viršutiniai rėžiai. Iš gautų rezultatų matyti, kad alternatyvos pasirinkimui lemiamos įtakos turi praktiškai visi atributai. Galimybė važiuoti autobusų juosta yra vienintelis atributas, mažinantis alternatyvos pasirinkimo tikimybę, t. y. jei suteikiama galimybė važiuoti autobusų juosta, galimybė rinktis alternatyvą (t. y. tikimybių santykis  $P(y = 1)/P(y = 0)$  sumažėja 22,2 proc. (žr. stulpelį Exp(B)). Tuo tarpu visi kiti atributai didina tikimybę rinktis alternatyvą:

- Labiausiai alternatyvos pasirinkimo tikimybę didina finansuojamas stotelės įrengimas šalia namų. Šio atributo įtraukimas į rinkinį padidina galimybę rinktis alternatyvą 5,124 karto.
- 14 proc. PVM ir 12000 Eur subsidija padidina galimybę rinktis alternatyvą 2,408 karto.
- Finansuojamas stotelės įrengimas šalia darbovietės / mokslo įstaigos padidina galimybę rinktis alternatyvą 2,368 karto.
- 7% PVM ir 8000 Eur subsidija padidina galimybę rinktis alternatyvą 2,362 karto.
- Nemokamas parkavimas miesto centre padidina galimybę rinktis alternatyvą 2,089 karto.
- 0% PVM ir 4000 Eur subsidija padidina galimybę rinktis alternatyvą 1,714 karto.
- Nemokamas įkrovimas viešose įkrovimo stotelėse padidina galimybę rinktis alternatyvą 1,367 karto.
- Atleidimas nuo automobilio mokesčio padidina galimybę rinktis alternatyvą 1,251 karto.

Matome, kad intervaliniams kintamiesiems rėžiai yra gana maži. Šioje vietoje gali kilti klausimas, ar draudimas elektromobiliams važinėti autobusų juosta jų savininkus labiau skatintų rinktis elektrinę transporto priemonę nei leidimas šia juosta važinėti? Atsakymas į šį klausimą yra neigiamas. Neigiama parametro B reikšmė reiškia, kad siūlant šią skatinimo priemonę (suteikiama galimybė važiuoti autobusų juosta) labiau tikėtina, jog nebus pasirinktas siūlomas priemonių rinkinys (priklausomas kintamasis yra „pasirinkimas“, t. y. respondentas turėjo rinktis iš 3 alternatyvų, kurias sudarė skirtingi priemonių rinkiniai). Tai reiškia, kad ši skatinimo priemonė tyrimo respondentams nėra tokia svarbi kaip kitos priemonės, kurias siūlant labiau tikėtina, jog bus pasirinktas visas siūlomas skatinimo priemonių rinkinys. 36 lentelėje pateikiami logistinio modelio parametrų įverčiai.

Apklausų metu surinktiems duomenims buvo pritaikytas ir *probit* modelis. Žemiau pateikiami *probit* regresijos regresijos rezultatai. Norint išsiaiškinti, ar ši regresija tinka duomenims, analizuojami  $\chi^2$  testo rezultatai. Pirsono chi kvadrato

statistikos reikšmė (3724,838) ir jos  $p$  reikšmė, kuri yra daug didesnė už 0,05 ( $p=0,697$ ), rodo, kad *probit* regresijos modelio atmesti, kaip netinkamo negalima. 37 lentelėje pateikti  $\chi^2$  testo rezultatai.

38 lentelėje matyti, kad visi *probit* modelio parametrai yra reikšminiai ( $p<0,05$ ) ir tik vienas iš jų yra neigiamas. *Probit* modelio parametrai negali būti interpretuojami tiesiogiai. Vis dėlto, teigiama parametro reikšmė reiškia, kad jai didėjant, didėja prognozuojamo dydžio tikimybė, o neigiama parametro reikšmė rodo, jog šio kintamojo reikšmės padidėjimas sąlygoja prognozuojamo dydžio tikimybės sumažėjimą. 38 lentelėje pateikti *probit* modelio parametrų įverčiai.

*Probit* modelio, kaip ir logistinio modelio atveju, neigiamą parametą turi atributas „suteikiama galimybė važiuoti autobusų juosta“, o daugiausiai tikimybę pasirinkti alternatyvą didina atributas „finansuojamas stotelės įrengimas šalia namų“.

**36 lentelė.** Logistinio modelio parametrai įverčiai (sudaryta autorias)

Skatinimo priemonės	B	Standartinė paklaida	Wald statistikos reikšmė	Laisvės laipsnių skaičius	p	Exp(B)	95% EXP(B) pasikliautiniai intervalai	
							Apatinis režis	Viršutinis režis
0 proc. PVM ir 4000 Eur	0,539	0,218	6,093	1	0,014	1,714	1,117	2,628
7 proc. PVM ir 8000 Eur	0,860	0,161	28,676	1	0,000	2,362	1,725	3,236
14 proc. PVM ir 12000 Eur	0,879	0,201	19,146	1	0,000	2,408	1,624	3,569
Atleidimas nuo automobilio mokesčio	0,224	0,099	5,073	1	0,024	1,251	1,030	1,521
Nemokamas parkavimas miesto centre	0,737	0,097	57,696	1	0,000	2,089	1,727	2,526
Suteikiama galimybė važiuoti autobusų juosta	-0,251	0,094	7,104	1	0,008	0,778	0,647	0,936
Nemokamas įkrovimas viešose įkrovimo stotelėse	0,313	0,105	8,840	1	0,003	1,367	1,112	1,680
Finansuojamas stotelės įrengimas šalia namų	1,634	0,111	216,767	1	0,000	5,124	4,122	6,368
Finansuojamas stotelės įrengimas šalia darbovietės / mokslo įstaigos	0,862	0,103	70,408	1	0,000	2,368	1,936	2,895
Konstanta	-2,685	0,112	578,216	1	0,000	0,068		

**37 lentelė.**  $\chi^2$  testo rezultatai (sudaryta autorias)

	$\chi^2$	Laisvės laipsnių skaičius	p
<b>Pirsono matas</b>	3724,838	3770	0,697

**38 lentelė. Probit modelio parametru įverčiai (sudaryta autoriaus)**

Skatinimo priemonės	Parametru įverčiai	Standartinė paklaida	Z	p	95% pasikliautiniai intervalai	
					Apatinis režis	Viršutinis režis
0 proc. PVM ir 4000 Eur	0,313	0,131	2,391	0,017	0,056	0,570
7 proc. PVM ir 8000 Eur	0,490	0,093	5,297	0,000	0,309	0,671
14 proc. PVM ir 12000 Eur	0,501	0,119	4,212	0,000	0,268	0,734
Atleidimas nuo automobilio mokesčio	0,119	0,060	1,998	0,046	0,002	0,237
Nemokamas parkavimas miesto centre	0,433	0,059	7,383	0,000	0,318	0,547
Suteikiama galimybė važiuoti autobusų juosta	-0,173	0,056	-3,102	0,002	-0,283	-0,064
Nemokamas įkrovimas viešose įkrovimo stotelėse	0,172	0,063	2,722	0,006	0,048	0,296
Finansuojamas stotelės įrengimas šalia namų	0,963	0,065	14,733	0,000	0,835	1,091
Finansuojamas stotelės įrengimas šalia darbovietės / mokslo įstaigos	0,504	0,062	8,159	0,000	0,383	0,625
Konstanta	-1,545	0,055	-28,011	0,000	-1,600	-1,490

### 3.2.4. Elektromobilių naudojimą skatinančių priemonių įgyvendinimo metinių kaštų nustatymas

Pagal disertacijos autoriaus parengtą modelį, viena iš AEI naudojančių automobilių panaudojimo plėtrą skatinančių priemonių vertinimo modelio dedamųjų yra skatinimo priemonių įgyvendinimo kaina, t. y., kiek konkrečios priemonės įgyvendinimas per metus kainuoja valstybės (ar savivaldybės) biudžetui. Nemaža dalis analizuojamų priemonių yra neatsietos nuo elektromobilių parko dydžio ir šių transporto priemonių pardavimo masto šalyje. Tokios skatinimo priemonės yra: PVM lengvata, subsidija transporto priemonės įsigijimui, atleidimas nuo automobilio mokesčio, nemokamas įkrovimas viešose įkrovimo stotelėse, įkrovimo stotelės įrengimas šalia namų, darbovietės ar mokslo įstaigos įrengimas. Šių priemonių įgyvendinimo kaina tiesiogiai priklauso nuo elektromobilių skaičiaus. Todėl siekiant atlikti skatinimo priemonių įgyvendinimo metinių kaštų skaičiavimus, reikalinga prognozuoti rinkos dydį ir pardavimus. Verta atkreipti dėmesį, jog iki disertacijos tyrimo pabaigos Lietuvoje nebuvo atlikta išsami elektromobilių rinkos analizė ir elektra varomų transporto priemonių plėtros scenarijų prognozavimas. Todėl disertacijos autorius atliko trijų elektromobilių plėtros scenarijų prognozavimą.

Tarptautinės energetikos agentūros duomenimis 2017 metais pasaulyje buvo parduota 1,4 milijono elektromobilių. Tais pačiais metais elektromobilių parką pasaulyje sudarė 3,7 milijonai (IEA, 2018). 2017 metais Lietuvoje buvo įregistruota 29044 naujų lengvųjų automobilių – 26% daugiau nei 2016 metais. Šalyje 2017 m. buvo užregistruoti 956 elektromobiliai ir šis skaičius per metus paaugo 54% nuo 620 elektromobilių. Lietuvos Respublikos susisiekimo ministerijos duomenimis, per 2017 metus šalyje įsigyti tik 47 nauji elektromobiliai (Susisiekimo ministerija, 2020a). Toliau aprašyti trys elektromobilių plėtros scenarijai, kuriais remiantis apskaičiuoti elektromobilių skatinimo priemonių įgyvendinimo metiniai kaštai.

**Naujosios politikos scenarijus (2020).** Naujosios politikos (NP) scenarijus – tai yra bazinis Tarptautinės energetikos agentūros scenarijus, kuris apjungia į galimą rinkos poveikį politinių veiksnių ir skatinimo priemonės, kurias įvairių šalių administracijos jau įgyvendina. Tuo pačiu šiame scenarijuje įvertinti ir oficialūs šalių tikslai ir planai, kurie gali turėti įtakos elektromobilių rinkai. NP nustato tikslus 2020 ir 2030 metams, todėl disertacijos tyrime šį scenarijų padalinsime į dvi dalis: NP20 ir NP30. Remiantis Tarptautinės energetikos agentūros prognoze, 2020 metais globali rinka sudarys 13 milijonų automobilių. Buvo prognozuojama, kad tais pačiais metais bus įvykdyta 4 milijonai elektromobilių pardavimų (IEA, 2018). Taigi, pagal šį scenarijų pasauliniu mastu 2017–2020 m. planuojamas 351,4% augimas. Remiantis šiuo augimu nustatytas ir prognozuojamas elektromobilių parko pokytis Lietuvoje atitinkamu laikotarpiu (žr. 39 lent.).



**39 lentelė** Elektromobilių parko dydis 2017 m. ir prognozuojamas pokytis iki 2020 m. pasaulyje ir Lietuvoje pagal NP20 scenarijų (sudaryta autoriaus)

	<b>Faktinis elektromobilių skaičius 2017 m., vnt.</b>	<b>Prognozė 2020 metams, vnt.</b>	<b>Elektromobilių parko pokytis 2020 m. palyginti su 2017 m., %</b>
Pasaulyje	3700000	13000000	351,4 %
Lietuvoje	956	3359	351,4 %

Tokiu pačiu principu, remiantis IEA (2018) prognozavimu, apskaičiuota elektromobilių pardavimų prognozė 2020 metams. Informacija pateikiama 40 lentelėje.

**40 lentelė.** Elektromobilių pardavimai 2017 m. ir prognozuojamas pokytis iki 2020 m. pasaulyje ir Lietuvoje pagal NP20 scenarijų (sudaryta autoriaus)

	<b>Faktinis elektromobilių pardavimų skaičius 2017 m., vnt.</b>	<b>Prognozė 2020 metams, vnt.</b>	<b>Elektromobilių pardavimų pokytis 2020 m. palyginti su 2017 m., %</b>
Pasaulyje	1400000	4000000	285,7 %
Lietuvoje	47	134	285,7 %

Žvelgiant į 2030 metus, Tarptautinės energetikos agentūros NP scenarijus apibendrina tokias prognozes: lengvųjų automobilių parką pasaulyje sudarys 130 milijonų elektromobilių, 2030 metais bus parduota 21,5 milijono automobilių per metus. Tai atitinka 24 proc. metinį pardavimų augimą per prognozavimo laikotarpį. Palyginimui Lietuvoje per metus (lyginant 2017 ir 2016 metus) elektromobilių pardavimai išaugo 54 proc. Pagal NP30 scenarijų globalioje rinkoje nuo 2017 iki 2030 metų planuojamas 1535,7 proc. augimas. Remiantis šiuo augimu nustatytas ir prognozuojamas elektromobilių parko pokytis Lietuvoje (žr. 41 lent.).

**41 lentelė.** Elektromobilių parko dydis 2017 m. ir prognozuojamas pokytis iki 2030 m. pasaulyje ir Lietuvoje pagal NP30 scenarijų (sudaryta autoriaus)

	<b>Faktinis elektromobilių skaičius 2017 m., vnt.</b>	<b>Prognozė 2030 metams, vnt.</b>	<b>Elektromobilių parko pokytis 2030 m. palyginti su 2017 m., %</b>
Pasaulyje	3700000	130000000	3513,5 %
Lietuvoje	956	33589	3513,5 %

Remiantis tuo pačiu NP30 scenarijumi 2017–2030 m. elektromobilių pardavimų skaičius išaugs 1535,7 proc. Prognozuojant tokį patį augimą Lietuvos atveju gauname rezultata, kad 2030 metais Lietuvoje bus parduodami 722 elektromobiliai (žr. 42 lent.).

**42 lentelė.** Elektromobilių pardavimai 2017 m. ir prognozuojamas pokytis iki 2030 m. pasaulyje ir Lietuvoje pagal NP30 scenarijų (sudaryta autoriaus)

	Faktinis elektromobilių pardavimų skaičius 2017 m., vnt.	Prognozė 2030 metams, vnt.	Elektromobilių pardavimų pokytis 2030 m. palyginti su 2017 m., %
Pasaulyje	1400000	21500000	1535,7 %
Lietuvoje	47	722	1535,7 %

**Scenarijus EV30@30.** Šis scenarijus apima elektromobilių iniciatyvoje dalyvaujančių šalių ambicingus įsipareigojimus, kurie patvirtinti EV30@30 kampanijos deklaracijoje (CEM-EVI, 2017). Šiame scenarijumi yra iškeltas konkretus tikslas – 2030 metais 30 proc. lengvųjų automobilių rinkos turi sudaryti elektromobiliai. Jeigu kartu energijos gamyboje bus sumažintas ir anglies dioksido intensyvumas 50 proc. (iki 2030 metų) šio scenarijaus tikslas sutaps su Paryžiaus susitarimu (IEA, 2017d). Taigi, EV30@30 scenarijuje prognozuojama, kad globali elektromobilių rinka pasieks 228 milijonus 2030 metais (vertinant tik lengvuosius automobilius, be dviračių ir triračių transporto priemonių). EV30@30 kampanija apima šiuos įgyvendinimo veiksmus (CEM-EVI, 2017):

- Remti įkrovimo stotelių diegimą ir stebėti tinklo progresą. Pavyzdžiui, šioje kampanijoje numatyta rekomendacija, kad šalyje būtų įdiegiama bent viena viešai prieinama lėto įkrovimo stotelė penkiolikai elektromobilių ir bent viena greito įkrovimo stotelė aštuoniasdešimčiai elektromobilių.

- Skatinti viešojo ir privataus sektoriaus įsipareigojimus dėl elektromobilių naudojimo plėtros organizacijų ir įmonių parkuose. Žiūrint į ilgalaikę perspektyvą, automobilių parkų operatoriai (nesvarbu ar tai viešasis, ar privatus sektorius) gali būti vienas iš lemiamų veiksnių kampanijoje numatytiems tikslams pasiekti, tačiau tuo pačiu jie gali būti ir plėtros stabdis. Todėl labai svarbu atsižvelgti į didžiųjų operatorių poreikius.

- Išplėsti elektromobilių skatinimo iniciatyvų tyrinėjimus ir informacijos keitimąsi. Pagal kampanijos susitarimą šalių nacionalinės valdžios, savivaldybės ir partnerių organizacijos turi susikoncentruoti į šiuos tyrimų laukus: skatinimo priemonių efektyvumas, vartotojų elgsena, elektromobilių naudojimo plėtros kliūtys, integracija su elektros tinklais, elektromobilių įtaka energijos diversifikavimui, baterijų tiekimo grandžių tvarumą bei sinergiją tarp dalijimosi ekonomikos, automatizavimo ir elektrinių transporto priemonių.

- Remti vyriausybes, kurioms reikalingos politinė ir techninė pagalba per mokymus, patirties pasikeitimus ir stiprinant gebėjimus.

- Sukurti pasaulinę elektromobilių bandomųjų miestų programą, kurios tikslas stiprinti dialogą ir bendradarbiavimą tarp suinteresuotų šalių. Ši programa apima urbanistinį planavimą, infrastruktūros ir įkrovimo technologijas, visuomeninį transportą ir darnaus judumo sprendimus. Programos penkerių metus tikslas – šimtas elektromobiliams draugiškų miestų, kurie prisijungtų prie šios iniciatyvos.

Remiantis šiuo ambicingu EV30@30 scenarijumi per 2017–2030 m. laikotarpį elektromobilių skaičius pasaulyje turėtų išaugti 6162,2 proc. Tai yra maždaug 100 milijonų daugiau negu numatyta NP30 scenarijuje. Remiantis šiuo augimu galima prognozuoti ir elektromobilių parko pokyčius Lietuvoje (žr. 43 lent.).

**43 lentelė.** Elektromobilių parko dydis 2017 m. ir prognozuojamas pokytis iki 2030 m. pasaulyje ir Lietuvoje pagal EV30@30 scenarijų (sudaryta autoriaus)

	Faktinis elektromobilių skaičius 2017 m., vnt.	Prognozė 2030 metams, vnt.	Elektromobilių parko pokytis 2030 m. palyginti su 2017 m., %
Pasaulyje	3700000	228000000	6162,2 %
Lietuvoje	956	58910	6162,2 %

EV30@30 kompanija nustato ir šalių kolektyvinius tikslus pasiekti, kad 2030 metais 30 proc. visų automobilių pardavimų sudarytų elektromobiliai. Lietuvoje 2017 metais buvo parduoti 29044 nauji lengvieji automobiliai, o 30 proc. šio kiekio yra 8713 vnt. (žr. 44 lent.). Galime daryti prielaidą, kad įgyvendinus kampanijoje numatytus veiksmus, įdiegus skatinimo priemones, pagal šį scenarijų Lietuvoje 2030 metais elektromobilių tiek ir bus parduota.

**44 lentelė.** Perkamų naujų automobilių su vidaus degimo varikiu ir elektromobilių santykio prognozavimas (sudaryta autoriaus)

	Faktinis automobilių pardavimų skaičius 2017 metais, vnt.	Prognozuojamas elektromobilių pardavimų procentas nuo visų automobilių, parduotų 2030 metais, skaičiaus	Nupirktų naujų elektromobilių skaičiaus prognozė 2030 metams, vnt.
Lietuvoje	29044	30%	8713

45 lentelėje pateikiamas scenarijų, kurie bus panaudoti skatinimo priemonių įgyvendinimo kaštų skaičiavimams, apibendrinimas.

**45 lentelė.** Elektromobilių parko ir metinių pardavimų Lietuvoje prognozavimas pagal tris scenarijus (sudaryta autoriaus)

Elektromobilių skaičius šalyje, vnt.	Elektromobilių pardavimai per metus, vnt.
--------------------------------------	---

2017 metai (esama situacija)	956	47
NP20 scenarijus (prognozė)	3359	134
NP30 scenarijus (prognozė)	33589	722
EV30@30 scenarijus (prognozė)	58910	8713

Kaip 2018 metais atlikta disertacijos autoriaus prognozė skiriasi nuo realios situacijos? Remiantis IEA/OECD (2020) metine elektromobilių rinkos apžvalga, elektra varomų transporto priemonių pardavimas pasaulyje 2019 metais siekė 2,1 mln. ir viršijo rekordinius 2018 m. rezultatus. Bendras elektromobilių skaičius padidėjo nuo 5,1 mln. vnt. 2018 m. iki 7,2 mln. vnt. 2019 m. Tikėtina, elektromobilių parko dydis gali pasiekti arba bent jau labai priartėti prie NP20 scenarijaus prognozuojamo skaičiaus, jog 2020 metais bendras elektromobilių skaičius pasaulyje pasieks 13 mln. IEA/OECD (2020) metinėje elektromobilių rinkos apžvalgoje pateikiama statistika, jog elektra varomos transporto priemonės sudaro apie 1 proc. viso pasaulio automobilių, o elektromobilių pardavimai sudarė 2,6 proc. viso pasaulio naujų automobilių rinkos.

2019 m. daugelyje šalių lengvųjų automobilių pardavimo apimtys susitraukė. 2010 m. sparčiai augančios rinkose, tokiose kaip Kinija ir Indija, visų tipų transporto priemonių pardavimai 2019 m. buvo mažesni nei 2018 m. Tačiau elektromobilių dalis bendruose pardavimuose išaugo, pavyzdžiui, Kinija (4,9 proc. visų automobilių pardavimų) ir Europa (3,5 proc.) pasiekė rinkos rekordus. 2020 metais COVID-19 pandemija paveikė pasaulinę elektromobilių rinką, tačiau neigiamas poveikis bus mažesnis nei visai naujų lengvųjų automobilių rinkai. IEA/OECD, įvertinę 2020 metų pirmų mėnesių rezultatus, prognozuoja, kad lengvųjų automobilių rinka 2020 metais sumažės 15 proc. palyginti su 2019 m. Tuo tarpu elektromobilių pardavimai turėtų išlikti tokie, kokie buvo 2019 metais. Remiantis oficialia statistika, pasaulio mastu elektromobilių pardavimai pakilo nuo 1,9 mln. 2018 m. iki 2,1 mln. 2019 m. (IEA/OECD, 2020). Remiantis IEA/OECD (2020) prognoze, kad 2020 metų pardavimai gali išlikti 2019 metų lygyje, tikėtina jog elektromobilių pardavimai nepasieks NP20 scenarijaus prognozuoto pardavimų skaičiaus (4 mln. per metus). Disertacijos autoriaus nuomone, ši prognozavimo paklaida nėra reikšminga ir neturi esminės įtakos disertacijos tyrimo rezultatams.

Remiantis Lietuvos statistikos departamento duomenimis, Lietuvoje 2018 metais parduoti 153 elektromobiliai, o 2019 metais – 193. Tai viršija NP20 scenarijus prognozę, jog per metus (2020-iais) bus parduodama 134 nauji elektra varomi automobiliai. Tačiau įvertinus IEA/OECD (2020) prognozavimą, jog 2020 metais automobilių rinka susitrauks 15 proc., galima daryti prielaidą, kad disertacijoje atliktas elektromobilių pardavimų prognozavimas yra teisingas. 2020 metų birželio pabaigoje Lietuvoje iš viso buvo registruota 1780 elektra varomų lengvųjų automobilių, daugumą jų sudarė naudotos transporto priemonės. Vien nuo metų pradžios registruotų elektromobilių skaičius šalyje padidėjo 27,4 proc. Tačiau tikėtina, kad iki metų pabaigos nebus pasiekta NP20 scenarijus prognozė, t. y. 3359 elektromobilių skaičius šalyje. Disertacijos autoriaus nuomone, ši prognozavimo paklaida nėra reikšminga ir neturi esminės įtakos disertacijos tyrimo rezultatams.

Verta atkreipti dėmesį, jog šiuo disertacijos tyrimu nėra siekiama nustatyti konkrečius priemonių įgyvendinimo kaštus 2020 ir 2030 metais, juo siekiama kiekvienai iš aptariamų priemonių nustatyti rodiklį, kuris leistų išskirti santykinius skirtumus tarp priemonių įgyvendinimo. Todėl nors skaičiuojama su prognozuojamu automobilių skaičiumi pagal tris elektromobilių plėtros scenarijus, tačiau kaštai vertinami šių dienų. Pagrindinė priežastis yra ta, kad neįmanoma įvertinti, kokia gali būti tiksli vertė 2020 ir 2030 metais tam tikrų priemonių įgyvendinimo kaštų dedamųjų, pavyzdžiui, tokių kaip metinis parkavimo miesto centre leidimas ar elektromobilių įkrovimo stotelių technologijų kaina. Toliau pateikiamas kiekvienos iš skatinimo priemonių metinių kaštų skaičiavimo detalizavimas. Atkreiptinas dėmesys, kad suteikimas elektromobiliams važiuoti autobusų juosta yra vienintelė iš nagrinėjamų priemonių, kuri neturi tiesioginių kaštų ir nesusijusi su negautomis pajamomis.

**PVM mokesčio lengvata ir negražintinos subsidijos suteikimas.** Subsidijos teikimas yra tiesioginės išlaidos valstybės biudžetui, tuo tarpu PVM mokesčio lengvata yra susijusi su negautomis biudžeto pajamomis. Šios dvi skirtingos priemonės vertinamos kartu, tačiau kaštai skaičiuojami trimis skirtingomis proporcijomis: (1) 0 proc. PVM tarifas ir 4000 Eur subsidija, (2) 7 proc. PVM tarifas ir 8000 Eur subsidija, (3) 14 proc. PVM tarifas ir 12000 Eur subsidija. 46 lentelėje pateikiama informacija apie populiariausius elektromobilių modelius Europoje ir jų kainas:

**46 lentelė.** Populiariausi elektromobiliai Europoje (sudaryta autoriaus)

Elektromobilių pavadinimas	Parduotų M1 elektromobilių skaičius Europoje per 2017, vnt.*	Kaina (be PVM) 2018-12	Kaina (su 21% PVM) 2018-12	PVM dydis, Eur
<i>Renault Zoe</i>	30,628	19274,42	24398,00	5123,58
<i>Nissan Leaf</i>	17,454	28361,00	35900,00	7539,00
<i>Tesla Model S</i>	15,553	75880,00	91814,80	15934,80
<i>BMW i3</i>	14,493	33698,24	42656,00	8957,76
<i>Volkswagen e-Golf</i>	12,895	31613,43	40017,00	8403,57

Remiantis penkių labiausiai perkamų naujų elektromobilių Europoje kainomis, buvo nustatytas šių transporto priemonių kainos vidurkis, kuris sudaro – 46957,16 Eur. Ši kaina paskaičiuota su Lietuvoje taikomu 21 proc. PVM tarifu. Toliau pateikiami šių dviejų priemonių įgyvendinimo metiniai kaštai pagal skirtingus elektromobilių plėtros scenarijus. Verta atkreipti dėmesį, jog *Tesla Model S* kaina stipriai skiriasi nuo kitų šiame skaičiavime naudotų elektromobilių (pvz., *Tesla Model S* daugiau negu tris kartus brangesnė už *Renault Zoe*). Remiantis 48 lentele matyti, jog šis ypatingai brangus *Tesla* modelis užima 17,08 proc. Europos elektromobilių rinkos. Jeigu šis procentas stipriai skirtųsi nuo Lietuvos rinkos situacijos, toks skaičiavimas galėtų ženkliai iškraipyti elektromobilių kainų vidurkį Lietuvoje. Tačiau

skaičiavimą galima laikyti teisingu, nes, remiantis Susisiekimo ministerijos (2020) duomenimis, Lietuvoje *Tesla* markės elektromobiliai sudaro 16 proc. rinkos. 45 lentelėje pristatomi PVM lengvatos ir negražintinos subsidijos metiniai įgyvendinimo kaštai pagal tris elektromobilių plėtros scenarijus.

**47 lentelė.** PVM lengvatos ir negražintinos subsidijos metiniai įgyvendinimo kaštai pagal tris elektromobilių plėtros scenarijus (sudaryta autoriaus)

	NP20 scenarijus, Eur	NP30 scenarijus, Eur	EV30@30 scenarijus, Eur
Elektromobilio įsigijimui taikomas 0% PVM tarifas ir suteikiama 4000 Eur subsidija	1767693,43	9524437,72	114939648,05
Elektromobilio įsigijimui taikomas 7% PVM tarifas ir suteikiama 8000 Eur subsidija	1780479,24	9593328,45	115771012,18
Elektromobilio įsigijimui taikomas 14% PVM tarifas ir suteikiama 12000 Eur subsidija	1962239,62	10572664,23	127589506,09

**Elektromobilių atleidimas nuo automobilio mokesčio.** Kaip jau buvo minėta, jog disertacijos tyrimo metu Lietuvoje automobilių metinis mokestis dar nebuvo įvestas. Todėl šiame tyrime nustatome hipotetinį metinį mokestį, kurį suformuojame gaudami atsakymus iš išankstinės vartotojų apklausos ir ekspertinio vertinimo. Mokestis, kurio nemokėtų elektromobilių savininkai, turėtų būti (pakankamas daryti įtaką elektromobilių naudojimo plėtrai) nuo 10 iki 30 Eur mėnesiui. Taip mano 38,89 proc. ekspertinės apklausos dalyvių ir 28,1 proc. išankstinės vartotojų apklausos dalyvių. Todėl šiame tyrime skaičiuosime šio, apklausose dažniausiai pasirinkto atsakymo, mokesčio vidurkį, kuris sudaro 20 Eur mėnesiui ir 240 Eur metams. Pavyzdžiui, 2018 metais Latvijoje toks metinis mokestis svyravo nuo 12 iki 765 Eur, Airijoje nuo 120 iki 2350 Eur, Suomijoje nuo 106 iki 654 Eur, atsižvelgiant į automobilio rūšį ar išmetamų teršalų kiekį. Susumavus rezultatus gauname, jog įgyvendinant tokią priemonę Lietuvoje pagal trijų scenarijų prognozuojamus elektromobilio parko dydžius valstybės biudžetas negautų tokių pajamų: 806160 Eur pagal NP20 scenarijų, 8061360 Eur pagal NP30 scenarijų ir 14138400 Eur pagal EV30@30 scenarijų. Šias sumas prilyginame skatinimo priemonės metiniams įgyvendinimo kaštams pagal tris skirtingus scenarijus.

**Nemokamas elektromobilių parkavimas miesto centre.** Disertacijos teorinėje dalyje aprašant skatinimo priemonių alternatyvas buvo akcentuota, jog nors nemokamo elektromobilių parkavimo įgyvendinimas tiesioginių sąnaudų neturi, tačiau šiuo atveju ši priemonė vertinama negautų pajamų kontekste. Todėl skaičiuojant šios pasaulyje populiarios priemonės metinius kaštus vertinome, kiek per metus gali būti sumokėta už transporto priemonės parkavimą Lietuvoje. Dėl aiškaus parkavimo mokesčio reglamentavimo, elektromobilių koncentracijos ir tikėtina didžiausios galimos plėtros ateityje pasirinktos trijų didžiųjų Lietuvos miestų atvejais. Pasirinktos Vilniaus, Kauno ir Klaipėdos brangiausio metinio parkavimo leidimo

parinktys. Vilniuje brangiausios parkavimo zonos (raudonoji ir geltonoji zonos) neturi mėnesinės (ir metinės) rinkliavos pasirinkimo. Todėl Vilniaus atveju skaičiuojama geltonoji zona (trečia pagal brangumą), kurios mėnesio rinkliava – 67,00 Eur, o dvylikos mėnesių – 804,00 Eur. Kaune taip pat nėra metinio leidimo dviem brangiausioms zonoms (oranžinei ir geltonajai zonoms). Metinis leidimas raudonojoje, mėlynojoje ir žaliojoje zonose (galioja 365 dienas nuo įsigijimo datos) – kainuoja 500,00 Eur. Tuo tarpu Klaipėdoje brangiausia yra raudonoji zona, kurios mėnesinis leidimas kainuoja 60,00 Eur, o 12 mėnesių – 720,00 Eur. Šių trijų miestų metinių parkavimo leidimų vidurkis (PV) yra – 674,67 Eur. Taigi daroma prielaida, kad ši suma (nuo vieno automobilio) yra negautinos pajamos savivaldybėms ir tai yra šios elektromobilių skatinimo priemonių skatinimo priemonės kaštai. Taip pat daroma prielaida, kad vienas elektromobilis, susietas su vieno miesto negautinomis pajamomis. Susumavus rezultatus gauname, jog įgyvendinant tokią priemonę Lietuvoje pagal trijų scenarijų prognozuojamus elektromobilio parko dydžius, savivaldybių biudžetai negautų šių pajamų: 2266205,33 Eur pagal NP20 scenarijų, 22661378,67 Eur pagal NP30 scenarijų ir 39744613,33 Eur pagal EV30@30 scenarijų. Šias sumas prilyginame skatinimo priemonės metiniams įgyvendinimo kaštams pagal tris skirtingus scenarijus.

**Galimybė nemokamai įkrauti elektromobilių viešosiose vietose.** Skaičiuojant šios priemonės kaštus remtasi Europos Parlamento ir Tarybos direktyvoje (2014/94/ES, 2014) įvardinta rekomendacija, koks minimalus įkrovimo stotelių skaičius turėtų būti skaičiuojant vienam elektra varomam automobiliui. Šioje rekomendacijoje akcentuojama, jog valstybės turi užtikrinti, kad viešosios įkrovimo prieigos būtų įrengtos užtikrinant pakankamą aprėptį, siekdamas sudaryti galimybę elektromobiliams judėti bent miestų / priemiesčių aglomeracijose bei kitose tankiai gyvenamose vietovėse ir, atitinkamais atvejais, valstybių narių nustatytuose tinkluose. Kaip orientacinė nuoroda, tinkamas vidutinis įkrovimo prieigų skaičius turėtų būti lygiavertis bent vienai įkrovimo prieigai 10 automobilių, taip pat atsižvelgiant į automobilio tipą, įkrovimo technologiją ir prieinamas privačias įkrovimo prieigas (2014/94/ES, 2014). Lietuvoje nėra apibendrintų duomenų, pagal kuriuos būtų aišku, kiek elektromobilių įkrovimo stotelių yra šalyje. Galima rasti tik Vilniaus miesto duomenis, kuriuos pateikia Susisiekimo ministerija (2020c). Pagal šią informaciją, 2020 metais sostinėje veikė apie 130 elektromobilių įkrovimo stotelių. 2020 metų spalio mėnesio duomenimis, Vilniuje buvo 1135 gryniesi elektromobiliai (Susisiekimo ministerija, 2020a). Šiuo atveju santykinis rodiklis yra 0,114, t. y. labai panašus į Europos Parlamento ir Tarybos direktyvoje (2014) įvardintą rekomendaciją. Pagal tris skirtingus elektromobilių plėtros scenarijus prognozuojamą elektromobilių skaičių šalyje padaugintas iš Europos Komisijos pasiūlyto santykio ir gautas rezultatas yra rekomenduojamas įkrovimo stotelių skaičius. Pasaulyje egzistuoja įvairių įkrovimo sistemų, kurių sunaudotą energiją visiškai arba iš dalies kompensuoja valstybinis sektorius, pavyzdžiui, savivaldybė. Detaliai šios priemonės alternatyvas esame aptarę pirmojoje disertacijos dalyje. Tačiau šiuo metu Lietuvoje nusistovėjusi praktika, kad viešose įkrovimo stotelėse galima įkrauti elektromobilių visiškai nemokamai. Todėl šiame tyrime skaičiuodami šios skatinimo priemonės kaštus laikėmės to paties principo. Taigi, kiekviena viešai prieinama stotelė patiria sąnaudas,



kurios ir yra skatinimo priemonės įgyvendinimo kaštai. Tyrimo metu nebuvo prieinamos išsamios ir susistemintos informacijos, kiek vidutiniškai energijos suvartoja viešai prieinami elektromobilių įkrovimo punktai. Todėl skaičiuojant kaštus remtasi įkrovimo sistemas gaminančios bendrovės „Elinta“ ir Lietuvos automobilių kelių direkcijos informacija, kurią apibendrina Kauno savivaldybės administracijos Transporto ir eismo reguliavimo skyrius. Pagal pateiktus duomenis, didelės galios ir greito įkrovimo stotelės (daugiau kaip 22 kW) metinės elektros energijos sąnaudos sudaro 15000 Eur. Tuo tarpu lėto įkrovimo ir mažos galios stotelės (iki 22 kW) energijos sąnaudos yra 1500 Eur per metus. Šiame tyrime skaičiavome šių dviejų alternatyvų metinį energijos sąnaudų vidurkį, kuris sudaro 8250 Eur per metus. Šiuo atveju vertinamos tik elektros sąnaudos, neįvertinat įrangos amortizacijos, techninės priežiūros, galios mokesčių ir pan. Susumavus rezultatus gauname, jog įgyvendinti tokią priemonę Lietuvoje pagal trijų scenarijų prognozuojamus elektromobilio parko dydžius valstybės biudžetui kainuotų 2771175 Eur (NP20 scenarijus), 27710925 Eur (NP30 scenarijus) ir 48600750 Eur (EV30@30 scenarijus). Šias sumas prilyginame skatinimo priemonės metiniams įgyvendinimo kaštams pagal tris skirtingus scenarijus.

**Finansuojamas įkrovimo stotelės įrengimas šalia namų.** Yra daug įkrovimo stotelių alternatyvų, kurios skiriasi techninėmis specifikacijomis, įkrovimo galia ir kainomis. Renkantis įkrovimo stotį tikslinga rinktis pagal kraunamo elektromobilio modelį, elektromobilių skaičių ir pan. Šios skatinimo priemonės įgyvendinimas įmanomas ir individualiems namams, ir daugiabučiams (kur savo elektromobilius galėtų įkrauti to namo gyventojai). Todėl skaičiuojant priemonės įgyvendinimo kaštus buvo surinkta trijų Lietuvos įmonių parduodamų įkrovimo stotelių (žr. 48 lent.), kurių maksimali įkrovimo galia svyruoja nuo 7,2 kW iki 22 kW, kainos ir išvestas kainos vidurkis, kuris sudaro 673,24 Eur. Įkrovimo stotelės įrengimo kaina nebuvo skaičiuojama, su įrengimu susiję kaštai atitenka elektromobilių savininkams, kurie naudojami šia paskata.

**48 lentelė.** Namų ūkiams skirtų įkrovimo stotelių kainų Lietuvoje palyginimas (sudaryta autoriaus)

Įkrovimo stotelės modelis	Maksimali įkrovimo galia, kW	Kaina, Eur (su PVM)
<i>Circontrol WallBox eBasic T2S32</i>	22	689,70
<i>Elinta Charge HomeBox EM-HB-22</i>	22	665,50
<i>Elinta Charge HomeBox MINI T1</i>	7,2	544,50
<i>Circontrol WallBox eHome T2C32</i>	7,4	886,93
<i>JuiceBox Pro 40</i>	10	579,59

Šaltinis: UAB „Elinta“, UAB „Hansab“ ir UAB „Frankas“ pateiktos įrangos kainos.

Disertacijos autoriaus nuomone, nagrinėjamu atveju tikslinga priemonės įgyvendinimą susieti su naujai įsigyjamų automobilių pirkimu. Kitu atveju (skaičiuojant prognozuojamam elektromobilių kiekiui šalyje) skatinimo priemonės įgyvendinimo kaštai taptų neproporcingai dideli kitų priemonių atžvilgiu. Susumavus

rezultatus gauname, jog įgyvendinant tokią priemonę Lietuvoje pagal trijų scenarijų prognozuojamus elektromobilių pardavimus, tai valstybės biudžetui kainuotų 227964,82 Eur pagal NP20 scenarijų, 1228288,06 Eur pagal NP30 scenarijų ir 14822816,99 Eur pagal EV30@30 scenarijų. Šias sumas prilyginame skatinimo priemonės metiniams įgyvendinimo kaštams pagal tris skirtingus scenarijus.

**Finansuojamas įkrovimo stotelės įrengimas šalia darbovietės arba mokymo įstaigos.** Skaičiuojant šios priemonės kaštus remtasi Europos Komisijos rekomendacija, jog dešimčiai elektromobilių būtų įrengta bent po vieną įkrovimo stotelę (2014/94/ES, 2014). Todėl pagal tris skirtingus elektromobilių plėtros scenarijus prognozuojamą elektromobilių skaičius šalyje padaugintas iš Europos Komisijos pasiūlyto santykio ir gautas rezultatas yra rekomenduojamas įkrovimo stotelių skaičius šalyje. Skaičiuojant įkrovimo stotelės viešoje vietoje kaštus neužtenka remtis vien tik įrenginio kaina, kaip tai buvo daroma skaičiuojant įkrovimo stotelės kainą šalia namų finansavimą. Šiuo atveju įkrovimo stotelės įrengimo kaštai taip pat tenka valstybei (ar savivaldybei), nes stotelė yra skirta ne vienam ar keliems konkrečioms subjektams, o pritaikyta naudotis visiems turintiems elektromobilius. Informacija dėl įrenginio ir įrengimo kainos buvo gauta iš Kauno savivaldybės administracijos, kuri 2017 metais organizavo elektromobilių įkrovimo stotelių įsigijimo ir įrengimo viešąjį pirkimą. Šiame pirkime už greito įkrovimo (daugiau kaip 22 kW galios) stotelę ir jos įrengimą mažiausia pasiūlyta kaina buvo 21584,92 Eur. Disertacijos autoriaus nuomone, nagrinėjamu atveju tikslinga priemonės įgyvendinimą susieti su naujai įsigyjamų automobilių pirkimu. Kitu atveju (skaičiuojant prognozuojamam elektromobilių kiekiui šalyje) skatinimo priemonės įgyvendinimo kaštai taptų neproporcingai dideli kitų priemonių atžvilgiu. Susumavus rezultatus gauname, jog įgyvendinant tokią priemonę Lietuvoje pagal trijų scenarijų prognozuojamus elektromobilių pardavimus, tai valstybės biudžetui kainuotų 289237,92 Eur pagal NP20 scenarijų, 1558431,22 Eur pagal NP30 scenarijų ir 18806940,80 Eur pagal EV30@30 scenarijų. Šias sumas prilyginame skatinimo priemonės metiniams įgyvendinimo kaštams pagal tris skirtingus scenarijus. 49 lentelėje pateikti atskirų elektromobilių skatinimo priemonių metinių kaštų skaičiavimo rezultatai.

**49 lentelė.** Elektromobilių naudojamą skatinančių priemonių įgyvendinimo metiniai kaštai pagal tris rinkos plėtros scenarijus (sudaryta autoriaus)

	NP20 scenarijus, Eur	NP30 scenarijus, Eur	EV30@30 scenarijus, Eur
Elektromobilio įsigijimui taikomas 0% PVM tarifas ir suteikiama 4000 Eur subsidija	1767693	9524437	114939648
Elektromobilio įsigijimui taikomas 7% PVM tarifas ir suteikiama 8000 Eur subsidija	1780479	9593328	115771012
Elektromobilio įsigijimui taikomas 14% PVM tarifas ir suteikiama 12000 Eur subsidija	1962239	10572664	127589506

Elektromobilių atleidimas nuo automobilių metinio mokesčio	806160	8061360	14138400
Nemokamas parkavimas miesto centre	2266205	22661378	39744613
Nemokamas važiavimas autobusų juosta	0	0	0
Suteikiama galimybė nemokamai įkrauti elektromobilius viešose vietose	2771175	27710925	48600750
Įkrovimo stotelės šalia namų finansavimas	227964	1228288	14822816
Finansuojamas įkrovimo stelės įrengimas šalia darbovietės arba mokymo įstaigos	289237	1558431	18806940

Lentelėje matyti, kad pagal kaštų mažumą pirmauja nemokamas važiavimas autobusų juosta, toliau seka galimybė elektromobilius nemokamai įkrauti viešose vietose (pagal NP20 ir NP30 scenarijus; pažymėta žalia spalva) ir elektromobilių atleidimas nuo automobilių metinio mokesčio (pagal EV30@30 scenarijų). Tuo tarpu brangiausių skatinimo priemonių viršūnėje yra įkrovimo stotelės šalia namų finansavimas (pagal NP20 ir NP30 scenarijus; pažymėta rausva spalva) ir elektromobilio įsigijimui taikomas 14 proc. PVM tarifas ir suteikiama 12000 Eur subsidija (pagal EV30@30 scenarijų).

### 3.2.5. Tyrimo rezultatų apibendrinimas daugiakriterinio vertinimo metodu

Šioje tyrimo dalyje naudojant kriterijų reikšmių ir jų reikšmingumų sandaugų sumavimo metodą (angl. *Simple Additive Weighing, SAW*) atliktas daugiakriterinis vertinimas. Šis metodas leido integruoti visus disertacijos tyrimo kriterijus ir svorius į vieną rodiklį. Apibendrinti trijų dalių tyrimo rezultatai pateikiami 50 ir 51 lentelėse (žaliai pažymėtos tinkamiausios skatinimo priemonės, rausvai – netinkamiausios), kuriose susumuojamos vartotojų preferencijos, įgyvendinamumas, veiksmingumas ir priemonių metiniai įgyvendinimo kaštai. Rezultatai pateikiami įvertinus ir kriterijų svorius, kurie buvo nustatyti ekspertinio vertinimo metu, bei skirtingus elektromobilių plėtros scenarijus. Tiek *probit* regresijos, tiek *logit* regresijos atveju atlikus perskaičiavimus normalizuotos rodiklių reikšmės patenka į intervalą [0,1] (Pollescha ir Dale 2016), t. y. geriausiai rodiklio reikšmei suteikiama reikšmė 1, blogiausiai – 0. Šiuo atveju kuo didesnis rodiklis, tuo tinkamesnė skatinimo priemonė.

**50 lentelė.** Skatinimo priemonių vertinimo rodikliai skaičiuojant *logit* regresiją pagal tris elektromobilių plėtros scenarijus (sudaryta autoriaus)

	Tinkamumo rodiklis pagal scenarijų NP20	Tinkamumo rodiklis pagal scenarijų NP30	Tinkamumo rodiklis pagal scenarijų EV30@30
Elektromobilio įsigijimui taikomas 0% PVM tarifas ir suteikiama 4000 Eur subsidija	0,44	0,50	0,38

Elektromobilio įsigijimui taikomas 7% PVM tarifas ir suteikiama 8000 Eur subsidija	0,47	0,54	0,41
Elektromobilio įsigijimui taikomas 14% PVM tarifas ir suteikiama 12000 Eur subsidija	0,46	0,53	0,40
Elektromobilių atleidimas nuo automobilių mokesčio	0,20	0,20	0,24
Nemokamas parkavimas miesto centre	0,49	0,49	0,61
Nemokamas važiavimas autobusų juosta	0,52	0,52	0,52
Nemokama galimybė įkrauti elektromobilius	0,28	0,28	0,42
Finansuojamas įkrovimo stotelės įrengimas šalia namų	0,58	0,59	0,57
Finansuojamas įkrovimo stotelės įrengimas šalia darbovietės / mokymo įstaigos	0,47	0,48	0,46

Iš lentelės matyti, kad skaičiuojant vartotojų preferencijas *logit* modeliu pati netinkamiausia elektromobilių skatinimo priemonė – elektra varomo transporto atleidimas nuo automobilių mokesčio. Antra pagal netinkamumą priemonė išsiskiria skirtinguose elektromobilių plėtros scenarijuose: vertinant pagal NP20 ir NP30 scenarijus – tai nemokama galimybė įkrauti elektromobilius, tuo tarpu vertinant pagal EV30@30 scenarijų – tai elektromobilio įsigijimui taikomas 0 proc. PVM tarifas ir suteikiama 4000 Eur subsidija.

Antra pagal tinkamumą skatinimo priemonė išsiskiria visuose trijuose elektromobilių plėtros scenarijuose: nemokamas važiavimas autobusų juosta pagal NP20 scenarijų, elektromobilio įsigijimui taikomas 7 proc. PVM tarifas ir suteikiama 8000 Eur subsidija pagal NP30 scenarijų ir finansuojamas įkrovimo stotelės įrengimas šalia namų pagal EV30@30 scenarijų. Pati tinkamiausia priemonė pagal NP20 ir NP30 scenarijus yra finansuojamas įkrovimo stotelės įrengimas šalia namų. Tuo tarpu tinkamumo laureatas pagal EV30@30 scenarijų yra nemokamas parkavimas miesto centre.

**51 lentelė.** Skatinimo priemonių tinkamumo rodikliai skaičiuojant *probit* regresiją pagal tris elektromobilių plėtros scenarijus (sudaryta autoriaus)

	Tinkamumo rodiklis pagal scenarijų NP20	Tinkamumo rodiklis pagal scenarijų NP30	Tinkamumo rodiklis pagal scenarijų EV30@30
Elektromobilio įsigijimui taikomas 0% PVM tarifas ir suteikiama 4000 Eur subsidija	0,49	0,55	0,43
Elektromobilio įsigijimui taikomas 7% PVM tarifas ir suteikiama 8000 Eur subsidija	0,52	0,59	0,47
Elektromobilio įsigijimui taikomas 14% PVM tarifas ir suteikiama 12000 Eur subsidija	0,51	0,58	0,45
Elektromobilių atleidimas nuo automobilių mokesčio	0,23	0,23	0,27
Nemokamas parkavimas miesto centre	0,55	0,55	0,66

Nemokamas važiavimas autobusų juosta	0,52	0,52	0,52
Nemokama galimybė įkrauti elektromobilius	0,32	0,32	0,46
Finansuojamas įkrovimo stotelės įrengimas šalia namų	0,58	0,59	0,57
Finansuojamas įkrovimo stotelės įrengimas šalia darbovietės / mokymo įstaigos	0,53	0,54	0,52

Lentelėje pateikti rezultatai rodo, kad skaičiuojant vartotojų preferencijas *probit* regresija (kaip ir *logit* modelio atveju) pati netinkamiausia elektromobilių skatinimo priemonė – elektra varomo transporto atleidimas nuo automobilių mokesčio. Antra pagal netinkamumą priemonė išsiskiria skirtinguose elektromobilių plėtros scenarijuose: vertinant pagal NP20 ir NP30 scenarijus yra nemokama galimybė įkrauti elektromobilius, tuo tarpu vertinant pagal EV30@30 scenarijų – elektromobilio įsigijimui taikomas 0 proc. PVM tarifas ir suteikiama 4000 Eur subsidija.

Antra pagal tinkamumą skatinimo priemonė išsiskiria visuose trijuose elektromobilių plėtros scenarijuose: nemokamas parkavimas miesto centre pagal NP20 scenarijų ir finansuojamas įkrovimo stotelės įrengimas šalia namų pagal EV30@30 scenarijų. Tuo tarpu EV30@30 scenarijaus rezultatai rodo du tinkamumo laureatus, kurie turi vienodus rodiklius (0,59), t. y. elektromobilio įsigijimui taikomas 7 proc. PVM tarifas ir suteikiama 8000 Eur subsidija bei finansuojamas įkrovimo stotelės įrengimas šalia namų. Pagal likusius du scenarijus pati tinkamiausia skatinimo priemonė: finansuojamas įkrovimo stotelės įrengimas šalia namų (NP20 scenarijus) ir nemokamas parkavimas miesto centre (EV30@30 scenarijus).

Disertacijos autorius atkreipia dėmesį, jog EV30@30 yra optimistiškiausias elektromobilių plėtros scenarijus. Pagal jį 2030 metais Lietuvoje būtų 58910 elektra varomi automobiliai. Analizuojant kitų šalių patirtį matyti, jog didžiausi transformacijos iš automobilių su vidaus degimo varikliais į elektromobilius epicentrai yra valstybių didmiesčiuose, o mažesniuose miestuose ar kaimiškose vietovėse elektromobilių plėtra mažesnė dėl brangios įkrovimo infrastruktūros ir santykinai mažesnių namų ūkių pajamų. Todėl jeigu Lietuvos didžiuosiuose miestuose atsirastų 60000 elektra varomų automobilių, tikėtina, jog nemokamo parkavimo (kaip skatinimo priemonės) įgyvendinimas labai apsunkėtų ar taptų beveik neįmanomas dėl riboto parkavimo vietų skaičiaus miesto centre.

Apibendrinant tyrimo rezultatus galima teigti, jog tinkamiausia skatinimo priemonė pagal tris elektromobilių plėtros scenarijus yra finansuojamas įkrovimo stotelės įrengimas šalia namų, kuris nurungė kitas priemones pagal santykinai nedidelius įgyvendinimo kaštus bei gavo geresnius ekspertų ir vartotojų įvertinimus. Pačia netinkamiausia priemone galima laikyti elektromobilių atleidimą nuo automobilių mokesčio. Taip pat galima daryti išvadą, jog elektromobilių skatinimo priemonių tinkamumo vertinimas atliktas dviem skirtingais vartotojų preferencijų skaičiavimo metodais (*probit* ir *logit* regresija), esminių skirtumų neturi, todėl rezultatus galima vertinti kaip patikimus.

## Išvados

Apibendrinant atliktų teorinių bei empirinių tyrimų rezultatus gali būti daromos šios išvados:

1. Išanalizavus mokslinę literatūrą galima teigti, jog ekonomikos tvari plėtra laikoma bendrosios tvarios plėtros koncepcijos dedamąja greta socialinės ir aplinkos dimensijos. Ekonomika šioje koncepcijoje vertinama kaip lygiavertė komponentė, kurios tvarumas sudaro prielaidas aplinkos būklės gerėjimui ir socialiniam teisingumui pasiekti. Tvarų vystymąsi galima apibrėžti kaip visuomenės vystymąsi, sudarantį galimybę pasiekti visuotinę gerovę dabartinei ir ateinančioms kartoms derinant aplinkosauginius, ekonominius ir socialinius tikslus ir neviršijant poveikio aplinkai ribos. Augantis gyventojų skaičius, urbanizacija, ekonomikos indikatorių dinamika sąlygoja nuolatinį energijos poreikio augimą. Tvarus energijos vartojimas, grindžiamas atsinaujinančiais energijos ištekliais, suteikia švaresnę aplinką ir gerina visuomenės sveikatos rodiklius, padeda sušvelninti klimato pokyčius bei padidina energetinį saugumą. Be to, dauguma analizuotų mokslinių tyrimų atskleidė, jog atsinaujinančių energijos išteklių panaudojimo plėtra lemia ekonomikos augimą, darbo vietų kūrimą ir technologinę plėtrą.

2. Kliūtis, trukdančias atsinaujinančios energijos panaudojimo transporto sektoriuje plėtrai, galima suskirstyti į tris grupes: techninės ir infrastruktūrinės kliūtys, ekonominės ir žmogiškosios kliūtys, kurios susijusios su vartotojų lūkesčiais ir preferencijomis, savitu supratimu apie technologijas bei AEI panaudojimą transporto sektoriuje. Ekonominės kliūtys susijusios su dideliais netaršių automobilių įsigijimo kaštais, neužtikrintumu dėl perpardavimo vertės ir nesupratimu dėl kaštų sutaupymo per visą automobilio gyvavimo laikotarpį. Vertinant technines ir infrastruktūrines kliūtis, santykinai mažiausi ribojamas ra biodegalų naudojimas, nes ši technologija gali būti pritaikoma prie esamos infrastruktūros, kuria naudojasi automobiliai su vidaus degimo varikliais. Tiesioginius veiksnius, skatinančius AEI naudojimo plėtrą transporto sektoriuje, galima suskirstyti į keturias grupes: aplinkosauginius veiksnius, finansinius veiksnius, vartotojų preferencijas ir skatinimo politiką. Aplinkosauginiai veiksniai susiję ne tik su tiesioginiu CO<sub>2</sub> išmetimo mažinimu, tačiau ir taršos kontrole, gyventojų sveikata. Ekonominiai veiksniai, tarp kurių vyrauja energetinių išteklių ir kuro kainos bei transporto priemonės gyvavimo ciklo kaštai. Trečioji veiksnių grupė yra skatinimo politika. Ketvirtas veiksnys – vartotojų preferencijos, kurios susijusios su socialiniais ir demografiniais skirtumais, personaliniu požiūriu, tendencijomis ir lojalumu konkrečiai technologijai. Atsinaujinančios energijos panaudojimo plėtros veikiamas ekonomikos augimas ir darbo rinkos pokyčiai taip pat gali būti traktuojami kaip netiesioginiai AEI plėtros veiksniai.

3. Apibendrinant mokslininkų išvalgas išskirtos trys AEI transporto sektoriuje kuro alternatyvos: biodegalai, elektra ir vandenilis. Lyginant šias tris alternatyvas pagal poveikį aplinkai, elektrinių ir vandenilinių transporto priemonių teršimo ir triukšmo mažinimo potencialas yra didžiausias. Šios kuro alternatyvos pirmąją ir vertinant viso transporto priemonės gyvavimo ciklo kaštus. Tačiau biodegalai turi pranašumą transporto priemonės įsigijimo / pritaikymo kaštų prasme: įprastiniai vidaus degimo varikliai gali naudoti mažos koncentracijos biodegalus, taip



pat esamą užpildymo infrastruktūrą. Be to, biodegalai, skirtingai nei kitos kuro alternatyvos, suteikia galimybę palaipsniui pereiti nuo iškastinio kuro prie AEI. Vertinant ilgalaikės perspektyvos kontekste elektromobiliai turi didžiausią plėtros potencialą, tačiau spartūs rinkos plėtros pokyčiai priklauso nuo baterijų technologinių savybių ir jų kainos.

4. Nagrinėti elektromobilių naudojimą skatinimo pavyzdžiai rodo, kad nacionalinės politikos schemos papildymas savivaldybės skatinimo priemonėmis gali sukurti palankią aplinką elektromobilių naudojimui ir mažinti rinkos plėtrai trukdančias kliūtis. Pirminėje elektromobilių plėtros vystymo stadijoje labai svarbūs nacionalinės valdžios veiksmai. Būtina nustatyti politinius tikslus, kurie svarbūs ne tik bendram planavimui ir veiksmų koordinavimui, tačiau kartu tai motyvuojantis veiksnys gamintojams bei paslaugų teikėjams, indikuojantis apie elektromobilių poreikį ateityje. Be tikslų nustatymo pagrindiniai instrumentai yra standartizavimas, užtikrinantis elektromobilių sąveiką šalyje ir už jos ribų, ekonominiai mechanizmai ir reguliavimas. Pagrindinis finansinių priemonių tikslas yra sumažinti elektromobilio kainą arba su jo naudojimu susijusius kaštus, kad lyginant su įprastiniais automobiliais tarp kainų nebūtų kritiškai didelio skirtumo. Vietos valdžia yra arčiau vartotojų, gali produktyviai komunikuoti su visomis socialinėmis grupėmis ir bendradarbiauti su verslu, taip kurdamą sinergijas ne tik finansinėmis ir nefinansinėmis priemonėmis, bet ir pasitelkdama viešinio kampanijas bei konsultavimą, suteikdama bazinę informaciją, kuri būtina keičiant vartotojų supratimą apie AEI alternatyvas transporto sektoriuje.

5. Elektromobilių naudojimą skatinančių priemonių vertinimo metodikas apibendrintai galima skirti į tris skirtingas grupes pagal naudojamą metodologiją ir pagal tai, kaip gaunami tyrime analizuojami duomenys. Šalyse, kur netaršių automobilių skatinimo politika turi ilgametę patirtį, konkrečių priemonių vertinimą galima atlikti analizuojant statistinę analizę. Tokių tyrimų metodologiją sudaro įvairių tipų regresijos. Tačiau tokia tyrimo kryptis netinka valstybėms, kurios visai neturi arba turi tik visapusiškos skatinimo politikos užuomazgas. Elektromobilių panaudojimo plėtrą skatinančių priemonių vertinimo tyrimuose, paremtuose apklausomis, dažniausiai analizuojamas vartotojų pasirengimas mokėti. Pagrindiniai būdai įvertinti vartotojų pasirengimą mokėti – naudoti nustatytų ir pareiktų preferencijų metodus. Diskretaus pasirinkimo modeliai yra dažniausiai sutinkami mokslinėje literatūroje, kuri analizuoja skatinimo priemonių efektyvumą. Tarp kitų elektromobilių panaudojimą skatinančių priemonių vertinimo būdų galima išskirti šiuos metodus: agentais grįstas modelis, dinaminis modeliavimas, daugiasluksnė perspektyva, inovacijų difuzijos modelis ir literatūros apžvalga. Nemaža dalis mokslininkų į savo tyrimo modelį apjungia keletą metodų. Kompleksinių modelių kūrimas padeda įvertinti skatinimo priemonių tinkamumą skirtingais aspektais, iširti skirtingais pjūviais ar palyginti skirtingais metodais gautus rezultatus. Norint visapusiškai įvertinti, ar skatinimo priemonės yra tinkamos, reikia kompleksinio vertinimo, o tam į vieną modelį reikia apjungti skirtingus metodus.

6. Remiantis išanalizuota skatinimo praktika, konceptualizuotas AEI naudojančių automobilių panaudojimą skatinančių priemonių vertinimo modelis. Remiantis šiuo modeliu siūloma analizuoti ir hipotetines skatinimo priemones, kurios



šiuo metu nėra naudojamos tiriamoje šalyje, tačiau gali turėti reikšmingą poveikį elektromobilių plėtrai. Sudaryto modelio pagrindą sudaro preferencijų tyrimas. Vartotojų preferencijos tyrimas papildytas įgyvendinamumo, veiksmingumo ir kaštų analize, kuri parodo, kiek konkrečios priemonės (esamos ar hipotetinės) įgyvendinimas kainuoja. Vartotojų preferencijų, veiksmingumo, įgyvendinamumo bei kaštų kriterijų reikšmingumo svoriai nustatomi ekspertiniu būdu, atsižvelgiant į elektromobilių skatinimo aplinką, plėtos veiksnius ir kliūtis. Siūlomą AEI naudojančių automobilių panaudojimo plėtrą skatinančių priemonių vertinimo modelį užbaigia daugiakriterinis vertinimas, kuriame apibendrinami visų tyrimo blokų rezultatai atsižvelgiant į vertinimo kriterijų svorius.

7. Pasitelkus ekspertinę apklausą nustatyta, kad pagal įgyvendinamumą, kuris rodo kaip sunku priemonę įgyvendinti politiniu ir administraciniu lygiu, pirmąja nemokamas parkavimas miesto centre (įgyvendinamumo rodiklis – 8,92) ir nemokamas važiavimas autobusų juosta (8,72). Tai galima paaiškinti tuo, kad šios dvi skatinimo priemonės yra vienos iš populiariausių daugelyje šalių, taip pat ir Lietuvoje, o joms įgyvendinti neretai užtenka tik savivaldybės sprendimo. Be to, šių priemonių įgyvendinimas nereikalauja papildomų administracinių išteklių. Ekspertų nuomone, žemiausią įgyvendinamumo rodiklį turi elektromobilių atleidimas nuo automobilių mokesčio (4,83). Vertinant priemonių veiksmingumą ekspertai pirmenybę teikia PVM lengvatai ir subsidijoms, kurių rodiklis – 8,24. Tuo tarpu mažiausiai veiksmingos yra elektromobilių atleidimas nuo automobilių metinio mokesčio (6,78) ir nemokamas važiavimas autobusų juosta (6,67). Ekspertinės apklausos metu taip pat gauti keturių šio tyrimo dedamųjų įvertinimai: didžiausią svorį gavo skatinimo priemonės veiksmingumas (0,314), o mažiausią skatinimo priemonės įgyvendinimo kaštai (0,218).

8. Atlikus vartotojų preferencijų tyrimą nustatyta, jog vartotojai geriausiai vertina įkrovimo stotelės įrengimo finansavimą šalia namų. Šio atributo įtraukimas į rinkinį padidina galimybę rinktis alternatyvą 5,12 karto. Tokios priemonės įgyvendinimas nepaisant santykiniai nedidelių įgyvendinimo kaštų yra gera paskata, kuri suteikia potencialiems vartotojams patogumo jausmą, kad visada turės galimybę įkrauti transporto priemonę. Blogiausią įvertinimą gavo leidimas važiuoti autobusų juosta, kuris mažina alternatyvos pasirinkimo tikimybę 22,2 proc. (tai vienintelė priemonė su neigiamu rodikliu). Vertinant PVM mokesčio lengvatos ir tiesioginių subsidijų santykį, didžiausias vartotojų palankumas (padidina galimybę rinktis alternatyvą 2,41 kartus) atiteko 14 proc. PVM tarifui ir 12000 Eur subsidijai. Tuo tarpu mažiausias – 0 proc. PVM tarifui ir 4000 Eur subsidijai (padidina galimybę rinktis alternatyvą 1,71 kartus). Galima daryti išvadą, kad vartotojams tiesioginė subsidija yra kur kas aiškiau apčiuopiama ir lengviau suprantama, negu PVM lengvata, kuri santykinai priklauso nuo automobilio kainos.

9. Apskaičiavus visų skatinimo priemonių metinius įgyvendinimo kaštus (pagal NPS 2020 ir 2030 metams) ir apibendrinus visus tyrimo rodiklius daugiakriterinio vertinimo metodu, nustatytos tinkamiausios priemonės Lietuvos atveju. Pagal NPS 2020 metų elektromobilių parko ir pardavimo plėtos prognozes tinkamiausių priemonių trejetas atrodo taip: įkrovimo stotelės šalia namų finansavimas (0,58), nemokamas važiavimas autobusų juosta (0,52) ir nemokamas

parkavimas miesto centre (0,49). Pagal NPS 2030 metų plėtros prognozes tinkamumo lyderiu taip pat išlieka įkrovimo stotelės šalia namų finansavimas (0,59), antroje vietoje – įsigijimui taikomas 7 proc. PVM tarifas ir suteikiama 8000 Eur subsidija, o lyderių trejetą užbaigia – įsigijimui taikomas 14 proc. PVM tarifas ir suteikiama 12000 Eur subsidija. Taigi, galima teigti, jog Lietuvoje tinkamiausia priemonė yra įkrovimo stotelės šalia namų finansavimas. Ši paskata geriausiai vertinama vartotojų ir gali turėti didžiausią įtaką elektromobilių pirkimui skatinti, be to, priemonės įgyvendinimo kaštai santykinai nedideli. Verta atkreipti dėmesį, kad tyrimo rezultatai išskyrė mažiausiai tinkamą iš nagrinėtų priemonių, t. y. elektromobilių atleidimas nuo automobilių metinio mokesčio (0,20). Viena iš priežasčių yra ta, kad tai susiję su naujo mokesčio įvedimu, kuris neigiamai vertinamas visuomenėje ir tai stipriai apsunkina priemonės įgyvendinimą.

## Rekomendacijos

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

- Nors šiame empiriniame tyrime buvo vertinamos atskiros elektromobilių naudojimą skatinančios priemonės, tačiau verta atkreipti dėmesį į tai, jog nėra nei vienos skatinimo priemonės, kuri viena radikalai pakeistų valstybės ar konkretaus miesto situaciją AEI naudojančių transporto priemonių kontekste. Rezultatą lemia ne pavienės priemonės, o jų visuma. Sistemiskumas, strateginis planavimas, skatinimo priemonių vertinimas kaštų naudos analizės būdu yra būtinos sąlygos tvariai AEI naudojančių transporto priemonių rinkos plėtrai.

- Remiantis šiuo AEI naudojančių automobilių panaudojimo plėtrą skatinančių priemonių vertinimo modeliu galima identifikuoti tinkamiausias skatinimo priemones, atsižvelgiant į vartotojų preferencijas, įgyvendinamumo bei veiksmingumo aspektus ir priemonės įgyvendinimo kaštus. Nustačius aukščiausius tinkamumo rodiklius turinčias skatinimo priemones, valdžios atstovai galėtų parinkti aktualų priemonių paketą, kurį apjungtų finansinės ir nefinansinės skatinimo priemonės, susijusios su eismo reguliavimu bei automobilių įkrovimu. Tačiau formuojant skatinimo priemonių paketą rekomenduojama atsižvelgti ne tik į tinkamumo rodiklius, bet ir derinti veiksmus su kitomis suinteresuotomis grupėmis, atsižvelgti į vietos kontekstualumą, ekonominę situaciją, kultūrinius aspektus ir kitus automobilių rinkos transformaciją sąlygojančius veiksnius.

- Šis AEI naudojančių automobilių panaudojimo plėtrą skatinančių priemonių vertinimo modelis dėl savo struktūros ir vertinimo kryptių, skirtas tirti valstybėms, kurios neturi arba turi tik fragmentiškas elektromobilių skatinimo sistemas. Valstybėms, kurios turi ilgalaikę patirtį skatinant elektromobilių naudojimą ir turi ne vienų metų rinkos pokyčių duomenų bazę, skatinimo priemonių tinkamumo vertinimas turėtų apjungti ir rinkos pokyčių statistinę analizę. Šia kryptimi galėtų būti tobulinamas ir AEI naudojančių automobilių panaudojimo plėtrą skatinančių priemonių vertinimo modelis bei šioje disertacijoje naudota vertinimo metodologija.

## Literatūros sąrašas

1. Aasness, M., & Odeck, J. (2015). The increase of electric vehicle usage in Norway incentives and adverse effects. *European Transport Research Review*, 7 (4).
2. Acheampong, M., Ertem, C., Kappler, B., & Neubauer, P. (2017). In pursuit of Sustainable Development Goal (SDG) number 7: Will biofuels be reliable? *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 75, 927-937.
3. Adepetu, A., Keshav, S., & Arya, V. (2016). An agent-based electric vehicle ecosystem model: San Francisco case study. *Transport Policy*, 46, 109-122.
4. Adheesh, S. R., Vasisht, M. S., & Ramasesha, S. K. (2016). Air-pollution and economics: Diesel bus versus electric bus. *Current Science*, 110 (5). Prieiga per internetą <http://www.currentscience.ac.in/Volumes/110/05/0858.pdf>.
5. Ahlgren, S., & Di Lucia, L. (2014). Indirect land use changes of biofuel production – a review of modelling efforts and policy developments in the European Union. *Biotechnology for Biofuels*, 7 (1).7–35. doi: 10.1186/1754-6834-7-35.
6. Ahman, M. (2006). Government policy and the development of electric vehicles in Japan. *Energy Policy*, 34, 433-443.
7. Ajanovic, A. (2013). Renewable fuels e A comparative assessment from economic, energetic and ecological point-of-view up to 2050 in EU-countries. *Renewable Energy*, 60, 733-738.
8. Ajanovic, A., & Haas, R. (2016). Dissemination of electric vehicles in urban areas: major factors for success. *Energy*, 115, 1451-1458.
9. Ajanovic, A., & Haas, R. (2018). Economic prospects and policy framework for hydrogen as fuel in the transport sector. *Energy Policy*, 123, 280-288.
10. Akella, A. K., Saini, R. P., & Sharma, M. P. (2009). Social, economical and environmental impacts of renewable energy systems. *Renewable Energy*, 34, 390-396.
11. Alhulail, I., & Takeuchi, K. (2014). Effects of tax incentives on sales of eco-friendly vehicles: Evidence from Japan, Discussion papers 1412, Graduate School of Economics, Kobe University. [žiūrėta 2020-01-05]. Prieiga per internetą <https://ideas.repec.org/p/koe/wpaper/1412.html>.
12. Al-Mulali, U. (2015). The impact of biofuel energy consumption on GDP growth, CO2 emission, agricultural crop prices, and agricultural production. *International Journal of Green Energy*, 12 (11), 1100-1106. doi: 10.1080/15435075.2014.892878.
13. Apergis, N., & Payne, J. E. (2010). Renewable energy consumption and economic growth: Evidence from a panel of OECD countries. *Energy Policy*, 38, 656-660.
14. Asif, M., & Barua, D. (2011). Salient features of the Grameen Shakti renewable energy program. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15 (9), 5063-5067.
15. Aslan, A. (2016). The causal relationship between biomass energy use and economic growth in the United States. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 57, 362–366. doi: 10.1016/j.rser.2015.12.109.
16. Axsen, J., & Kurani, K. (2013). Hybrid, plug-in hybrid, or electric – What do car buyers want. *Energy Policy*, 61, 532-543.
17. Bakker, S., & Trip, J. J. (2013). Policy options to support the adoption of electric vehicles in the urban environment. *Transportation Research Part D*, 25, 18-23.
18. Baležentis, A., & Žalimaitė, M. (2011). Ekspertinių vertinimų taikymas inovacijų plėtros veiksnių analizėje: Lietuvos inovatyvių įmonių vertinimas. *Management theory and studies for rural business and infrastructure development*, 3 (27), ISSN 1822-6760.
19. Ball, M., & Weeda, M. (2015). The hydrogen economy - vision or reality? *International Journal of Hydrogen Energy*, 40 (25), 7903-7919.

20. Banister, D. (2005). Overcoming barriers to the implementation of sustainable transport. In P. Rietveld, & R. R. Stough, *Barriers to Sustainable Transport: Institutions, Regulation and Sustainability*. Spon Press.
21. Barbier, E. B. (1987). The concept of sustainable economic development. *Environmental Conservation*, 14 (2), 101-110.
22. Bechtold, R. L. (2002). *Alternative Fuels: transportation Fuels for Today and Tomorrow*. Warrendale: Society of Automotive Engineers.
23. Bhattacharya, M., Paramati, S. R., Ozturk, I., & Bhattacharya, S. (2016). The effect of renewable energy consumption on economic growth: Evidence from top 38 countries. *Applied Energy*, 162, 733-741. doi: 10.1016/j.apenergy.2015.10.104.
24. Bilan, Y., Štreimikienė, D., Vasylieva, T., Lyulyov, O., Pimonenko, T., & Pavlyk, A. (2019). Linking between renewable energy, CO2 emissions, and economic growth: challenges for candidates and potential candidates for the EU membership. *Sustainability*, 11 (6), 1-16. doi: 10.3390/su11061528.
25. Bildirici, M., & Ersin, Ö. (2015). An investigation of the relationship between the biomass energy consumption, economic growth and oil prices. *Social and Behavioral Sciences*, 210, 203-212.
26. Biswas, M. R., & Biswas, A. K. (1984). Complementarity between environment and development processes. *Environmental Conservation*, 11 (1), 35-44.
27. Bjerkan, K. Y., Nørbech, T. E., & Nordtømme, M. E. (2016). Incentives for promoting battery electric vehicle (BEV) adoption in Norway. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 43, 169-80.
28. Blazejczak, J., Braunb, F. G., Edlera, D., & Schilla, W. P. (2014). Economic effects of renewable energy expansion: A model-based analysis for Germany. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 40, 1070-1080.
29. Bobinaitė, V., Juozapavičienė, A., & Konstantinavičiūtė, I. (2011). Assessment of causality relationship between renewable energy consumption and economic growth in Lithuania. *Engineering Economics*, 22 (5), 510-518.
30. Böhringer, C., Keller, A., & van der Werf, E. (2013). Are green hopes too rosy? Employment and welfare impacts of renewable energy promotion. *Energy Economics*, 36, 277-85.
31. Bowden, N., & Payne, J. E. (2009). Sectoral analysis of the causal relationship between renewable and non-renewable energy consumption and real output in the US. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 5 (4), 400-408.
32. Breidert, C. H., & Reutterer, T. (2006). A review of methods for measuring willingness-to-pay. *Innovative Marketing*, Volume 2, Issue 4.
33. Brown, D., O'Mahony, M., & Caulfield, B. (2012). How should barriers to alternative fuels and vehicles be classified and potential policies to promote innovative technologies be evaluated? . *Journal of Cleaner Production*, 35, 140-151.
34. Brown, M. A. (2001). Market failures and barriers as a basis for clean energy policies. *Energy Policy*, 29 (14), 1197-1207.
35. Brundtland Commission. (1987). *Our common future*. Oxford: Oxford University Press.
36. Buell, T. (2015). *Washington state electric vehicle action plan 2015–2020*. Washington State Department of Transportation.
37. Bužinskienė, R. (2018). Atsinaujinančių energijos išteklių panaudojimo vertinimas. *Žemės ūkio mokslai*, 25 (1), 43-62.

38. Carley, S., Krause, R. M., Lane, B. W., & Graham, J. D. (2013). Intent to purchase a plug-in electric vehicle: A survey of early impressions in large US cities. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 18, 39-45.
39. CE Delft. (2011). *Impacts of electric vehicles – deliverable 4: economic analysis and business models, report*. Delft: CE Delft. Retrieved 06 05, 2020, from [https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/transport/vehicles/docs/d4\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/transport/vehicles/docs/d4_en.pdf)
40. CE Delft. (2013). *TNO, ECN, Natural gas in transport : an assessment of different routes*. Delft: CE Delft.
41. CE Delft TNO. (2012). *EU Transport GHG: Routes to 2050: Cost effectiveness of policies and options for decarbonising transport*. Delft: CE Delft. Retrieved from <https://www.eurtransportghg2050.eu/cms/assets/Uploads/Meeting-Documents/EU-Transport-GHG-2050-II-Task-8draftfinal21Nov11.pdf>.
42. CEC and CARB. (2018). *Joint agency, staff report on assembly bill 8: 2018 annual assessment of time and cost needed to attain 100 hydrogen refueling stations in California*. California Energy Commission and California Air Resources Board. Retrieved 06 05, 2020-06-05, from <https://ww2.energy.ca.gov/2018publications/CEC-600-2018-008/CEC-600-2018-008.pdf>
43. CEM-EVI. (2017). *EV30@30 campaign*. Vancouver: IEA. [žiūrėta 2020-07-15]. Prieiga per internetą <https://iea.blob.core.windows.net/assets/a7571ce8-70dd-43a8-9ed7-915cb05fc638/3030CampaignDocumentFinal.pdf>.
44. Chandra, A., Gulati, S., & Kandlikar, M. (2010). Green drivers or free riders? An analysis of tax rebates for hybrid vehicles. *Journal of Environmental Economics and Management*, 60, 78-93.
45. Chu, M. T., Shyu, J., Tzeng, G. H., & Khosla, R. (2007). Comparison among three analytical methods for knowledge communities group-decision analysis. *Expert Systems With Applications*, 33(4), 1011-1024.
46. Cluzel, C., Lane, B., & Standen, E. (2013). *Pathways to high penetration of electric vehicles, Final report for The Committee on Climate Change*. [žiūrėta 2020-07-15]. Prieiga per internetą <https://www.theccc.org.uk/wp-content/uploads/2013/12/CCC-EV-pat>.
47. Costantini, V., & Martini, C. (2010). The causality between energy consumption and economic growth: a multi-sectoral analysis using non-stationary cointegrated panel data. *Energy Economics*, 32, 591-603.
48. Couture, T. D., & Leidreiter, A. (2014). *How to achieve 100% renewable energy*. Hamburg: The World Future Council.
49. Čekanavičius, V. (2011). *Taikomoji regresinė analizė socialiniuose tyrimuose. Projektas „Lietuvos HSM duomenų archyvo LiDA plėtra“ SFMIS Nr. VP1-3.1-ŠMM-02-V-02-001*.
50. Čiegis, R., & Zeleniūtė, R. (2008). Lietuvos ekonomikos plėtra darnaus vystymosi aspektu. *Taikomoji Ekonomika: Sisteminiai Tyrimai*, 2 (2), 11-28.
51. Čuček, L., Martin, M., Grossmann, I. E., & Kravanja, Z. (2014). Large-scale biorefinery supply network - case study of the European Union. *Computer Aided Chemical Engineering*, 33, 319-24. doi: 10.1016/B978-0-444-63456-6.50054-5.
52. Daina, N., Sivakumar, A., & Polak, J. W. (2017). Modelling electric vehicles use: a survey on the methods. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 68, 447-460.
53. D'Amato, D., Droste, N., Winkler, K. J., & Toppinen, A. (2019). Thinking green, circular or bio: Eliciting researchers' perspectives on sustainable economy with Q method. *Journal of Cleaner Production*, 230, 460-476.



54. Del Rio, P., & Burguillo, M. (2008). Assessing the impact of renewable energy deployment on local sustainability: Towards a theoretical framework. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 12, 1325-1344.
55. Demirbas, A. (2009). Political, economic and environmental impacts of biofuels: a review. *Applied Energy*, 86, 108-117. doi: 10.1016/j.apenergy.2009.04.036.
56. DeShazo, J. R. (2016). Improving incentives for clean vehicle purchases in the United States: Challenges and opportunities. *Review of Environmental Economics and Policy*, 10 (1), 149-65.
57. DeSimio, L., Gambino, M., & Iannaccone, S. (2013). Possible transport energy sources for the future. *Transport Policy*, 27, 1–10.
58. Diamond, D. (2009). The impact of government incentives for hybrid-electric vehicles: evidence from US states. *Energy Policy*, 37 (3), 972-983.
59. Diaz-Chavez, R. A. (2011). Assessing biofuels: aiming for sustainable development or complying with the market? *Energy Policy*, 39(10), 5763-5769. doi: 10.1016/j.enpol.2011.03.054.
60. Doll, C., & Wietsche, M. (2008). Externalities of the transport sector and the role of hydrogen in a sustainable transport vision. *Energy policy*, 36 (11), 4069-4078.
61. Dominković, D. F., Bačeković, I., Pedersen, A. S., & Krajačić, G. (2018). The future of transportation in sustainable energy systems: Opportunities and barriers in a clean energy transition. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 82, 1823-1838.
62. Dumortier, J., Siddiki, S., Carley, S., Cisney, J., Krause, R. M., Lane, B. W., . . . Grahamb, J. D. (2015). Effects of providing total cost of ownership information on consumers' intent to purchase a hybrid or plug-in electric vehicle. *Transportation Research Part A*, 72, 71-86.
63. E4tech. (2018). *The Fuel Cell Industry Review*. London: E4tech.
64. Eppstein, J. M., Grover, K. D., Marshall, S. J., & Rizzo, M. D. (2011). An agent-based model to study market penetration of plug-in hybrid electric vehicles. *Energy Policy*, 39 (6), 3789-3802.
65. Eseonu, C., & Egbue, O. (2014). Socio-cultural influences on technology adoption and sustainable development. *Proceedings of the 2014 Industrial and Systems Engineering Research Conference*, 6.
66. European Foresight Monitoring Network. (2008). *Collection of EFMN briefs*. Brussels: European Commission. [žiūrėta 2017-01-15]. Prieiga per internetą: <http://bit.ly/2qM4ccv>.
67. Europos Komisija. (2011). Energetikos veikslių planas iki 2050 m., COM(2011) 885 final. Briuselis: Europos Komisija.
68. Europos Komisija. (2017). *Komisijos komunikatas Europos parlamentui, tarybai, Europos ekonomikos ir socialinių reikalų komitetui ir regionų komitetui, COM(2017) 283*. Briuselis: Europos Komisija.
69. Europos Parlamento ir Tarybos direktyva. (2014). *Europos Parlamento ir Tarybos direktyva 2014/94/ES dėl alternatyviųjų degalų infrastruktūros diegimo*. [žiūrėta 2020-08-13]. Prieiga per internetą <http://data.europa.eu/eli/dir/2014/94/oj>.
70. Ewing, G., & Sarigollu, E. (1998). Car fuel-type choice under travel demand management and economic incentives. *Transport Research D*, 3 (6), 429-444.
71. Faiz, A., Weaver, C. S., & Walsh, M. P. (1996). *Air pollution from motor vehicles: standards and technologies for controlling emissions*. Washington: World Bank Publications.
72. Field, A. (2009). *Discovering statistics using SPSS* (3 ed.). London: Sage Publications Ltd.

73. Gallagher, K. S., & Muehlegger, E. (2011). Giving green to get green? Incentives and consumer adoption of hybrid vehicle technology. *Journal of Environmental Economics and Management*, 61, 1-15.
74. Gao, P., Malorny, C., Sha, S., Guan, M., Wu, T., Luk, T., . . . Xu, X. (2015). *Supercharging the development of electric vehicles in China*. McKinsey&Company.
75. Ghenai, C., Albawab, M., & Bettayeb, M. (2020). Sustainability indicators for renewable energy systems using multicriteria decision-making model and extended SWARA/ARAS hybrid method. *Renewable Energy*, 146, 580-597.
76. Gibbons, J. D., & Chakraborti, S. (2003). *Nonparametric Statistical Inference* (4 ed.). Boca Raton: Taylor & Francis Ltd.
77. Gielen, D., Boshell, F., Saygin, D., Bazilian, M., D., W. N., & Gorini, R. (2019). The role of renewable energy in the global energy transformation. *Energy Strategy Reviews*. *Energy Strategy Reviews*, 24, 38-50.
78. Ginevičius, R., & Podvezko, V. (2007). Complex assessment of sustainable development of state regions with emphasis on ecological and dwelling conditions. *Ecology*, 53, 41-48.
79. Graham-Rowe, E., Gardner, B., Abraham, C., Skippon, S., Dittmar, H., Hutchins, R., & Stannard, J. (2012). Mainstream consumers driving plug-in battery-electric and plug-in hybrid electric cars: A qualitative analysis of responses and evaluations. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 46, 140-153.
80. Green, E. H., Skerlos, S. J., & Winebrake, J. J. (2014). Increasing electric vehicle policy efficiency and effectiveness by reducing mainstream market bias. *Energy Policy*, 65, 562-6.
81. Green, P. E., & Srinivasan, V. (1978). Conjoint analysis in consumer research: issues and outlook. *Journal of Consumer Research*, 5 (2), 103-123.
82. Grodach, C. (2011). Barriers to sustainable economic development: The Dallas–Fort Worth experience. *Cities*, 28 (4), 300-309.
83. Gwet, K. L. (2014). *Handbook of inter-rater reliability, 4th edition– the definitive guide to measuring the extent of agreement among raters*. Gaithersburg: Advanced Analytics, LLC.
84. Hackbarth, A., & R., M. (2013). Consumer preferences for alternative fuel vehicles: a discrete choice analysis. *Transportation Research Part*, 25, 5-17.
85. Hagen, K. D. (2016). *Introduction to Renewable Energy for Engineers*. Weber State University.
86. Hall, D., & Lutsey, N. (2017). *Literature review on power utility best practices regarding electric vehicles*. International Council on Clean Transportation.
87. Hall, D., Moutak, M., & Lutsey, N. (2017). *Electric vehicle capitals of the world: Demonstrating the path to electric drive*. Washington: International Council on Clean Transportation.
88. Hanley, C. (2011). *Going green: How local authorities can encourage the take-up of lower-carbon vehicles*. London: Royal Automobile Club Foundation.[žiūrėta 2020-01-15]. Prieiga per internetą: [https://www.racfoundation.org/wp-content/uploads/2017/11/61442\\_rac\\_lcv-and-la-powers-author-buchanan\\_aw\\_2\\_web.pdf](https://www.racfoundation.org/wp-content/uploads/2017/11/61442_rac_lcv-and-la-powers-author-buchanan_aw_2_web.pdf).
89. Hardman, S., & G., T. (2016). Exploring the decision to adopt a high-end battery electric vehicle: the role of financial and non-financial motivations. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*. *Journal of the Transportation Research Board*, 2572 (1), 20-27.



90. Hardman, S., Chandan, A., Tal, G., & Turrentine, T. (2017). The effectiveness of financial purchase incentives for battery electric vehicles – A review of the evidence. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 80, 1100–1111.
91. Harper, J. (1995). *Green power wealth hopes*. Press and Journal.
92. Helveston, J. P., Liu, Y., Feit, E. M., Fuchs, E., Klampfl, E., & Michalek, J. J. (2015). Will subsidies drive electric vehicle adoption? Measuring consumer preferences in the U.S. and China. *Transportation Research Part A*, 73, 96–112.
93. Higgins, A., Paevere, P., Gardner, J., & Quezada, J. (2012). Combining choice modelling and multi-criteria analysis for technology diffusion: An application to the uptake of electric vehicles. *Technological Forecasting & Social Change*, 79, 1399–1412.
94. Holtmark, B., & Skonhoft, A. (2014). The Norwegian support and subsidy policy of electric cars. Should it be adopted by other countries? . *Environmental Science & Policy*, 42, 160–168.
95. Howells, M., Hermann, S., Welsch, M., Bazilian, M., Segerström, R., Alfstad, T., . . . Ramma, I. (2013). Integrated analysis of climate change, land-use, energy and water strategies. *Nature Climate Change*, 3, 622–626.
96. Hwang, C. L., & Yoon, K. (1981). Multiple attribute decision making methods and applications. A state of the art survey. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag.
97. Yan, S., & Eskeland, G. S. (2018). Greening the vehicle fleet: Norway's CO<sub>2</sub>-Differentiated registration tax. *Journal of Environmental Economics and Management*, 91(C), 247–262.
98. Yang, Z., Slowik, P., Lutsey, N., & Searle, S. (2016). *Principles for effective electric vehicle incentive design*. Washington: International Council on Clean Transportation, Washington.
99. IEA . (2019). *The Future of Hydrogen*. Paris: International Energy Agency. [žiūrēta 2019-12-01]. Prieiga per internetą [www.iea.org/publications/reports/thefutureofhydrogen/](http://www.iea.org/publications/reports/thefutureofhydrogen/).
100. IEA. (2007). *IEA energy technology essentials: hydrogen production & distribution*. International Energy Agency. [žiūrēta 2019-12-01]. Prieiga per internetą <https://webstore.iea.org/iea-energy-technology-essentials-hydrogen-production-distribution>.
101. IEA. (2018). *Global EV Outlook 2018: Towards Cross-modal Electrification*. International Energy Agency. [žiūrēta 2019-12-01]. Prieiga per internetą <https://webstore.iea.org/global-ev-outlook-2018>.
102. IEA. (2018b). *Renewables 2018: Analysis and Forecasts to 2023*. International Energy Agency. [žiūrēta 2020-02-03]. Prieiga per internetą <https://www.iea.org/reports/renewables-2018>.
103. IEA/OECD. (2016). *Global EV Outlook 2016: Beyond one million electric cars*. International Energy Agency. [žiūrēta 2019-12-01]. Prieiga per internetą <https://webstore.iea.org/global-ev-outlook-2016>.
104. IEA/OECD. (2017). *Global EV Outlook 2017: Two million and counting*. International Energy Agency. [žiūrēta 2019-12-01]. Prieiga per internetą <https://www.oecd.org/publications/global-ev-outlook-2017-9789264278882-en.htm>.
105. IEA/OECD. (2020). *Global EV Outlook 2020: Entering the decade of electric drive?* International Energy Agency. [žiūrēta 2020-10-01]. Prieiga per internetą <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2020>.
106. IEA-RETD. (2015). *Driving renewable energy for transport – Next generation policy instruments for renewable transport (RES-T-NEXT)*. Utrecht: International Energy Agency. Utrecht: International Energy Agency. [žiūrēta 2019-12-01]. <http://iea-retd.org/wp-content/uploads/2015/12/IEA-RETD-RES-T-NEXT-201511.pdf>.

107. IRENA . (2018). *Global energy transformation: A roadmap to 2050*. Abu Dhabi: IRENA. [žiūrėta 2019-12-01]. Prieiga per internetą <https://www.irena.org/publications/2019/Apr/Global-energy-transformation-A-roadmap-to-2050-2019Edition>.
108. IRENA. (2016). *The renewable route to sustainable transport: a working paper based on Remap*. Abu Dhabi: IRENA. [žiūrėta 2019-12-01]. Prieiga per internetą [www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA\\_REmap\\_Transport\\_working\\_paper\\_2016.pdf](http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_REmap_Transport_working_paper_2016.pdf).
109. IRENA EVTB. (2017). *Electric vehicles: technology brief*. Abu Dhabi: IRENA. [žiūrėta 2019-12-01]. Prieiga per internetą <http://www.irena.org/menu/index.aspx?mnu=Subcat&PriMenuID=36&CatID=141&SubcatID=3819>.
110. Islam, A. S., & Ahiduzzaman, M. (2012). Biomass energy: sustainable solution for greenhouse gas emission. *American Institute of Physics Conference Proceedings*, (pp. 1441 (1), 23-32).
111. Javid, J. R., & Nejat, A. A. (2017). Comprehensive model of regional electric vehicle adoption and penetration. *Transport Policy*, 54, 30-42.
112. Jenn, A., Azevedo, I. L., & Ferreira, P. (2013). The impact of federal incentives on the adoption of hybrid electric vehicles in the United States. *Energy Economics*, 40, 936-942.
113. Jenn, A., Springel, K., & Gopal, A. R. (2018). Effectiveness of electric vehicle incentives in the United States. *Energy Policy*, 119, 349-356.
114. Jin, L., & Slowik, P. (2017). *Literature review of electric vehicle consumer awareness and outreach activities, working paper*. International Council on Clean Transportation. [žiūrėta 2019-12-01]. Prieiga per internetą <https://theicct.org/publications/literature-review-electric-vehicle-consumer-awareness-and-outreach>.
115. Kahia, M., Aïssa, M. S., & Lanouar, C. (2017). Renewable and non-renewable energyuse-economic growth nexus: the case of MENA net oil importing countries. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 71, 127-140.
116. Kampman, B., Essen, H., Braat, W., Grünig, M., Kantamaneni, R., & Gabel, E. (2011). *Impacts of electric vehicles - deliverable 5, Impact analysis for market uptake scenarios and policy implications*. Delft: CE Delft.
117. Kang, M. J., & Park, H. (2011). Impact of experience on government policy toward acceptance of hydrogen fuel cell vehicles in Korea. *Energy Policy*, 39, 3465-3475.
118. Kardelis, K. (2007). *Mokslinių tyrimų metodologija ir metodai*. Šiauliai: Lucilijus.
119. Katinas, V., & Savickas, J. (2012). Biodegalų gamybos ir vartojimo plėtros Lietuvoje įvertinimas. *Energetika*, 58 (2), 77-85.
120. Keček, D., Mikulić, D., & Lovrinčević, Ž. (2019). Deployment of renewable energy: Economic effects on the Croatian economy. *Energy Policy*, 126, 402-410.
121. Kester, J., Noel, L., de Rubens, G. Z., & Sovacool, B. S. (2018). Policy mechanisms to accelerate electric vehicle adoption: A qualitative review from the Nordic region. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 94, 719-731.
122. Kley, F., Wietschel, M., & Dallinger, D. (2010). *Evaluation of European Electric Vehicle Support Schemes. Working paper sustainability and innovation, S7/2010*. [žiūrėta 2019-12-01]. Prieiga per internetą <http://hdl.handle.net/10419/40019>.

123. Klemmer, P., Becker-Soest, D., & Wink, R. (1998). Leitstrahlen, Leitbilder und Leitplanken—die drei großen 'L' der Nachhaltigkeitspolitik. Esantis A. Renner(Ed.), *Zukunftsfähigkeit und Neoliberalismus, Hinterberger, Friedrich* (p. 45–71). Baden-Baden.
124. Klevas, V., & Štreimikienė, D. (2006). *Lietuvos energetikos ekonomikos pagrindai*. Kaunas: Lietuvos energetikos institutas.
125. Klevas, V., Biekša, K., & Murauskaitė, L. (2014). Innovative method of RES integration into the regional energy development scenarios. *Energy Policy*, 64, 324-336.
126. 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.
127. Klockner, C. A. (2014). The dynamics of purchasing an electric vehicle—A prospective longitudinal study of the decision-making process. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 24, 103-116.
128. Knez, M., Jereb, B., & Obrecht, M. (2014). Factors influencing the purchasing decisions of low emission cars: A study of Slovenia. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 30, 53-61.
129. Krause, R. M., Carley, S. R., Lane, B., & Graham, J. D. (2013). Perception and reality: Public knowledge of plug-in electric vehicles in 21 U.S. cities. *Energy Policy*, 63, 433-440.
130. Krupa, J. E., Rizzo, D. M., Eppstein, M. J., Lanute, D. B., Gaalema, D. E., Lakkaraju, K., & Warrender, C. E. (2014). Analysis of a consumer survey on plug-in hybrid PEVs. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 64, 14-31.
131. Lache, R., Galves, D., Nolan, P., Sanger, K., Kitaura, T., Gehrke, J., . . . Ha, V. (2009). *Electric Cars: Plugged In 2. A mega-theme gains momentum*. United States: Deutsche Bank's Company Research Produc.
132. Lai, I. W., Liu, Y., Sun, X., Zhang, H., Xu, W., & Lai, I. K. (2015). Factors Influencing the behavioural intention towards full electric vehicles: An empirical study in Macau. *Sustainability*, 7, 12564-12585.
133. Langbroek, J. H., Franklin, J. P., & Susilo, Y. O. (2016). The effect of policy incentives on electric vehicle adoption. *Energy Policy*, 94, 94-103.
134. Larminie, J., & Dicks, A. (2003). *Fuel Cell Systems Explained*. New York: Wiley.
135. Larminie, J., & Dicks, A. (2003). *Fuel Cell Systems Explained*. New York: Wiley.
136. Larson, D., J., V., Parsons, R. V., & Elias, A. (2014). Consumer attitudes about electric cars: Pricing analysis and policy implication. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 69, 299-314.
137. Law, J. (2009). *A dictionary of business and management*. Oxford: Oxford University Press.
138. Lee, Y., Kim, C., & Shin, J. (2016). A hybrid electric vehicle market penetration model to identify the best policy mix: a consumer ownership cycle approach. *Applied Energy*, 184, 438-449.
139. Legendre, P. (2005). Species Associations: The Kendall Coefficient of Concordance Revisited. *American Statistical Association and the International Biometric Society Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics*, 10 (2), 226–245. doi: 10.1198/108571105X46642.
140. Legrand, J. L. (2011). *Livre Vert sur les infrastructures de recharge ouvertes au public pour les véhicules*. [žiūrėta 2019-12-01]. Prieiga per internetą [http://www.smartgrids-cre.fr/media/documents/Louis\\_Negre\\_Recharge\\_Vehicules\\_Decarbones.pdf](http://www.smartgrids-cre.fr/media/documents/Louis_Negre_Recharge_Vehicules_Decarbones.pdf).
141. Lehr, U., Lutz, C., & Edler, D. (2012). Green jobs? Economic impacts of renewable energy in Germany. *Energy Policy*, 47, 358-364.

142. Lévay, P., Drossinos, Y., & Thiel, C. (2017). The effect of fiscal incentives on market penetration of electric vehicles: A pairwise comparison of total cost of ownership. *Energy Policy*, 105, 524-533.
143. Leviakangas, P., Kinnunen, T., & Kess, P. (2014). The electric vehicles ecosystem model: construct, analysis and identification of key challenges. *Managing Global Transitions*, 12(3), 253-277.
144. Levin, T., Kwon, J., & Botterud, A. (2019). The long-term impacts of carbon and variable renewable energy policies on electricity markets. *Energy Policy*, 131, 53-71.
145. Li, L., & Loo, P. Y. (2014). Alternative and transitional energy sources for urban transportation. *Current Sustainable/Renewable Energy Reports*, 1 (1), 19–26.
146. Li, M., Negnevitsky, M., Wang, X., Yueb, W. L., & Zou, X. (2019). Multi-criteria analysis of policies for implementing clean energy vehicles in China. *Energy Policy*, 129, 826–840.
147. Li, S., Tong, L., Xing, J., & Zhou, Y. (2017). The market for electric vehicles: indirect network effects and policy design. *Journal of the Association of Environmental and Resource Economist*, 4 (1), 89-133.
148. Liao, F., Molin, E., & van Wee, B. (2017). Consumer preferences for electric vehicles: a literature review. *Transport Reviews: a transnational, transdisciplinary journal*, 37 (3), 252-275.
149. Lieven, T. (2015). Policy measures to promote electric mobility – A global perspective. . *Transportation Research Part A*, 82, 78-93.
150. Lieven, T., Mühlmeier, S., Henkel, S., & Waller, F. J. (2011). Who will buy electric cars? An empirical study in Germany. *Transportation Research Part D*, 16, 236-243.
151. Litman, T. (2016). *Parking pricing implementation guidelines: How more efficient parking pricing can help solve parking and traffic problems, increase revenue, and achieve other planning objectives*. Victoria : Victoria Transport Policy Institute.
152. Longo, M., Foadelli, F., & Yaïci, W. (2018). Electric vehicles integrated with renewable energy sources for sustainable mobility. In L. R. Martinez(Ed.), *New Trends in Electrical Vehicle Powertrains*. doi: 10.5772/intechopen.72524.
153. Lund, H. (2010). *Renewable energy systems: The choice and modeling of 100% renewable solutions*. Amsterdam, Boston: Academic Press.
154. Ma, L., Li, Z., Fu, F., Zhang, X., & Ni, W. (2009). Alternative energy development strategies for China towards 2030. *Frinties of Energy and Power Engineering in China*, 3 (1), 2-10.
155. Ma, S., Fan, Y., & Feng, L. (2017). An evaluation of government incentives for new energy vehicles in China focusing on vehicle purchasing restrictions. *Energy Policy*, 110, 609-618.
156. Ma, S., Xu, J., & Fan, Y. (2019). Willingness to pay and preferences for alternative incentives to EV purchase subsidies: An empirical study in China. *Energy Economics*, 81, 197-215.
157. Mačiulis, P., Konstantinavičiūtė, I., & Pilinkienė, V. (2018). Assessment of electric vehicles promotion measures at the national and local administrative levels. *Engineering Economics*, 29(4), 434-445.
158. Mačiulis, P., Konstantinavičiūtė, I., Pilinkienė, V., & Stundzienė, A. (2019). Elektromobilių panaudojimo plėtrą skatinančių priemonių efektyvumo vertinimo modelis. *Energetika*, 65 (4), 205-221. doi:10.6001/energetika.v65i4.4249
159. Mak, K., Sanchez, E., & Li, K. (2017). *China zero emission vehicle requirement mandate boosts battery electric powertrain demand*. Boston: Strategy Analytics.

160. Malmgren, I. (2016). Quantifying the societal benefits of electric vehicles. *World Electric Vehicle Journal*, 8, 2032-6653.
161. Marchenko, O., & Solomin, S. (2015). The future energy: hydrogen versus electricity. *International Journal of Hydrogen Energy*, 40, 3801-3805.
162. Maxim, A. (2014). Sustainability assessment of electricity generation technologies using weighted multi-criteria decision analysis. *Energy Policy*, 65, 284-297.
163. Mazzocchi, M. (2008). *Statistics for marketing and consumer research*. SAGE Publications Ltd.
164. McKenzie, L. M., Witter, R. Z., Newman, L. S., & Adgate, J. L. (2012). Human health risk assessment of air emissions from development of unconventional natural gas resources. *Science of the Total Environment*, 424 (3), 79-87.
165. McLane, A. J., Semeniuk, C., McDermid, G. J., & Marceau, D. J. (2011). The role of agent-based models in wild life ecology and management. *Ecological Modelling*, 222 (8), 1544-1556.
166. Mersky, A. C., Sprei, F., Samaras, C., & Qian, Z. S. (2016). Effectiveness of incentives on electric vehicle adoption in Norway. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 46, 56-68.
167. Michelin. (2011). Let's drive electric! Electric and hybrid vehicles. Berlin: Michelin. Retrieved from <http://www.michelinchallengebibendum.com/content/download/7018/78148/version/2/file/>
168. Milčius, D. (2006). Vandeniio saugojimas. *Mokslas ir gyvenimas*, pp. 7-8, p. 4-5, 41.
169. Milčiuvienė, S., Milčius, D., Pranevičius, L., & Vasys, A. (2004). Vandeniio energetikos plėtros perspektyvos. *Energetika*, 1, 62-68.
170. Miotti, M., Hofer, J., & Bauer, C. (2017). Integrated environmental and economic assessment of current and future fuel cell vehicles. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 22, 94-110. doi:10.1007/s11367-015-0986-4
171. Miškinis, V. (2004). Atsinaujinantys energijos ištekliai ir jų naudojimo plėtra. *Mokslas ir technika*, 12, pp. 10-13.
172. Miškinis, V., Baublys, J., Konstantinavičiūtė, I., & Lekavičius, V. (2014). Aspirations for sustainability and global energy development trends. *Journal of Security and Sustainability Issues*, 3(4), 17-26.
173. Mock, P., & Yang, Z. (2014). *Driving electrification: a global comparison of fiscal incentive policy for electric vehicles*. International Council on Clean Transportation. Retrieved 12 15, 2019, from [https://theicct.org/sites/default/files/publications/ICCT\\_EV-fiscal-incentives\\_20140506.pdf](https://theicct.org/sites/default/files/publications/ICCT_EV-fiscal-incentives_20140506.pdf)
174. Mueller, M. G., & Haan, P. (2009). How much do incentives affect car purchase? Agent-based microsimulation of consumer choice of new cars—Part I: Model structure, simulation of bounded rationality, and model validation. *Energy Policy*, 37, 1072-1082.
175. Münzel, C., Plötz, P., Sprei, F., & Gnann, T. (2019). How large is the effect of financial incentives on electric vehicle sales? – A global review and European analysis. *Energy Economics*, 84, 104493. doi:10.1016/j.eneco.2019.104493
176. Murphy, J. J., A. P., H., S. T., & D., W. (2005). A meta-analysis of hypothetical bias in stated preference valuation. *Environmental and Resource Economics*, 30, 313-325.
177. Musti, S., & Kockelman, K. M. (2011). Evolution of the household vehicle fleet: Anticipating fleet composition, PHEV adoption and GHG emissions in Austin, Texas. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 45(8), 707-720.



178. Navas-Anguita, Z., García-Gusano, D., & Iribarren, D. (2019). A review of techno-economic data for road transportation fuels. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *112*, 11-26. doi:10.1016/j.rser.2019.05.041
179. Newbery, D. (2018). Evaluating the case for supporting renewable electricity. *Energy Policy*, *120*, 684-696. doi:10.1016/j.enpol.2018.05.029
180. Newbery, D., Pollitt, M. G., Ritz, R. A., & Strielkowski, W. (2018). Market design for a high-renewables European electricity system. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *91*, 695-707.
181. Nilsson, M., & Nykvist, B. (2015). Governing the electric vehicle transition - Near term interventions to support a green energy economy. *Applied Energy*, *179*, 1360-1371. doi:10.1016/j.apenergy.2016.03.056
182. Nocera, S., & Cavallaro, F. (2016). The competitiveness of alternative transport fuels for CO2 emissions. *Transport Policy*, *50*, 1-14. doi:10.1016/j.tranpol.2016.05.013
183. O'Connor, M. (2000). Pathways for environmental evaluation: a walk in the (hanging) gardens of Babylon. *Ecological Economics*, *34*(2), 175-193. doi:10.1016/S0921-8009(00)00157-9
184. Offer, G., Howey, D., Contestabile, M., Clague, R., & Brandon, N. P. (2010). Comparative analysis of battery electric, hydrogen fuel cell and hybrid vehicles in a future sustainable road transport system. *Energy Policy*, *38*(1), 24-29. doi:10.1016/j.enpol.2009.08.040
185. Olivier, J. G., Muntean, M., Janssens-Maenhout, G., & Peters, J. A. (2014). *Trends in Global CO2 Emissions: 2014 Report*. The Hague: PBL Netherlands Environmental Assessment Agency.
186. Ong, H., Mahlia, T., & Masjuki, H. (2012). A review on energy pattern and policy for transportation sector in Malaysia. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, *16*(1), 532-42. doi:10.1016/j.rser.2011.08.019
187. Pacesila, M., Burcea, S. G., & Colesca, S. E. (2016). Analysis of renewable energies in European Union. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *56*, 156-170. doi:10.1016/j.rser.2015.10.152
188. Perdiguero, J., & Jiménez, J. L. (2012). *Policy options for the promotion of electric vehicles: a review, Working Paper*. Barcelona: Research Institute of Applied Economics.
189. Peters, A., & Dutschke, E. (2014). How do consumers perceive electric vehicles? A comparison of German consumer groups. *Journal of Environmental Policy & Planning*, *16*, 359-377. doi:10.1080/1523908X.2013.879037
190. Pollesch, N. L., & Dale, V. H. (2016). Normalization in sustainability assessment: Methods and implications. *Ecological Economics*, *130*, 195-208. doi:10.1016/j.ecolecon.2016.06.018
191. Potoglou, D., & S., K. P. (2007). Household demand and willingness to pay for clean vehicles. *Transportation Research Part D*, *12*, 264-274. doi:10.1016/j.trd.2007.03.001
192. Proença, S., & Fortes, P. (2019). The social face of renewables: Econometric analysis of the relationship between renewables and employment. *Energy Reports*, *6*(1), 581-586. doi:10.1016/j.egyr.2019.09.029
193. Profillidis, V. A., Botzoris, G., & Galanis, A. T. (2014). Environmental effects and externalities from the transport sector and sustainable transportation planning. *International Journal of Energy Economics and Policy*, *4*(4), 647-661.
194. Puppán, D. (2002). Environmental evaluation of biofuels. *Periodica Polytechnica Social and Management Sciences*, *95-116*, 95-116.

195. Qian, L., & Soopramanien, D. (2011). Heterogeneous consumer preferences for alternative fuel cars in China. *Transportation Research Part D*, *16*, 607-613. doi:10.1016/j.trd.2011.08.005
196. Qian, L., Grisolia, J. M., & Soopramanien, D. (2019). The impact of service and government-policy attributes on consumer preferences for electric vehicles in China. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, *122*, 70-84. doi:10.1016/j.tra.2019.02.008
197. Qiu, Y. Q., P., Z., & C., S. H. (2019). Assessing the effectiveness of city-level electric vehicle policies in China. *Energy Policy*, *130*, 22-31. doi:10.1016/j.enpol.2019.03.052
198. Quak, H., Nesterova, N., & van Rooijen, T. (2016). Possibilities and barriers for using electric-powered vehicles in city logistics practice. *Transportation Research Procedia*, *12*, 157-169. doi:10.1016/j.trpro.2016.02.055
199. Ramadhas, A. S. (2011). *Fuels and trends. Alternative fuels for transportation*. Boca Raton: CRC Press.
200. Rennings, K. (2000). Redefining innovation–eco-innovation research and the contribution from ecological economics. *Ecological Economics*, *32*, 319-332. doi:10.1016/S0921-8009(99)00112-3
201. Reztis, A. N., & Ahammad, S. M. (2015). The relationship between energy consumption and economic growth in south and southeast asian countries: A panel vector autoregression approach and causality analysis. *International Journal of Energy Economics and Policy*, *5*(3), 704-715.
202. Rezvani, Z., Jansson, J., & Bodin, J. (2015). Advances in consumer electric vehicle adoption research: a review and research agenda. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, *34*, 122-136. doi:10.1016/j.trd.2014.10.010
203. Riesz, J., Sotiriadis, C., Ambach, D., & Donovan, S. (2016). Quantifying the costs of a rapid transition to electric vehicles. *Applied Energy*, *180*, 287-300. doi:10.1016/j.apenergy.2016.07.131
204. Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of Innovations (5th ed.)*. New York: The Free Press.
205. Rosen, M. A., & Koochi-Fayegh, S. (2016). The prospects for hydrogen as an energy carrier: an overview of hydrogen energy and hydrogen energy systems. *Energy, Ecology and Environment*, *1*, 10-29. doi:10.1007/s40974-016-0005-z
206. Ross, S. M. (2014). *Introduction to Probability and Statistics for Engineers and Scientists (5th ed.)*. San Diego: Elsevier Science Publishing Co Inc.
207. Rushlow, J., Coplon-Newfield, G., LeBel, M., & Norton, E. (2015). *Charging up: the role of states, utilities, and the auto industry in dramatically accelerating electric vehicle adoption in northeast and mid-Atlantic States*. Conservation Law Foundation, Sierra Club, and Acadia Center. Retrieved 05 11, 2020, from [https://www.sierraclub.org/sites/www.sierraclub.org/files/uploads-wysiwig/ChargingUp\\_DIGITAL\\_ElectricVehicleReport\\_Oct2015\\_0.pdf](https://www.sierraclub.org/sites/www.sierraclub.org/files/uploads-wysiwig/ChargingUp_DIGITAL_ElectricVehicleReport_Oct2015_0.pdf)
208. Sadorsky, P. (2009). Renewable energy consumption and income in emerging economies. *Energy Policy*, *37*(10), 4021-4028. doi:10.1016/j.enpol.2009.05.003
209. Salisbury, M. (2011). *What can cities and counties do to promote the deployment of electric vehicles?* Boulder, CO: Southwest Energy Efficiency Project, Oak Ridge National Laboratory.
210. Sánchez-Braza, A., Cansino, J. M., & Lerma, E. (2014). Main drivers for local tax incentives to promote electric vehicles: The Spanish case. *Transport Policy*, *36*, 1–9. doi:10.1016/j.tranpol.2014.06.010



211. Santos, G. (2017). Road transport and CO2 emissions: What are the challenges? *Transport Policy*, 59, 71-74. doi:10.1016/j.tranpol.2017.06.007
212. Santos, G., Behrendt, H., Maconi, L., Shirvani, T., & Teytelboym, A. (2010). Part I: Externalities and economic policies in road transport. *Research in Transportation Economics*, 28(1), 2-45. doi:10.1016/j.retrec.2009.11.002
213. Schallenberg-Rodriguez, J. (2017). Renewable electricity support systems: Are feed-in systems taking the lead? *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 76, 1422-1439. doi:10.1016/j.rser.2017.03.105
214. Schuitema, G., Anable, J., Skippon, S., & Kinnear, N. (2013). The role of instrumental, hedonic and symbolic attributes in the intention to adopt electric vehicles. *Transportation Research Part A*, 48, 39-49. doi:10.1016/j.tra.2012.10.004
215. Schulte, I., Hart, D., & van der Vorst, R. (2004). Issues affecting the acceptance of hydrogen fuel. *International Journal of Hydrogen Energy*, 29, 677-685. doi:10.1016/j.ijhydene.2003.09.006
216. Sebri, M., & Ben-Salha, O. (2014). On the causal dynamics between economic growth, renewable energy consumption, CO2 emissions and trade openness: Fresh evidence from BRICS countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 39, 14-23. doi:10.1016/j.rser.2014.07.033
217. Shafiei, E., Davidsdottira, B., Fazelia, R., Leaverb, J., Stefanssonc, H., & Asgeirssonc, E. I. (2018). Macroeconomic effects of fiscal incentives to promote electric vehicles in Iceland: Implications for government and consumer costs. *Energy Policy*, 114, 431-443. doi:10.1016/j.enpol.2017.12.034
218. Shamsuzzoha, A., Grant, A., & Clarke, J. (2012). Implementation of renewable energy in Scottish rural area: A social study. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16, 185-191. doi:10.1016/j.rser.2011.07.146
219. Sheldon, T. L., & Dua, R. (2019). Measuring the cost-effectiveness of electric vehicle subsidies. *Energy Economics*, 84, 104545. doi:10.1016/j.eneco.2019.104545
220. Sherry-Brennan, F., Devine-Wright, H., & Devine-Wright, P. (2010). Public understanding of hydrogen energy: A theoretical approach. *Energy Policy*, 38(10), 5311-5319. doi:10.1016/j.enpol.2009.03.037
221. Shewmake, S., & Jarvis, L. (2014). Hybrid cars and HOV lanes. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 67, 304-319. doi:10.1016/j.tra.2014.07.004
222. Sierzchula, W., Bakker, S., Maat, K., & van Wee, B. (2014). The influence of financial incentives and other socio-economic factors on electric vehicle adoption. *Energy Policy*, 68, 183-194. doi:10.1016/j.enpol.2014.01.043
223. Silvia, C., & Krause, R. M. (2016). Assessing the impact of policy interventions on the adoption of plug-in electric vehicles: An agent-based model. *Energy Policy*, 96, 105-118. doi:10.1016/j.enpol.2016.05.039
224. Simionescu, M., Albu, L. L., Raileanu-Szeles, M., & Bilan, Y. (2017). The impact of biofuels utilisation in transport on the sustainable development in the European Union. *Technological And Economic Development Of Economy*, 23(4), 667-686. doi:10.3846/20294913.2017.1323318
225. Skerlos, S., & Winebrake, J. J. (2010). Targeting plug-in hybrid electric vehicle policies to increase social benefits. *Energy Policy*, 38, 705-708. doi:10.1016/j.enpol.2009.11.014
226. Skinner, I., van Essen, H., Smokers, R., & Hill, N. (2010). *Towards the decarbonisation of EU's transport sector by 2050*. Final report produced under the contract ENV.C.3/SER/2008/0053 between European Commission Directorate-General Environment and AEA Technology plc. Retrieved 05 11, 2020, from

<https://www.eutransportghg2050.eu/cms/assets/EU-Transport-GHG-2050-Final-Report-22-06-10.pdf>

227. Smith, M. S., Cook, C., Sokona, Y., Elmqvist, T., Fukushi, K., Broadgate, W., & Jarzebski, M. P. (2018). Advancing sustainability science for the SDGs. *Sustainability Science*, 13, 1483-1487. doi:10.1007/s11625-018-0645-3
228. Sobrino, F. H., Monroy, C. R., & Perez, L. H. (2010). Critical analysis on hydrogen as an alternative to fossil fuels and biofuels for vehicles in Europe. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14, 772-780. doi:10.1016/j.rser.2009.10.021
229. Solarin, S. A., Muhammad, S., & Shawkat, H. (2019). Sustainable economic development in China: Modelling the role of hydroelectricity consumption in a multivariate framework. *Energy*, 168, 516-531. doi:10.1016/j.energy.2018.11.061
230. Sorensen, B. (2012). *Hydrogen and Fuel Cells*. New York: Academic Press.
231. Sorknæs, P., Lund, H., Skov, I. R., Djørup, S., Skytte, K., Morthorst, P. E., & Fausto, F. (2020). Smart Energy Markets - Future electricity, gas and heating markets. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 119, 109655. doi:10.1016/j.rser.2019.109655
232. Sovacool, B. K. (2016). How long will it take? Conceptualizing the temporal dynamics of energy transition. *Energy Research & Social Science*, 13, 202-215. doi:10.1016/j.erss.2015.12.020
233. Spangenberg, J. H. (2005). Economic sustainability of the economy: concepts and indicators. *International Journal of Sustainable Development*, 8(1/2), 47-64. doi:10.1504/IJSD.2005.007374
234. Sperling, D. (2014). An innovative path to sustainable transportation. *Access*, 28-34. Retrieved 05 11, 2020, from <https://www.accessmagazine.org/wp-content/uploads/sites/7/2015/01/access45-InnovativePath-revise-links.pdf>
235. Springer, U. (2003). The market for tradable GHG permits under the Kyoto Protocol: a survey of model studies. *Energy Economics*, 25(5), 527-551. doi:10.1016/S0140-9883(02)00103-2
236. Stevens, B., & Schieb, P. A. (2013). *OECD Workshop on Developing infrastructure for alternative transport fuels and power-trains to 2020/2030/2050. A Synthesis Report*. Paris: OECD.
237. Stewart, F. (1985). *Planning to meet basic needs*. London: Macmillan.
238. Sun, Q., & Tang, Y. (2011). The grey relational degree measurement of city's S&T input and sustainable economic development based on the data from hunan province. *Procedia Engineering*, 21, 457-463. doi:10.1016/j.proeng.2011.11.2038
239. Sun, X., Liu, X., Wang, Y., & Yuan, F. (2019). The effects of public subsidies on emerging industry: An agent-based model of the electric vehicle industry. *Technological Forecasting and Social Change*, 140, 281-295. doi:10.1016/j.techfore.2018.12.013
240. Sunnerstedt, E. (2009). *Promoting clean cars. Case study of Stockholm and Sweden*. Stockholm: City of Stockholm, Environment and Health Administration.
241. Susisiekimo ministerija. (2020). Elektromobilių infrastruktūros plėtra. Vilnius. Retrieved 10 25, 2020, from <https://sumin.lrv.lt/lt/veiklos-sritys/kita-veikla/kita-veikla/pletra-ir-inovacijos/elektromobiliu-infrastrukturos-pletra>
242. Susisiekimo ministerija. (2020). Elektromobilių naudojimą skatinančios priemonės. Vilnius. Retrieved 05 11, 2020, from <https://sumin.lrv.lt/lt/veiklos-sritys/kita-veikla/kita-veikla/pletra-ir-inovacijos/elektromobiliu-naudojima-skatinancios-priemones>
243. Susisiekimo ministerija. (2020). Elektromobilių skaičius Lietuvoje. Vilnius. Retrieved 05 11, 2020, from LR Susisiekimo ministerija: <https://sumin.lrv.lt/lt/veiklos-sritys/kita-veikla/pletra-ir-inovacijos/elektromobiliu-skaicius-lietuvoje>

244. Štreimikienė, D. (2002). Tvari energetikos plėtra. *Aplinkos tyrimai, inžinerija ir vadyba*, 1(19), 20-29.
245. Štreimikienė, D., & Ališauskaitė-Šeškienė, I. (2014). Lietuvos gyventojų pasirengimo mokėti už atsinaujančius energijos išteklius vertinimas. *Energetika*, 60(3), 169-183.
246. Štreimikienė, D., Čiegis, R., & Jankauskas, V. (2007). *Darnus energetikos vystymasis*. Vilnius: Vilniaus universiteto leidykla.
247. Tal, G., & Nicholas, M. (2016). Exploring the impact of the federal tax credit on the plug-in vehicle market. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2572 (1), 95-102. doi:10.3141/2572-11
248. Tan, Q., Wang, M., Deng, U., Yang, H., Rao, R., & Zhang, X. (2014). The cultivation of electric vehicles market in China: Dilemma and solution. *Sustainability*, 5493-5511.
249. Tarigan, A. M., Bayer, S. B., Langhelle, O., & Thesen, G. (2012). Estimating determinants of public acceptance of hydrogen vehicles and refueling stations in greater Stavanger. *International Journal of Hydrogen Energy*, 37, 6063-6673. doi:10.1016/j.ijhydene.2011.12.138
250. Tarigan, A., Bayer, S. B., & Tarigan, A. M. (2012). Temporal change analysis of public attitude, knowledge and acceptance of hydrogen vehicles in Greater Stavanger, 2006–2009. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 16, 5535-5544. doi:10.1016/j.rser.2012.05.045
251. Tollefson, J. (2008). Car industry: charging up the future. *Nature News*, 456, 436–440. doi:10.1038/456436a
252. Train, K. E. (2009). *Discrete choice methods with simulation (2nd ed.)*. Cambridge: Cambridge University Press.
253. UN DESA. (2017). *Sustainable Development Goal 7: Ensure Access to Affordable, Reliable, Sustainable and Modern Energy for All*. New York: United Nations Department of Economic and Social Affairs. Retrieved 05 11, 2020, from <https://sustainabledevelopment.un.org/sdg7>
254. Urmee, T., & Md, A. (2016). Social, cultural and political dimensions of off-grid renewable energy programs in developing countries. *Renewable Energy*, 93, 159-167. doi:10.1016/j.renene.2016.02.040
255. Van der Steen, M., Van Schelven, R. M., Kotter, R., van Twist, M. W., & van Deventer, P. (2015). *EV policy compared: an international comparison of governments' policy strategy towards e-mobility. E-mobility in europe: trends and good practice (1st ed.)*. New York: Springer International.
256. Verbeek, M. (2015). *Guide to modern econometrics (4th ed.)*. Wiley.
257. Vergis, S., & Chen, B. (2015). Comparison of plug-in electric vehicle adoption in the United States: a state by state approach. *Research in Transportation Economics*, 52, 56-64. doi:10.1016/j.retrec.2015.10.003
258. Viesturs, D., & Melece, L. (2014). Advantages and disadvantages of biofuels: Observations in Latvia. *Engineering for Rural Development*, 13, 210-215.
259. Wang, F., Yu, J., Yang, P., Miao, L., & Ye, B. (2017). Analysis of the barriers to widespread Adoption of electric vehicles in Shenzhen China. *Sustainability*, 9(4), 522. doi:10.3390/su9040522
260. Wang, N., & Liu, Y. (2015). City readiness system assessment of electric vehicle adoption in China. *SAE International Journal of Materials and Manufacturing*, 8(3), 678-684. doi:10.4271/2015-01-0469

261. Wang, N., Pan, H., & Zheng, W. (2017). Assessment of the incentives on electric vehicle promotion in China. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 101, 177–189. doi:10.1016/j.tra.2017.04.037
262. Wang, S., Li, J., & Zhao, D. (2017). The impact of policy measures on consumer intention to adopt electric vehicles: Evidence from China. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 105, 14–26. doi:10.1016/j.tra.2017.08.013
263. Wee, S., Coffman, M., & L., C. S. (2018). Do electric vehicle incentives matter? Evidence from the 50 US states. *Research Policy*, 47(9), 1601-1610.
264. Wei, M., Patadia, S., & Kammen, D. M. (2010). Putting renewables and energy efficiency to work: how many jobs can the clean energy industry generate in the US? *Energy Policy*, 38, 919-931. doi:10.1016/j.enpol.2009.10.044
265. Windisch, E. (2013). *Driving electric? A nancial analysis of electric vehicle policies in France*. Paris: Ecole des Ponts ParisTech. Retrieved 05 11, 2020, from <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00957749/document>
266. Wolde-Rufael, Y. (2009). Energy consumption and economic growth: the experience of African countries revisited. *Energy Economics*, 31, 217-224. doi:10.1016/j.eneco.2008.11.005
267. Xylia, M., & Silveira, S. (2017). On the road to fossil-free public transport: the case of Swedish bus fleets. *Energy Policy*, 100, 397-412. doi:10.1016/j.enpol.2016.02.024
268. Zafar, M. W., Shahbaz, M., Hou, F., & Sinha, A. (2019). From conventional to renewable energy and its impact on economic growth: the role of research& development expenditures in Asia-Pacific Economic Cooperation countries. *Journal of Cleaner Production*, 212, 1166-1178. doi:10.1016/j.jclepro.2018.12.081
269. Zaunbrecher, B. S., Daniels, B., Roß-Nickoll, M., & Ziefle, M. (2018). The social and ecological footprint of renewable power generation plants. Balancing social requirements and ecological impacts in an integrated approach. *Energy Research & Social Science*, 45, 91-106. doi:10.1016/j.erss.2018.07.015
270. Zhang, Y., Yu, Y., & Zou, B. (2011). Analyzing public awareness and acceptance of alternative fuel vehicles in China: The case of EV. *Energy Policy*, 39, 7015-7024. doi:10.1016/j.enpol.2011.07.055
271. Zhang, X., Liang, Y., Yu, E., Rao, R., & Xie, J. (2017). Review of electric vehicle policies in China: content summary and effect analysis. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 70, 698-714.
272. Zhang, X., Xie, J., Rao, R., & Liang, Y. (2014). Policy incentives for the adoption of electric vehicles across countries. *Sustainability*, 6, 8056-8078.
273. Zhou, Y., Levin, T. E., & Plotkin, S. E. (2016). *Plug-in electric vehicle policy effectiveness: literature review*. Chicago: Argonne National Laboratory. [žiūrėta 2020-05-11]. Prieiga per internetą <https://www.energy.gov/sites/prod/files/2017/01/f34/Plug-In%20Electric%20Vehicle%20Policy%20Effectiveness%20Literature%20Review.pdf>.
274. Ziegler, A. (2012). Individual characteristics and stated preferences for alternative energy sources and propulsion technologies in vehicles: A discrete choice analysis for Germany. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 46, 1372-1385.

# Priedai

## 1 PRIEDAS. Išankstinės vartotojų apklausos klausimynas.

Šią apklausą organizuoja Lietuvos energetikos instituto doktorantas Povilas Mačiulis. Apklausos tikslas yra nustatyti kiek skirtingos elektromobilių skatinimo priemonės lemia vartotojų apsisprendimą pirkti elektra varomą transporto priemonę. Apklausa yra atliekama įgyvendinant disertacijos tyrimą, kuriuo vertinamos skirtingos elektromobilių skatinimo priemonės.

Atsakyti į pateiktus klausimus užtruks iki 15 minučių.

Dėkojame už dalyvavimą apklausoje!

### 1. LYTIS:

1. moteris
2. vyras

### 2. GYVENAMOJI VIETA:

1. Vilniaus miestas / rajonas
2. Kauno miestas / rajonas
3. Klaipėdos miestas / rajonas
4. Kita

### 3. AMŽIUS:

Mažiau nei 23

23-34

35-44

45-65

Virš 65

### 4. JŪSŲ PAJAMOS PER MĖNESĮ:

Mažiau nei 300 Eur

300 – 500 Eur

501 – 1.000 Eur

1.001 – 1.500 Eur

1.501 – 2.000 Eur

2.001 – 3.000 Eur

Daugiau nei 3000 Eur

### 5. IŠŠILAVINIMAS:

Pradinis

Pagrindinis

Vidurinis

Aukštesnysis

Aukštasis

Kita

**6. JŪSŪ NAMŪ ŪKIS SUSIDEDA IŠ:**

- 1 asmens
- 2 asmenų
- 3 asmenų
- 4 asmenų
- Daugiau negu 4 asmenų

**7. JŪSŪ NAMŪ ŪKIO AUTOMOBILIŲ SKAIČIUS:**

- 0
- 1
- 2
- 3
- Daugiau negu 3

**8. KIEK KILOMETRŲ VIDUTINIŠKAI KELIAUJATE PER DIENĄ?**

- Iki 10 km
- 10 – 20 km
- 21 – 40 km
- 41 – 60 km
- 61 – 80 km
- 81 – 100 km
- Daugiau nei 100 km
- Nežinau

**9. KAIP DAŽNIAUSIAI KELIAUJATE DARBO DIENOMIS?**

- Pėsčiomis
- Dviračiu
- Automobiliu
- Viešuoju transportu
- Kita

**10. AR TURITE VAIRUOTOJO PAŽYMĖJIMĄ?**

- Taip
- Ne

**11. AR SVARSTĖTE GALIMYBĘ ĮSIGYTI ELEKTRA VAROMĄ AUTOMOBILĮ?**

- Taip
- Ne

**II DALIS (APIE ELEKTROMOBILIŲ SKATINIMĄ)**

**12. SIEKiant paskatinti elektromobilių naudojimą, kai kuriose pasaulio šalyse tokių transporto priemonių pirkėjams suteikiamas lengvatinis pridėtinės vertės mokestis (PVM) tarifas arba visai atleidžiami nuo šio mokesčio.**

**KAIP MANOTE, AR LENGVATINIS PVM TARIFAS YRA VEIKSMINGA PRIEMONĖ ELEKTROMOBILIŲ PARDAVIMŲ SKATINIMUI LIETUVOJE? (1 – visiškai neveiksminga, 10 – labai veiksminga)**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

**13. ŠIUO METU LIETUVOJE PERKANT ELEKTROMOBILĮ TAIKOMAS 21% PRIDĖTINĖS VERTĖS MOKESČIO (PVM) TARIFAS.**

**JŪSŲ NUOMONE, KOKIO DYDŽIO PVM TARIFAS BŪTŲ PAKANKAMAS SKATINTI ELEKTROMOBILIŲ PARDAVIMUS LIETUVOJE?**

- 0 %
- 5%
- 10%
- 15%
- 21%

**14. SIEKIANT PASKATINTI ELEKTROMOBILIŲ NAUDOJIMĄ, KAI KURIOSE PASAULIO ŠALYSE TOKIŲ TRANSPORTO PRIEMONIŲ PIRKĖJAMS VYRIAUSYBĖS SUTEIKIA NEGRAŽINTINĄ SUBSIDIJĄ.**

**KAIP MANOTE, AR NEGRAŽINTINA SUBSIDIJA YRA VEIKSMINGA PRIEMONĖ ELEKTROMOBILIŲ PARDAVIMŲ SKATINIMUI LIETUVOJE? (1 – visiškai neveiksminga, 10 – labai veiksminga)**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

**15. JŪSŲ NUOMONE, KOKIO DYDŽIO NEGRAŽINTINA SUBSIDIJA BŪTŲ PAKANKAMA ELEKTROMOBILIŲ PARDAVIMŲ SKATINIMUI LIETUVOJE?**

- Mažiau nei 2.000 Eur
- 2000 Eur
- 3000 Eur
- 4000 Eur
- 5000 Eur
- 6000 Eur
- 7000 Eur
- 8000 Eur
- 9000 Eur
- 10000 Eur



11000 Eur  
12000 Eur  
13000 Eur  
14000 Eur  
Daugiau nei 14000 Eur

- 16) KAI KURIOSE PASAULIO ŠALYSE APLINKĄ TERŠIANTYS AUTOMOBILIAI (VAROMI DYZELIU AR BENZINU) APMOKESTINAMI PAPILDOMU MOKESČIU.

KAIP MANOTE, AR TOKS AUTOMOBILIŲ MOKESTIS (KURIO NEREIKIA MOKĖTI UŽ ELEKTROMOBILIUS) YRA VEIKSMINGA PRIEMONĖ ELEKTROMOBILIŲ PARDAVIMŲ SKATINIMUI LIETUVOJE? (1 – visiškai neveiksminga, 10 – labai veiksminga)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

- 17) JŪSŲ NUOMONE, KOKIO DYDŽIO AUTOMOBILIO MOKESTIS (PER MĖNESĮ) BUTŲ PAKANKAMAS SKATINTI ELEKTROMOBILIŲ (KURIE NEMOKĖTŲ ŠIO MOKESČIO) PARDAVIMUS LIETUVOJE?

Iki 10 Eur / mėnesiui  
10 – 30 Eur / mėnesiui  
31 – 60 Eur / mėnesiui  
61 – 90 Eur / mėnesiui  
91 Eur ir daugiau / mėnesiui

- 18) SIEKIANT PASKATINTI ELEKTROMOBILIŲ NAUDOJIMĄ, KAI KURIOSE PASAULIO ŠALYSE TOKIOS TRANSPORTO PRIEMONĖS MIESTO CENTRE ATLEIDŽIAMOS NUO PARKAVIMO RINKLIAVOS.

KAIP MANOTE, AR NEMOKAMAS PARKAVIMAS YRA VEIKSMINGA PRIEMONĖ ELEKTROMOBILIŲ PARDAVIMŲ SKATINIMUI LIETUVOJE? (1 – visiškai neveiksminga, 10 – labai veiksminga)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

- 19) SIEKIANT PASKATINTI ELEKTROMOBILIŲ NAUDOJIMĄ, KAI KURIOSE PASAULIO ŠALYSE TOKIOMS TRANSPORTO PRIEMONĖMS SUTEIKIAMA GALIMYBĖ VAŽIUOTI AUTOBUSŲ JUOSTOMIS.

**KAIP MANOTE, AR LEIDIMAS VAŽIUOTI AUTOBUSŲ JUOSTA YRA VEIKSMINGA PRIEMONĖ ELEKTROMOBILIŲ PARDAVIMŲ SKATINIMUI LIETUVOJE? (1 – visiškai neveiksminga, 10 – labai veiksminga)**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

- 20) SIEKIANT PASKATINTI ELEKTROMOBILIŲ NAUDOJIMĄ, KAI KURIOSE PASAULIO ŠALYSE VIEŠOSE MIESTO ERDVĖSE ESANČIOSE IKROVIMO STOTELĖSE SUTEIKIAMA GALIMYBĖ NEMOKAMAI KRAUTIS ELEKTROMOBILI.**

**KAIP MANOTE, AR NEMOKAMAS ELEKTROMOBILIŲ KROVIMAS VIEŠOSE MIESTO ERDVĖSE YRA VEIKSMINGA PRIEMONĖ ELEKTROMOBILIŲ PARDAVIMŲ SKATINIMUI LIETUVOJE? (1 – visiškai neveiksminga, 10 – labai veiksminga)**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

- 21) SIEKIANT PASKATINTI ELEKTROMOBILIŲ NAUDOJIMĄ, KAI KURIOSE PASAULIO ŠALYSE TOKIŲ TRANSPORTO PRIEMONIŲ SAVININKAMS FINANSUOJAMAS IKROVIMO STOTELĖS ĮRENGIMAS ŠALIA NAMŲ (KIEME ARBA GARAŽE).**

**KAIP MANOTE, AR IKROVIMO STOTELĖS ĮRENGIMO ŠALIA NAMŲ FINANSAVIMAS YRA VEIKSMINGA PRIEMONĖ ELEKTROMOBILIŲ PARDAVIMŲ SKATINIMUI LIETUVOJE? (1 – visiškai neveiksminga, 10 – labai veiksminga)**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

- 22) SIEKIANT PASKATINTI ELEKTROMOBILIŲ NAUDOJIMĄ, KAI KURIOSE PASAULIO ŠALYSE TOKIŲ TRANSPORTO PRIEMONIŲ SAVININKAMS FINANSUOJAMAS IKROVIMO STOTELĖS ĮRENGIMAS ŠALIA DARBOVIETĖS ARBA MOKSLO ĮSTAIGOS.**

**KAIP MANOTE, AR IKROVIMO STOTELĖS ĮRENGIMO ŠALIA DARBOVIETĖS ARBA MOKSLO ĮSTAIGOS FINANSAVIMAS YRA**

**VEIKSMINGA PRIEMONĖ ELEKTROMOBILIŲ PARDAVIMŲ SKATINIMUI LIETUVOJE? (1 – visiškai neveiksminga, 10 – labai veiksminga)**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Dėkojame už skirtą laiką ir atsakymus.

**2 PRIEDAS. Ekspertinės apklausos klausimynas**

**GERBIAMI RESPONDENTAI,**

Lietuvos energetikos instituto doktorantas (studijos organizuojamas kartu su Kauno technologijos universitetu) Povilas Mačiulis rengia daktaro disertaciją tema „Atsinaujinančių energijos išteklių transporto sektoriuje panaudojimo plėtrą skatinančių priemonių vertinimas“. Siekiant nustatyti elektromobilių skatinimo priemonių veiksmingumą ir įgyvendinamumą prašome užpildyti žemiau pateiktus klausimus. Jūsų nuomonė yra labai svarbi.

**Iš anksto dėkoju už bendradarbiavimą!**

**1. Jūs atstovaujate:**

- a) Mokslo institucijas
- b) Nevyriausybinės organizacijos
- c) Valdžios institucijas
- d) Verslo organizacijos
- d) kita \_\_\_\_\_

**2. Jūsų darbo patirtis:**

- a) iki 1 metų
- b) nuo 1 iki 3 metų
- c) nuo 3 iki 5 metų
- d) nuo 5 iki 10 metų
- e) daugiau nei 10 metų

3. Siekiant paskatinti elektromobilių naudojimą, kai kuriose pasaulio šalyse tokių transporto priemonių pirkėjams suteikiamas lengvatinis pridėtinės vertės mokesčio (PVM) tarifas arba pirkėjai yra visai atleidžiami nuo šio mokesčio.

Šiuo metu Lietuvoje perkant elektromobilį taikomas 21% pridėtinės vertės mokesčio (PVM) tarifas.

**Jūsų nuomone, kokio dydžio PVM tarifas būtų pakankamas skatinti elektromobilių pardavimus Lietuvoje?**

- 0 %
- 5%
- 10%
- 15%
- 21%

**4. Siekiant paskatinti elektromobilių naudojimą, kai kuriose pasaulio šalyse tokių transporto priemonių pirkėjams vyriausybės suteikia negražintina subsidija.**

**Jūsų nuomone, kokio dydžio negražintina subsidija būtų pakankama elektromobilių pardavimų skatinimui Lietuvoje?**

- Mažiau nei 2.000 Eur
- 2000 Eur
- 3000 Eur
- 4000 Eur
- 5000 Eur
- 6000 Eur
- 7000 Eur
- 8000 Eur
- 9000 Eur
- 10000 Eur
- 11000 Eur
- 12000 Eur
- 13000 Eur
- 14000 Eur
- Daugiau nei 14000 Eur

**5. Kai kuriose pasaulio šalyse aplinką teršiantys automobiliai (varomi dyzeliu ar benzinu) apmokestinami papildomu mokesčiu, o elektromobiliai atleidžiami nuo šio mokesčio.**

**Jūsų nuomone, kokio dydžio automobilio mokestis (per mėnesį) būtų pakankamas skatinti elektromobilių (kurie nemokėtų šio mokesčio) pardavimus Lietuvoje?**

- Iki 10 Eur / mėnesiui
- 10 – 30 Eur / mėnesiui
- 31 – 60 Eur / mėnesiui
- 61 – 90 Eur / mėnesiui
- 91 Eur ir daugiau / mėnesiui

## 6. Skatinimo priemonės įgyvendinamumas (anglų k. – feasibility)

Prašome įvertinti lengva ar sunku konkrečią elektromobilių skatinimo priemonę įgyvendinti Lietuvoje politiniu ir administraciniu lygiu (1 – įgyvendinti labai sunku, 10 – įgyvendinti labai lengva).

Perkant elektromobilį suteikiama PVM mokesčio lengvata.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Perkant elektromobilį suteikiama negrąžintina subsidija.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Įvedamas automobilių mokestis, o elektromobiliai atleidžiami nuo šio mokesčio.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nemokamas elektromobilių parkavimas miesto centre.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Elektromobiliams suteikiama galimybė važiuoti autobusų juosta.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Viešose miesto erdvėse esančiose įkrovimo stotelėse suteikiama galimybė nemokamai krauti elektromobilį.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Finansuojamas įkrovimo stotelės įrengimas šalia namų (kieme arba garaže).	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Finansuojamas įkrovimo stotelės įrengimas šalia darbuviets.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

## 7. Skatinimo priemonės veiksmingumas (anglų k. – efficiency)

Prašome įvertinti kokį poveikį elektromobilių pardavimui Lietuvoje turėtų konkrečios skatinimo priemonės įgyvendinimas, t. y. nurodykite kiek veiksminga konkreti priemonė (1 – visiškai neveiksminga, 10 – labai veiksminga).

Perkant elektromobilį suteikiama PVM mokesčio lengvata.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Perkant elektromobilį suteikiama negrąžintina subsidija.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Įvedamas automobilių mokestis, o elektromobiliai atleidžiami nuo šio mokesčio.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nemokamas elektromobilių parkavimas miesto centre.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Elektromobiliams suteikiama galimybė važiuoti autobusų juosta.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Viešose miesto erdvėse esančiose įkrovimo stotelėse suteikiama galimybė nemokamai krauti elektromobilių.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Finansuojamas įkrovimo stotelės įrengimas šalia namų (kieme arba garaže).	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Finansuojamas įkrovimo stotelės įrengimas šalia darbovietės.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

### 8. Doktoranto Povilo Mačiulio disertacijos tyrime vertinant elektromobilių skatinimo priemones atsižvelgiama į keturias dedamąsias:

- Vartotojų nuomonę apie skatinimo priemonę;
- Skatinimo priemonės įgyvendinimo kaštus;
- Skatinimo priemonės įgyvendinamumą;
- Skatinimo priemonės veiksmingumą.

Prašome Jūsų nurodyti, kiek svarbi kiekviena iš dedamųjų vertinant elektromobilių skatinimo priemones.

Žemiau esančiuose laukeliuose įrašykite procentines vertes (svorius) kiekvienai iš šių dedamųjų (bendra suma turi sudaryti 100%). Pavyzdžiui, jeigu manote, kad visų dedamųjų svoriai vienodi, prie kiekvienos dedamosios įrašykite po 25%.

Dedamoji	Vartotojų nuomonė apie skatinimo priemonę	Skatinimo priemonės įgyvendinimo kaštai	Skatinimo priemonės įgyvendinamumas	Skatinimo priemonės veiksmingumas
Dedamosios aprašymas	Kaip vartotojų apsisprendimą pirkti elektromobilių įtakoja konkreti priemonė	Kiek kainuoja konkrečios priemonės įgyvendinimas	Kaip sunku / lengva įgyvendinti priemonę politiniu ir administraciniu lygiu	Kokį poveikį elektromobilių pardavimui gali turėti priemonės įgyvendinimas
Procentinė vertė (svoris)	..... %	..... %	..... %	..... %

### 3 PRIEDAS. Vartotojų preferencijų tyrimo klausimynas

#### **APKLAUSOS 1 DALIS**

Šią apklausą organizuoja Lietuvos energetikos instituto doktorantas Povilas Mačiulis. Šios anoniminės apklausos tikslas yra nustatyti vartotojų preferencijas elektromobilių skatinimo priemonių atžvilgiu. Apklausą yra atliekama įgyvendinant disertacijos tyrimą, kuriuo vertinamos skirtingos elektromobilių skatinimo priemonės. Duomenys, kurie bus surinkti šios

apklausos metu, bus naudojami tik tyrimo rezultatų apibendrinimui. Šią apklausą organizuoja Lietuvos energetikos instituto (studijos organizuojamos kartu su Kauno technologijos universitetu) doktorantas Povilas Mačiulis.

Atsakyti į pateiktus klausimus užtruks iki 15 minučių.

Dėkojame už dalyvavimą apklausoje!

**16. LYTIS:**

3. moteris
4. vyras

**17. GYVENAMOJI VIETA:**

5. Vilniaus miestas / rajonas
6. Kauno miestas / rajonas
7. Klaipėdos miestas / rajonas
8. Kita

**18. AMŽIUS:**

1. Mažiau 23
2. 23-34
3. 35-44
4. 45-65
5. virš 65

**19. PAJAMOS PER MĖNESĮ:**

1. Mažiau nei 300 EUR
2. 300 – 500 EUR
3. 501 – 1000 EUR
4. 1001 – 1500 EUR
5. 1501 – 2000 EUR
6. 2001 – 3000 EUR
7. Daugiau nei 3000 EUR

**20. IŠSILAVINIMAS:**

1. Pradinis
2. Pagrindinis
3. Vidurinis
4. Aukštesnysis
5. Aukštasis
6. Kita

**21. JŪSŲ NAMŲ ŪKIS SUSIDEDA IŠ:**

1. 1 asmens
2. 2 asmenų
3. 3 asmenų
4. 4 asmenų
5. Daugiau negu 4 asmenų

**22. JŪSŲ NAMŲ ŪKIO AUTOMOBILIŲ SKAIČIUS:**

1. 0



2. 1
3. 2
4. 3
5. Daugiau negu 3

**23. KIEK KILOMETRŲ VIDUTINIŠKAI KELIAUJATE PER DIENĄ?**

- 1) Iki 10 km
- 2) 10 – 20 km
- 3) 21 – 40 km
- 4) 41 – 60 km
- 5) 61 – 80 km
- 6) 81 – 100 km
- 7) Daugiau nei 100 km

**24. KAIP DAŽNIAUSIAI KELIAUJATE DARBO DIENOMIS?**

- 1) Pėsčiomis
- 2) Dviračiu
- 3) Automobiliu
- 4) Viešuoju transportu
- 5) Kita

**25. AR ESATE SUSIPAŽINĘ SU ELEKTRA VAROM AIS AUTOMOBILIAIS?**

- 1) Taip
- 2) Ne

**26. AR SVARSTĖTE GALIMYBĘ ĮSIGYTI ELEKTRA VAROMĄ AUTOMOBILĮ?**

- 1) Taip
- 2) Ne

**APKLAUSOS 2 DALIS**

**PRAŠOME PASIRINKTI TARP TRIJŲ HIPOTETINIŲ ELEKTROMOBILIŲ SKATINIMO PRIEMONIŲ ALTERNATYVŲ**

Žemiau esančios 12 lentelių aprašo hipotetinius elektromobilių skatinimo priemonių rinkinius. Šios priemonės skirtos paskatinti įsigyti elektromobilius. Kiekviena lentelė pristato tris alternatyvas. Kiekvienoje lentelėje jums reikia išsirinkti labiausiai tinkamą alternatyvą. Nelyginkite lentelių tarpusavyje, atkreipkite dėmesį tik į vienoje lentelėje esančias alternatyvas. Jeigu nenorite rinktis nei vienos iš elektromobilių skatinimo priemonių alternatyvų – visose lentelėse pažymėkite „Pasirinkimas A“.

**PASIRINKIMŲ RINKINYS NR. 1**

pasirinkite vieną iš trijų alternatyvų lentelės apačioje pažymėdami – X

<b>Skatinimo priemonės:</b>	<b>Pasirinkimas A</b>	<b>Pasirinkimas B</b>	<b>Pasirinkimas C</b>
-----------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------

Perkant elektromobilį taikomas pridėtinės vertės mokesčio (PVM) tarifas	21 %	0 %	7%
Perkant elektromobilį suteikiama negražintina subsidija	-	4000 Eur	8000 Eur
Elektromobiliai atleidžiami nuo automobilių mokesčio.	-	Taip	Ne
Nemokamas elektromobilių parkavimas miesto centre.	-	Ne	Taip
Elektromobiliams suteikiama galimybė važiuoti autobusų juosta.	-	Ne	Taip
Viešose miesto erdvėse esančiose įkrovimo stotelėse suteikiama galimybė nemokamai krauti elektromobilį.	-	Taip	Ne
Finansuojamas įkrovimo stotelės įrengimas šalia namų (kieme arba garaže).	-	Taip	Ne
Finansuojamas įkrovimo stotelės įrengimas šalia darbovietės ar mokslo įstaigos.	-	Taip	Ne

Jūsų pasirinkimas:



## **PASIRINKIMŲ RINKINYS NR. 2**

pasirinkite vieną iš trijų alternatyvų lentelės apačioje pažymėdami – X

<b>Skatinimo priemonės:</b>	<b>Pasirinkimas A</b>	<b>Pasirinkimas B</b>	<b>Pasirinkimas C</b>
Perkant elektromobilį taikomas pridėtinės vertės mokesčio (PVM) tarifas	21 %	7 %	14 %
Perkant elektromobilį suteikiama negražintina subsidija	-	8000 Eur	12000 Eur
Elektromobiliai atleidžiami nuo automobilių mokesčio.	-	Taip	Ne
Nemokamas elektromobilių parkavimas miesto centre.	-	Ne	Ne
Elektromobiliams suteikiama galimybė važiuoti autobusų juosta.	-	Ne	Taip
Viešose miesto erdvėse esančiose įkrovimo stotelėse suteikiama galimybė nemokamai krauti elektromobilį.	-	Ne	Taip
Finansuojamas įkrovimo stotelės įrengimas šalia namų (kieme arba garaže).	-	Ne	Taip

Finansuojamas įkrovimo stotelės įrengimas šalia darbovietės ar mokslo įstaigos.	-	Taip	Ne
---	---	------	----

Jūsų pasirinkimas:




### PASIRINKIMŲ RINKINYS NR. 3

pasirinkite vieną iš trijų alternatyvų lentelės apačioje pažymėdami – X

Skatinimo priemonės:	Pasirinkimas A	Pasirinkimas B	Pasirinkimas C
Perkant elektromobilį taikomas pridėtinės vertės mokesčio (PVM) tarifas	21 %	7 %	0 %
Perkant elektromobilį suteikiama negražintina subsidija	-	8000 Eur	4000 Eur
Elektromobiliai atleidžiami nuo automobilių mokesčio.	-	Ne	Taip
Nemokamas elektromobilių parkavimas miesto centre.	-	Taip	Ne
Elektromobiliams suteikiama galimybė važiuoti autobusų juosta.	-	Ne	Taip
Viešose miesto erdvėse esančiose įkrovimo stotelėse suteikiama galimybė nemokamai krauti elektromobilį.	-	Taip	Ne
Finansuojamas įkrovimo stotelės įrengimas šalia namų (kieme arba garaže).	-	Ne	Taip
Finansuojamas įkrovimo stotelės įrengimas šalia darbovietės ar mokslo įstaigos.	-	Taip	Ne

Jūsų pasirinkimas:




### PASIRINKIMŲ RINKINYS NR. 4

pasirinkite vieną iš trijų alternatyvų lentelės apačioje pažymėdami – X

Skatinimo priemonės:	Pasirinkimas A	Pasirinkimas B	Pasirinkimas C
Perkant elektromobilį taikomas pridėtinės vertės mokesčio (PVM) tarifas	21 %	14 %	7 %
Perkant elektromobilį suteikiama negražintina subsidija	-	12000 Eur	8000 Eur

Elektromobiliai atleidžiami nuo automobilių mokesčio.	-	Taip	Ne
Nemokamas elektromobilių parkavimas miesto centre.	-	Taip	Ne
Elektromobiliams suteikiama galimybė važiuoti autobusų juosta.	-	Taip	Ne
Viešose miesto erdvėse esančiose įkrovimo stotelėse suteikiama galimybė nemokamai krauti elektromobilį.	-	Ne	Taip
Finansuojamas įkrovimo stotelės įrengimas šalia namų (kieme arba garaže).	-	Ne	Taip
Finansuojamas įkrovimo stotelės įrengimas šalia darbovietės ar mokslo įstaigos.	-	Taip	Ne

Jūsų pasirinkimas:



#### **PASIRINKIMŲ RINKINYS NR. 5**

pasirinkite vieną iš trijų alternatyvų lentelės apačioje pažymėdami – X

<b>Skatinimo priemonės:</b>	<b>Pasirinkimas A</b>	<b>Pasirinkimas B</b>	<b>Pasirinkimas C</b>
Perkant elektromobilį taikomas pridėtinės vertės mokesčio (PVM) tarifas	21 %	7 %	14 %
Perkant elektromobilį suteikiama negrąžintina subsidija	-	8000 Eur	12000 Eur
Elektromobiliai atleidžiami nuo automobilių mokesčio.	-	Ne	Taip
Nemokamas elektromobilių parkavimas miesto centre.	-	Ne	Taip
Elektromobiliams suteikiama galimybė važiuoti autobusų juosta.	-	Taip	Taip
Viešose miesto erdvėse esančiose įkrovimo stotelėse suteikiama galimybė nemokamai krauti elektromobilį.	-	Ne	Taip
Finansuojamas įkrovimo stotelės įrengimas šalia namų (kieme arba garaže).	-	Taip	Ne
Finansuojamas įkrovimo stotelės įrengimas šalia darbovietės ar mokslo įstaigos.	-	Taip	Ne

Jūsų pasirinkimas:

### PASIRINKIMŲ RINKINYS NR. 6

pasirinkite vieną iš trijų alternatyvų lentelės apačioje pažymėdami – X

<b>Skatinimo priemonės:</b>	<b>Pasirinkimas A</b>	<b>Pasirinkimas B</b>	<b>Pasirinkimas C</b>
Perkant elektromobilį taikomas pridėtinės vertės mokesčio (PVM) tarifas	21 %	0 %	14 %
Perkant elektromobilį suteikiama negražintina subsidija	-	4000 Eur	12000 Eur
Elektromobiliai atleidžiami nuo automobilių mokesčio.	-	Ne	Taip
Nemokamas elektromobilių parkavimas miesto centre.	-	Taip	Ne
Elektromobiliams suteikiama galimybė važiuoti autobusų juosta.	-	Taip	Ne
Viešose miesto erdvėse esančiose įkrovimo stotelėse suteikiama galimybė nemokamai krauti elektromobilį.	-	Taip	Ne
Finansuojamas įkrovimo stotelės įrengimas šalia namų (kieme arba garaže).	-	Ne	Taip
Finansuojamas įkrovimo stotelės įrengimas šalia darbovietės ar mokslo įstaigos.	-	Taip	Ne

Jūsų pasirinkimas:

### PASIRINKIMŲ RINKINYS NR. 7

pasirinkite vieną iš trijų alternatyvų lentelės apačioje pažymėdami – X

<b>Skatinimo priemonės:</b>	<b>Pasirinkimas A</b>	<b>Pasirinkimas B</b>	<b>Pasirinkimas C</b>
Perkant elektromobilį taikomas pridėtinės vertės mokesčio (PVM) tarifas	21 %	0 %	7 %
Perkant elektromobilį suteikiama negražintina subsidija	-	4000 Eur	8000 Eur
Elektromobiliai atleidžiami nuo automobilių mokesčio.	-	Taip	Ne
Nemokamas elektromobilių parkavimas miesto centre.	-	Ne	Taip

Elektromobiliams suteikiama galimybė važiuoti autobusų juosta.	-	Taip	Ne
Viešose miesto erdvėse esančiose įkrovimo stotelėse suteikiama galimybė nemokamai krauti elektromobilį.	-	Taip	Ne
Finansuojamas įkrovimo stotelės įrengimas šalia namų (kieme arba garaže).	-	Ne	Taip
Finansuojamas įkrovimo stotelės įrengimas šalia darbovietės ar mokslo įstaigos.	-	Taip	Ne

Jūsų pasirinkimas:




### **PASIRINKIMŲ RINKINYS NR. 8**

pasirinkite vieną iš trijų alternatyvų lentelės apačioje pažymėdami – X

<b>Skatinimo priemonės:</b>	<b>Pasirinkimas A</b>	<b>Pasirinkimas B</b>	<b>Pasirinkimas C</b>
Perkant elektromobilį taikomas pridėtinės vertės mokesčio (PVM) tarifas	21 %	0 %	7 %
Perkant elektromobilį suteikiama negražintina subsidija	-	4000 Eur	8000 Eur
Elektromobiliai atleidžiami nuo automobilių mokesčio.	-	Ne	Taip
Nemokamas elektromobilių parkavimas miesto centre.	-	Taip	Ne
Elektromobiliams suteikiama galimybė važiuoti autobusų juosta.	-	Ne	Taip
Viešose miesto erdvėse esančiose įkrovimo stotelėse suteikiama galimybė nemokamai krauti elektromobilį.	-	Taip	Ne
Finansuojamas įkrovimo stotelės įrengimas šalia namų (kieme arba garaže).	-	Taip	Ne
Finansuojamas įkrovimo stotelės įrengimas šalia darbovietės ar mokslo įstaigos.	-	Taip	Ne

Jūsų pasirinkimas:




### **PASIRINKIMŲ RINKINYS NR. 9**

pasirinkite vieną iš trijų alternatyvų lentelės apačioje pažymėdami – X

<b>Skatinimo priemonės:</b>	<b>Pasirinkimas A</b>	<b>Pasirinkimas B</b>	<b>Pasirinkimas C</b>
Perkant elektromobilį taikomas pridėtinės vertės mokesčio (PVM) tarifas	21 %	0 %	14 %
Perkant elektromobilį suteikiama negražintina subsidija	-	4000 Eur	12000 Eur
Elektromobiliai atleidžiami nuo automobilių mokesčio.	-	Ne	Taip
Nemokamas elektromobilių parkavimas miesto centre.	-	Ne	Taip
Elektromobiliams suteikiama galimybė važiuoti autobusų juosta.	-	Taip	Ne
Viešose miesto erdvėse esančiose įkrovimo stotelėse suteikiama galimybė nemokamai krauti elektromobilį.	-	Taip	Ne
Finansuojamas įkrovimo stotelės įrengimas šalia namų (kieme arba garaže).	-	Taip	Ne
Finansuojamas įkrovimo stotelės įrengimas šalia darbotvietės ar mokslo įstaigos.	-	Ne	Taip

Jūsų pasirinkimas:

### **PASIRINKIMŲ RINKINYS NR. 10**

pasirinkite vieną iš trijų alternatyvų lentelės apačioje pažymėdami – X

<b>Skatinimo priemonės:</b>	<b>Pasirinkimas A</b>	<b>Pasirinkimas B</b>	<b>Pasirinkimas C</b>
Perkant elektromobilį taikomas pridėtinės vertės mokesčio (PVM) tarifas	21 %	14 %	0 %
Perkant elektromobilį suteikiama negražintina subsidija	-	12000 Eur	4000 Eur
Elektromobiliai atleidžiami nuo automobilių mokesčio.	-	Ne	Taip
Nemokamas elektromobilių parkavimas miesto centre.	-	Ne	Taip
Elektromobiliams suteikiama galimybė važiuoti autobusų juosta.	-	Taip	Ne
Viešose miesto erdvėse esančiose įkrovimo stotelėse suteikiama	-	Taip	Ne



galimybė nemokamai krauti elektromobilį.			
Finansuojamas įkrovimo stotelės įrengimas šalia namų (kieme arba garaže).	-	Ne	Taip
Finansuojamas įkrovimo stotelės įrengimas šalia darbovietės ar mokslo įstaigos.	-	Taip	Ne

Jūsų pasirinkimas:



### **PASIRINKIMŲ RINKINYS NR. 11**

pasirinkite vieną iš trijų alternatyvų lentelės apačioje pažymėdami – X

<b>Skatinimo priemonės:</b>	<b>Pasirinkimas A</b>	<b>Pasirinkimas B</b>	<b>Pasirinkimas C</b>
Perkant elektromobilį taikomas pridėtinės vertės mokesčio (PVM) tarifas	21 %	14 %	7 %
Perkant elektromobilį suteikiama negražintina subsidija	-	12000 Eur	8000 Eur
Elektromobiliai atleidžiami nuo automobilių mokesčio.	-	Ne	Taip
Nemokamas elektromobilių parkavimas miesto centre.	-	Taip	Taip
Elektromobiliams suteikiama galimybė važiuoti autobusų juosta.	-	Ne	Taip
Viešose miesto erdvėse esančiose įkrovimo stotelėse suteikiama galimybė nemokamai krauti elektromobilį.	-	Ne	Taip
Finansuojamas įkrovimo stotelės įrengimas šalia namų (kieme arba garaže).	-	Taip	Ne
Finansuojamas įkrovimo stotelės įrengimas šalia darbovietės ar mokslo įstaigos.	-	Taip	Ne

Jūsų pasirinkimas:



### **PASIRINKIMŲ RINKINYS NR. 12**

pasirinkite vieną iš trijų alternatyvų lentelės apačioje pažymėdami – X

<b>Skatinimo priemonės:</b>	<b>Pasirinkimas A</b>	<b>Pasirinkimas B</b>	<b>Pasirinkimas C</b>
-----------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------

Perkant elektromobilį taikomas pridėtinės vertės mokesčio (PVM) tarifas	21 %	0 %	14%
Perkant elektromobilį suteikiama negražintina subsidija	-	4000 Eur	12000 Eur
Elektromobiliai atleidžiami nuo automobilių mokesčio.	-	Ne	Taip
Nemokamas elektromobilių parkavimas miesto centre.	-	Taip	Ne
Elektromobiliams suteikiama galimybė važiuoti autobusų juosta.	-	Taip	Ne
Viešose miesto erdvėse esančiose įkrovimo stotelėse suteikiama galimybė nemokamai krauti elektromobilį.	-	Ne	Taip
Finansuojamas įkrovimo stotelės įrengimas šalia namų (kieme arba garaže).	-	Taip	Ne
Finansuojamas įkrovimo stotelės įrengimas šalia darbovietės ar mokslo įstaigos.	-	Taip	Ne

**Jūsų pasirinkimas:**



#### 4 PRIEDAS. Vartotojų preferencijų tyrimo pasirinkimo rinkiniai

Pasirin. rinkinys	Pasirinkimas	PVM tarifas	Negražintina subsidija	Atleidimas nuo automobilio mokesčio	Nemokamas parkavimas miesto centre	Suteikiama galimybė važiuoti autobusų juosta	Nemokamas krovimas viešose įkrovimo stotelėse	Finansuojamas stotelės įrengimas šalia namų	Finansuojamas stotelės įrengimas šalia darbo
1	Pasirinkimas A	21 %	-	-	-	-	-	-	-
	Pasirinkimas B	0 %	4000 Eur	Taip	Ne	Ne	Taip	Taip	Taip
	Pasirinkimas C	7 %	8000 Eur	Taip	Taip	Taip	Ne	Ne	Ne
2	Pasirinkimas A	21 %	-	-	-	-	-	-	-
	Pasirinkimas B	7 %	8000 Eur	Taip	Ne	Ne	Ne	Ne	Taip
	Pasirinkimas C	14 %	12000 Eur	Ne	Ne	Taip	Taip	Taip	Ne
3	Pasirinkimas A	21 %	-	-	-	-	-	-	-
	Pasirinkimas B	7 %	8000 Eur	Taip	Taip	Ne	Taip	Ne	Taip
	Pasirinkimas C	0 %	4000 Eur	Taip	Ne	Taip	Taip	Taip	Ne
4	Pasirinkimas A	21 %	-	-	-	-	-	-	-
	Pasirinkimas B	14 %	12000 Eur	Taip	Taip	Taip	Ne	Ne	Taip
	Pasirinkimas C	7 %	8000 Eur	Ne	Ne	Ne	Taip	Taip	Ne
5	Pasirinkimas A	21 %	-	-	-	-	-	-	-
	Pasirinkimas B	7 %	8000 Eur	Ne	Ne	Ne	Ne	Taip	Taip
	Pasirinkimas C	14 %	12000 Eur	Taip	Taip	Taip	Taip	Ne	Ne
6	Pasirinkimas A	21 %	-	-	-	-	-	-	-
	Pasirinkimas B	0 %	4000 Eur	Ne	Taip	Taip	Taip	Ne	Taip
	Pasirinkimas C	14 %	12000 Eur	Taip	Ne	Ne	Ne	Taip	Ne
7	Pasirinkimas A	21 %	-	-	-	-	-	-	-
	Pasirinkimas B	0 %	4000 Eur	Taip	Ne	Taip	Taip	Ne	Taip
	Pasirinkimas C	7 %	8000 Eur	Ne	Taip	Ne	Ne	Taip	Ne
8	Pasirinkimas A	21 %	-	-	-	-	-	-	-
	Pasirinkimas B	0 %	4000 Eur	Ne	Taip	Ne	Taip	Ne	Taip
	Pasirinkimas C	7 %	8000 Eur	Taip	Ne	Taip	Ne	Taip	Ne
9	Pasirinkimas A	21 %	-	-	-	-	-	-	-
	Pasirinkimas B	0 %	4000 Eur	Ne	Ne	Taip	Taip	Taip	Ne
	Pasirinkimas C	14 %	12000 Eur	Taip	Taip	Ne	Ne	Taip	Taip
10	Pasirinkimas A	21 %	-	-	-	-	-	-	-
	Pasirinkimas B	14 %	12000 Eur	Ne	Ne	Taip	Taip	Ne	Taip
	Pasirinkimas C	0 %	4000 Eur	Taip	Taip	Ne	Ne	Taip	Ne
11	Pasirinkimas A	21 %	-	-	-	-	-	-	-
	Pasirinkimas B	14 %	12000 Eur	Ne	Taip	Ne	Ne	Taip	Taip
	Pasirinkimas C	7 %	8000 Eur	Taip	Taip	Taip	Taip	Ne	Ne
12	Pasirinkimas A	21 %	-	-	-	-	-	-	-
	Pasirinkimas B	0 %	4000 Eur	Ne	Taip	Taip	Ne	Taip	Taip
	Pasirinkimas C	14 %	12000 Eur	Taip	Ne	Ne	Taip	Ne	Ne

SL344. 2021-03-08, 23,75 leidyb. apsk. l. Tiražas 14 egz. Užsakymas 66.  
Išleido Kauno technologijos universitetas, K. Donelaičio g. 73, 44249 Kaunas  
Spausdino leidyklos „Technologija“ spaustuvė, Studentų g. 54, 51424 Kaunas

