

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
APLINKOS INŽINERIJOS FAKULTETAS
KELIŲ KATEDRA

Karolis Ševelis

**ELEKTROMOBILIŲ VIEŠOSIOS INFRASTRUKTŪROS PLĖTROS ANALIZĖ IR
VERTINIMAS**
**ANALYSIS AND EVALUATION OF ELECTRIC VEHICLES PUBLIC
INFRASTRUCTURE DEVELOPMENT**

Baigiamasis magistro darbas
Civilinės inžinerijos studijų programa, valstybinis kodas 621H20002
Miestų inžinerinių informacinių sistemų specializacija
Statybos inžinerijos studijų kryptis

Vilnius, 2018

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
APLINKOS INŽINERIJOS FAKULTETAS
KELIŲ KATEDRA

TVIRTINU

Katedros vedėjas


VGTU
(Parašas)
Kelių katedros vedėjas
doc. dr. **Virgaudas Puodžiukas**
(Vardas, pavardė)
2018-05-23
(Data)

Karolis Ševelis

**ELEKTROMOBILIŲ VIEŠOSIOS INFRASTRUKTŪROS PLĖTROS ANALIZĖ IR
VERTINIMAS**

**ANALYSIS AND EVALUATION OF ELECTRIC VEHICLES PUBLIC
INFRASTRUCTURE DEVELOPMENT**

Baigiamasis magistro darbas

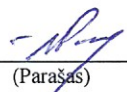
Civilinės inžinerijos studijų programa, valstybinis kodas 621H20002

Miestų inžinerinių informacinių sistemų specializacija

Statybos inžinerijos studijų kryptis

Vadovas

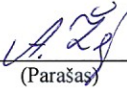
dr. Vytautas Palevičius
(Moksl. laipsnis/pedag. vardas, vardas, pavardė)


(Parašas)

2018-05-23
(Data)

Lietuvių kalbos konsultantas

dr. Aušra Žemienė
(Moksl. laipsnis/pedag. vardas, vardas, pavardė)


(Parašas)

2018-05-22
(Data)

Vilnius, 2018

Statybos inžinerijos
 Civilinės inžinerijos

studijų kryptis

studijų programa, valstybinis kodas

621K20002

specializacija

TVIRTINU

Katedros vedėjas

VGT(Parašas)

Kelių katedros vedėjas

doc. dr. Virgaudas Puodžiukas

(Vardas, pavardė)

(Data)

BAIGIAMOJO MAGISTRO DARBO UŽDUOTIS

Nr.

Vilnius

Studentui (ei)

Karolinai Seveliai

(Vardas, pavardė)

Baigiamojo darbo tema:

Elektrinių transporto priemonių infrastruktūros plėtros
analizė ir vertinimas

patvirtinta 2018 m.

kovo 19

d. dekanų potvarkiu Nr.

79 ap

Baigiamojo darbo užbaigimo terminas 201...m. d.

BAIGIAMOJO DARBO UŽDUOTIS:

Atlikti elektrinių transporto priemonių istorijos, atsiradimo, plėtimosi ir mokslinės literatūros
 ir teisės aktų apžvalgą. Nustatyti kriterijus, kurie turėtų būti elektrinių transporto priemonių
 naudojimo apimui ir atlikti jų vertinimą. Katerijų suformuluoti, sudaryti sąrašą.
 taikant Kendall metodą. Skaičiavimams taikyti SAW ir TOPSIS daugiklinius
 metodus. Pasirūpinti elektrinių transporto priemonių plėtros modelį ir jį įvertinti. Balijis
 šalies atveju (Lietuvos ir Estijos). Atlikti elektrinių transporto priemonių skaičiaus
 augimo prognozę. Darbo pabaigoje pasiūlyti rėmus ir siūlymus.

Baigiamojo darbo rengimo konsultantai:

(Moksl. laipsnis/pedag. vardas, vardas, pavardė)

Vadovas

(Paraša)

dr. Vytautas Palevičius

(Moksl. laipsnis/pedag. vardas, vardas, pavardė)

Užduotį gavau

(Parašas)

Karolinai Seveliai

(Vardas, pavardė)

2018-02-06

(Data)

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

Aplinkos inžinerijos fakultetas

Kelių katedra

ISBN

ISSN

Egz. sk.

Antrosios pakopos studijų **Civilinės inžinerijos** programos magistro baigiamasis darbas

Pavadinimas **Elektromobilių viešosios infrastruktūros plėtros analizė ir vertinimas**

Autorius **Karolis Ševelis**

Kalba: lietuvių

Anotacija

Baigiamajame magistro darbe nagrinėjami elektromobilių viešosios infrastruktūros plėtros iššūkiai, priemonės ir kriterijai skatinantys naudoti elektromobilius. Darbe atlikta užsienio šalių mokslo darbų ir naudojamų skatinimo priemonių analizė, susijusi su elektromobilių viešosios infrastruktūros plėtra.

Elektromobilių viešosios infrastruktūros plėtrai paskatinti sudarytas kiekybinių kriterijų sąrašas, pagal juos paruoštos ekspertinės anketos ir atlikta jų apklausa. Pagal apklausos duomenis atliktas numatytų kriterijų rangavimas. Apskaičiavus kriterijų svorius atliktas Lietuvos, Latvijos ir Estijos elektromobilių viešosios infrastruktūros plėtros sąlygų palyginimas COPRAS ir SAW metodais. Patvirtintas sudaryto plėtros kriterijų modelio teisingumas. Praktinio uždavinio rezultatai gali būti panaudoti atsižvelgiant į tolesnę elektromobilių viešosios infrastruktūros plėtrą Lietuvoje. Pateikiamos baigiamojo darbo išvados ir siūlymai.

Darbą sudaro 6 dalys: įvadas, elektromobilių istorija. Literatūros ir teisės aktų apžvalga, kriterijų, turinčių įtaką elektromobilių naudojimo augimui parinkimas ir vertinimas, skatinimo naudotis elektromobiliais kriterijų modelio teisingumo įvertinimas Latvijos ir Estijos atžvilgiu, išvados ir siūlymai, literatūros sąrašas.

Darbo apimtis – 60 p. teksto be priedų, 28 iliustr., 18 lent., 63 bibliografiniai šaltiniai.

Atskirai pridedami darbo priedai.

Prasminiai žodžiai: elektromobilis, viešosios elektromobilių įkrovimo prieigos, skatinimo priemonės, daugiakriteriniai metodai.

Vilnius Gediminas technical university
Faculty of **Environmental Engineering**
Road department

ISBN ISSN
Copies No.

Master Degree Studies **Civil Engineering** study programme Master Graduation Thesis

Title: **Elektromobilių viešosios infrastruktūros plėtros analizė ir vertinimas**

Author **Karolis Švelis**

Academic supervisor **Vytautas Palevičius**

Language: lithuanian

Annotation

The final master's thesis examines the challenges of the development of electric vehicles' public infrastructure, measures and criteria for promoting the use of electric cars. The thesis deals with the analyses of foreign research works and promotional measures, related to the development of public infrastructure of electric vehicles.

A list of quantitative criteria was developed for promotion of the public infrastructure of electric vehicles, by these criteria expert questionnaires were prepared and surveyed. According to the survey data, ranking of the criteria was performed. The calculation of the criteria weights made a comparison for the development of public infrastructure of electric vehicles in Lithuania, Latvia and Estonia by COPRAS and SAW methods. The rightness of the model of development criteria has been approved. The results of the practical task can be used into taking into account the further development of public infrastructure of electric vehicles in Lithuania. The conclusions and suggestions of thesis are presented.

Thesis consists of 60 p. text without appendixes, 28 pictures, 18 tables, 63 entries,

Appendixes

Key words: electric car, public charging infrastructure, incentives, internal combustion engine

Vilniaus Gedimino technikos universiteto
egzaminų sesijų ir baigiamųjų darbų rengimo bei
gynimo organizavimo tvarkos aprašo 2011–2012 m.
m.

2 priedas

(Baigiamojo darbo sąžiningumo deklaracijos forma)

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

Karolis Ševelis, 20123975

(Studento vardas ir pavardė, studento pažymėjimo Nr.)

Aplinkos inžinerijos

(Fakultetas)

Civilinė inžinerija, ISmf-16

(Studijų programa, akademinė grupė)

Baigiamojo darbo (projekto)

SĄŽININGUMO DEKLARACIJA

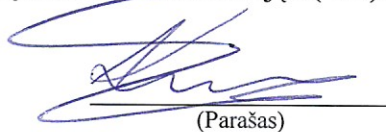
2018 m. gegužės 16 d.

(Data)

Patvirtinu, kad mano baigiamasis darbas tema „Elektromobilių viešosios infrastruktūros plėtros analizė ir vertinimas“ patvirtintas 2017 m. kovo 19 d. dekanų potvarkiu Nr. 79ap, yra savarankiškai parašytas. Šiame darbe pateikta medžiaga nėra plagijuota. Tiesiogiai ar netiesiogiai panaudotos kitų šaltinių citatos pažymėtos literatūros nuorodose.

Mano darbo vadovas: doc. dr. Vytautas Palevičius.

Kitų asmenų indėlio į parengtą baigiamąjį darbą (projektą) nėra. Jokių įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs (-usi).



(Parašas)

KAROLIS ŠEVELIS

(Vardas ir pavardė)

Turinys

IVADAS	10
1. ELEKTROMOBILIŲ ISTORIJA. LITERATŪROS IR TEISĖS AKTŲ APŽVALGA.....	13
1.1 Elektromobilių istorija	13
1.2 Lietuvos Respublikos teisės aktų apžvalga.....	17
1.3 Europos Sąjungos politinių ir teisinių dokumentų apžvalga	19
1.4 Mokslinėje literatūroje minimi elektromobilių viešosios infrastruktūros plėtrą ribojantys ir skatinantys veiksniai.....	22
1.5 Elektromobilių plėtros iššūkiai ir kliūtys	23
1.6 Elektromobilio įkrovimo infrastruktūra	25
1.7 Skatinimo priemonės užsienyje	30
1.8 Šiuo metu Lietuvoje taikomos elektromobilių skatinimo priemonės.....	34
1.9 Esama elektromobilių viešosios infrastruktūros plėtros būklė.....	36
1.10 Skyriaus išvados	38
2. KRITERIJŲ, TURINČIŲ ĮTAKĄ ELEKTROMOBILIŲ NAUDOJIMO AUGIMUI PARINKIMAS IR VERTINIMAS.....	39
3. SKATINIMO NAUDOTIS ELEKTROMOBILIAIS KRITERIJŲ MODELIO TEISINGUMO ĮVERTINIMAS LATVIJOS IR ESTIJOS ATŽVILGIU	45
3.1 Įvertinimo priėmimo duomenys – Lietuvos, Latvijos ir Estijos duomenys.	45
3.2 Valstybių palyginimas SAW metodu	46
3.3 Valstybių palyginimas TOPSIS metodu.....	47
3.4 Praktinio uždavinio skaičiavimas remiantis sukurtuoju modeliu.	50
3.5 Elektromobilių skaičiaus augimo prognozė	58
IŠVADOS IR SIŪLYMAI	61

PAVEIKSLĖLIŲ SĄRAŠAS

1.1 pav. 1895 m. Thom'o Parker'io sukurtas elektromobilis (Fuller, 2009).....	13
1.2 pav. Elektromobilis 1911 metais (Woods Electric Brougham).....	14
1.3. pav. BMW 1602e elektromobilis (Advanced Vehicles, 2014).....	16
1.4 pav. Tesla Roadster (Matulka, 2014)	17
1.5 pav. Įkrovimo prieigos (sudaryta autoriaus pagal 1.1 lentelę)	19
1.6 pav. Nuvažiuojami atstumai pilnu degalų baku ir pilnai įkrauta elektromobilio baterija (sudaryta autoriaus) (Boxwell, 2014).....	24
1.7 pav. Elektromobilių įkrovimo prieigos.....	27
1.8 pav. Elektromobilių baterijos, a) Pb-acid; b)NiCd; c) NiMH; d) Li-ion; e) NaNiCl	28
1.9 pav. Elektrifikuotas kelias. a) kelyje įrengti bėgiai, b) jungtis (Boffey, 2018)	30
1.10 pav. Elektromobilių pardavimų pokytis ES (sudaryta autoriaus).....	31
1.11 pav. Elektromobilių skatinimo priemonės Europoje (sudaryta autoriaus), (EAFO, 2018)	32
1.12 pav. Elektromobilių pardavimai (EAFO, 2018).	34
1.13 pav. Elektromobilių skaičius Lietuvoje (2014-2018 metais), (Susisiekimo ministerijos duomenimis)	36
1.14 pav. Elektromobilių skaičiaus pasiskirstymas pagal savivaldybes Lietuvoje (Sudaryta autoriaus)	37
1.15 pav. Elektromobilių populiarumas pagal gamintoją (Sudaryta autoriaus),(Susisiekimo ministerijos duomenimis)	37
2.1 pav. Kriterijų reikšmingumo nustatymo veiksmų atlikimo eiga (Sudaryta autoriaus).....	39
2.2 pav. Kriterijų rangų svorių reikšmės (Sudaryta autoriaus).....	43
3.1 pav. Lietuvos, Latvijos ir Estijos palyginimas (Sudaryta autoriaus).....	49
3.2 pav. Skatinimo priemonių įtaka elektromobilių pirkimams (Sudaryta autoriaus), (Plotz, 2017) 50	
3.3 pav. Elektromobilių pirkimų kitimas panaikinus skatinamąsias priemones (Sudaryta autoriaus), pagal Plotz, 2017 metų duomenis.....	51
3.4 pav. Elektromobilių skatinimo priemonių modelis (Sudaryta autoriaus).....	52

3.5 pav. Vidutinis metinis paros eismo intensyvumas (LAKD, 2016).....	54
3.6 pav. Įkrovimo prieigų prie magistralinių kelių prioritetinga schema (Sudaryta autoriaus).....	55
3.7 pav. Elektros energijos kainų ir elektromobilių pirkimų santykis (Sudaryta autoriaus), (Plotz <i>et al.</i> , 2017).....	56
3.8 pav. Degalų ir elektromobilių pirkimų santykis (Sudaryta autoriaus), (Plotz <i>et al.</i> , 2017).....	56
3.9 pav. Už tą pačią kainą nuvažiuojami atstumai elektromobiliu ir dyzeliniu automobiliu, kai 1 €/l ir 0,1116 €/kWh.	57
3.10 pav. Už tą pačią kainą nuvažiuojami atstumai elektromobiliu ir dyzeliniu automobiliu, kai 1 €/l ir 0,052 €/kWh.	57
3.11 pav. Elektromobilių skaičiaus augimo prognozės	59

LENTELIŲ SĄRAŠAS:

1.1 lentelė. Planuojamos viešosios didelės galios įkrovimo prieigos.....	18
1.2 lentelė Mokslinėje literatūroje minimi elektromobilių viešosios infrastruktūros plėtrai darantys įtaką veiksniai	22
1.3 lentelė. Įkroviklių tipai (Susisiekimo ministerijos duomenimis)	26
1.4 lentelė. Baterijų techninės specifikacijos (Manzetti, 2015).....	28
2.1 lentelė. Kriterijai, skatinantys naudoti elektromobilius.....	41
2.2 lentelė. Kriterijų rangavimo matrica.....	41
2.3 lentelė. Skaičiavimo rezultatai.....	43
3.1 lentelė. Bendri valstybių duomenys, 2017 m.(EAFO, ACEA, 2017)	45
3.2 lentelė. Sprendimų matrica daugiakriteriam vertinimui	45
3.3 lentelė. SAW metodu normalizuota matrica.....	46
3.4 lentelė. SAW metodo rezultatai.....	47
3.5 lentelė. TOPSIS metodu normalizuota matrica	48
3.6 lentelė. Normalizuota matrica padauginta iš rodiklių reikšmingumų.....	48
3.7 lentelė. TOPSIS metodu apskaičiuotos reikšmės ir užimama vieta	49
3.8 lentelė. Praktinio uždavinio rezultatai	53
3.9 lentelė. Praktinio uždavinio įvesties duomenų matrica	53
3.10 lentelė. 2017 metais nupirkti automobiliai	58
3.11 lentelė. Elektromobilių pirkimai (Regitros duomenimis).....	59

IVADAS

Vyriausybės visame pasaulyje stengiasi skatinti perėjimą iš nuo iškastinio kuro priklausomos į transporto sistemą paremtą elektros energijos naudojimu. Tai sudėtingas ir nenuspėjamas procesas, kuris neįvyks savaime, todėl pilnai išplėtos viešosios elektromobilių infrastruktūros šiandien dar nerasime nei vienoje pasaulio valstybėje. Visiems planuojantiems įsigyti elektromobilį kyla daugybė klausimų dėl jų techninių ir eksploatacinių parametrų, įkrovimo prieigų infrastruktūros mieste, dėl kaštų ir naudos elektromobilių naudotojams, ekonominių ir socialinių veiksnių.

Paskutiniaisiais metais Europa išgyvena pradinį elektromobilių priėmimo etapą. Europos Sąjunga (toliau – ES), kaip darniosios plėtros lyderė ir siekianti užtikrinti kokybišką gyvenimo būdą dabartinėms ir ateities kartoms stengiasi pakeisti nusistovėjusius transporto sistemos ypatumus. Todėl optimistiškai nusiteikusios ES valstybės, siekiančios įgyvendinti bendrus Europos transporto erdvės kūrimo planus, prognozuoja, kad iki 2025 m apie 10 proc. parduodamų naujų lengvųjų automobilių bus elektromobiliai.

Kalbant apie elektromobilių viešosios infrastruktūros plėtros perspektyvas Lietuvoje, ekspertų nuomone Lietuvos miestai turi puikias sąlygas tapti elektromobilių testavimo ir naudotojų šalimi dėl didelių temperatūrinių svyravimų ($-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $+35\text{ }^{\circ}\text{C}$) ir tinkamo atstumo tarp miestų ir kurortinių vietovių (didžiausias tarpmiestinis atstumas Lietuvoje 356 km). Tačiau siekiant, kad elektromobiliai sugebėtų konkuruoti su šiuo metu rinkoje vyraujančiais įprastiniu kuru varomais automobiliais, turi būti skatinama pirkti elektromobilius ir plėtoti viešąją elektromobilių infrastruktūrą.

Baigiamajame darbe nagrinėjami Europos Sąjungos valstybių, lyderiaujančių elektromobilių infrastruktūros plėtroje, teisės aktai ir patirtis. Šiame darbe yra atliekamas mokslinis tyrimas, kurio rezultatai bus naudojami kaip gairės elektromobilių integracijos Lietuvoje įstatymui parengti.

Darbo tikslas – elektromobilių naudojimo skatinimo priemonių analizė ir vertinimas, techniniais ir teisiniais aspektais.

Darbo uždaviniai:

- Atlikti Lietuvos ir užsienio šalių elektromobilių viešosios infrastruktūros plėtros praktinės ir mokslinės literatūros apžvalgos analizę.
- Išnagrinėti Europos sąjungos valstybių, elektromobilių viešosios infrastruktūros plėtros ir elektromobilių taikomas skatinimo priemones, teisinę bazę.
- Nustatyti elektromobilių viešosios įkrovimo prieigų infrastruktūros plėtrai reikalingus vertinimo kiekybinius kriterijus.

- Sukurti elektromobilių viešosios įkrovimo prieigų infrastruktūros plėtros modelį, kuris leistų įvertinti esamą ir prognozuojamą elektromobilių viešosios infrastruktūros plėtros situaciją.

Tyrimo metodai: literatūros apžvalga, statistinė analizė, *Kendall* svorių nustatymo ir daugiatislinės analizės metodai *SAW* ir *TOPSIS*.

Darbo aktualumas. Europos komisijos dokumento - Baltosios knygos – vizijoje numatoma, kad Europos miestų aplinkoje turi būti palaipsniui atsisakoma iškastiniu kuru varomų transporto priemonių. Vieni pagrindinių Baltosios transporto knygos vizijos rodikliai ir strateginiai tikslai: iki 2030 m. įprastiniu kuru varomų automobilių naudojimą miestuose sumažinti dvigubai, o iki 2050 m. pasiekti, kad miestuose tokių automobilių nebeliktų; iki 2050 m. pasiekti, kad kelių transporto priemonių išmetamo anglies dioksido kiekis sumažėtų 60 proc.

Kitas transporto sektoriaus iššūkis – panaikinti transporto sistemos priklausomybę nuo naftos, nesumažinant sistemos efektyvumo ir nesudarant kliūčių judumui. Tai reiškia, kad sektorius turi naudoti kuo mažiau ir švaresnės energijos, mažinti neigiamą transporto poveikį aplinkai, didinti transporto priemonių efektyvumą – naudoti transporto planavimą, paramą viešajam transportui, skatinti elektra varomų automobilių dalies gamyboje didinimą ir skatinti jų naudojimą kasdieninėje gyvenamojoje aplinkoje.

Darbo originalumas. Darbe sukurti ir įvertinami elektromobilių viešosios infrastruktūros plėtros skatinimo Lietuvoje kriterijai. Naudojantis *SAW* ir *TOPSIS* metodais palyginama elektromobilių viešosios infrastruktūros plėtra Lietuvoje, Latvijoje ir Estijoje. Pagal pateiktus daugiakriterinio palyginimo metodus galima įvertinti elektromobilių plėtros prognozes.

Tyrimų metodika. Elektromobilių viešosios infrastruktūros plėtros tyrimui ir vertinimui atlikti buvo naudojami daugiakriterinės analizės metodai *SAW* ir *TOPSIS*. Tyrimams atlikti buvo sukurti vertinimo kiekybiniai kriterijai, atlikta ekspertų anketinė apklausa ir padaryta surinktų duomenų analizė. Buvo išnagrinėta mokslinė literatūra ir remtasi mokslinėmis publikacijomis, užsienio valstybių teisės aktais, Europos alternatyvių degalų observatorijos duomenimis, internetiniais puslapiais, bei atlikti savarankiški tyrimai ir skaičiavimai.

Sąvokos

Elektromobilis – motorinė transporto priemonė, kurioje sumontuota jėgos pavara, turinti bent vieną ne išorinį elektros energijos keitiklį su elektrine įkraunamąja energijos kaupimo sistema, kurią galima įkrauti iš išorės.

Elektromobilių įkrovimo prieiga – elektromobilių įkrovimo sąsaja, per kurią galima vienu metu įkrauti vieną elektromobilį, arba įrenginys, kuriuo vienu metu galima sukeisti vieno elektromobilio akumuliatorių.

Elektromobilių įprastos galios įkrovimo prieiga – elektromobilių įkrovimo prieiga, kurios elektrinė galia, perduodama elektromobiliui, yra ne didesnė kaip 22 kW, išskyrus ne didesnės kaip 3,7 kW elektrinės galios įtaisus, kurie įrengti privačiuose namų ūkiuose arba kurių pirminė paskirtis nėra elektromobilių įkrovimas ir kurie nėra viešai prieinami.

Elektromobilių didelės galios įkrovimo prieiga – elektromobilių įkrovimo prieiga, kurios elektrinė galia, perduodama elektromobiliui, yra didesnė kaip 22 kW.

Kietosios finansinės skatinimo priemonės – skatinimo priemonės elektromobilių pirkėjams teikiamos subsidijos, finansinės išmokos sumažinančios elektromobilio kainą, pirkėjai atleidžiami nuo PVM mokesčio, jiems sumažinamas elektros tarifas.

Viešojo elektromobilių įkrovimo prieiga – viešai prieinama elektromobilių įkrovimo prieiga, kuria naudotojai gali naudotis vienodomis sąlygomis. Siekiant sudaryti galimybę naudotis prieigomis vienodomis sąlygomis gali būti taikomos tapatumo nustatymo, naudojimosi ir mokėjimo sąlygos.

1. ELEKTROMOBILIŲ ISTORIJA. LITERATŪROS IR TEISĖS AKTŲ APŽVALGA.

Skyriuje pateikiama elektromobilių atsiradimo, nuosmukio ir atgimimo įvykių priežastys ir chronologija. Apžvelgiama praktinė ir mokslinė literatūra ir elektromobilių viešosios infrastruktūros plėtros praktika užsienyje remiantis užsienio valstybių teisės aktais reglamentuojančiais elektromobilių naudojimo skatinimą. Įvardinamos elektromobilių viešosios infrastruktūros plėtros kliūtys ir iššūkiai, bei pateikiama dabartinė elektromobilių naudojimo Lietuvoje situacija.

1.1 Elektromobilių istorija

Elektromobilių plėtros analizė nuo 1830 m. iki 1890 m. Elektromobilių evoliucijos pradžia sutapo su automobilių pramonės atsiradimu. Jau XIX a. 4 dešimtmetyje mokslininkai ir inžinieriai buvo pasiekę proveržį elektra varomų transporto priemonių technologijų srityje. Šiuo metu inovatyviausios buvo tokios valstybės kaip Nyderlandai, Vengrija ir Jungtinės Valstijos, kurios sukūrė pirmuosius mažo mastelio elektromobilių modelius. Pati pirmoji funkcionuojanti elektrinė transporto priemonė buvo sukurta apie 1832 metus britų išradėjo Robert'o Anderson'o. Tačiau ir šis išradimas dar netiko praktiniam panaudojimui.

Anglija ir Prancūzija buvo pirmosios valstybės, išradusios pirmuosius praktinius elektromobilius XIX a. pabaigoje (Fuller, 2009), ir tik 1890 metais elektromobiliais buvo susidomėta Jungtinėse valstijose chemiko William'o Morrison'o dėka (Matulka, 2014).



1.1 pav. 1895 m. Thom'o Parker'io sukurtas elektromobilis (Fuller, 2009)

Pirmieji elektromobiliai buvo panašūs į karietas, maksimalus nuvažiuojamas atstumas siekė 29 km, maksimalus greitis – 22 km/h. (Advanced Vehicles, 2014). To meto elektromobilio kaina siekė 2000 dolerių, šiandien ši vertė siekų 49 300 dolerių (39 800 €, aut. past.).

Tuo pat metu vyravo trys variklių varomų skirtingu kuru (dyzelinu, garu ir elektra) technologijos. Garo variklis nebuvo praktiškas asmeniniams automobiliams, nes jo užvedimo trukmė galėdavo užtrukti iki 45 minučių ir nuolatinis poreikis papildyti vandens talpyklas mažino galimą nuvažiuoti atstumą. Dyzelinu varomų automobilių problema buvo sunkiai perjungiamos pavaros, kas apsunkino automobilio valdymą ir automobilis buvo užvedamas su rankiniu švaistikliu automobilio priekyje (Matulka, 2014).

Elektromobilių plėtros analizė nuo 1895 m. iki 1935 m. Amžių sandūroje elektromobiliai buvo perkamiausia motorinė transporto priemonė. Elektromobiliai nevibravo, neskleidė nemalonių kvapų ir garsų, kitaip nei neiškastiniu kuru varomi automobiliai. Be to, geri keliai ir gatvės tuo metu buvo tik miestuose, tai lėmė, kad daugelis kelionių tuo metu buvo tik vietinės ir tai lėmė elektromobilių naudojimo augimą, nes ir jų nuvažiuojamas atstumas buvo palyginti mažas ir elektromobilio užkūrimas reikalavo mažiausiai pastangų. Elektromobilių gamyba piką pasiekė 1912 metais, tuo metu brangiausi elektromobiliai vidutiniškai kainavo 3 000 dolerių, 74 000 dolerių šiandien (59 700 €, aut. past.) (Idaho, 2014).



1.2 pav. Elektromobilis 1911 metais (Woods Electric Brougham)

Elektriniams automobiliams pritapti geriau sekėsi Jungtinėse valstijose nei Europoje. 1913-1914 metais Europoje buvo apie 1600 elektromobilių, o Jungtinėse Valstijose apie 20 000. Elektromobilių nepritapimą Europoje lėmė europiečių keliavimo įpročiai ir galimybės, tuo metu vidutinis galimas pasiekti greitis kelyje buvo mažiau nei 15km/h, o asmeninės kasdieninės kelionės trukdavo apie 60-90 minučių, todėl Europos namų ūkiams ekonomiškai parankiau buvo toliau susisiekimo tikslui naudoti arklius nei elektromobilius ar vidaus degimo variklio automobilius.

Elektromobilių naudojimo nuosmukį lėmė keletas veiksnių. Devyniolikto amžiaus trečiajame dešimtmetyje buvo smarkiai pagerėjusi kelių, jungiančių miestus, būklė, tai lėmė didesnę nuotolį galinčių nuvažiuoti automobilių poreikį. Atrasti nauji dideli naftos telkiniai labai atpigino kuro kainą ir ji tapo prieinama vidutiniam vartotojui, tuo pačiu metu sparčiai plėtėsi degalinių tinklas. Elektros energija tuo metu, ypač kaimiškose vietovėse, dar nebuvo tokia populiari ir lengvai gaunama. Taip pat 1912 metais išrastas elektrinis starteris palengvino vidaus degimo variklio užvedimo procesą, o Henrio Fordo pradėti masiniu būdu pradėti gaminti vidaus degimo varikliai labai sumažino jų kainas, nuo 500 iki 1000 dolerių. Tuo metu elektromobilių vidutiniškai buvo galima įsigyti už 1750 dolerių, o vidaus degimo varikliu varomą automobilį 650 dolerių (Advanced Vehicles, 2014).

Maždaug apie 1935 metus vidaus degimo varikliais varomi automobiliai visiškai nurungė elektromobilius ir ilgam juos išstūmė iš rinkos (Matulka, 2014).

Elektromobilių plėtros analizė nuo 1935 m. iki 1990 m. Per kitus 30 metų, dėl vidaus degimo variklių dominavimo, elektriniai varikliai visiškai nebuvo tobulinami. Pigios degalų kainos lėmė dėmesio sutelkimą į vidaus degimo variklio tobulinimą ir elektrinis variklis liko nuošalėje (Matulka, 2014). Tačiau septintajame ir aštuntajame dešimtmėčiuose pradėjo augti alternatyviu kuru varomų transporto priemonių poreikis, tam kad būtų mažinamos vidaus degimo variklio emisijų sukeltos problemos ir būtų sumažinta priklausomybė nuo importuojamos žaliavinės naftos (Advanced Vehicles, 2014).

Šiuo metu, dvi kompanijos dominavo mažoje elektromobilių rinkoje. Pirmoji ir labiau sėkminga – *Sebring-Vanguard*, kuri pagamino daugiau kaip 2 000 „CitiCars“ 1970-1980 metų laikotarpyje. Antroji buvo mažiau populiari *Alcar* korporacija. „CitiCars“ išliko labiausiai parduodamu elektromobiliu Jungtinėse Valstijose iki „*Tesla Roadster*“ pasirodymo 2006 metais. 1972 metais Vokietijoje BMW pristatė savo sukurtą elektromobilio 1602e modelį. Elektromobilis turėjo 42 arklių galių visiškai elektrinį variklį, visiškai įkrautas galėjo nuvažiuoti 60 km atstumą. Nepaisant to, kad buvo labai naudojamas per 1972 metų Olimpinės žaidynes, masiškai gaminti nebuvo pradėtas (Thompson, 2015).



1.3. pav. BMW 1602e elektromobilis (Advanced Vehicles, 2014)

Elektromobilių plėtros analizė nuo 1990 m. iki 2006 m. Nuo 1990-ųjų metų prasidėjęs elektromobilių raidos etapas pasižymi pažangesnės cheminės sudėties (nikelio ir ličio jonų) lengvesnėmis ir talpesnėmis baterijomis (Advanced Vehicles, 2014).

„Švaraus oro akto“ patvirtinimas 1990 metais ir 1992 metų energetikos politikos aktas, kartu su naujais transporto emisijų reglamentais Kalifornijoje, lėmė susidomėjimo elektromobiliais didėjimą. (Curtis D. Anderson, 2010).

„General Motors“ sukūrė savo pirmąjį EV1 modelį, pirmąjį šios kompanijos elektromobilį. Jis tapo daugiausiai parduotu elektromobilių JAV rinkoje ir pirmuoju šiuo laikotarpiu, kurį pagamino didelė automobilių pramonės įmonė. Tai lėmė didelį visuomenės susidomėjimą elektromobiliais. 1996 metais buvo parduoti 1117 tokie elektromobiliai, tačiau kompanijai jis buvo ekonomiškai nenaudingas ir nepelningas produktas ir 2001 elektromobilis dingo iš rinkos (Brown, 2016)

2006 metais Silicio slėnyje (Kalifornija) susikūrė „Tesla Motors“ įmonė ir pristatė savo pirmąjį visiškai elektrinį „Tesla Roadster“ elektromobilį. Laikui bėgant, įmonė tapo didžiausiu automobilių gamintoju Kalifornijoje (Matulka, 2014).



1.4 pav. Tesla Roadster (Matulka, 2014)

Tesla sėkmė paskatino kitus didžiuosius automobilių gamintojus kurti elektromobilius. 2010 *Chevrolet* pristatė hibridinį *Chevrolet Volt*, o Nissan visiškai elektrinį *Nissan leaf*. 2013 metais, BMW pristatė visiškai elektrinį BMW i3 ir hibridą i8.

1.2 Lietuvos Respublikos teisės aktų apžvalga

Lietuvos Respublikos vyriausybės 2012-2016 metų programos įgyvendinimo prioritetinės priemonės. Akte numatyta iki 2015 metų II ketvirčio parengti elektromobilių ir jų infrastruktūros plėtros ir elektromobilių įkrovimo stotelių planus ir magistraliniuose keliuose įrengti viešąsias elektromobilių įkrovimo stoteles.

Nacionalinėje susisiekimo plėtros 2014-2022 metų programa. Programoje, siekiant didinti energijos vartojimo transporte efektyvumą ir mažinti neigiamą poveikį aplinkai, nurodoma, kad 2017 metais 3 procentai visų parduodamų naujų automobilių turi būti elektromobiliai, o 2022 metais – 6 procentai. Skatinant alternatyviųjų degalų ir technologijų naudojimą nurodoma, kad 2017 metais turi būti įrengta 100 įprastos galios elektromobilių įkrovimo punktų ir 5 didelės galios elektromobilių įkrovimo punktus. 2022 metais turi būti įrengta 100 įprastos galios elektromobilių įkrovimo punktai ir 28 didelės galios automobilių įkrovimo punktų.

Viešosios elektromobilių įkrovimo infrastruktūros plėtros gairės. Gairėse numatomas tikslas: kad iki 2020 m. visi įregistruoti elektromobiliai Lietuvoje sudarytų 5 proc. visų per metus parduodamų naujų automobilių, o 2025 m. – 10 proc.

Siekiant tikslo numatoma:

- 1) šalia kelių, priklausančių transeuropiniam transporto tinklui, ir šalia kitų valstybinės reikšmės kelių iki 2020 m. įrengti ne mažiau kaip 19 veikiančių viešųjų didelės galios įkrovimo prieigų, o iki 2022 m. įrengti ne mažiau kaip 28 vnt.;
- 2) Lietuvos miestuose ir priemiesčių aglomeracijose, kuriose gyvena daugiau kaip 25 tūkst. gyventojų, iki 2020 m. pabaigos įrengti ne mažiau kaip 100 veikiančių viešųjų elektromobilių įkrovimo prieigų.

Teisės akte nurodomi etapai, kuriais siūloma įrengti elektromobilių įkrovimo prieigas savivaldybėse, numatomų įrengti viešųjų elektromobilių įkrovimo prieigų, šalia valstybinės reikšmės kelių (ne didesniu kaip 40–50 km atstumu), priklausančių transeuropiniam transporto tinklui, planas.

Šiuo metu jau yra įrengta 11 viešų didelės galios elektromobilių įkrovimo stotelių automagistralėje Vilnius – Klaipėda ir viena automagistralėje Vilnius – Panevėžys. Iki 2018 m. pabaigos planuojama įrengti dar 14 viešųjų didelės galios įkrovimo stotelių šalia kelių, priklausančių transeuropiniam transporto tinklui, ir šalia kitų valstybinės reikšmės kelių:

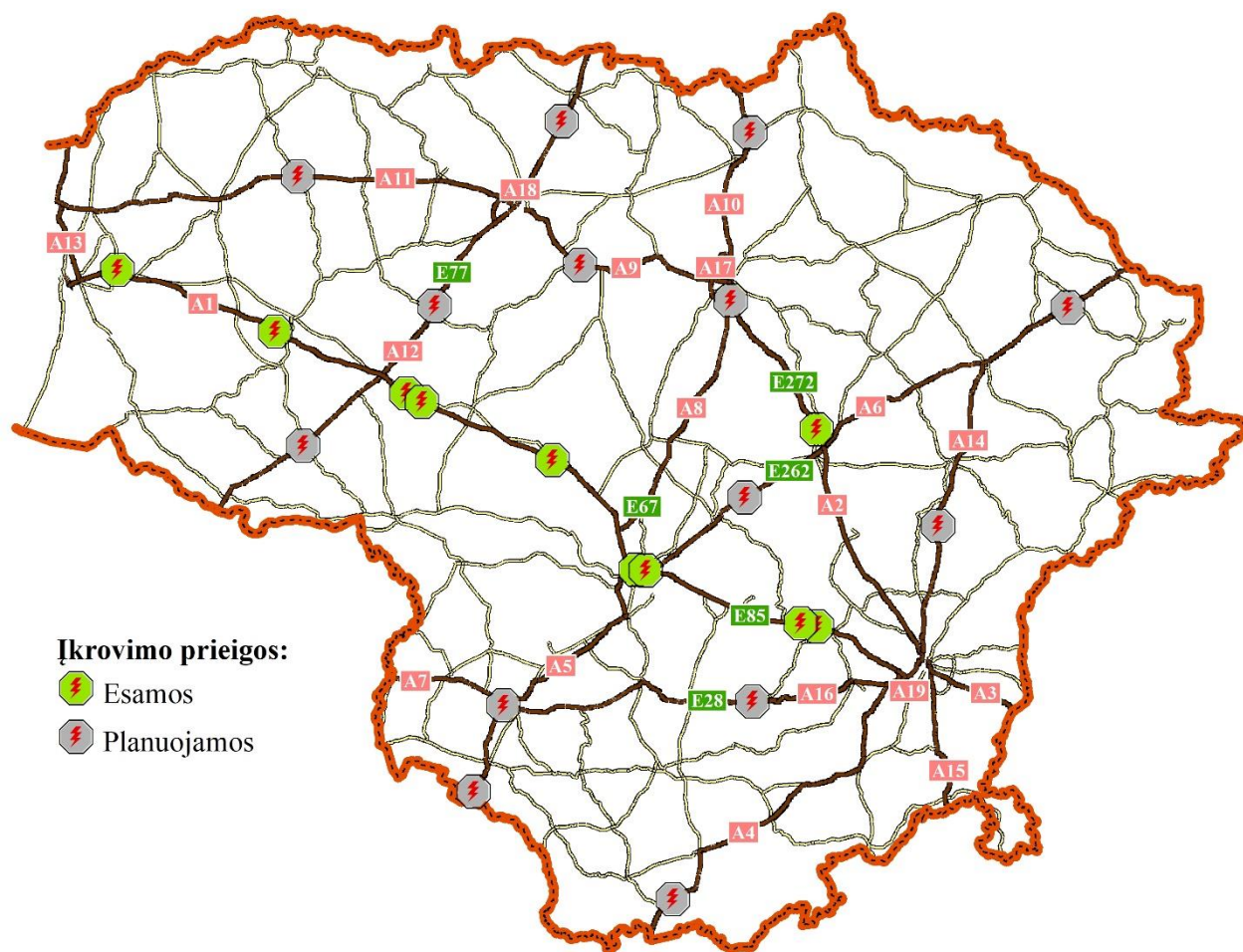
1.1 lentelė. Planuojamos viešosios didelės galios įkrovimo prieigos

Eil. Nr.	Kelio Nr.	Kilometras	Eil. Nr.	Kelio Nr.	Kilometras
1	A4	125,695	8	A11	75,379
2	A5	65,82	9	A12	20,313
3	A5	95	10	A12	91,427
4	A6	165,726	11	A12	152
5	A6	42,156	12	A14	46,18
6	A9	47,3	13	A16	54,611
7	A10	47,438	14	A17	4,53

Planuojama, kad 2018 metais įkrovos stotelės magistraliniuose keliuose bus įrengtos kas 50 kilometrų. Iki 2022 metų planuojama įrengti 28 viešąsias didelės galios elektromobilių įkrovimo stoteles valstybinės reikšmės keliuose. Rekomenduojama viešųjų elektromobilių įkrovimo prieigų išdėstymą planuoti atsižvelgiant į kaimyninių valstybių elektromobilių įkrovimo tinklą.

Rekomendacijose sakoma, kad viešųjų elektromobilių įkrovimo prieigų operatoriais gali būti nepriklausomi elektros tiekėjai, gamintojai, degalinių ar jų tinklų operatoriai, savivaldybių įmonės, kiti fiziniai ar juridiniai asmenys ar organizacijos. Akcentuojamos nediskriminuojantis elgesys tarp elektros skirstomųjų tinklų operatorių ir įkrovimų prieigų operatorių, taip pat galimybė naudotojui krauti elektromobilį nesudarant sutarties ir atsiskaityti elektroniniu būdu ar grynaisiais. Taip pat

sąveikumo tikslais siūloma įrenginėti vienodus išvadus pagal Lietuvos standartą LST EN 62196-2 ir LST EN 62196-3.



1.5 pav. Įkrovimo prieigos (sudaryta autoriaus pagal 1.1 lentelę)

Savivaldybėms pagal galimybes rekomenduojama taikyti įvairias elektromobilių ir jų infrastruktūros plėtros miestuose skatinimo priemones: nemokamas elektromobilių stovėjimas, leidimas naudotis maršrutinio transporto juostomis, elektromobilių eismo riboto eismo zonose galimybė, vietinių rinkliavų netaikymas elektromobiliams, nemokamų elektromobilių įkrovimo paslaugų suteikimo galimybės.

1.3 Europos Sąjungos politinių ir teisinių dokumentų apžvalga

Europos komisija 2011 m. kovo 28 d. paskelbė Europos sąjungos transporto politikos Baltąją knygą „Bendros Europos transporto erdvės kūrimo planas. Konkurencingos efektyvių išteklių naudojimu grindžiamos transporto sistemos kūrimas“ (KOM(2011) 144 galutinis) – dokumentas kuriuo siekiama suformuoti EK iniciatyvų darbotvarkę transporto politikos srityje iki 2050 metų.

Baltojoje knygoje pateikiama 40 konkrečių iniciatyvų, kurių turėtų imtis šalys narės per artimiausią dešimtmetį, siekdamos įgyvendinti numatytus tikslus.

Baltosios knygos uždaviniai tikslų įgyvendinimui:

- Iki 2030 m. dvigubai sumažinti įprastiniu kuru varomų automobilių naudojimą miestuose;
- Iki 2050 m. pasiekti, kad miestuose jų nebeliktų;
- Iki 2030 m. pasiekti, kad vykdant miestų logistikos veiklą didžiuosiuose urbanistiniuose centruose CO₂ iš esmės nebūtų išmetamas.

Knygoje akcentuojama, jog būtina panaikinti transporto sistemos priklausomybę nuo naftos, nesumažinant sistemos efektyvumo ir nesudarant kliūčių judumui. Pagal strategijoje „2020 m. Europa“ numatytą pavyzdinę iniciatyvą „Tausiai išteklius naudojanti Europa“ ir naująją 2011 m. efektyvaus energijos vartojimo planą svarbiausias Europos politikos tikslas – padėti sukurti sistemą, kuri sudarytų sąlygas skatinti Europos ekonominę pažangą, didinti konkurencingumą ir teikti aukštos kokybės judumo skatinimo paslaugas, o išteklius naudoti kur kas efektyviau. Iš tiesų tai reiškia, kad transporto sektorius turi naudoti mažiau ir švaresnės energijos, geriau naudoti modernią infrastruktūrą ir mažinti neigiamą poveikį aplinkai ir tokiems pagrindiniams gamtos ištekliams kaip vanduo, žemė ir ekosistemos.

Ekologiškų transporto priemonių įdiegimas yra lengvesnis mieste, nes transporto priemone mieste nuvažiuojama mažiau, o gyventojų tankumas didesnis. Yra daugiau visiems prieinamų viešojo transporto priemonių, taip pat galima eiti pėsčiomis ar važiuoti dviračiu. Miestai kenčia nuo transporto spūsčių, prasto oro ir triukšmo. Miesto transportui tenka apie ketvirtį transporto sektoriaus išmetamo CO₂ kiekio; 69 % avarijų įvyksta miestuose. Palaipsniui atsisakius įprastiniu kuru varomų transporto priemonių miestuose, būtų gerokai sumažinta priklausomybė nuo naftos, išmetamų šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekis ir vietos oro bei triukšmo tarša. Tai turės papildyti sukurta atitinkama naujų transporto priemonių užpildymo kuru ir įkrovimo infrastruktūra.

Beveik nuliniu išmetimu grindžiamos miesto logistikos iki 2030 m. strategija siekia:

- Parengti geriausios praktikos gaires, kad būtų lengviau stebėti ir valdyti miesto krovinių srautus;
- Parengti perėjimo prie visiškai netaršios miesto logistikos strategiją, į kurią būtų įtraukti žemės planavimo, geležinkelio ir upių pravažiavimo infrastruktūros, verslo praktikos ir informavimo, įkrovimo ir transporto priemonių technologijų standartų aspektai;
- Skatinti mažos taršos transporto priemonių (lengvųjų furgonų, taksi, autobusų) komerciniams automobilių parkams pirkimą.

Baltojoje knygoje „Prisitaikymas prie klimato kaitos“ numatoma parengti metodikas, kaip infrastruktūros projektuose atsižvelgti į atsparumą klimato kaitai ir apsvarstyti, kaip jos galėtų būti įtrauktos į TEN-T ir TEN-E gaires bei į investicijų pagal dabartinio laikotarpio sanglaudos politiką gaires. TEN-T gairėse numatytas galutinis šios politikos tikslas – sukurti vieningą daugiarūšio transporto tinklą, kuris apimtų tradicinės sausumos struktūras ir įrangą (įskaitant pažangiąsias transporto sistemas), kad judėjimas būtų saugus ir veiksmingas. Vis dažniau diegiamos inovacinės sistemos, kurios ne tik turėtų duoti naudos transporto sektoriui, bet ir sudaro dideles galimybes kurti pramonines inovacijas.

Europoje vykdomos mokslinių tyrimų ir plėtros veiklos suskaidymas labai žalingas, o bendros Europos masto pastangos duos didžiausios naudos visai Europai tokiose srityse:

- Ekologiškos, saugios ir tyliai veikiančios įvairių rūšių transporto priemonės – nuo sausumos kelių transporto priemonių iki laivų, baržų, geležinkelio riedmenų ir orlaivių (įskaitant naujas medžiagas, naujas varymo sistemas, taip pat informacinių technologijų ir valdymo priemones, siekiant valdyti ir integruoti sudėtingas transporto sistemas;
- Darni alternatyvių degalų strategija, taip pat įskaitant tinkamą infrastruktūrą.

Atsinaujinančių išteklių energijos direktyvoje (Direktyva 2009/33/EC priimtoje 2009 m. balandžio 23 d.) nustatyta, kad iki 2020 m. 20 % Europos Sąjungos suvartojamo energijos kiekio privalo sudaryti atsinaujinančiųjų išteklių energija. Be to, reikalaujama, kad iki 2020 m. visose valstybėse narėse 10 % transporto degalų būtų gaunama iš atsinaujinančiųjų išteklių.

Direktyvoje sakoma, kad Bendrija ir valstybės narės siekdamos sumažinti bendrą suvartotos energijos kiekį transporto sektoriuje ir šiame sektoriuje padidinti energijos vartojimo efektyvumą turėtų naudoti tokias priemones kaip transporto planavimą, paramą viešajam transportui, skatinti elektra varomų automobilių dalies gamyboje didinimą ir mažiau energijos naudojančių, mažesnio dydžio bei mažesnės variklio galios automobilių gamybą.

Europos parlamento ir Tarybos direktyvoje 2014/94/ES dėl alternatyviųjų degalų infrastruktūros diegimo, akcentuojama, kad valstybės narės turėtų užtikrinti, kad viešosios įkrovimo prieigos būtų įrengtos užtikrinant pakankamą aprėptį, siekdamos sudaryti galimybę elektromobiliams judėti bent miestų/priemiesčių aglomeracijose bei kitose tankiai gyvenamose vietovėse ir, atitinkamais atvejais, valstybių narių nustatytuose tinkluose. Tokių įkrovimų prieigų skaičius turėtų būti nustatytas atsižvelgiant į elektromobilių, kurie, kaip numatoma, iki 2020 m. pabaigos bus registruoti kiekvienoje valstybėje narėje, skaičių. 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. Turėtų būti įrengtas tinkamas skaičius viešai prieinamų įkrovimų prieigų, visų pirma viešojo transporto stotyse, pavyzdžiui, uostų keleivių terminaluose, oro uostuose ar geležinkelio stotyse. Privatūs elektromobilių savininkai yra labai priklausomi nuo galimybės naudotis įkrovimo prieigomis bendro naudojimo automobilių stovėjimo aikštelėse, pavyzdžiui, daugiabučių, biurų ir verslo centrų stovėjimo aikštelėse. Taip pat nurodoma, kad viešosiose elektromobilių įkrovimo prieigose turi būti naudojamos pažangiosios matavimo sistemos.

Valdžios institucijos raginamos imtis priemonių, kad padėtų tokių transporto priemonių naudotojams, užtikrindamos, kad teritorijų planuotojai ir valdytojai suteiktų tinkamą infrastruktūrą, kurią sudarytų pakankamas elektromobilių įkrovimo prieigų skaičius.

Elektromobilių įkrovimo prieigų įrengimo ir eksploatavimo rinka turėtų būti plėtojama kaip konkurencinga rinka, atvira visiems įkrovimo infrastruktūros diegimu ar eksploatavimu suinteresuotiems subjektams. Akcentuojama, kad elektromobilių įkrovimo sąsaja galėtų turėti kelis lizdinius išvadus arba transporto priemonės jungtis, kad būtų sudaryta galimybė įkrauti naudojant įvairių standartų jungtis. Taip pat visose viešosiose įkrovimo prieigose elektromobilių naudotojams sudaroma „ad hoc“ (lot. šiuo atveju) įkrovimo galimybė nesudarant sutarties su atitinkamu elektros energijos tiekėju ar operatoriumi.

1.4 Mokslinėje literatūroje minimi elektromobilių viešosios infrastruktūros plėtrą ribojantys ir skatinantys veiksniai.

Moksliniuose šaltiniuose išskiriami elektromobilių viešosios infrastruktūros plėtrą skatinantys veiksniai, tokie kaip infrastruktūros plėtra, finansinės paramos priemonės. Elektromobilių viešosios infrastruktūros plėtrą labiausiai riboja didelė elektromobilių kaina, neišplėtotas įkrovimo prieigų tinklas (žr. 1.2 lentelę).

1.2 lentelė Mokslinėje literatūroje minimi elektromobilių viešosios infrastruktūros plėtrai darantys įtaką veiksniai

Metai	Autoriai	Valstybė	Skatinantys veiksniai	Ribojantys veiksniai
2009	S. Mandell	Švedija	Polinkis įsigyti efektyvesnius automobilius, gamintojų polinkis į inovacijas	Didelė elektromobilių kaina, pereinamojo laikotarpio trukmė.
2012	G. Pasaoglu ir kt.	Olandija, Turkija, Italija	Gamybos apimčių didinimas, skirtingų produktų gausa, infrastruktūros plėtra.	Potencialių vartotojų trūkumas.
2012	O. Egbue ir S. Lon	JAV	Infrastruktūros plėtra, finansinių ir nefinansinių priemonių taikymas.	Nepatikima technologija, baterijos tvarumo stoka, neigiamas požiūris
2013	J. Dong, C. Liu, Z. Lin	JAV	Optimalus įkrovimo infrastruktūros tinklas	--

2014	M. Petschnig	Vokietija	Infrastruktūros plėtra.	Ribotas įkrovimo prieigų prieinamumas.
2014	F. Salah, P. Jens, C. M. Flath ir kt.	Vokietija, Šveicarija	Dinamiškos elektros kainos	Statiškos elektros kainos
2015	J. Seixas ir kt	Portugalija, Italija, Indija	Elektromobilių naudojimo efektyvumo didinimas.	Dizaino įvairovės trūkumas.
2015	G. Wu ir kt	Šveicarija	Politinių priemonių taikymas.	Galimas nuvažiuoti atstumas, elektromobilių kaina.
2015	E. Valeri, R. Danielis	Italija	Infrastruktūros plėtra, subsidijų teikimas, tyrimų ir plėtros skatinimas.	--
2016	M. Braz , F. Moura	Portugalija	Subsidijos, naftos produktų apmokestinimas, gamintojų inovacijos, baterijų tobulinimas.	Įprastų automobilių konkurencingumas, įkrovimo prieigų trūkumas, nenusipėjamas vartotojų elgesys.
2017	K. Kieckhafer, K. Wachter, T. S. Spengler	Vokietija	Gamintojo sprendimas plėsti elektromobilių rinką, subsidijos infrastruktūros plėtrai, įprastinių kuru varomų automobilių konkurencingumo mažinimas	--

Iš 1.2 lentelėje nurodytų elektromobilių viešosios infrastruktūros plėtrą ribojančių veiksnių galima pastebėti, kad pagrindinė elektromobilių viešosios infrastruktūros plėtros kliūtis yra pats pereinamasis laikotarpis. Nors elektrinių transporto priemonių technologija atsirado jau daugiau kaip 100 metų, tačiau didžiąją savo egzistavimo dalį praleido netobulinama, todėl savo charakteristikomis atsilieka nuo įprastinių automobilių. O tai ir sukelia pagrindines vartotojų baimes ir abejingumą.

1.5 Elektromobilių plėtros iššūkiai ir kliūtys

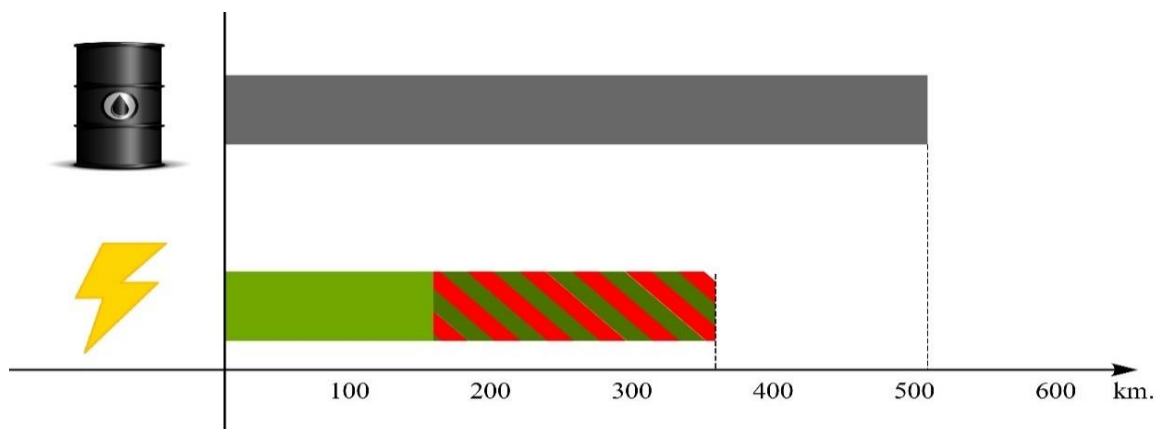
Elektromobilių pranašumai prieš vidaus degimo variklių varomus automobilius. Vienas pagrindinių elektromobilio pranašumų prieš vidaus degimo varikliais varomus automobilius yra emisijų nebuvimas. Tačiau elektra varanti elektromobilį vis tiek turi būti kažkur pagaminama. Todėl elektromobiliai perkelia oro taršą iš transporto sektoriaus į elektros jėgaines, kurios dažniausiai vis dar naudoja iškastinį kurą elektros energijos gamybai. Tačiau tai vis tiek gali būti įžvelgiama kaip teigiama pasekmė, kadangi elektromobilių naudojimas iškelia oro taršos šaltinius iš miesto į kaimo vietas, kur poveikis gyventojams yra mažesnis. Taip pat sumažinamas triukšmo lygis miesto gatvėse.

Dar vienas elektromobilių pranašumas tai maži eksploataavimo kaštai. Pagrindinis skirtumas susidaro dėl to, kad elektromobiliai turi mažiau mechaninių ir judančių dalių, taip pat įdiegtas regeneracinis stabdymas sumažina stabdžių susidėvėjimą, elektrinis variklis neturi pavarų dėžės ir

emisijų išmetimo sistemos, kurias reikėtų remontuoti ar pakeisti. (Interim report, 2013). Taip pat elektromobilio ekonomiškumas, elektromobilio suvartojamos elektros kiekis ir kaina yra smarkiai mažesni nei dyzelinu ar benzinu varomų automobilių sunaudojamo kuro kaina. Vidutinis šiandieninių vidaus degimo variklių naudingumo koeficientas yra apie 25-35 proc. Elektriniai varikliai tuo tarpu energiją suvartoja tris kartus geriau. Variklio naudingumo koeficientas apie 90 proc. (Boxwell, 2014)

Kitas privalumas, tai subsidijos taikomos daugelyje Vakarų Europos valstybių siekiant paskatinti visuomenės susidomėjimą elektromobiliais.

Atstumas ir baterijos. Pagrindinė kliūtis, nulemianti sprendimą nepirkti elektromobilių yra vienu įkrovimu nuvažiuojamas atstumas, kuris šiuo metu yra mažesnis už bet kurio įprastiniu kuru varomo automobilio nuvažiuojamą atstumą su pilnu degalų baku. Didžioji dalis rinkoje parduodamų elektromobilių vienu įkrovimo vidutiniškai gali nuvažiuoti 150-350 km atstumą. Didžiajai visuomenės daliai, kasdienėms kelionėms atlikti tokio nuvažiuojamo atstumo visiškai pakanka, tačiau šis nuvažiuojamas atstumas vis tiek yra nepalyginamas su vidaus degimo varikliu varomų automobilių nuvažiuojamais atstumais. Šie automobiliai dažniausiai pilnu degalų baku gali nuvažiuoti 500 km, nevaržomai ir nepriklausomai nuo degalinių tinklo (žr. 1.6 pav.). Asmenims, kurie reguliariai važinėja ilgais atstumais, nuvažiuoti 150-350 km vienu įkrovimu gali būti problema.



1.6 pav. Nuvažiuojami atstumai pilnu degalų baku ir pilnai įkrauta elektromobilio baterija (sudaryta autoriaus) (Boxwell, 2014)

Taip pat, elektromobilio galimas nuvažiuoti atstumas vienu įkrovimu ženkliai sumažėja, kuomet yra važiuojama greitkelyje didesniu kaip 130km/h greičiu, kuomet variklis reikalauja daugiau energijos. Tačiau, kruiziname režime, važiuojant apie 110 km/h greičiu, elektromobilis nepatiria per didelių energijos nuostolių (Boxwell, 2014).

Įkrovimas. Asmenims įsigijusiems elektromobilius, galimybė įkrauti elektromobilį yra vienas iš pagrindinių rūpesčių. Kuomet kelionės atliekamos tik mieste, į darbą, parduotuves ar mokyklas,

įprastinis elektromobiliu nuvažiuojamas atstumas yra visiškai pakankamas visoms dienos kelionėms atlikti.

Dauguma elektromobilių turėtojų (95 proc.) dažniausiai savo elektromobilių baterijas įkrauna naktį, kuomet elektromobilis yra nenaudojamas (Boxwell, 2014). Tačiau ne visi elektromobilių turėtojai turi garažus, kuriuose galėtų lengvai įkrauti savo transporto priemonę. Dauguma žmonių stato savo automobilius gatvėje ir jiems tiesiog pasisektų jei turėtų viešą elektromobilių įkrovimo prieigą savo gyvenamojoje zonoje. (Erjavec, 2012)

Kita problema susijusi su kelionėmis, kurios yra ilgesnės nei vienu įkrovimu elektromobiliu galimas nuvažiuoti atstumas. Šiuo atveju vartotojai yra priversti pasikliauti įkrovimo prieigų tinklu. Nors įkrovimo prieigų kiekis nuolat auga, jis vis dar yra nepalyginamas su degalinių tinklų geografiniu tankiu ir suteikiamu patogumu. Baterijos įkrovimo laikas dar viena problema, kuri gali būti sprendžiama pasitelkiant didelės galios įkroviklius. (Erjavec, 2012)

Kaina. Dar viena kliūtis, stabdanti elektromobilių vartojimo augimą yra jų kaina, kuri yra didesnė nei bet kuri įprasto tos pačios klasės ir kokybės lygio automobilio kaina rinkoje. Pagrindinė priežastis kodėl elektromobiliai tokie brangūs yra jų baterijos kaina, kuri šiuo metu yra 350 dolerių už 1 kWh (Wesoff, 2016), (apie 284 €, aut. past.)

Palyginimui, Chevrolet Bolt, kurio baterijos talpa 60 kWh, ir kurio kaina siekia 37 495 dolerių (30800 €, aut. past.). Žinant 1 kWh kainą, matome, kad baterija kainuoja 21 000 dolerių (17050 €, aut. past.) , o tai yra daugiau nei pusę galutinės elektromobilio kainos (Edelstein, 2017).

Šie faktai sunkina automobilių gamintojų galimybes patenkinti elektromobilio gamybos kaštus ir pasiūlyti visuomenei įperkamą elektromobilį. Todėl elektromobiliai šiuo metu yra brangesni nei įprasti automobiliai.

1.6 Elektromobilio įkrovimo infrastruktūra

Įkrovikliai. Europoje laikomasi tarptautinio elektromobilių pakrovimo standartų rinkinio IEC 62196, kuris apibrėžia pakrovimo stotelių technologiją bei jungties su automobiliu tipą. Standartų rinkinyje pakrovimo stotelės pagal naudojamą technologiją, apsaugos priemonės ir maksimalią krovimui naudojamą elektros energijos galią (kW) skirstomos į 4 režimus (*Modes*).

Mode 1 – pakrovimas atliekamas iš standartinės elektros tinklo rozetės - vienos arba trijų fazių, iki 16 amperų stiprio kintamosios elektros srovės tinklo. Elektromobilis šiuo režimu į elektros tinklą jungiamas krovimo laidu be papildomų apsaugos priemonių apsaugančių nuo elektros tinklo įtampos

svyravimų ar elektros nutekėjimo. Dėl šių apsaugos priemonių nebuvimo *Mode 1* pakrovimo standartas daugumoje šalių jau nebenaudojamas ar net gi uždraustas.

Mode 2 – režimu pakrovimas tai pat gali būti atliekamas iš standartinės elektros tinklo rozetės. Naudojant *Mode 2* elektromobilis prie elektros tinklo jungiamas specialiu krovimo kabeliu, ant kurio įtaisytas ICCB krovimo modulis. Šis krovimo modulis įtaisytas ant krovimo kabelio kontroliuoja krovimo eigą bei suteikia papildomą apsaugą nuo įtampos svyravimų. Šiuo režimu elektromobilį krauti galima vienos arba trijų fazių, iki 32 amperų stiprio, kintamosios srovės elektros energija. Iš standartinio elektros tinklo standartinis elektromobilis šiuo režimu pilnai įkraunamas per 6-8 valandas.

1.3 lentelė. Įkroviklių tipai (Susisiekimo ministerijos duomenimis)

Srovės tipas	Standartas	Kištukas	Tinka įkrauti	Įkrovos laikas
Kintama	„Schuko“		Visus populiarius elektromobilius ir įkraunamus hibridus	6-8 val.
Kintama	„Mode 3“, „Type 2“		Europos ir Europos rinkai skirtus JAV automobilius	1-4 val.
Nuolatinė	„CHAdemo“		„Nissan“, „Toyota“, „Mitsubishi“, „Kia“, „Citroen“, „Peugeot“	15-45 min.

Mode 3 – įprastos galios įkrovimo prieiga. Šiuo režimu elektromobilio pakrovimas vykdomas iš specialios elektromobilių pakrovimo stotelės per specialią jungtį. Šio režimo pakrovimo stotelėse įrengtos krovimą reguliuojančios apsaugos sistemos, kurios užtikrina apsaugą nuo elektros tinklo įtampos svyravimų, elektros energijos nuotėkio – krovimo kabeliu elektros srovė neteka tol kol pakrovimo stotelė nėra saugiai sujungta su elektromobiliu. Pakrovimo stotelėse naudojama vienos arba trijų fazių, iki 250 amperų stiprio, kintamoji elektros energijos srovė. Elektromobilyje įmontuotas baterijos kroviklis konvertuoja kintamąją elektros srovę iš krovimo stotelės į nuolatinę elektros srovę tinkamą elektromobilio baterijai įkrauti. Elektromobiliai *Mode 3* pakrovimo stotelėse gali būti kraunami tik vidutinio galingumo (iki 22 kW) kintamąją elektros srove, o pilnas standartinio elektromobilio baterijos įkrovimas užtrunka 3-4 valandas.



1.7 pav. Elektromobilių įkrovimo prieigos

Mode 4 - didelės galios įkrovimo prieigos. Pakrovimo stotelėse sumontuota kintamos elektros srovės keitimo į nuolatinę elektros srovę sistema. Technologija leidžia elektromobilį krauti ypatingai greitai – iki 240kW galios nuolatine elektros energijos srove. Režimo *Mode 4* pakrovimo stotelėse elektromobilis gali būti pakraunamas greičiau nei per 15 minučių. Šio režimo stotelėse taip pat įrengta EVSE sistema užtikrinanti saugų elektromobilio pakrovimą. Pagrindiniai režimo *Mode 4* pakrovimo stotelių trūkumai yra reikalavimas papildomai specialiai krovimo jungčiai elektromobilyje, greitesnis baterijos dėvėjimasis ir didelė stotelės įsigijimo ir įrengimo kaina (Kompleksinė elektromobilių transporto plėtros galimybių studija, 2012).

Baterijos. Egzistuoja keletas automobilių gamintojų pripažintų ir naudojamų baterijų, tinkamų naudoti elektromobiliuose, gamybos technologijų, kurios pasižymi savitais trūkumais ir pranašumais prieš kitas:

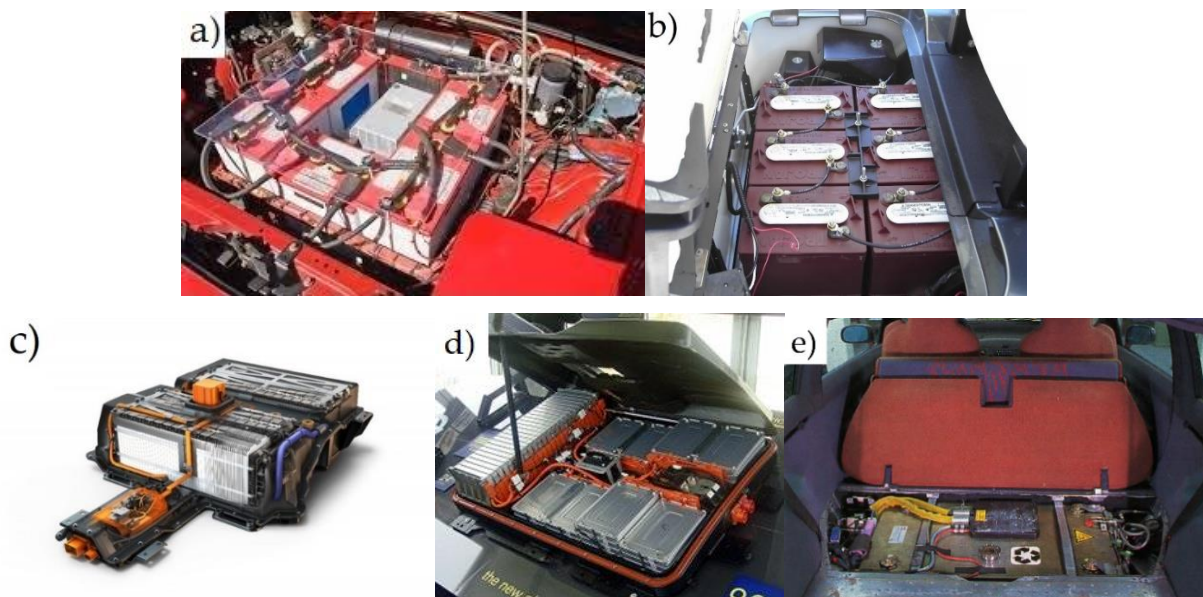
Švino rūgšties baterijos (Pb-acid) – seniausia visame pasaulyje naudojama baterijų rūšis. Technologija turi rimtų trūkumų, tokių kaip rūgščių substancijų buvimas, švino naudojimas baterijos konstrukcijoje, maži kaupiamos energijos ir baterijos svorio, bei energijos ir tūrio santykiai. Jų gamyba nebrangi.

Nikelio-Kadmio baterijos (NiCd) – iš visų baterijų rūšių, šios tarnauja ilgiausiai (apie 1350 ciklų t. y. įkrovimų ir iškrovimų). Didžiausias trūkumas, tai sunkiojo metalo kadmio naudojimas. Dėl šalutinio poveikio aplinkai ir žmogui. ES direktyvos riboja šių baterijų naudojimą.

Nikelio-metalų hidrido baterijos (NiMH) – gamybos technologija ir valdymas panašus į nikelio-kadmio baterijas. Pagrindinis šios baterijos privalumas didelė talpa. Palyginus su ličio-jonų baterijomis, nikelio-metalų hidrido baterijos turi mažesnę talpą ir didelį savaiminio išsikrovimo koeficientą.

Ličio-jonų baterijos (Li-ion) – šio tipo baterijos pasižymi dideliu santykiu tarp sukauptos energijos ir baterijos svorio. Tačiau ši technologija pasižymi didele kaina, polinkiu į perkaitimą ir trumpu tarnavimo laiku.

Ličio-jonų polimerų baterijos (Li-ion polymer) – pasižymi didesniu galimų atlikti ciklų skaičiumi nei klasikinė ličio-jonų baterija, tačiau galimas funkcinis nestabilumas tais atvejais kai baterija išsikrauna daugiau nei tam tikra minimali riba arba kai ji perkraunama.



1.8 pav. Elektromobilių baterijos, a) Pb-acid; b) NiCd; c) NiMH; d) Li-ion; e) NaNiCl

Natrio-nikelio chlorido baterijos (NaNiCl) – taip pat žinomos kaip „Zebra battery“. Naudoja ištirpdytos druskos elektrolitą, darbinė temperatūra 270-350 C. Pasižymi dideliu sukauptos energijos tankiu. Pagrindinis trūkumai susiję su baterijos saugumu veikimo metu ir energijos išsaugojimą ilgesnį laiko tarpą (Manzetti, 2015).

1.4 lentelė. Baterijų techninės specifikacijos (Manzetti, 2015)

Baterijos technologija (tipas)	Specifinė (Wh/kg)	Energijos/tūrio (Wh/L)	Galios/svorio (W/kg)	Savaiminio išsikrovimo	Ciklų skaičius
Pb-acid	40	70	180	1	500
Ni-Cd	60	100	150	5	1350
NiMH	70	250	1000	2	1350
Li-ion	125	270	1800	1	1000
Li-ion polymer	200	300	3500	1	1000
Na-NiCl	125	300	1500	0	1000

*Baterijos talpa svorio vienetu

Baterijas, turinčias didžiausią sukauptos energijos tankį, tokios kaip ličio-jonų (ir ličio jonų polimerų) baterijos, labiausiai tinkamos naudoti elektromobiliuose. Tokios baterijos savyje talpina daugiausiai energijos, tačiau užima mažiau vietos ir yra lengvesnės nei kitos.

Šiuo metu naudojamos elektromobilių baterijų technologijos lemia ilgą įkrovimo laiką, kuris stabdo elektromobilių populiarėjimą. Tačiau nuolat vykdomų tyrimų rezultatai rodo, kad netolimoje ateityje galima tikėtis staigaus proveržio elektromobilių baterijų technologijose, kurios sustiprins elektromobilių konkurencingumą prieš įprastinius automobilius.

The FlashBattery. StoreDot pristatė naują ypač greitai įkraunamos baterijos technologiją, kuri leidžia per 5 minutes įkrauti tiek energijos, kurios užtektų nuvažiuoti iki 480 km atstumą. Technologija radikalus tradicinės ličio jonų baterijos struktūros patobulinimas, leidžiantis išvengti grafitu paremtos sistemos technologinių apribojimų. Baterijoje apjungiami organiniai junginiai ir nanomedžiagos leidžia įkrauti bateriją daug greičiau nei dabar naudojamos technologijos. Praktiniam naudojimui technologija bus pritaikyta 2019 metais (Macdonald, 2017).

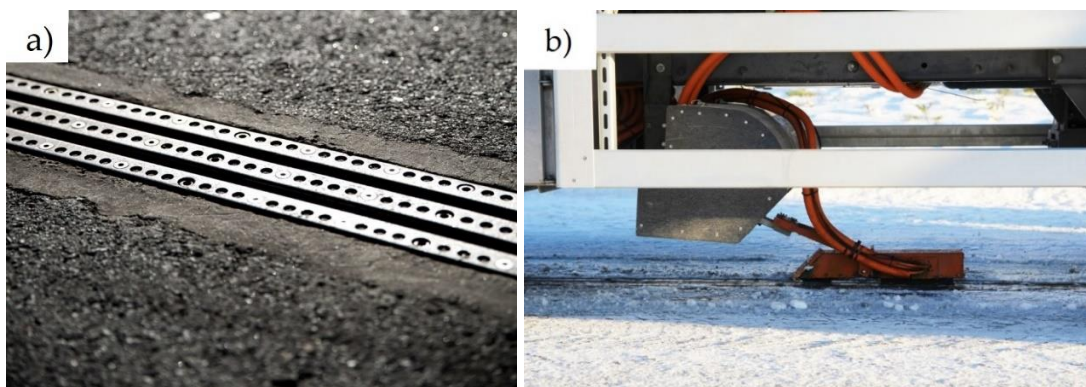
Mokslininkai teikia pasiekę persilaužimą energijos kaupimo technologijoje, kuris įgalintų elektromobilius nuvažiuoti tokius pačius atstumus kaip dyzelinu ar benzinu varomi automobiliai ir kurių įkrovimas užtruktų minutes, o ne valandas.

Technologijos pagrindas yra naujai sukurta medžiaga (polimeras) super-kondensatoriui. Elektros energija kaupiama elektriniame lauke, o ne cheminės sudėties baterijoje, kurioje įkrovimas ribojamas cheminių procesų. Technologija, kuri neparemta brangių medžiagų, tokių kaip litis ar kobaltas naudojimu, taip pat bus ir ilgaamžiškesnė nei įprastinės baterijos. Kadangi baterijoje nenaudojami jokie reti elementai, jų gamyba pigi, o dėl to, kad jų sudėtyje daugiausiai yra vandens, jos taip lengvai neužsidega.

Manoma, kad toliau vykdant tyrimus, naujasis kondensatorius pasižymės 180 Whr./kg energijos tankumu, t.y. 18 kartų daugiau, nei dabar geriausi esantys super-kondensatoriai. Visiškas šios technologijos išvystymas ir pritaikymas reikštų, kad elektromobiliai bus daug saugesnės ir jų įkrovimas truks tiek pat kiek užpildyti įprasto automobilio baką degalais. Todėl jų populiarumas ir plėtra smarkiai išaugtų (Katwala 2018).

Elektrifikuotas kelias. 2018 metų pavasarį Švedijoje pristatytas pirmasis pasaulyje elektrifikuotas kelias (apie 2 km), kuris gali įkrauti elektromobilių baterijas jiems važiuojant. Šiuo metu kelias jungia Stokholmo Arlandos oro uostą su logistikos centru priemiestyje, tačiau valstybinė kelių agentūra jau paruošė nacionalinės plėtros planą.

Energija į elektromobilio bateriją perduodama iš dviejų bėgių įrengtų kelyje per prie elektromobilių apačios pritvirtintą specialią jungtį. Elektromobiliui važiuojant virš bėgių jungtis automatiškai prisijungia prie jų. Bėgiai sujungti su elektros tinklu (5-6 cm po paviršiumi) (Gabbatiss, 2018). Elektrifikuotas kelias padalintas į 50 m ilgio sekcijas, o kiekvienai sekcijai elektra tiekiamą tik tuomet kai virš jos yra elektromobilis. Elektromobiliui sustojus, elektros energijos srovė atjungiamą. Sistema yra pajėgi apskaičiuoti transporto priemonės energijos suvartojimą, o tai įgalina suvartotos energijos kaštus priskirti tam tikram vartotojui ar transporto priemonei (Boffey, 2018).



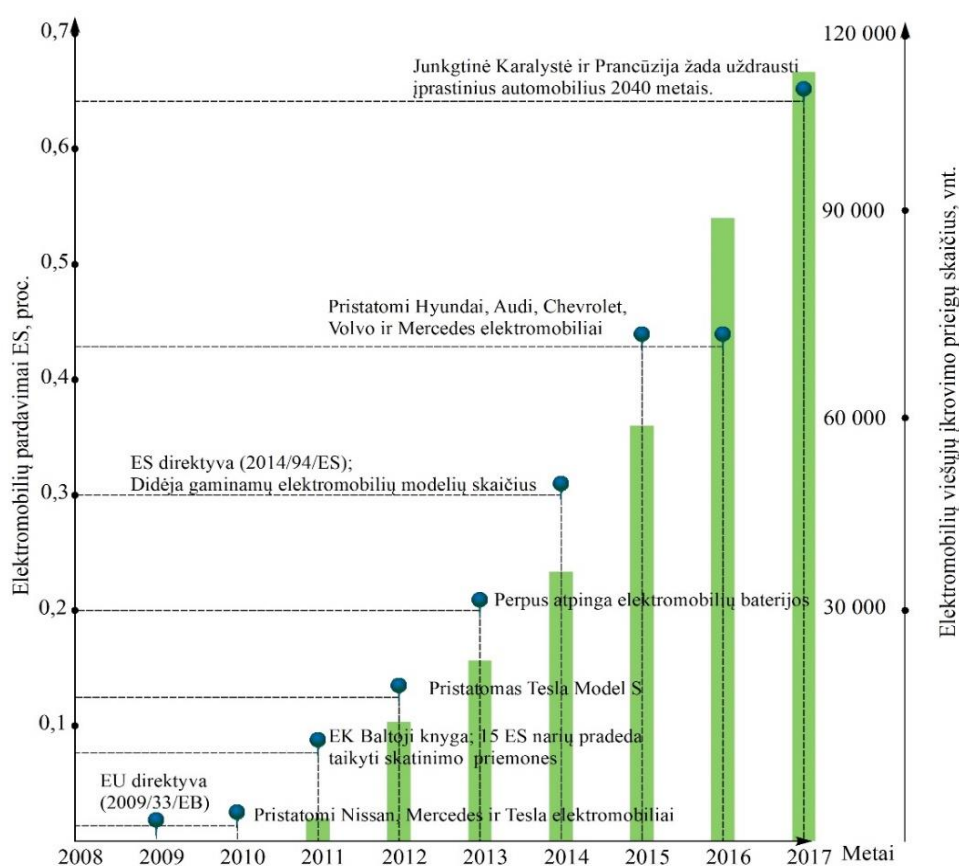
1.9 pav. Elektrifikuotas kelias. a) kelyje įrengti bėgiai, b) jungtis (Boffey, 2018)

„Dinaminis įkrovimas“ – kaip priešprieša įkrovimo prieigų įrengimui pakelėse – reiškia, kad baterijos galės būti mažesnės, o tuo pačiu ir mažesnė jų gamybos kaina. Teigiama, kad ši technologija pritaikoma prie jau naudojamų elektromobilių ir kelių ir ji sumažins energijos suvartojimą ir sumažins anglies emisijas pasitelkus tik minimalius esamos infrastruktūros modifikavimus (Gabbatiss, 2018). Elektrifikuoto kelio 1 km įrengimo kaina – 1 mln. eurų, 50 kartų mažiau nei tramvajaus linija mieste (Boffey, 2018).

1.7 Skatinimo priemonės užsienyje

Išorinių ekonominių veiksnių sąvoka pirmą kartą paminėta Arthur'o Pigou knygoje „The economics of Welfare“ (Pigou, 1920). Nuo to laiko atsirado vartojama subsidijų sąvoka, kaip vyriausybės taikoma reguliavimo priemonė paveikianti rinkos veiklą, kuri sukelia neigiamą poveikį. Elektromobilių viešosios infrastruktūros plėtros atžvilgiu, tokia politika gali būti vertinama kaip teigiamas išorinis veiksnys skatinantis elektromobilių pirkimą ir naudojimą, didinant jų konkurencingumą prieš vidaus degimo varikliais varomus automobilius. Parama gali būti piniginė, kaip pirkimo kainos kompensacija ar kompensacija už mažesnę gaunamą praktinę naudą. Taip pat, kaip kompensacija už patiriamą neužtikrintumą dėl ankstyvosios produkto vystymo stadijos ir negarantuoto įsitvirtinimo rinkoje (Abernathy, 1978). Subsidijos vartotojams laikomos kaip būtinoji priemonė pirmosiose elektromobilių įsitvirtinimo masinėje rinkoje stadijose (Hidruė et al. 2011).

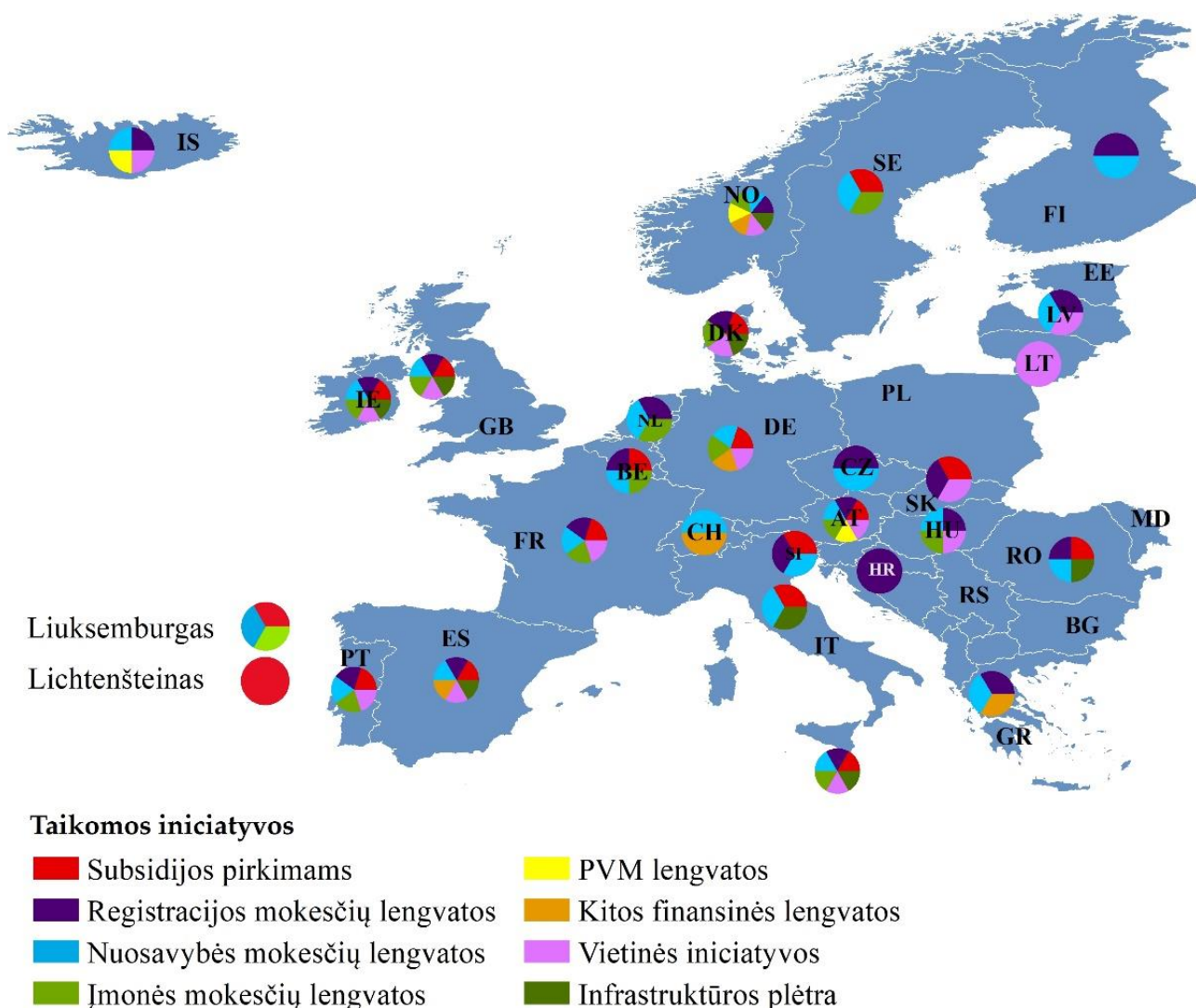
Pastebimas elektromobilių pardavimų skaičiaus ES augimas prasidėjo 2009 metais (žr. 1.10 pav.). Pagrindiniai elektromobilių viešosios infrastruktūros plėtros stimulatoriai yra teisės aktai, inovacijos pramonėje ir valstybėse narėse taikomos skatinimo priemonės. Teisiškai elektromobilių viešosios infrastruktūros plėtra stimuliuojama ES direktyvomis 2009/33/EB, 2014/94/ES ir EK Baltąja knyga. Direktyvose nurodoma kad ES narės turi skatinti elektra varomų automobilių naudojimą siekdamos sumažinti suvartojamos energijos kiekį ir padidinti jos naudojimo efektyvumą ir reglamentuojamas įkrovimo prieigų elektromobiliams užtikrinimas Europos Sąjungoje. EK 2011 m. paskelbta Baltoji knyga akcentuoja transporto sistemos priklausomybės nuo naftos mažinimą ir nurodė uždavinius: iki 2030 m. dvigubai sumažinti įprastiniu kuru varomų automobilių naudojimą miestuose, o iki 2050 m. pasiekti kad miestuose jų visai nebeliktų.



1.10 pav. Elektromobilių pardavimų pokytis ES (sudaryta autoriaus)

Elektromobilių technologijos gyvuoja jau daugiau kaip 100 metų, tačiau tik visai neseniai į jas vėl buvo atsižvelgta. Kiekvienais metais elektromobilių konkurencingumas, o dėl to ir populiarumas, tik didėja, kiekvienas naujas elektromobilių modelis vienu įkrovimu nuvažiuoja toliau ir toliau.

Egzistuoja daugelis būdų kaip vyriausybės gali bandyti paveikti elektromobilių įsitvirtinimą: pirkimų premijos, mokesčių lengvatos, investicijos į tyrimus, informacijos sklaida siekiant paveikti vartotojų sąmoningumą, suvaržymai įprastiems automobiliams (žr. 1.11 pav.).



1.11 pav. Elektromobilių skatinimo priemonės Europoje (sudaryta autoriaus), (EAFO, 2018)

Kaip matyti 1:11 paveikslėlyje, Europoje yra nedaug valstybių, pvz. Lenkija, Bulgarija, Serbija, Albanija, Makedonija, Bosnija ir Hercegovina ir kt., kurios nesiima vienokių ar kitokių priemonių siekdamas skatinti elektromobilių įsitvirtinimą.

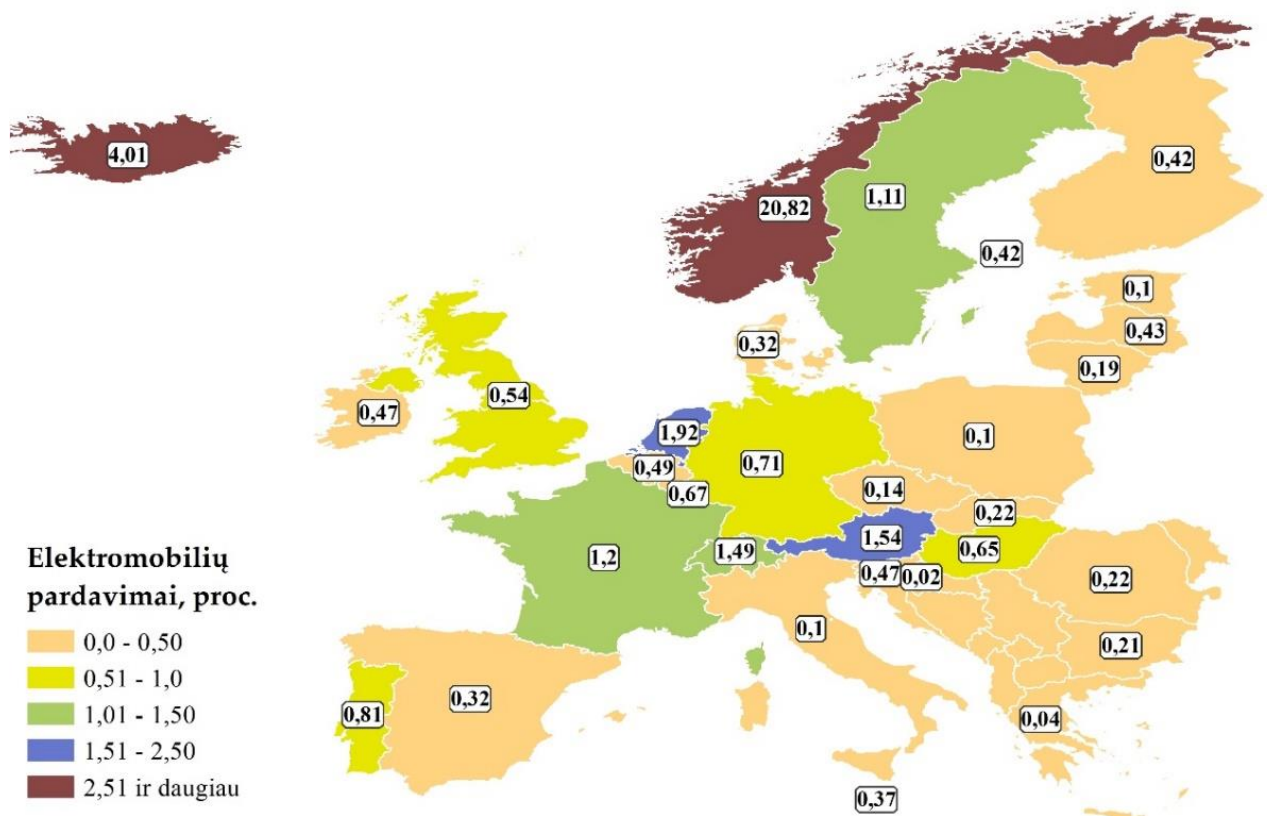
Taikomų skatinimo priemonių skaičius kiekvienoje valstybėje skirtingas ir pobūdis skiriasi. Taikomos automobilio registracijos mokesčio lengvatos gali skirtis nuo 100 proc. lengvatos (Belgija, Graikija, Vengrija, Latvija, Olandija ir Portugalija) iki dalinės lengvatos (Danija, Suomija) ar fiksuotos sumos (Airija). Pirkimų subsidijų dydžiai ir skyrimo tvarka, Švedija ir Rumunija skiria subsidijas visiems automobiliams išmetantiems mažus CO₂ kiekius, o Prancūzija, Vokietija ir Jungtinė Karalystė skiria subsidijas priklausomai nuo transporto priemonės tipo (hibridas ar

elektromobilis) ir kategorijos. Prancūzija ir Portugalija skiria premijas tiems kas seną automobilį iškeičia į elektromobilį. Beveik visose valstybėse taikomos nuosavybės mokesčių lengvatos. Švedijoje ir Italijoje elektromobilių savininkai atleidžiami nuo kelių mokesčių pirmuosius penkis metus nuo elektromobilio įsigijimo, Vokietijoje – 10. Belgijoje ir Portugalijoje taikomos pajamų mokesčio lengvatos jei įmonės naudoja mažai aplinką teršiančius automobilius. Čekija, Suomija, Prancūzija, Vokietija ir Ispanija teikia nuolaidas elektros energijai (EAFO, 2018). Valstybių parama elektromobilių viešosios infrastruktūros plėtrai taip pat išreiškiama įkrovimo prieigų plėtra. Smulkiau apie elektromobilių naudojimo skatinimo iniciatyvas žr. priedus Nr. 1 ir Nr. 2).

Vienas iš paprasčiausių taikomų, netiesioginių skatinimo priemonių yra vietinės iniciatyvos. Tai vietos savivaldybių išduodami nemokami leidimai nemokamai įkrauti elektromobilius ir (ar) statyti automobilius savivaldybių administruojamose stovėjimo aikštelėse, leidimai važiuoti į įprastai automobiliams draudžiamas įvažiuoti zonas (pvz. senamiesčiai) ar naudojimasis VT juostomis. Nėra tobulo skatinimo priemonės, kuri pasiektų efektyviausių elektromobilių viešosios infrastruktūros plėtros rezultatų.

Atliktų tyrimų išvadose teigiama, kad fiksuotų kainų (tai kainos, kurios nekinta nepriklausomai nuo to kiek produktų yra gaminama, t. y. nuomos kaina, draudimai, administraciniai mokesčiai, paskolos mokėjimas, reklamos) sumažinimas turėjo didelę reikšmę apsisprendime pirkti elektromobilį. Kitai didelei grupei svarbiausias veiksnys buvo atleidimas nuo kelių mokesčių ir galimybė važiuoti VT juostomis (Bjerkkan et al 2016). Sierzchula teigia, kad finansinė parama ir įkrovimo infrastruktūros plėtra statistiškai reikšmingi veiksniai. Tačiau jis taip pat teigia, kad finansinė parama, dėl neužtikrintumo susijusio su elektromobiliais, gali būti nepakankama, kad motyvuotų pirkti elektromobilį (Sierzchula et al. 2014). Elektromobilių pardavimų valstybėse duomenys pateikti 1.12 paveikslėlyje.

Iš 1.12 paveikslėlio nesunku pastebėti, kad aktyviausiai elektrinės transporto priemonės perkamos Norvegijoje ir Islandijoje, atitinkamai po 20,82 ir 4,01 proc. naujų tr. priemonių kasmet Norvegijoje skatinimas naudoti elektrines transporto priemones prasidėjo dar XX amžiaus pabaigoje. 1990 metais elektra varomoms transporto priemonėms buvo panaikinti pirkimo ir importo mokesčiai, 1996 metais sumažinami kasmetiniai kelių mokesčiai, nuo 1997 metų elektromobiliai gali nemokamai keltis keltais ir važinėti mokamais keliais. 1999 metais elektromobiliams leista nemokamai stovėti savivaldybių administruojamose automobilių stovėjimo aikštelėse, o 2005 metais leista važiuoti viešojo transporto juostomis.



1.12 pav. Elektromobilių pardavimai (EAFO, 2018).

2001 metais elektromobiliams nebetaikomas 25 proc. PVM mokestis. Islandijoje elektromobilių savininkai atleisti nuo pirkimų mokesčių, kasmetinių transporto priemonių mokesčių, taip pat elektromobilių pirkimams nebetaikomas PVM. Reikjaviko centre parkavimas nieko nekainuoja 2 valandas. Taip pat visoje šalyje intensyviai plečiamas įkrovimo prieigų tinklas.

Kiekviena skatinimo politika turi savo ribas. Ekonominės skatinimo priemonės brangiai atsieina vyriausybės biudžetams. Taip pat lėšos, skirtos elektromobilių skatinimui, galėjo būti paimtos iš kitos srities, kuriai taip pat reikalingas finansavimas. Leidimas važiuoti VT juostomis, taip pat sukels spūstis gatvėse, kuomet elektromobilių skaičius ženkliai padidės (Holstmark, 2014).

1.8 Šiuo metu Lietuvoje taikomos elektromobilių skatinimo priemonės

Susisiekimo ministerijos internetiniame puslapyje skelbiamos šios priemonės elektromobilių naudojimo skatinimui:

- Galimybė naudotis specialiai pažymėtomis maršrutinio transporto eismo juostomis Vilniuje;
- Parkavimo rinkliavų lengvatos Lietuvos miestuose (Vilnius, Kaunas, Klaipėda, Šiauliai ir Panevėžys).

Vilniuje - elektromobiliams su specialiais EV raidėmis paženklintais valstybiniais numeriais vietinė rinkliava netaikoma. Vietinė rinkliava už kitų elektra varomų automobilių stovėjimo leidimą (visose vietinės rinkliavos zonose) – 40 Eur metams (galioja 5 d. d.). Leidimai išduodami pateikus automobilio registracijos liudijimą, užpildytą nustatytos formos prašymą. Elektromobilio leidimas išduodamas tik elektra įkraunamo ir varomo automobilio valdytojui (vairuotojui) (neišduodamas hibridinių automobilių valdytojams (vairuotojams). Elektromobilio leidimas suteikia teisę statyti automobilį vietinė rinkliava apmokestintose automobilių stovėjimo vietose.

Kaune - VŠĮ „Automobilių stovėjimo aikštelės“ specialūs leidimai elektromobilių valdytojams išduodami pateikus prašymą, transporto priemonės registracijos liudijimą ir vairuotojo pažymėjimą. Leidimas išduodamas nemokamai.

Klaipėdoje – rinkliava netaikoma ekologiškoms transporto priemonėms (elektros varikliais ar vandeniliu varomiems automobiliams), registruotoms Lietuvos Respublikoje. Leidimus išduoda „Klaipėdos keleivinis transportas“, pateikus prašymą, transporto priemonės registracijos liudijimo originalą ir kopiją. Patogiausia leidimus užsakyti elektroniniu būdu. Leidimas išduodamas nemokamai ir galioja vienus metus nuo išdavimo datos.

Šiauliuose – rinkliava už automobilių stovėjimą Šiaulių mieste nerenkama už pastatytas ekologiškas transporto priemones (elektros varikliais ar vandeniliu varomiems automobiliams), registruotas Lietuvos Respublikoje, kurioms Savivaldybės administracija yra išdavusi leidimą. Leidimas išduodamas nemokamai, pateikus prašymą ir transporto priemonės registracijos liudijimą.

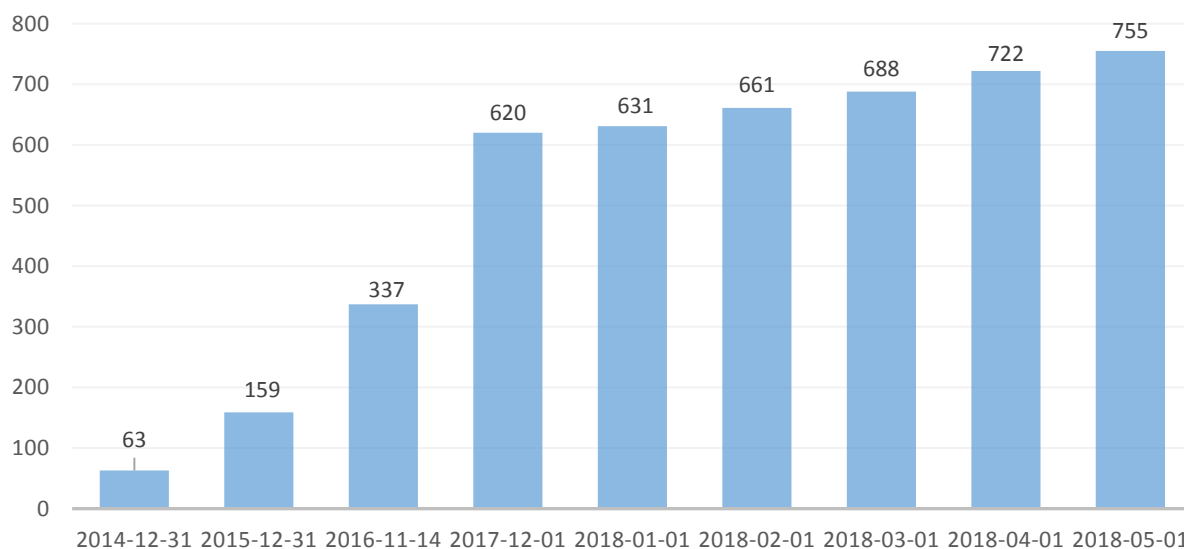
Panevėžyje - vietinė rinkliava už elektra varomo automobilio nuolatinį bilietą, vienam automobiliui stovėti visose mokamose stovėjimo vietose, dvylika mėnesių – 2,90 Eur metams. Nuolatinis bilietas įsigijamas UAB „Panevėžio būstas“ (adresu Marijonų g. 36-3, Panevėžys), pateikus automobilio registracijos liudijimą ir sumokėjus nustatyto dydžio vietinės rinkliavos mokestį.

Neringoje - elektra varomų automobilių, pažymėtų tai įrodančiais gamintojo skiriamaisiais ženklais, valdytojams (vairuotojams) vietinė rinkliava už įvažiavimą transporto priemone į Kuršių nerijos nacionalinio parko teritoriją netaikoma.

Trakuose - elektra varomų automobilių, pažymėtų tai įrodančiais gamintojo skiriamaisiais ženklais, valdytojams (vairuotojams) vietinė rinkliava netaikoma.

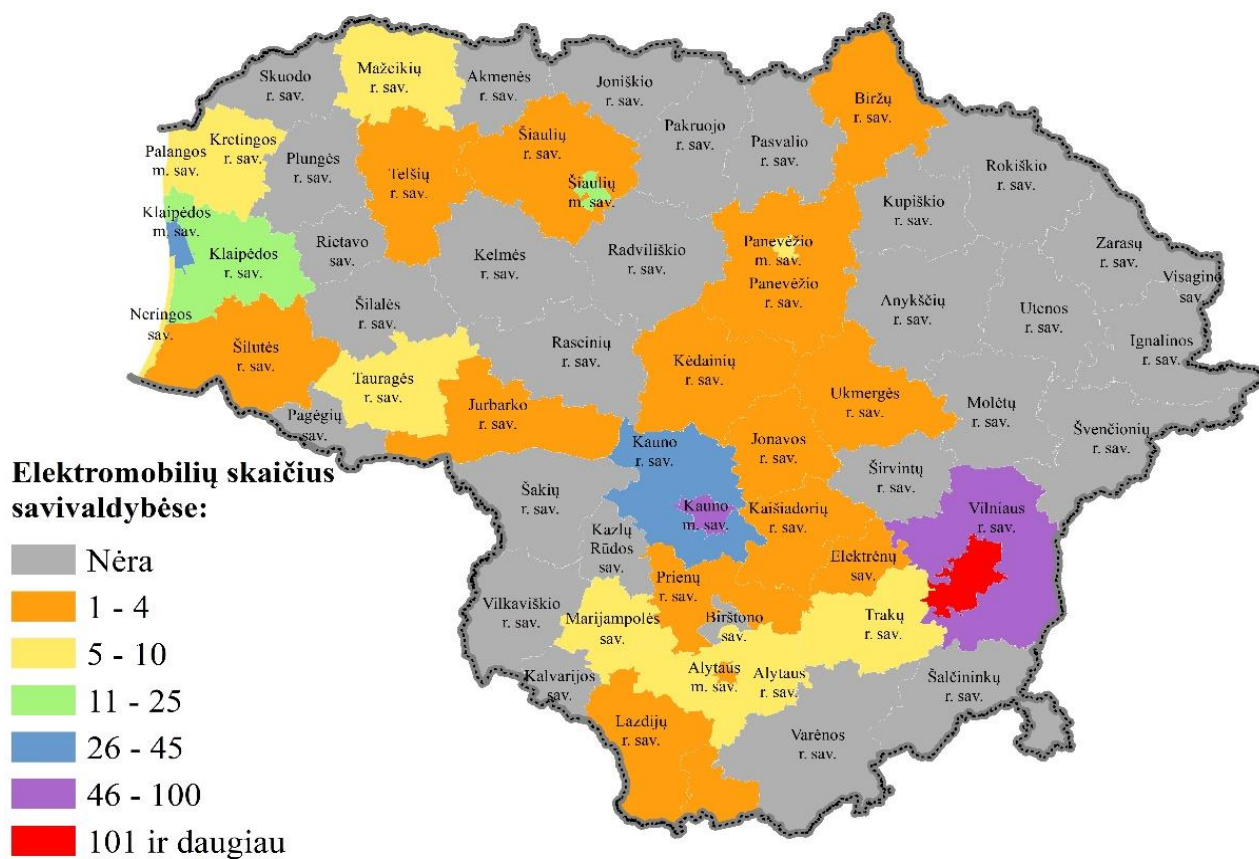
1.9 Esama elektromobilių viešosios infrastruktūros plėtros būklė

Pirmieji keturi elektromobiliai Lietuvoje buvo užregistruoti 2011 m. 2015 m. sausio 1 d. buvo 63 elektromobiliai, 2016 m. sausio 1 d. – 160 elektromobilių, šiandien elektromobilių skaičiuojama jau per 750 (žr. 1.13 pav.).



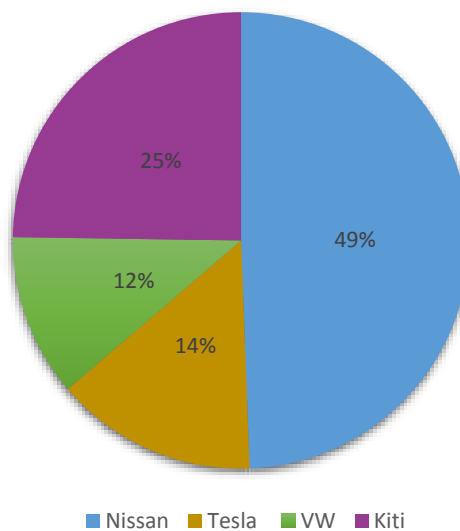
1.13 pav. Elektromobilių skaičius Lietuvoje (2014-2018 metais), (Susisiekimo ministerijos duomenimis)

Kiekvieną mėnesį daugiausia elektromobilių, nuo 15 iki 20 vnt. įregistruojama Vilniuje. Kitose savivaldybėse įregistruotų elektromobilių skaičius auga daug lėčiau, tik po 1-4 transporto priemonės per mėnesį. Šiuo metu daugiausia elektromobilių įregistruota Vilniuje – 391 vnt., Kaune – 89 vnt., Vilniaus r. – 46, Kauno r. – 36 vnt., Klaipėdoje – 30 vnt. (žr. pav. 1:14).



1.14 pav. Elektromobilių skaičiaus pasiskirstymas pagal savivaldybes Lietuvoje (Sudaryta autoriaus)

Lietuvos elektromobilių pasiskirstymas pagal gamintoją (žr. 1.15 pav.).



1.15 pav. Elektromobilių populiarumas pagal gamintoją (Sudaryta autoriaus), (Susisiekimo ministerijos duomenimis)

Pusę elektromobilių parko užima Nissan gaminami elektromobiliai. Nissan pradėjo gaminti Nissan Leaf elektromobilius dar 2010 metais, o jo kaina buvo prieinama naujų automobilių ieškančių vairuotojų. Populiariausi elektromobiliai pagal gamintoją – Nissan 373 vnt., Tesla – 108 vnt., VW – 87 vnt.

Registruotų elektromobilių skaičius Lietuvoje iš lėto ir stabiliai didėja, tačiau didėjimo tempas yra mažas. 2017 metais iš visų naujų nupirktų automobilių tik 0,19 proc. t. y. 47 vnt. iš jų buvo nauji elektromobiliai. Norint iki 2025 metų pasiekti viešosios elektromobilių įkrovimo infrastruktūros plėtros gairėse numatytus tikslus, kasmet nuperkamų elektromobilių dalis turi didėti.

1.10 Skyriaus išvados

Užsienio valstybėse taikomos elektromobilių viešosios infrastruktūros skatinimo priemonės ir mokslo darbų išvados sutampa. Viena iš pagrindinių kliūčių elektromobilių integracijai tai dar nei vienoje pasaulio valstybėje pilnai neišvystytas elektromobilių įkrovimo prieigų tinklas, mažinantis elektromobilių konkurencingumą prieš įprastus automobilius. Lietuvoje taikomos elektromobilių viešosios infrastruktūros plėtros skatinimo priemonės yra nepakankamos ir tikėtina užsibrėžtų Baltosios knygos bei Lietuvos teisės aktų tikslų pasiekti nepavyks.

2. KRITERIJŲ, TURINČIŲ ĮTAKĄ ELEKTROMOBILIŲ NAUDOJIMO AUGIMUI PARINKIMAS IR VERTINIMAS

Dauguma šiuo metu žinomų ir taikomų daugiakriterio vertinimo kriterijų svorių nustatymo metodai pagrįsti ekspertiniais vertinimais. Subjektyvių kriterijų svorių nustatymo pagrindą sudaro specialistų ekspertų vertinimai. Atskirtų ekspertų nuomonės dažnai nesutampa, o gali būti ir prieštaringos, t. y. gali skirtis atskirų ekspertų vertinimų kriterijų svarbumas ir eiliškumas.

Kriterijų reikšmingumui nustatyti taikomas ekspertinis rangavimo metodas. Šiuo metodu rodikliai vertinami pagal metodiškai parengtas ir ekspertų užpildytas apklausos anketas (žr. priedą Nr. 3), kurios sudaromos taip kad būtų galima įvertinti rodiklių reikšmingumus (žr. 2.1 pav.).



2.1 pav. Kriterijų reikšmingumo nustatymo veiksmų atlikimo eiga (Sudaryta autoriaus)

Vertinimai priklauso nuo ekspertų kvalifikacijos, darbo specifikos, suinteresuotumo gauti tam tikrus įvertinimo rezultatus, darbo stažo ir pan. Kriterijų svorius, kaip apibendrintus ekspertų nuomonių vidurkius, galima taikyti daugiakriteriam vertinime, jei nustatytas ekspertų vertinimų neprieštarumas, t. y. įrodyta, kad nuomonės yra statistiškai suderintos (Podvezko, 2014).

Visi apklausoje dalyvavę ekspertai yra susiję su transporto infrastruktūros planavimu. Respondentų pasiskirstymas pagal darbo vietas: 5 – Susisiekimo ministerija, 3 – VGTU APF Kelių katedra, 1 – UAB „CityFormLT“, 2 – VGTU Kelių katedros magistrantai.

Siekiant nustatyti kokie veiksniai labiausiai lemtų elektromobilių viešosios infrastruktūros plėtrai Lietuvoje, sudarytas 9 kriterijų sąrašas (žr. 2.1 lentelę).

1 SK. Minkštosios finansinės skatinimo priemonės – elektromobilių savininkams suteikiamos privilegijos: nemokamas automobilio parkavimas mokamose stovėjimo aikštelėse, leidimas važiuoti VT juostomis, atleidžiami nuo transporto priemonės registracijos mokesčių;

2 SK. Kietosios finansinės skatinimo priemonės – elektromobilių pirkėjams teikiamos subsidijos, finansinės išmokos sumažinančios elektromobilio kainą, pirkėjai atleidžiami nuo PVM mokesčio, jiems sumažinamas elektros tarifas;

3 SK. Elektromobilių viešųjų įkrovimo prieigų skaičius tenkantis 1000 gyventojų – plečiamas įprastos ir didelės galios viešųjų elektromobilių įkrovimo prieigų tinklas, mažinantis potencialių elektromobilių pirkėjų baimę nesugebėti elektromobiliu nuvažiuoti į norimą tikslą, dėl negalėjimo pasikrauti elektromobilį pakeliui;

4 SK. Iš atsinaujinančių energijos šaltinių pagaminamas elektros energijos kiekis Lietuvoje – potencialius elektromobilių savininkus skatinantis aplinkosauginis veiksnys, lemiantis, kad jų vairuojamas elektromobilis prisideda prie taršos mažinimo;

5 SK. Elektromobilių naudojimas valstybinėse institucijose – potencialius elektromobilių pirkėjus skatinantis veiksnys.

6 SK. Elektromobilių nuomos punktai/elektromobilių dalijimosi platformos – galimiems elektromobilių pirkėjams dažnai kyla klausimų dėl vairavimo elektromobilį patirties stokos, tad atsiradusi galimybė prieš tai išsinuomoti elektromobilį gali daugiau vairuotojų paskatinti pirkti elektromobilius;

7 SK. Automobilų salonų/auto servisų gebančių prižiūrėti elektromobilius/konsultuoti skaičius – daugelį potencialių elektromobilių savininkų neramina klausimai dėl elektromobilių techninio aptarnavimo galimybių, todėl salonų ir servisų buvimas, suteikiančių galimybę konsultotis ir prižiūrėti elektromobilį, skatina įsigyti elektromobilį;

8 SK. Atstumų, nuvažiuojamų elektromobiliu ir vidaus degimo varikliu už tą pačią kainą, santykis – to paties atstumo nuvažiavimo kaina elektromobiliu gali būti nuo 2 iki 6 kartų pigesnė nei įprastiniu kuru varomų automobilių, todėl mažėjant elektros kainoms ir didėjant iškastinio kuro kainoms, daugelis vartotojų įvertina pigesnio keliavimo galimybes;

9 SK. Skirtingų galimų įsigyti elektromobilių modelių skaičius – vartotojams svarbi pasirinkimų tarp skirtingų dizainų ir techninių specifikacijų galimybė, todėl platesnis elektromobilių markių pasirinkimas rinkoje skatina daugiau vairuotojų domėtis elektromobiliais.

2.1 lentelė. Kriterijai, skatinantys naudoti elektromobilius

Kriterijaus žymuo	Kriterijus	Matavimo vienetas
1 SK.	Minkštosios finansinės skatinimo priemonės (nemokami tr. priemonės registravimai, nemokamas parkavimas, leidimas važiuoti VT juostomis).	Eur.
2 SK.	Kietosios finansinės skatinimo priemonės (subsidijos pirkimams ir išlaikymui, PVM lengvatos).	Eur.
3 SK.	Elektromobilių viešųjų įkrovimo prieigų skaičius tenkantis 1000 gyventojų.	Vnt.
4 SK.	Iš atsinaujinančių energijos šaltinių pagaminamas elektros kiekis Lietuvoje.	Gwh
5 SK.	Elektromobilių naudojimas valstybinėse institucijose.	EV's
6 SK.	Elektromobilių nuomos punktai/elektromobilių dalijimosi platformos.	EV's/1000 gyv.
7 SK.	Automobilių salonų/auto servisų gebančių prižiūrėti elektromobilius/konsultuoti skaičius.	Vnt./mieste
8 SK.	Atstumų, nuvažiuojamų elektromobiliu ir vidaus degimo varikliu už tą pačią kainą, santykis.	%
9 SK.	Skirtingų galimų įsigyti elektromobilių modelių skaičius.	Vnt.

Anketa, sudaryta pagal pasirinktus kriterijus, buvo perduota ekspertams įvertinti. Iš gautų anketos duomenų buvo sudaryta kriterijų rangavimo matrica (žr. 2.2 lentelę).

Vertinimų suderinamumui nustatyti galima taikyti *Kendallo* konkordacijos koeficientą, kuris skaičiuojamas pagal (2.1) formulę (Sivilevičius, 2011):

$$W = \frac{12 \cdot S}{p^2 \cdot (m^3 - m)}, \quad (2.1)$$

čia: p – ekspertų skaičius; m – kriterijų skaičius; S – nuokrypio nuo vertinimų bendro vidurkio kvadratų suma.

2.2 lentelė. Kriterijų rangavimo matrica

Kriterijaus Nr.	Eksperto Nr.											Rangų suma	Vieta
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
SK-1	4	3	7	2	4	2	5	4	2	4	6	43	4
SK-2	2	2	1	1	1	1	3	1	3	1	2	18	1
SK-3	3	4	2	4	3	3	2	3	4	6	1	35	3
SK-4	8	8	8	7	8	8	8	8	6	8	8	85	8
SK-5	7	6	6	5	9	9	7	9	9	3	9	79	7
SK-6	5	5	4	8	5	7	6	7	7	7	5	66	6
SK-7	6	7	5	6	6	5	4	6	5	5	3	58	5
SK-8	1	1	3	3	2	4	1	2	1	2	4	24	2
SK-9	9	9	9	9	7	6	9	5	8	9	7	87	9

Nuokrypio nuo vertinimų bendro vidurkio kvadratų suma (2.3 lentelė) skaičiuojama pagal (2.2) formulę (Sivilevičius, 2011).

$$S = \sum_{j=1}^m (R_j - \bar{R})^2, \quad (2.2)$$

čia: R_j – kriterijaus rangų suma; $\bar{R}$ – bendras vidurkis.

Kadangi konkordacijos koeficientas yra atsitiktinis dydis, reikia apskaičiuoti koeficiento reikšmingumą. Reikšmingumas nustatomas pagal (2.3) formulę (Sivilevičius, 2011).

$$\chi^2 = p(m-1)W, \quad (2.3)$$

Visų ekspertų įvertinimų suderinamumą nustatome suskaičiavę minimalią konkordacijos koeficiento reikšmę, pagal (2.4) formulę (Sivilevičius, 2011).

$$W_{min} = \frac{\chi^2 v \alpha}{p(m-1)}, \quad (2.4)$$

čia: $\chi^2 v \alpha$ – kritinė Pirsono statistika, vertė randama Montgomerio lentelėje, parinkdami laisvės laipsnį $v = m - 1$ ir reikšmingumo lygmeniu α artimu nuliui.

Kriterijų rangų svoriai (2.3 lentelė) skaičiuojami pagal (2.5) formulę (Sivilevičius, 2011).

$$Q_m = \frac{(m+1)-R_j}{\sum_{j=1}^m R_j}, \quad (2.5)$$

čia: R_j – norminis kriterijaus rangų vidurkis.

Pasinaudoję kriterijų rangavimo matrica atliekama skaičiavimus (žr. 2.3 lentelę).

Skaičiuojame *Kendallo* konkordacijos koeficientą:

$$W = \frac{12 \cdot 5504}{11^2 \cdot (9^3 - 9)} = 0,75813$$

Konkordacijos koeficiento kitimo riba yra nuo 0 iki 1. Jei konkordacijos koeficientas lygus arba labai artimas vienetui, reiškia jog ekspertai vienodai arba labai panašiai įvertino visus kriterijus, kai kriterijus lygus nuliui arba artimas nuliui, tuomet ekspertai neturi vieningos nuomonės. $W = 0,75813 > 0$, todėl galima teigti, kad gautų kriterijų reikšmingumų dydžių patikimumas yra pakankamas.

Skaičiuojame konkordacijos koeficiento reikšmingumą:

$$\chi^2 = 11 \cdot (9 - 1) \cdot 0,75813 = 66,7152$$

Iš Montgomerio lentelės su laisvės laipsniu $v = 8$ ir reikšmingumo lygmeniu $\alpha = 0,005$ pasirenkame $\chi^2 v \alpha = 21,96$ ir skaičiuojame $W \alpha$:

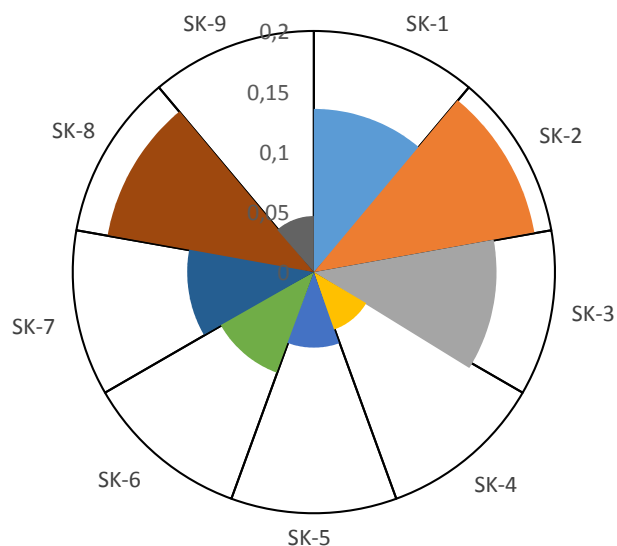
$$W\alpha = \frac{21,96}{88} = 0,24955$$

Gauname, kad $W > W\alpha$, tai patvirtina, kad ekspertų nuomonės yra suderintos.

2.3 lentelė. Skaičiavimo rezultatai.

Kriterijaus Nr.	Rangų	Rangų	Nuokrypio nuo bendro	Rangų	Vieta
SK-1	43	3,91	144	0,135	4
SK-2	18	1,63	1369	0,186	1
SK-3	35	3,18	400	0,152	3
SK-4	85	7,72	900	0,051	8
SK-5	79	7,18	576	0,063	7
SK-6	66	6	121	0,089	6
SK-7	58	5,272	9	0,105	5
SK-8	24	2,18	961	0,174	2
SK-9	87	7,91	1024	0,046	9
Rangų sumų vidurkis		55			
Nuokrypio nuo bendro vidurkio kvadratų suma			5504		

Kriterijų reikšmingumas pavaizduotas 2.2 paveikslėlyje.



2.2 pav. Kriterijų rangų svorių reikšmės (Sudaryta autoriaus)

Apskaičiuotos visų ekspertų įvertinimų svorių reikšmės sako, kad didžiausią įtaką skatinant elektromobilių naudojimą Lietuvoje turi kietosios finansinės skatinimo priemonės (subsidijos pirkimams ir išlaikymui, PVM lengvatos) (0,186), atstumų, nuvažiuojamų elektromobiliu ir vidaus

degimo varikliu už tą pačią kainą, santykis (0,174), elektromobilių viešųjų įkrovimo prieigų skaičius tenkantis 1000 gyventojų (0,152).

Mažiausią įtaką skatinimui turi skirtingų galimų įsigyti elektromobilių modelių skaičius (0,046) ir iš atsinaujinančių energijos šaltinių pagaminamas elektros kiekis Lietuvoje (0,051).

3. SKATINIMO NAUDOTIS ELEKTROMOBILIAIS KRITERIJŲ MODELIO TEISINGUMO ĮVERTINIMAS LATVIJOS IR ESTIJOS ATŽVILGIU

Trečiajame skyriuje, remiantis atliktais ekspertų apklausos rezultatais ir apskaičiuotomis skatinimo naudotis elektromobiliais kriterijų svorių koeficientais, taikomi daugiakriterinio kompleksinio proporcingumo vertinimo metodai SAW ir TOPSIS. Jais siekiama suderinti skirtingus Lietuvos, Latvijos ir Estijos rodiklius ir nustatyti, kurioje valstybėje palankiausios sąlygos elektromobilių viešosios infrastruktūros plėtrai. Lyginamos valstybės su panašiomis ekonominėmis, gamtinėmis, kultūrinėmis ir istorinėmis aplinkybėmis. Gauti rezultatai palyginami su faktiniu elektromobilių skaičiumi valstybėse ir įvertinama ar sukurtas skatinimo modelis yra teisingas.

3.1 lentelė. Bendri valstybių duomenys, 2017 m. (EAFO, ACEA, 2017)

Valstybė	Plotas, km ²	Gyventojų skaičius	BVP vienam	Privačių
Lietuva	65 300	2 888 582	12 788	1 244 063
Latvija	64 589	1 973 700	11 440	677 561
Estija	45 339	1 311 759	15 376	725 000

3.1 Įvertinimo priėmimo duomenys – Lietuvos, Latvijos ir Estijos duomenys.

Siekiant išsiaiškinti sukurtų skatinimo naudotis elektromobiliais kriterijų teisingumą, reikia palyginti kriterijus turinčius skirtingą prasmę ir dimensijas. Tai atliekama palyginant Lietuvos, Latvijos ir Estijos kriterijų (pagal sukurtą modelį) reikšmes ir reikšmingumus. Rezultatai pateikiami sprendimų matricoje (3.2 lentelė).

3.2 lentelė. Sprendimų matrica daugiakriteriam vertinimui

Kriterijaus Nr.	Optimimo kryptis	Matavimo vnt.	Valstybė		
			Latvija	Lietuva	Estija
SK-1	+	Eur.	49,22	40,00	0
SK-2	+	Eur.	0	0	0
SK-3	+	Vnt.	0,037	0,035	0,290
SK-4	+	Gwh	2,7	1,75	1,63
SK-5	+	EV's	104	9	500
SK-6	+	EV's/1000 gyv.	0,0031	0,0360	0,0240
SK-7	+	Vnt./mieste	34	43	50
SK-8	+	%	200	300	266
SK-9	+	Vnt.	9	9	8

Stulpeliuose pateikiamos lyginamos valstybės (alternatyvos), o eilutėse pateikiama kiekybinė informacija, apibūdinanti lyginamas valstybes.

Norint išsiaiškinti, kurioje valstybėje šiuo metu palankiausios sąlygos įsigyti elektromobilį, pasak sukurtojo modelio, sudarius sprendimų priėmimo matricą, reikia atlikti valstybių daugiakriterinę analizę.

3.2 Valstybių palyginimas SAW metodu

Skaičiavimas SAW (adityvių svorių) metodu nereikalauja didelių pastangų, jis vienas iš paprasčiausių ir plačiausiai taikomų metodų. Skaičiavimų pagal šį metodą taisyklės apibendrina MacCrimmon (MacCrimmon, 1968).

Įvesties duomenys – sprendinių matrica (negali turėti neskaitinių reikšmių) ir rodiklių reikšmingumo reikšmės (kurių suma, $q = 1$).

Turint visų trijų valstybių duomenis ir rodiklių reikšmingumus, sprendinių matrica yra normalizuojama – dydžiai paverčiami bedimensiais (normalizuotais) duomenimis. Tam taikomos šios formulės:

$$\bar{r}_{ij} = \frac{r_{ij}}{r_{ij}^{max}}, \quad \text{jei matricos nariai maksimizuojami,} \quad (3.1)$$

$$\bar{r}_{ij} = \frac{r_{ij}^{min}}{r_{ij}}, \quad \text{jei matricos nariai minimizuojami,} \quad (3.2)$$

čia: $\bar{r}_{ij}$ – minimizuota ar maksimizuota reikšmė, r_{ij} – reikšmė, kuri bus minimizuota ar maksimizuota, r_{ij}^{max} – maksimali to paties kriterijaus alternatyvų reikšmė, r_{ij}^{min} – minimali to paties kriterijaus alternatyvų reikšmė.

Šiuo atveju visi nariai yra maksimizuojami. 3.3 lentelėje pateikiama normalizuota matrica.

3.3 lentelė. SAW metodu normalizuota matrica

Kriterijaus Nr.	Reikšmingumas	Valstybė		
		Latvija	Lietuva	Estija
SK-1	0,135	1	0,8888	0
SK-2	0,186	0	0	0
SK-3	0,152	0,1276	0,1207	1
SK-4	0,051	1	0,6481	0,6037

SK-5	0,063	0,208	0,018	1
SK-6	0,089	0	1	0,6666
SK-7	0,105	0,68	0,86	1
SK-8	0,174	0,6667	1	0,8866
SK-9	0,046	1	1	0,8888

Sudarius normalizuotą matricą, atitinkamus normalizuotos matricos narius dauginant iš jų reikšmingumą ir juos sumuojant, nustatoma, kurioje valstybėje šiuo metu sąlygos geriausios.

$$A = \sum_{i=1}^k r_{ij} \cdot w_i, \quad i=1,2,3,\dots,m. \quad (3.3)$$

čia: w_i = kriterijaus reikšmingumas (svoris).

$$A_{11} = 1 \cdot 0,135 + 0 \cdot 0,186 + 0,1276 \cdot 0,152 + 1 \cdot 0,051 + 0,208 \cdot 0,063 + 0 \cdot 0,089 + 0,68 \cdot 0,105 + 0,6667 \cdot 0,17 + 1 \cdot 0,046 = 0,4519;$$

Taip pat apskaičiuojamos ir likusios reikšmės. SAW metodu apskaičiuotos palyginimų reikšmės pateikiamos 3.4 lentelėje.

3.4 lentelė. SAW metodo rezultatai

Valstybė	Reikšmė	Vieta
Latvija	0,4519	3
Lietuva	0,5620	2
Estija	0,6042	1

Skaičiavimų rezultatai SAW metodu rodo, kad šiuo metu palankiausios sąlygos elektromobilių viešosios infrastruktūros plėtrai yra Estijoje, prasčiausios – Latvijoje.

3.3 Valstybių palyginimas TOPSIS metodu

Pagal TOPSIS metodą, laikoma, kad optimali alternatyva turi mažiausią atstumą nuo idealaus sprendimo ir didžiausią atstumą nuo „neigiamo idealaus“ sprendimo. Kiekvienas rodiklis turi savo reikšmingumą, bet nėra jokių apribojimų, suma nebūtinai turi būti lygi vienetui.

Skaičiavimui TOPSIS metodu pirmiausia normalizuojama pradinė valstybių duomenų matrica pagal formulę:

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{j=1}^n a_{ij}^2}}. \quad (3.4)$$

čia: r_{ij} – normalizuota reikšmė, a_{ij} – nenormalizuota reikšmė, $i = 1, 2, \dots, m$; $j = 1, 2, \dots, n$.

Pagal 3.4 formulę atlikus skaičiavimus, gauta normalizuota matrica pateikiama 3.5 lentelėje.

3.5 lentelė. TOPSIS metodu normalizuota matrica

Kriterijaus Nr.	Reikšmingumas	Valstybė		
		Latvija	Lietuva	Estija
SK-1	0,135	0,747409319	0,664363839	0
SK-2	0,186	0	0	0
SK-3	0,152	0,125662936	0,118870345	0,984925717
SK-4	0,051	0,748574675	0,48518729	0,451917304
SK-5	0,063	0,203609856	0,017620084	0,978893538
SK-6	0,089	0	0,832050294	0,554700196
SK-7	0,105	0,458247659	0,57954851	0,673893617
SK-8	0,174	0,446370751	0,669556126	0,593673098
SK-9	0,046	0,598671095	0,598671095	0,532152084

Normalizuotos matricos nariai dauginami iš rodiklių reikšmingumų, pagal šią formulę:

$$V_{ij} = q_i \cdot r_{ij}, i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n \quad (3.5)$$

čia: q_i – reikšmingumas, r_{ij} – nenormalizuota reikšmė, $i = 1, 2, \dots, m$; $j = 1, 2, \dots, n$.

Normalizuotos matricos narių ir rodiklių reikšmingumų sandaugos pateiktos 3.6 lentelėje.

3.6 lentelė. Normalizuota matrica padauginta iš rodiklių reikšmingumų

Kriterijaus Nr.	Valstybė			Maksimali reikšmė fj+	Minimali reikšmė fj-
	Latvija	Lietuva	Estija		
SK-1	0,105041	0,085364	0	0,105041	0,085364
SK-2	0	0	0	-	-
SK-3	0,01904	0,018011	0,149231	0,149231	0,018011
SK-4	0,037807	0,024504	0,022824	0,037807	0,022824
SK-5	0,012751	0,001103	0,061304	0,061304	0,001103
SK-6	0,006352	0,07396	0,049307	0,07396	0,006352
SK-7	0,048139	0,060882	0,070793	0,070793	0,048139
SK-8	0,077551	0,116327	0,103143	0,116327	0,077551
SK-9	0,027817	0,027817	0,024726	0,027817	0,024726

Sudauginus normalizuotos matricos narius iš rodiklių reikšmingumų, skaičiuojamas jų atstumas iki idealiausio teigiamo ir idealiausio neigiamo variantų, pagal formules (Zavadskas et al. 2006):

$$S_j^+ = \sqrt{\sum_{i=1}^k (f_{ij} - f_j^+)^2}, \quad (3.6)$$

$$S_j^- = \sqrt{\sum_{i=1}^k (f_{ij} - f_j^-)^2}. \quad (3.7)$$

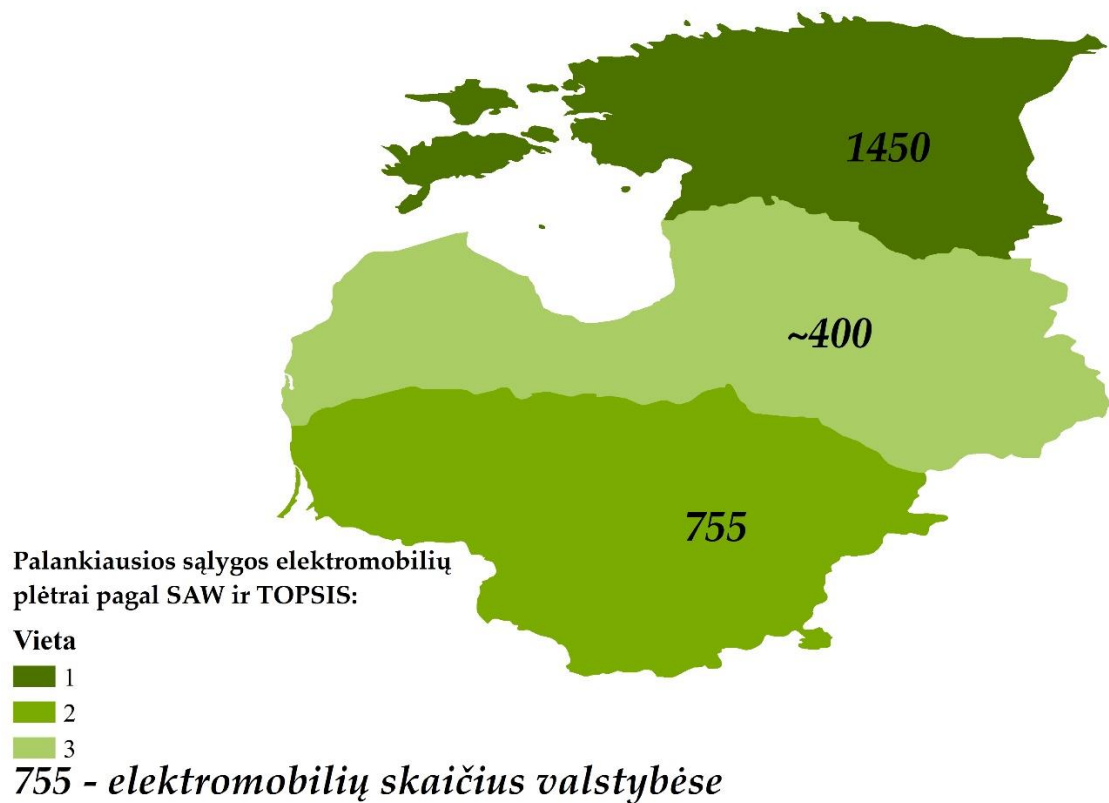
Su maksimalia reikšme f_j^+ skaičiuojamas kiekvieno lyginamo varianto atstumas iki idealiausio sprendimo, su minimalia reikšme f_j^- skaičiuojamas atstumas iki idealiausio neigiamo sprendimo. Geriausia alternatyva išrenkama pagal formulę (Zavadskas et al. 2006):

$$C_j = \frac{s_j^+}{s_j^+ + s_j^-}, \quad (3.8)$$

3.7 lentelė. TOPSIS metodu apskaičiuotos reikšmės ir užimama vieta

Valstybė	L_j^+	L_j^-	Reikšmė	Vieta
Latvija	0,55461	0,368498	0,399193	3
Lietuva	0,48405714	0,457243972	0,485757391	2
Estija	0,401109	0,531503	0,569908	1

Skaičiavimo rezultatai TOPSIS metodu, patvirtina SAW metodu gautus rezultatus (žr. 3.4 lentelė), palankiausios sąlygos elektromobilių plėtrai – Estijoje, prasčiausios – Latvijoje.



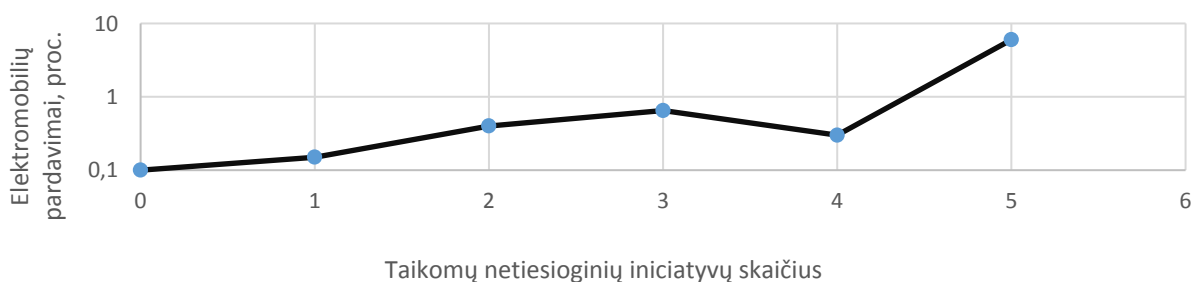
3.1 pav. Lietuvos, Latvijos ir Estijos palyginimas (Sudaryta autoriaus)

3.4 Praktinio uždavinio skaičiavimas remiantis sukurtuoju modeliu.

Estijoje aktyvus skatinimas pirkti elektromobilius vyko 2011-2014 metais. Pasinaudodama vienu iš labiausiai prieštaringų klimato kaitos susitarimų įrankių, Estija pardavė oro taršos leidimų perteklių Ispanijai. Šie pinigai buvo skirti įvairioms skatinamosioms programoms finansuoti. Skatinimo laikotarpiu vyriausybė subsidijavo beveik pusę elektromobilio kainos, maksimali subsidijuojama suma galėjo siekti iki 17 000 eurų, dėl to elektromobilis Nissan Leaf kainavo ne 40 000 eurų, o tik 23 000 eurų. Per 2011-2014 laikotarpį privatūs pirkėjai subsidijomis pasinaudoti nesuskubo. Per tris metus buvo nupirkta 660 elektromobilių, daugiausiai 2014 metais, iš jų 500 transporto priemonių nupirko įvairios valstybinės institucijos. Tuo pačiu metu, prie magistralinių kelių, kas 60 km, buvo įrengtas visą šalį dengiantis per 160 didelės galios įkrovimo prieigų tinklas, bei sukurta labai ekonomiška elektromobilių dalijimosi sistema. Šios sąlygos lėmė, kad Estija buvo viena iš Europos pirmūnių elektromobilių viešosios infrastruktūros plėtros srityje.

Ekspertų vertinimu pagrindiniai kriterijai, darantys didžiausią įtaką elektromobilių viešosios infrastruktūros plėtrai Lietuvoje yra finansinės skatinimo priemonės (subsidijos pirkimams ir išlaikymui, PVM lengvatos), atstumų, nuvažiuojamų elektromobiliu ir vidaus degimo varikliu už tą pačią kainą, santykis, elektromobilių viešųjų įkrovimo prieigų skaičius tenkantis 1000 gyventojų. Būtent šie kriterijai ir lėmė dabartinį Estijos pranašumą. Tačiau Estijos modelio analizė parodė, kad be subsidijų labai mažai žmonių yra linkę vidaus degimo variklį iškeisti į elektros variklį. Nuo to laiko, kai buvo nustota finansiškai skatinti elektromobilių įsigijimą, jų pirkimai pastebimai sumažėjo (žr. 3.3 pav.)

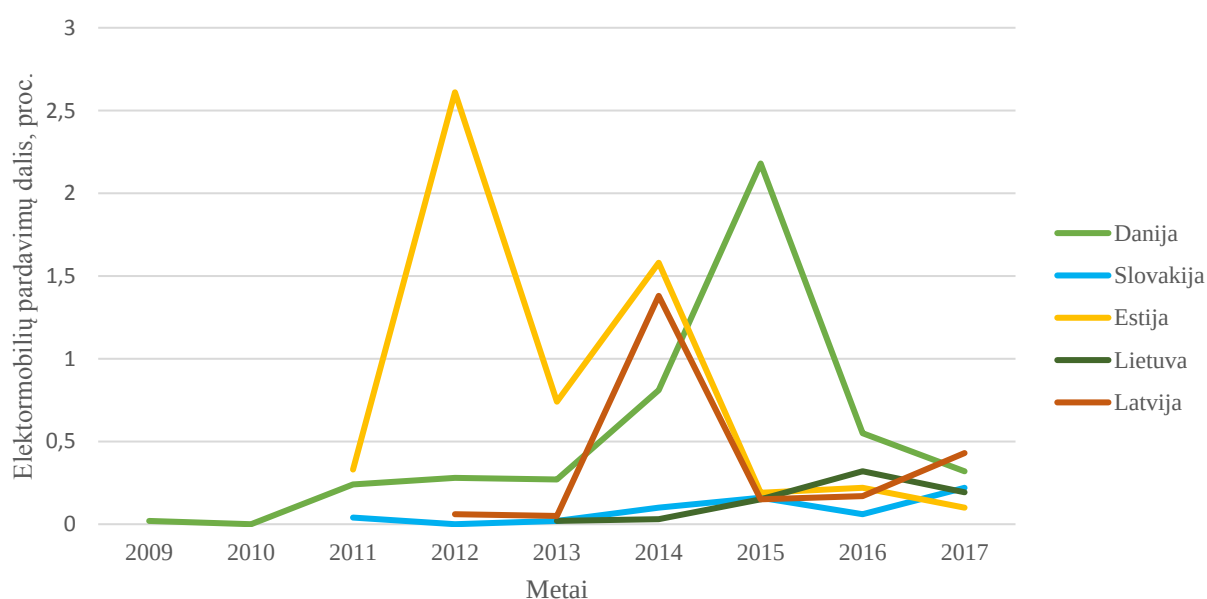
Estijos pavyzdys puikiai iliustruoja elektromobilių integracijos sunkumus. Viena iš pagrindinių elektromobilių plėtros kliūčių, tai stipri įprastų automobilių konkurencija. Kol kas elektromobiliai dar nėra lygiaverčiai įprastinių automobilių konkurentai, todėl konkurencingumui didinti, būtinas politinis palaikymas ir visuomenės palankumas. Tad sėkminga ir sparti elektromobilių integracija labai priklauso nuo įvairių skatinimo priemonių, kurios motyvuotų pirkti elektrines transporto priemones (žr. 3.2 pav.).



3.2 pav. Skatinimo priemonių įtaka elektromobilių pirkimams (Sudaryta autoriaus), (Plotz, 2017)

Kaip matyti 3.2 paveikslėlyje, nuperkamų elektromobilių dalis tiesiogiai priklauso nuo valstybėje taikomų skatinimo priemonių skaičiaus. Grafike galima pastebėti, kad pirkimų dalis sumažėja esant 4 – ioms skatinimo priemonėms, tai rodo, jog elektromobilių pirkimams neigiamą įtaką turi ir kitos aplinkybės, pvz.: visuomenės nusistatymas prieš elektromobilius, itin mažos degalų kainos (žr. 3.8 pav.) ar stipriai išplėtotą automobilių pramonę šalyje.

Estijos, Danijos, Slovakijos pavyzdžiai parodo skatinimo priemonių poveikį pirkimams (žr. 3.3 pav.). Estijoje elektromobilių pirkimai smuko nuo 1,58 proc. 2014 metais iki 0,19 proc. 2015 metais, kuomet dėl lėšų stygiaus buvo nutrauktas skatinimo programos finansavimas. Danijoje, pastebėjus labai padidėjusius elektromobilių pirkimus 2015 metais, skatinamosios priemonės, lengvatų dydžiai, buvo sumažintos, tai nulėmė sumažėjusius elektromobilių pirkimus 2016 metais.

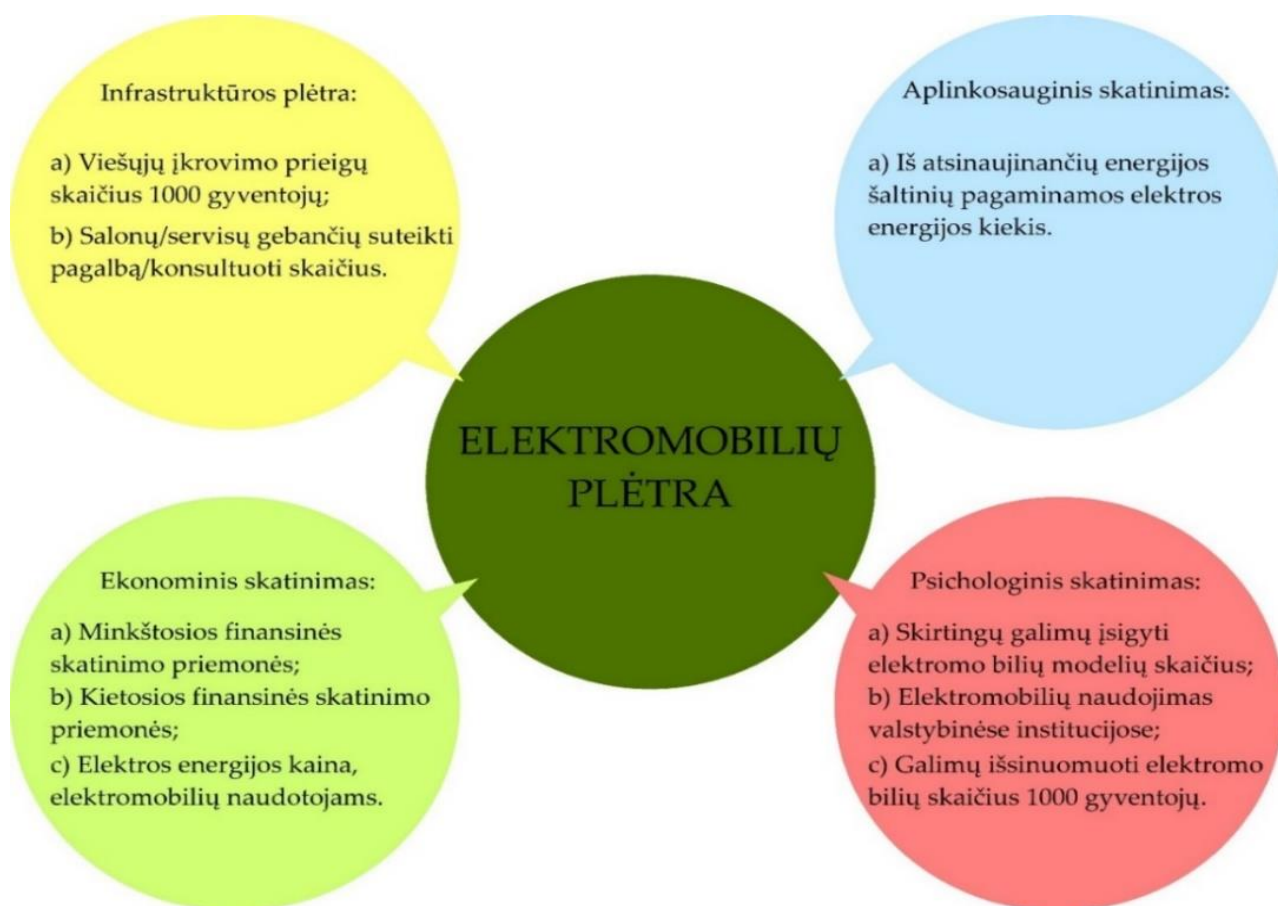


3.3 pav. Elektromobilių pirkimų kitimas panaikinus skatinamąsias priemones (Sudaryta autoriaus), pagal Plotz, 2017 metų duomenis

Slovakijoje elektromobilių pirkimai lėtai, bet stabiliai augo (3.3 pav.), tačiau paskelbus, elektromobilių savininkams bus taikomos mokesčių lengvatos nuo 2017 metų pradžios, pirkimų lygis 2016 metais smuko, tikintis geresnių sąlygų 2017 metais. Lietuvoje, taikomos tik vietinės elektromobilių skatinimo priemonės: leidimai važiuoti viešojo transporto juostomis, nemokamas parkavimas savivaldybių administruojamose automobilių stovėjimo aikštelėse. Visuomenės susidomėjimas elektromobiliais didėja iš lėto, bet stabiliai. Žinoma, daugiausiai Lietuvoje nuperkama naudotų elektromobilių.

Sukurtasis modelis (žr. 3.4 pav.) leidžia palyginti elektromobilių plėtros sąlygas kiekvienoje valstybėje. Modeliu, taip pat, galima atlikti prognozę, kuri leistų pasakyti, kokius rodiklius ir kaip juos pakeitus, sąlygos elektromobilių integracijai Lietuvoje būtų palankesnės nei Estijoje.

Atliekant elektromobilių pirkimų augimo prognozę, siekiama išvengti tiesioginio elektromobilių pirkimo skatinimo, t. y. subsidijų naudojimo. Pasigirsta vis daugiau nuogastavimų, jog jomis remiami tik ir taip finansiškai įsigyti naują elektromobilį pajėgus pirkėjai, o tuo tarpu nukenčia paprasti mokesčių mokėtojai. Taip pat, kaip buvo įsitikinta su Estijos bei Danijos pavyzdžiais, nustojus subsidijuoti elektromobilių įsigijimą – jų pirkimai labai smarkiai sumažėja. Todėl modeliu bus sprendžiamas praktinis uždavinys, kuriuo bus siekiama išsiaiškinti, kiek turi pasikeisti rodikliai, išskyrus kietąsias finansines skatinimo priemones, t. y. subsidijas, ir kiek turi pasikeisti, siekiant atstoti Estijos plėtros skatinimo lygį buvusį 2011-2014 metų laikotarpiu, tuomet kai buvo naudojamos subsidijos.



3.4 pav. Elektromobilių skatinimo priemonių modelis (Sudaryta autoriaus)

Praktinio uždavinio rezultatai.

Praktiniu uždaviniu, didinant skatinimo kriterijų rodiklių reikšmes, išsiaiškinta kokiomis prie kokių skatinimo kriterijų reikšmių, elektromobilių integracijos sąlygos Lietuvoje būtų palankesnės

nei Estijoje 2011-2014 metų laikotarpį, ir tuo pačiu išvengti subsidijų elektromobilių pirkimams skatinti.

Skaičiavimuose daugiausia dėmesio sutelkta į kriterijus turinčius didžiausias reikšmingumo reikšmes ir tuos kriterijus, kuriuos vyriausybė gali lengviau paveikti, tai yra tokie kriterijai kaip viešųjų elektromobilių įkrovimų prieigų skaičius tenkantis 1000 gyventojų (SK-3), valstybinėse institucijose naudojamų elektromobilių skaičius (SK-5), galimų išsinuomoti elektromobilių skaičius 1000 gyventojų (SK-6), elektros energijos pagaminamos iš atsinaujinančių energijos šaltinių kiekis (SK-4), elektros energijos kaina, nuo kurios priklauso elektromobilio ekonomiškumas (SK-8) ir automobilių salonų ir (ar) auto servisų gebančių prižiūrėti elektromobilius ir (ar) konsultuoti skaičius (SK-7).

Skirtingų galimų įsigyti elektromobilių modelių skaičius Lietuvoje (SK-9) nebuvo keičiamas, nes tai labiau priklauso nuo gamintojo.

3.8 lentelė. Praktinio uždavinio rezultatai

Valstybė	SAW	Vieta	TOPSIS	Vieta
Lietuva	0,71509	1	0,507803	1
Estija	0,65916	2	0,492197	2

Skatinimo kriterijų reikšmės, kurias reikia pasiekti pateiktos 3.9 lentelėje.

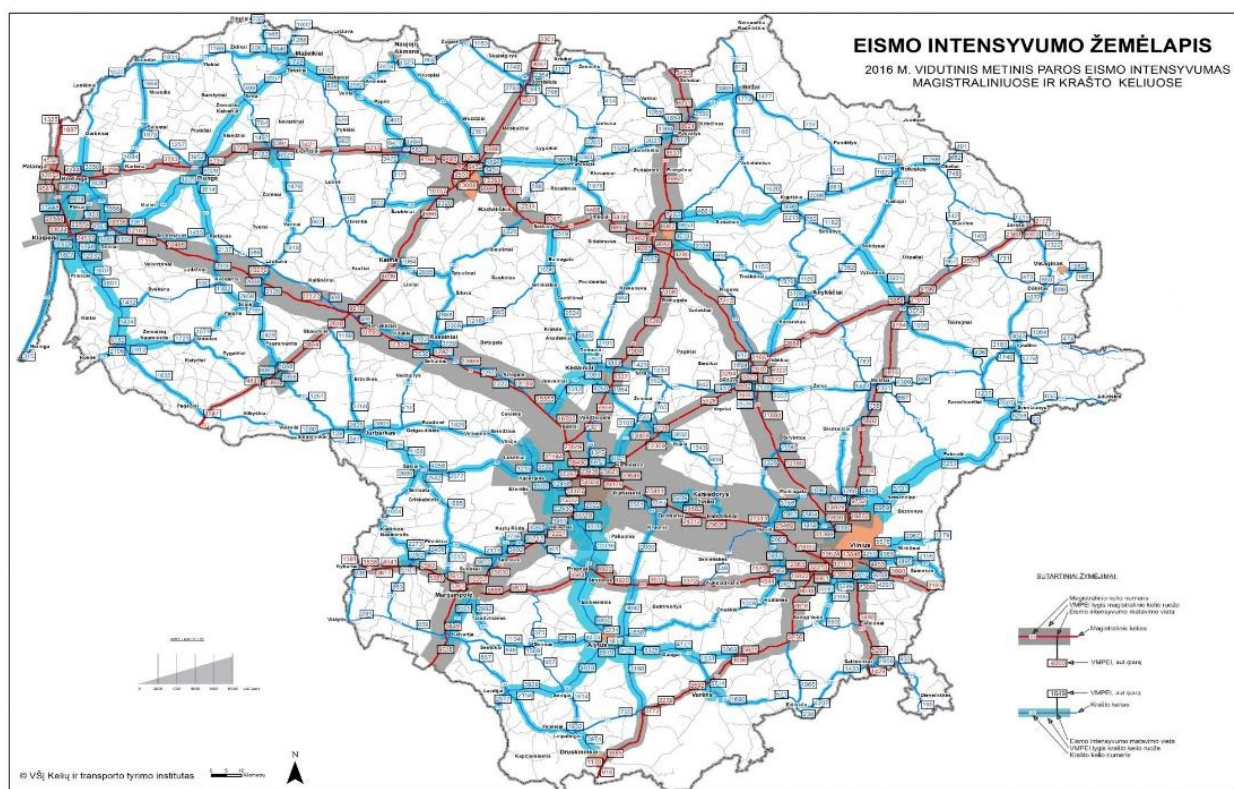
3.9 lentelė. Praktinio uždavinio įvesties duomenų matrica

Kriterijaus Nr.	Reikšmingumas	Matavimo vnt.	Valstybė	
			Lietuva	Estija
SK-1	0,135	Eur.	40	0,0
SK-2	0,186	Eur.	0,0	17 000
SK-3	0,152	Vnt./1000 gyv.	0,10	0,29
SK-4	0,051	Gwh	2,0	1,63
SK-5	0,063	EV's	500	500
SK-6	0,089	EV's/1000 gyv.	0,070	0,024
SK-7	0,105	Vnt.	70	50
SK-8	0,174	%	600	266
SK-9	0,046	Vnt.	9,0	8,0

Infrastruktūros plėtra. Kaip galima pastebėti uždavinio rezultatų, Lietuvoje geresnės elektromobilių plėtros sąlygos nei Estijoje būtų, jeigu papildomai būtų įrengta ne mažiau kaip **188**

įkrovimo prieigos prie jau esamų 102. Papildomos įkrovimo prieigos pirmiausia turėtų būti įrenginėjamos prie valstybinės reikšmės kelių (ne didesniu kaip 40-50 km atstumu), jungiančių visus didžiuosius Lietuvos miestus (Vilnius, Kaunas, Klaipėda, Šiauliai, Panevėžys) ir kurortus (Druskininkai, Birštonas, Palanga, Neringa) (žr. 3.6 pav.).

Viešųjų įkrovimo prieigų tinklo plėtra turėtų vykti atsižvelgiant į transporto eismo srautus (žr. pav. 3.5).

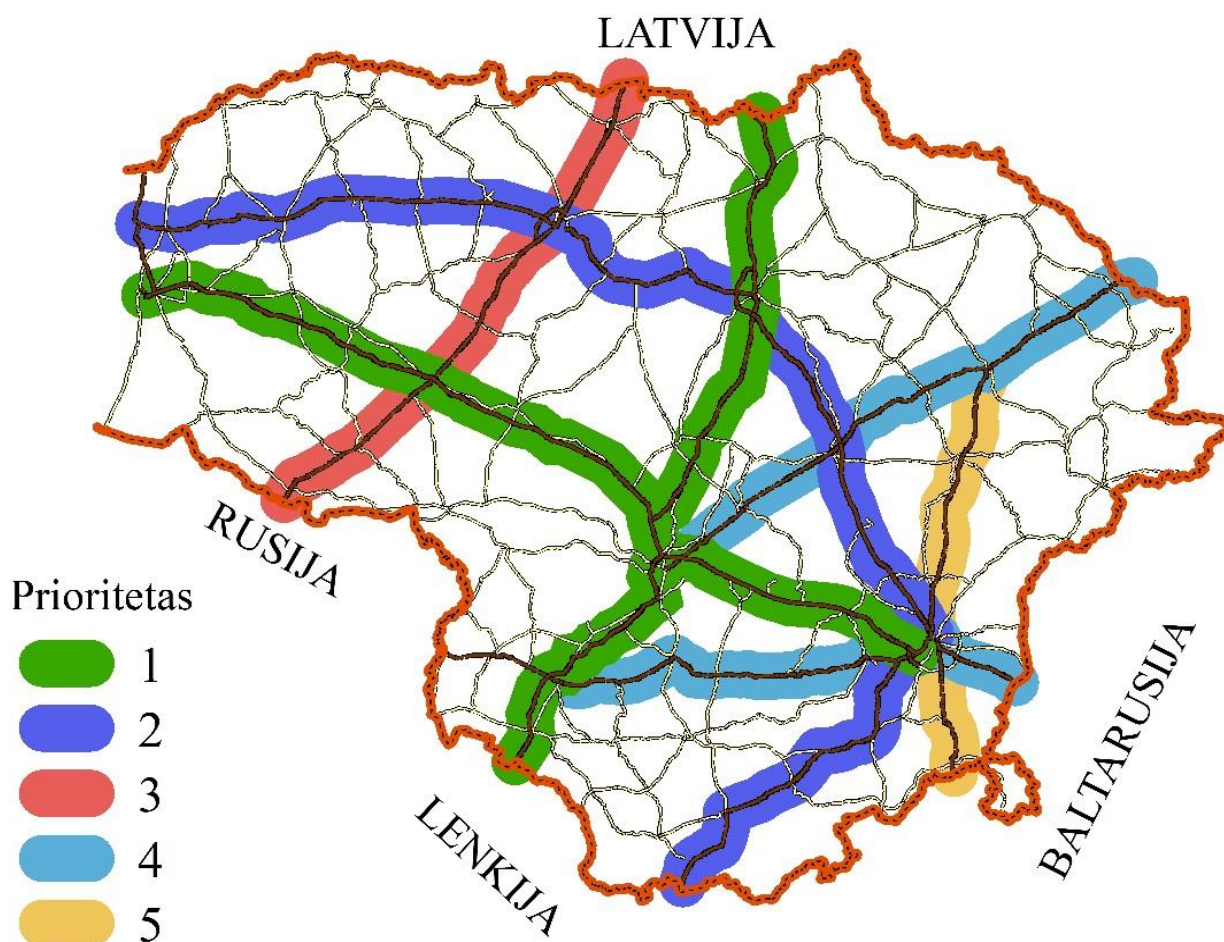


3.5 pav. Vidutinis metinis paros eismo intensyvumas (LAKD, 2016).

Elektromobilių viešųjų įkrovimo prieigų tinklas turėtų būti įrenginėjamas palaipsniui:

1 prioritetas: magistraliniai keliai A1, A5 ir A8 – siekiant sujungti tris didžiausius Lietuvos miestus, kuriuose elektromobilių plėtra vyksta sparčiausiai ir įrengiant „jungtį“ tarp Lenkijos ir Latvijos. Taip suteikiant galimybę elektromobilių naudotojams sėkmingai atlikti kelionę per Lietuvos teritoriją.

2 prioritetas: magistraliniai keliai A2, A4, A9, A11 – suteikiant galimybę elektromobilių naudotojams pasiekti Šiaulius ir Panevėžį, bei įrengiant antrąją jungtį su Lenkija.



3.6 pav. Įkrovimo prieigų prie magistralinių kelių prioritetinė schema (Sudaryta autoriaus)

3 prioritetas: magistralinis kelias A12 – taip įrengiama jungtis tarp Latvijos ir Rusijos.

4 prioritetas: magistraliniai keliai A3, A6 ir A16 – įrengiamos jungtys tarp Marijampolės ir Vilniaus, Kauno ir Utenos, įrengiamos jungtys su Latvija ir Baltarusija.

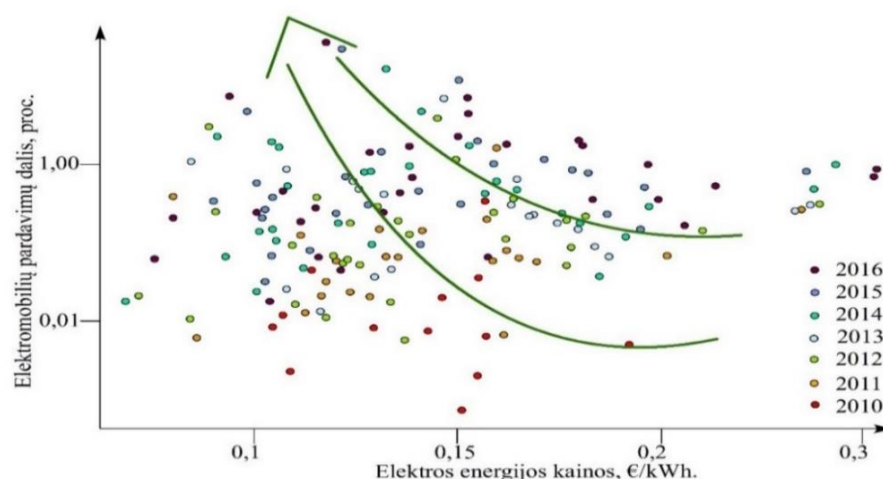
5 prioritetas: magistraliniai keliai A14 ir A15 – įrengiama jungtis tarp Vilniaus ir Utenos, taip pat įrengiama dar viena jungtis su Baltarusija.

Pakankamas, papildomų 27, elektromobilių priežiūros infrastruktūros objektų t. y. autoservisų, tinklas turėtų būti išplėtotas visoje Lietuvoje, pradedant nuo didžiausių miestų. Esami autoservisai turi būti skatinami perkvalifikuoti savo darbuotojus, kad būtų pasirengę aptarnauti elektromobilius. Servisai esantys periferijose gali būti nepajėgus įsigyti įrangą ir įrankius reikalingus elektromobilių priežiūrai, todėl atskiros skatinamosios priemonės turėtų būti taikomos tiems servisams, kurie yra atokiau nuo ir kurių apyvarsta yra mažesnė nei servisų esančių didžiuosiuose miestuose.

Įgyvendinus šiuos kriterijus, elektromobilių savininkams nebereikės baimintis negalėti pasiekti norimo kelionės tikslo ar neturėti kur susiremontuoti savo transporto priemonę.

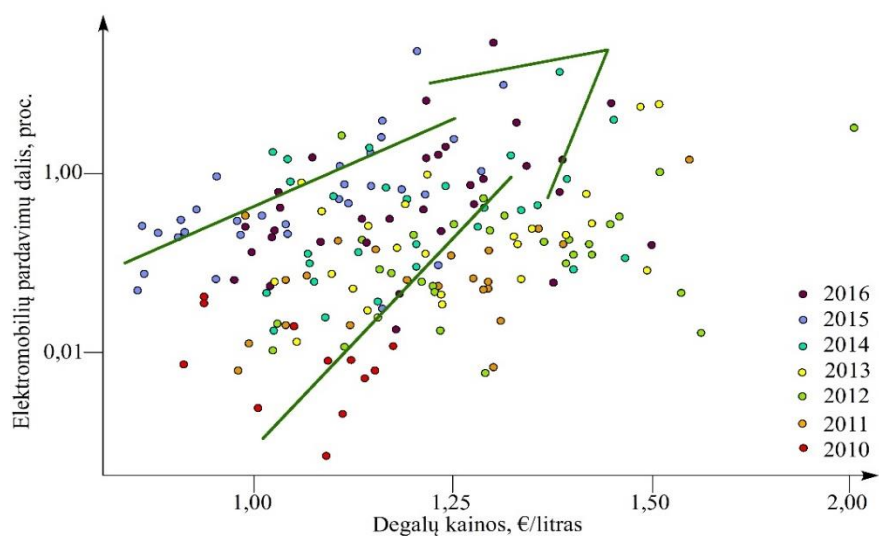
Ekonominis skatinimas. Elektros energijos kaina. Iš uždavinio rezultatų matyti, kad elektromobilių naudotojams, apie 50 proc. sumažinta elektros energijos kaina t. y. 0,052 €/kWh., sudarytų palankesnes sąlygas elektromobilių plėtrai nei Estijoje.

Stebint elektromobilių integracijos procesą, nuo 2010 iki 2016 metų, pastebėta, kad nuperkamų elektromobilių dalis koreliuoja su elektros energijos ir degalų kainomis (Plotz *et al.* 2017) (žr. 3.7 pav.).



3.7 pav. Elektros energijos kainų ir elektromobilių pirkimų santykis (Sudaryta autoriaus), (Plotz *et al.*, 2017)

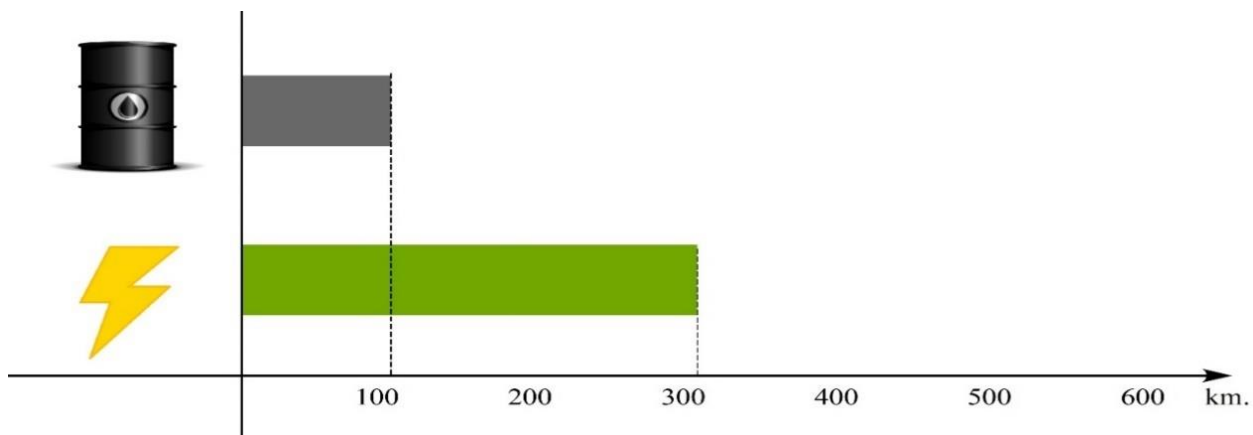
3.7 paveikslėlyje pastebimas atvirkštinis ryšys tarp elektros energijos kainos ir elektromobilių pirkimų. Esant mažesnėms elektros energijos kainoms, nuperkamų elektromobilių dalis valstybėse (Europos Sąjungoje) yra didesnė palyginti su valstybėmis, kuriose elektros energijos kaina yra didesnė.



3.8 pav. Degalų ir elektromobilių pirkimų santykis (Sudaryta autoriaus), (Plotz *et al.*, 2017)

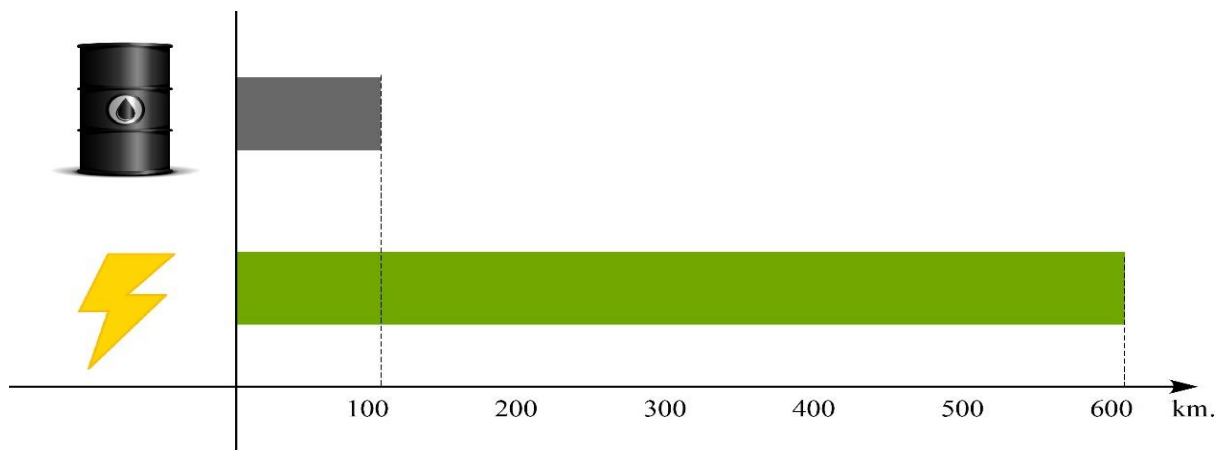
Degalų kainos tiesiogiai nulemia elektromobilių integraciją. 2010-2016 metais, daugiausia elektromobilių buvo perkama tose valstybėse, kuriose iškastinio kuro kainos buvo didesnės (žr. 3.8 pav.).

Elektros kainos elektromobilių naudotojams Lietuvoje sumažinimas reikštų elektromobilio ekonomiškumo, o tuo pačiu ir konkurencingumo prieš įprastinius automobilius didėjimą. Dėl dabartinės elektros energijos kainos 0,1116 Eur./kWh, elektromobilių ekonomiškumas Lietuvoje jau yra tris kartus didesnis už įprastinio automobilio (3.9 pav.).



3.9 pav. Už tą pačią kainą nuvažiuojami atstumai elektromobiliu ir dyzeliniu automobiliu, kai 1 €/l ir 0,1116 €/kWh.

Kaip skatinamoji priemonė, per pusę atpiginta elektros energijos kaina elektromobilių naudotojams leistų už tą pačią kainą nuvažiuoti 6 kartus didesnę atstumą nei už tą pačią kainą nuvažiuojamą atstumą dyzeliniu automobiliu.



3.10 pav. Už tą pačią kainą nuvažiuojami atstumai elektromobiliu ir dyzeliniu automobiliu, kai 1 €/l ir 0,052 €/kWh.

Sumažinus elektros kainas iki 0,052 €/kWh, arba suteikiant galimybę elektromobilių naudotojams įkrauti elektromobilius nemokamai, suteiktų vienas iš palankiausių sąlygų elektromobilių integracijai ir padidintų elektra varomų transporto priemonių konkurencingumą.

Aplinkosauginis skatinimas. Visuomenėje egzistuoja abejonės, sakoma, kad naudojant elektromobilių emisijų šaltinis tik perkeliamas iš miestų gatvių į atokesnes vietas už miesto ribų. Todėl Lietuvoje iš atsinaujinančių šaltinių pagaminamos elektros energijos kiekis turi siekti ne mažiau kaip 2,0 GWh, o su laiku nuolat didėti. Tokiu būdu, naudotojams neliks abejonų dėl elektromobilių ekologiskumo.

Psichologinis skatinimas. Rodant pavyzdį visuomenei, visos valstybinės institucijos turėtų naudoti ne mažiau kaip 500 elektra varomų transporto priemonių. Verslo subjektams, naudojančiams elektromobilius, gali būti taikomos mokesčių lengvatos.

Visuomenės baimėms panaikinti, elektromobilių dalijimosi platformose esančių elektrinių transporto priemonių skaičius turi būti padidintas ne mažiau kaip dvigubai (iki 200 transporto priemonių) ir apimti visus didžiuosius Lietuvos miestus.

Panašūs startuoliai kaip SPARK, turėtų būti skatinami atsirasti visuose didžiuosiuose miestuose. Platformos savo nuožiūra turėtų suteikti galimybę palikti elektromobilį kitame mieste, o ypač kurortuose.

Įgyvendinus šiuos kriterijus nyks visuomenės abejingumas elektromobiliams. Matant gatvėse važiuojant vis daugiau ir daugiau elektromobilių, kurie naudojami tiek valstybinių institucijų, pvz., savivaldybėse, ar verslo įmonėse savaime skatins elektromobilių populiarumą visuomenėje. Elektromobilių nuoma, leis žadantiems įsigyti elektromobilį vairuotojams susipažinti su važiavimo elektromobiliu ypatumais, jį pažinti.

3.5 Elektromobilių skaičiaus augimo prognozė

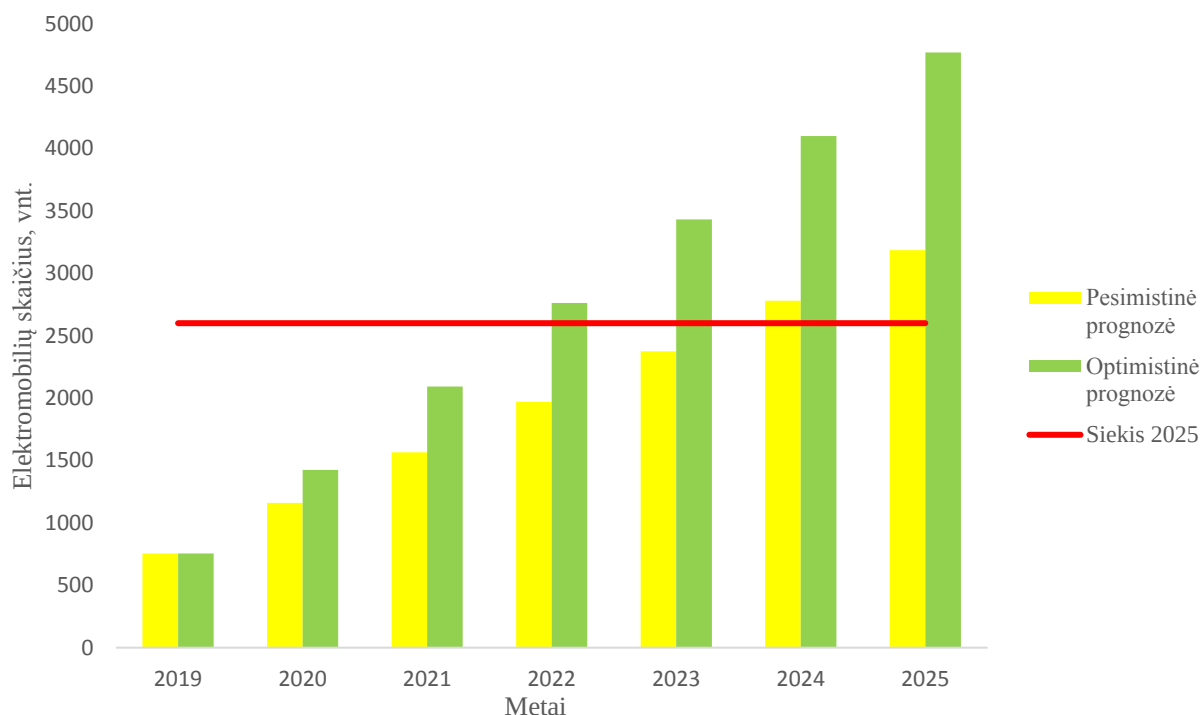
Viešosios elektromobilių įkrovimo infrastruktūros plėtros gairėse numatomas tikslas: kad iki 2020 m. visi įregistruoti elektromobiliai Lietuvoje sudarytų 5 proc. visų per metus parduodamų naujų automobilių, o 2025 m. – 10 proc.

3.10 lentelė. 2017 metais nupirkti automobiliai

Metai	Nauji	Naudoti
2017	25645	156677

2017 metais „Regitros“ duomenimis, naujų lengvųjų automobilių pirmą kartą Lietuvoje buvo įregistruota 25645 vnt. Jei panaši tendencija išliks ir toliau, 2025 metais vien elektromobilių šalyje turėtų būti apie 2600.

Remiantis praktinio uždavinio rezultatais, sukūrus palankesnes sąlygas elektromobilių viešosios infrastruktūros plėtrai nei Estijoje 2011-2014 metais. Galima tikėtis, jog kasmet būtų nuperkama nuo 1,58 iki 2,61 proc. naujų elektromobilių. Įgyvendinus praktinio uždavinio rezultatus, būtų galima tikėtis jog elektra varomų transporto priemonių parkas padidės nuo 405 (pesimistinė prognozė) iki 669 vienetų (pesimistinė prognozė).



3.11 pav. Elektromobilių skaičiaus augimo prognozės

Įgyvendinus praktinio uždavinio rezultatus dar iki 2020 metų, optimistinės prognozės atveju viešųjų elektromobilių infrastruktūros plėtros gairių tikslas bus pasiektas dar 2022 metais. Jei optimistinė prognozė nepasitvirtintų ir naujų nuperkamų elektromobilių skaičius augtų lėčiau, tik po 405 naujas transporto priemonės per metus, siekį Lietuvos gatvėse turėti 2600 elektra varomas transporto priemonės turėsime jau 2024 metais.

Atliekant prognozę svarbu atkreipti dėmesį, kad Lietuvos automobilių parke vyrauja naudoti automobiliai.

3.11 lentelė. Elektromobilių pirkimai (Regitros duomenimis)

Metai	Nauji	Naudoti
2016	6	7
2017	47	277
2018	50	96

Tokios pačios tendencijos pastebimos ir augančiame elektra varomų transporto priemonių parke (žr. lentelę 3:11). 2017 metais buvo įregistruota 6 kartus daugiau naudotų elektromobilių nei naujų. Daugiausiai naudotų automobilių į Lietuvą atvežama iš Vakarų Europos. 2018 metais, „Regitros“ duomenimis, pagrindinės naudotų automobilių kilmės šalys yra Vokietija (22743 vnt.), Prancūzija (9534 vnt.), Belgija (7166 vnt.), JAV (3304 vnt.), Nyderlandai (3138 vnt.), Italija (3046 vnt.). Šiose valstybėse elektromobilių integracija prasidėjusi anksčiau ir vyksta sparčiau nei Lietuvoje. Todėl ir naudotų elektromobilių atvežamų į Lietuvą kiekvienais metais vis daugės.

IŠVADOS IR SIŪLYMAI

1. Atliktos praktinės ir mokslinės literatūros analizės metu nustatyta, kad labiausiai elektromobilių viešosios infrastruktūros plėtrą lemiantys veiksniai yra infrastruktūros plėtra ir taikomos finansinės paramos priemonės. Tačiau nėra sukurto modelio kaip vykdyti elektromobilių viešosios infrastruktūros plėtrą valstybėse negalinčiose skirti lėšų ilgalaikėms subsidijoms mokėti.
2. Analizuojant ES valstybių, Norvegijos, Šveicarijos elektromobilių viešosios infrastruktūros plėtros gerąją praktiką, nustatyta, kad sėkmingiausiai elektromobiliai integruojasi tose valstybėse, kuriose skatinimo priemonės veikia kuo ilgesnį laiką.
3. Elektromobilių viešosios infrastruktūros plėtrai Lietuvoje skiriama nepakankamai dėmesio, numatytas tikslas iki 2025 metų turėti apie 2600 registruotų elektromobilių tikėtina nebus pasiektas.
4. Elektromobilių viešosios infrastruktūros plėtros skatinimo modeliui sukurti, buvo pasiūlyti 9 ekonominių, aplinkosauginių, psichologinių ir infrastruktūros plėtros skatinimo kriterijų. Kriterijų svoriams nustatyti buvo apklausta 11 ekspertų ir atliktas kriterijų rangavimas. Nustatyta, kad svarbiausi elektra varomų transporto priemonių plėtrą skatinančių kriterijai yra kietosios finansinės skatinimo priemonės, už tą pačią kainą elektromobiliu ir įprastu automobiliu nuvažiuojamų atstumų santykis (elektromobilio ekonomiškumas) ir elektromobilių viešųjų įkrovimo prieigų skaičius tenkantis 1000 gyventojų.
5. Pasiūlyto modelio teisingumas buvo patikrintas įvertinant dabartines elektromobilių viešosios infrastruktūros plėtros sąlygas Lietuvoje, Latvijoje ir Estijoje. Modelio rezultatai sutapo su esamu registruotų elektromobilių skaičiumi kiekvienoje valstybėje (Estija 1450, Lietuva 755, Latvija 350 vnt.).
6. Pasiūlytas modelis leidžia nustatyti priemones, pagal kurias galima padidinti elektromobilių spartesnį skaičiaus augimą Lietuvoje. Modelyje padidinus iki 290 viešų įkrovimo prieigų skaičių, namų ūkiams, įsigijusiems elektromobilį, atpiginus elektros energijos kainą iki 0,052 €/kWh, išplėtus autoservisų, kvalifikuotų dirbti su elektromobiliais tinklą iki 70 vnt., sukūrus elektromobilių dalijimosi platformą turinčią ne mažiau kaip 200 transporto priemonių parką, apimančią visus didžiuosius Lietuvos miestus ir kurortus, padidinus iš atsinaujinančių energijos šaltinių sukuriamos elektros energijos kiekį iki 2,0 GWh./metus, ir įpareigojus valstybines institucijas įsigyti ne mažiau kaip 500 elektra varomų transporto priemonių, elektromobilių viešosios infrastruktūros plėtros sąlygos Lietuvoje palankesnės nei Estijoje 2011-2014 metais.

7. Pasiūlytas prioritetinis elektromobilių infrastruktūros įkrovimo prieigų išsidėstymo modelis valstybinės reikšmės kelių tinkle, kas 50-60 km atstumu.

LITERATŪROS ŠALTINIAI

- Abernathy, W. J.; Utterback, J. M. 1978. Patterns of industrial innovation, *Technology review*, 80(7), 40-47.
- Advanced Vehicles. 2014. [interaktyvus]. [žiūrėta 2018 01 15]. Prieiga per internetą: <https://avt.inl.gov/>
- Autotyrimai [interaktyvus]. [žiūrėta 2018 05 01]. Prieiga per internetą: <http://www.autotyrimai.lt/barometras/>
- Bjerkkan, K. Y.; Nørbech, T. E.; Nordtømme, M. E. 2016. Incentives for promoting Battery Electric Vehicle (BEV) adoption in Norway. *Transportation Research Part D* 43: 169-180
- Boffey, D. 2018. World's first electrified road for charging vehicles opens in Sweden. [interaktyvus]. [žiūrėta 2018 04 18]. Prieiga per internetą: <https://www.theguardian.com/environment/2018/apr/12/worlds-first-electrified-road-for-charging-vehicles-opens-in-sweden>
- Boxwell M., 2015. The Electric Car Guide. [interaktyvus]. [žiūrėta 2018 04 14]. Prieiga per internetą: https://issuu.com/greenstream/docs/2015_electric_car_guide_-_issuu_for
- Braz M.; Moura F. 2016. Electric vehicle diffusion in the Portuguese automobile market. *International Journal of Sustainable Transportation*, 10:2, 49-64.
- Brown, A. 2016. Here's the story behind GM's revolutionary electric car from 90s that disappeared. [interaktyvus]. [žiūrėta 2018 04 14]. Prieiga per internetą: <http://www.businessinsider.com/gm-ev1-history-2016-3?r=US&IR=T%2F>
- Curtis D. Anderson, 2010. Electric and Hybrid Cars: A History. McFarland; 2 edition
- Deutscher Bundestag [interaktyvus]. [žiūrėta 2016 11 19]. Prieiga per internetą: <http://dip21.bundestag.de/dip21/btd/18/088/1808828.pdf>
- Dong, J.; Liu, C.; Lin, Z. 2014. Charging infrastructure planning for promoting battery electric vehicles: An activity-based approach using multiday travel data. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 38, 44-55.
- Edelstein, S. 2017. Electric Car Price Guide: every 2017 all-electric car, with specs (updated) [interaktyvus]. [žiūrėta 2018-04-14]. Prieiga per internetą:

- https://www.greencarreports.com/news/1080871_electric-car-price-guide-every-2015-2016-plug-in-car-with-specs-updated
- Egbue O.; Long S. 2012. Barriers to widespread adoption of electric vehicles: An analysis of consumer attitudes and perceptions. *Energy Policy* 48 (2012) 717-729.
- Electric Car Pros & Cons [interaktyvus]. [žiūrėta 2018 04 07]. Prieiga per internetą: <https://www.hpi.co.uk/content/electric-cars-the-electric-era/electric-car-pros-cons/>
- Electric Vehicle Grants [interaktyvus]. [žiūrėta 2016 12 06]. Prieiga per internetą: http://www.seai.ie/Grants/Electric_Vehicle_Grant_Scheme/EV_Grants
- Electric vehicles overview [interaktyvus]. [žiūrėta 2016 11 19]. Prieiga per internetą: http://www.acea.be/uploads/publications/Electric_vehicles_overview_2016.pdf
- EmoG – nichtamtliches Inhaltsverzeichnis [interaktyvus]. [žiūrėta 2016 11 26]. Prieiga per internetą: <https://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/emog/gesamt.pdf>
- Erjavec J. 2012. Hybrid, Electric and Fuel-Cell Vehicles. New York, USA: Cengage Learning
- European Alternative Fuels Observatory [interaktyvus]. [žiūrėta 2017 02 01]. Prieiga per internetą: <http://www.eafo.eu/>
- Europos komisija. Baltoji knyga. Bendrosios Europos transporto erdvės kūrimo planas. Konkurencingos efektyviu išteklių naudojimu grindžiamos transporto sistemos kūrimas. 2011, Briuselis. Prieiga per internetą: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LT/TXT/?uri=celex%3A52011DC0144>
- Europos komisija. Baltoji knyga. Prisitaikymas prie klimato kaitos. Europos veiksmų programos kūrimas. 2009, Briuselis. Prieiga per internetą: <https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/e6a7f768-00fe-4430-ab63-067ca0aca9f2/language-lt>
- Europos parlamentas ir Taryba direktyva. 2014/94/ES. 2014, Briuselis. [žiūrėta 2016 11 19] Prieiga per internetą: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/lt/TXT/?uri=CELEX%3A32014L0094>
- Europos parlamento ir tarybos direktyva 2009/28/EB. 2009, Briuselis. [žiūrėta 2016 11 19] Prieiga per internetą: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LT/TXT/?uri=CELEX%3A02009L0028-20130701>
- Fuller, J. 2009. What is the history of electric cars? [interaktyvus]. [žiūrėta 2018 04 21]. Prieiga per internetą: <https://auto.howstuffworks.com/fuel-efficiency/hybrid-technology/history-of-electric-cars1.htm>
- Gabbatiss, J. 2018. Sweden builds first ever electrified road for charging vehicles as they drive. [interaktyvus]. [žiūrėta 2018 04 18]. Prieiga per internetą:

- <https://www.independent.co.uk/environment/electrified-road-sweden-first-ever-charge-cars-trucks-vehicles-stockholm-a8302656.html>
- Hidruė, M. K.; Parsons, G. R.; Kempton, W.; Gardner, M. P. 2011. Willingness to pay for electric vehicles and their attributes, *Resource and Energy Economics* 33: 686-705.
- 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.
- Interim report. Overcoming Barriers to Electric-Vehicle Deployment
<https://www.nap.edu/read/18320/chapter/1>
- Katwala, A. 2018. A fluke breakthrough could be the missing link for an electric car age. [interaktyvus]. [žiūrėta 2018 04 07] prieiga per internetą: <http://www.wired.co.uk/article/superdielectrics-supercapacitor-electric-car-battery>
- Kieckhafer, K.; Wachter, K.; Spengler T. S. 2017. Analyzing manufacturers „impact on green products“ market diffusion – the case of electric vehicles, *Journal of Cleaner Production*, 162: 11-25.
- Kompleksinė elektromobilių transporto plėtros galimybių studija, 2012. Galutinės ataskaitos projektas. [interaktyvus]. [žiūrėta 2017 03 15]. Prieiga per internetą: [http://sumin.lrv.lt/uploads/sumin/documents/files/Veikla/Kita%20veikla/Kompleksine%20EM%20transporto%20pletros%20galimybiu%20studija%20min_\(1\).pdf](http://sumin.lrv.lt/uploads/sumin/documents/files/Veikla/Kita%20veikla/Kompleksine%20EM%20transporto%20pletros%20galimybiu%20studija%20min_(1).pdf)
- Laad-infrastructuur standaard EVINFRA-2011 [interaktyvus]. [žiūrėta 2016 11 12]. Prieiga per internetą: <http://docplayer.nl/15869364-Laad-infrastructuur-standaard-evinfra-2011.html>
- Langridge, M. 2018. Future batteries, coming soon: Charge in seconds, last months and power over the air. [interaktyvus]. [žiūrėta 2018 04 18]. Prieiga per internetą: <https://www.pocket-lint.com/gadgets/news/130380-future-batteries-coming-soon-charge-in-seconds-last-months-and-power-over-the-air>
- Legislação [interaktyvus]. [žiūrėta 2016 11 12]. Prieiga per internetą: <https://www.uve.pt/page/legislacao/>
- Legislación sobre el vehículo eléctrico [interaktyvus]. [žiūrėta 2016 11 12]. Prieiga per internetą: <http://www.lugenergy.com/legislacion/legislacion-sobre-el-vehiculo-electrico/>
- Lietuvos automobilių kelių direkcija [interaktyvus]. [žiūrėta 2018 05 08]. Prieiga per internetą: <https://lakd.lrv.lt/lt/veiklos-sritys/eismo-intensyvumas/vidutinis-metinis-paros-eismo-intensyvumas-2016-m>

- Macdonald, C. 2017. The revolutionary electric car battery that can be fully recharged in just FIVE minutes. [interaktyvus]. [žiūrėta 2018 04 17]. Prieiga per internetą: <http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-4508314/Electric-car-battery-fully-charged-FIVE-minutes.html>
- Mandell S. 2009. Policies towards a more efficient car fleet. *Energy Policy* 37 (2009) 5184-5191
- Manzetti, S. 2015. Electric vehicle battery technologies: From present state to future systems, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 51: 1004-1012
- Matulka R. 2014. History of the Electric Car. [interaktyvus]. [žiūrėta 2018 04 07] prieiga per internetą: <https://www.energy.gov/articles/history-electric-car>
- Meet the all-electric BMW... of 1972. [interaktyvus]. [žiūrėta 2018 04 20]. Prieiga per internetą: <https://www.topgear.com/car-news/first-look/meet-all-electric-bmw%E2%80%A6-1972>
- Neubauer, J.; Wood, E. 2014. The impact of range anxiety and home, workplace, and public charging infrastructure on simulated battery electric vehicle lifetime utility. *Journal of Power Sources*, 257, 12-20.
- Overcoming Barriers to Electric-Vehicle Deployment: interim report [interaktyvus]. [žiūrėta 2016 11 12]. Prieiga per internetą: <https://www.nap.edu/read/18320/chapter/1>
- Pasaoglu G.; Honselaar M.; Thiel C. 2012. Potential vehicle fleet CO2 reductions and cost implications for various vehicle technology deployment scenarios in Europe. *Energy Policy* 40 (2012) 404-421.
- Petschnig M.; Heidenreich S.; Spieth P. 2014. Innovative alternatives take action – Investigating determinants of alternative fuel vehicle adoption. *Transportation Research Part A* 61 (2014) 68–83.
- Pigou, A. C. 1920. *The Economics of Welfare*. London: Macniliam
- Plotz, P.; Gnann, T.; Sprei, F. 2017. What are the effects of incentives on plug-in electric vehicle sales in Europe? In eceee 2017 summer study proceedings conference paper [interaktyvus] 799-805 [žiūrėta 2018 05 05]. Prieiga per internetą: https://www.researchgate.net/publication/318209508_What_are_the_effects_of_incentives_on_plug-in_electric_vehicle_sales_in_Europe
- Podvezko, V. 2011. The Comparative Analysis of MCDA Methods SAW and COPRAS. *Inžinerinė Ekonomika*.

- Podvezko, V.; Podvezko, A. 2014. Kriterijų reikšmingumo nustatymo metodai. Lietuvos matematikos rinkinys. Lietuvos matematikų draugijos darbai B(55): 111-116. <http://www.mii.lt/LMR/B/2014/55B21.pdf>
- Riigi Teataja [interaktyvus]. [žiūrėta 2016 11 5]. Prieiga per internetą: <https://www.riigiteataja.ee/akt/109052014025>
- Salah, F.; Ilg, J. P.; Flath, C. M.; Basse, H.; van Dinther, C. 2015. Impact of electric vehicles on distribution substations: A Swiss case study. *Applied Energy*, 137, 88-96.
- Seixas J.; Simões S.; Dias L.; Kanudia A.; Fortes P.; Gargiulo M. 2015. Assessing the cost-effectiveness of electric vehicles in European countries using integrated modeling. *Energy Policy* 80 (2015) 165–176.
- Sierzchula, W.; Bakker, S.; Maat, K.; Wee, C. B. 2014. The influence of financial incentives and other socio-economic factors on electric vehicle adoption, *Energy Policy* 68: 183-194
- Sivilevičius, H. 2011. Application of Expert Evaluation Method to Determine The Importance of Operating Asphalt Mixing Plant Quality Criteria and Rank Correlation, in *The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering* 6(1):48-58.
- Strohl, D. 2010. Ford, Edison and the Cheap EV That Almost Was, [interaktyvus]. [žiūrėta 2018 04 14]. Prieiga per internetą: <https://www.wired.com/2010/06/henry-ford-thomas-edison-ev/>
- Sveriges Rikstag [interaktyvus]. [žiūrėta 2016 11 26]. Prieiga per internetą: http://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/forordning-20111590-om-supermiljobilspremie_sfs-2011-1590
- Thompson, C. 2015. The fascinating evolution of the electric car. [interaktyvus]. [žiūrėta 2018 04 14]. Prieiga per internetą: <http://www.businessinsider.com/electric-automobile-history-2015-12?r=US&IR=T%2F>
- Valeri E.; Danielis R. 2015. Simulating the market penetration of cars with alternative fuel powertrain technologies in Italy. *Transport Policy* 37 (2015) 44–56.
- Viešosios elektromobilių įkrovimo infrastruktūros plėtros gairės. 2015, Vilnius. [žiūrėta 2017 08 08]. Prieiga per internetą: <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/8a12de40f3b511e4927fda1d051299fb>
- Wesoff, E. 2016. How soon can Tesla Get Battery Cell Costs Below \$100 per Kilowatt-Hour? [interaktyvus]. [žiūrėta 2018-04-14]. Prieiga per internetą: <https://www.greentechmedia.com/articles/read/How-Soon-Can-Tesla-Get-Battery-Cell-Cost-Below-100-per-Kilowatt-Hour>

- Woods Electric Brougham [interaktyvus]. [žiūrėta 2018 04 20]. Prieiga per internetą:
<http://owlshead.org/collections/detail/1912-woods-electric-brougham>
- Wu G., Inderbitzin A., Bening C. 2015. Total cost of ownership of electric vehicles compared to conventional vehicles: Aprobabilistic analysis and projection across market segments. *Energy Policy* 80 (2015) 196–214.
- Zavadskas, E. K.; Zakarevičius, A.; Antuchevičienė, J. 2006. Evaluation of ranking accuracy in multicriteria decisions. *Informatica* 17(4): 601-618.

PRIEDAI

Europos Sąjungos valstybių fiskalinės Elektromobilių skatinimo iniciatyvos iki 2017 metų.

Austrija	Elektra varomos transporto priemonės neturi mokėti kuro sąnaudos ir mėnesinių transporto priemonių mokesčių. Nuo 2016 metų sausio, PVM atskaita taip pat taikoma automobiliams, neišmetantiems CO ₂ (pavyzdžiui, elektriniams ir vandeniliu varomiems automobiliams). Austrijos automobilių klubas OAMTC savo internetiniame tinklalapyje, skelbia vietos valdžios institucijų paskatinimus imtis darbo.
Belgija	Elektra varomos transporto priemonės moka žemiausius mokesčius, pagal metinį apyvartinį mokestį visuose trijuose regionuose. Sostinės-Briuselio regione, finansinės paskatos taikomos bendrovėms, kurios perka elektros, mišriu kuru ar vandeniliniu varomas transporto priemones. Flandrijos regione, elektra varomos ir elektra įkraunamos (išmetančios nedaugiau kaip 50g CO ₂ /km) transporto priemonės yra atleidžiamos nuo registracijos mokesčio. Be to, nuo 2016 metų sausio, buvo įvesta, elektra ir vandeniliu (ZERO EMISSION BONUS) varomiems automobiliams, paskata 4000 €. Galiausiai, Flandrijos vyriausybė suteikia ekologijos premiją įmonėms, kurios investuoja į ekologiškas ir/arba energiją taupančias technologijas. Atskaityti normą įmonių išlaidų, kurios susijusios su įmonės automobilių naudojimu, yra skirtos 120% CO ₂ neišmetančioms transporto priemonėms ir 100% transporto priemonėms, kurios išmeta nuo 1 iki 60g CO ₂ /km. Transporto priemonėms, kurios išmeta daugiau kaip 60g CO ₂ /km, atskaita palaipsniui mažėja nuo 90% iki 50%.
Bulgarija	Elektra varomos transporto priemonės nemoka metinio apyvartinio mokesčio.
Kroatija	-
Kipras	Transporto priemonės išmetančios mažiau nei 120g CO ₂ /km yra atleistos nuo registracijos mokesčio.
Čekija	Elektra, mišriuoju kuru ar kitu alternatyviu kuru varomos transporto priemonės yra atleistos nuo kelių mokesčio (šis mokestis galioja automobiliams, kurie yra naudojami tik verslo reikalam).
Danija	Electric cars and vans are exempt from registration tax. Hydrogen and Nuo 2016 metų, akumuliatorinės transporto priemonės yra įtrauktos į tokią pat mokesčių sistemą kaip benzinu ar dyzeliu varomi automobiliai. Tai lemia registracijos mokesčio laipsninį padidėjimą, 20% viso pilno mokesčio 2016 metais, 40% – 2017 metais, 65% – 2018 metais, 90% – 2019 metais ir 100% – 2020 metais. Vandeniliu ar kuro elementais varomos transporto priemonės nemokės registracijos mokesčio iki 2018 metų pabaigos.
Estija	-
Suomija	Gryna elektra varomos transporto priemonės visada moka minimalią mokesčio normą, atsižvelgiant į CO ₂ registracijos mokestį.
Prancūzija	Atskiri regionai gali atleisti nuo registracijos mokesčio (arba viso arba 50% nuo jo) alternatyvaus kuro transporto priemonėms (pavyzdžiui elektromobiliams, mišriesiems automobiliams, SGD, SND ir E85).

	Pagal bonus-malus sistemą, naują elektra varomą transporto priemonę, yra skiriama pirkimo premoka (nuo 2017 metų sausio 1 dienos, mišrieji automobiliai, atsižvelgiant į elektros energijos saugojimo sistemą ir vidaus degimo variklį, nebegauna premijų): Transporto priemonėms (automobiliams ar LCV), kurie išmeta nuo 21 iki 60g CO₂/km, skiriama premija, kuri gali siekti iki €1,000. Transporto priemonėms (automobiliams ar LCV), išmetantiems 20g CO₂/km ar mažiau, skiriama premija, kuri gali siekti iki €6,300. Paskatos sistema suteikia €10,000 premiją elektra varomoms transporto priemonių pirkėjams, kai šie atsisako senų dyzelinu varomų transportų priemonių. 2017 metais, schema buvo išplėsta ir lengvosios komercinės transporto priemonės. Elektra varomoms transporto priemonėms yra atleistos nuo automobilių kompanijos mokesčio, o mišrieji automobiliai, kurie išmeta mažiau nei 110 CO₂/km yra nuo šio mokesčio atleisti pirmus dvejus metus po registracijos.
Vokietija	Elektra varomos transporto priemonės nemoka kasmetinio apyvartinio mokesčio dešimčiai metų, skaičiuojant nuo pirmos registracijos datos. Nuo 2016 metų liepos, vyriausybė suteikia €4,000 ekologijos premiją elektra ir kuro elementais varomoms transporto priemonėms ir €3,000 premiją įkraunamiems bei kitokiems elektra varomiems automobiliams.
Graikija	Elektriniai ar mišrieji automobiliai nemoka registracijos mokesčio ir prabangos mokesčio. Elektriniai ir mišrieji automobiliai (kurių variklių darbinis tūris siekia 1,549cc) yra taip pat atleisti nuo apyvartinio mokesčio.
Vengrija	Elektrinės transporto priemonės yra atleistos nuo registracijos mokesčio, metinio apyvartos mokesčio ir automobilių kompanijos mokesčio.
Airija	Iki 2021 metų gruodžio, elektrinės transporto priemonės naudojasi iš TPRM (transporto priemonių registravimo mokesčio) gauta parama, kuri siekia iki 5000 €. Elektra įkraunamiems automobiliams, maksimali parama yra €2,500 (iki 2018 metų gruodžio). Tradiciniam mišriesiems ir kitiems lankstiems degalų automobiliams, maksimali parama yra €1,500 (iki 2018 metų gruodžio). Be to, elektrinės ir elektra įkraunamos transporto priemonės gauna iki 5000 € pirkimo dotacijai (iki 2021 metų gruodžio EST ir 2018 už PHEVs). Elektra varomos transporto priemonės minimaliai moka už kelių mokestį (€120).
Italija	Elektra varomos transporto priemonės nemoka kasmetinio apyvartinio mokesčio (nuosavybės mokestis) penkeriems metams, skaičiuojant nuo pirmos registracijos datos. Po šių penkerių metų, jie naudojasi iš 75% sumažintos mokesčių normos, taikomos lygiaverčioms benzinu varomoms transporto priemonėms.
Latvija	Elektra varomos transporto priemonės moka žemiausią mokesčių sumą automobilių kompanijų mokesčiams (€10).
Lietuva	-
Liuksemburgas	Elektra ir vandeniliu varomos transporto priemonės naudojasi registracijos mokesčių lengvata nuo €5,000. Elektrinės transporto

	priemonės taip pat moka minimalų tarifą metiniuose apyvartos mokesčiuose.
Malta	-
Olandija	Elektra varomos transporto priemonės nemoka BOM registracijos mokesčio. Nuo 2017 metų sausio 1 dienos specialus tarifas bus taikomas visiems naujai parduotiems elektra įkraunamiems automobiliams. Lengvieji automobiliai, kurie neišmeta CO ₂ yra atleisti nuo motorinių transporto priemonių mokesčio iki 2020. Diskontuotų pajamų mokestis (4%) yra apmokestinamas ekonomiškiausių automobilių (t. y. neišmetama CO ₂)
Lenkija	-
Portugalija	Gryna elektra varomi automobiliai yra atleisti nuo registracijos mokesčio (Imposto Sobre Vehículos or ISV). Elektra įkraunami automobiliai su visos elektros režimu iki 25 km moka tik 25% registracijos mokesčio.
Rumunija	Elektra varomos transporto priemonės nemoka kasmetinio apyvartos mokesčio (nuosavybės mokesčio).
Slovakija	Gryna elektra varomos transporto priemonės moka žemiausią registracijos mokesčio normą (€33) ir yra atleisti nuo kasmetinio apyvartos mokesčio. Mišraus kuro transporto priemonės, varomos suslėgtomis gamtinėmis dujomis (SGD), ir transporto priemonės, naudojamos mažiausiai 60 kartų mišriame režime per mokestinį laikotarpį, naudojasi 50% mažesniu metiniu apyvartos mokesčiu.
Slovėnija	Finansinės paskatos, nuo € 3.000 iki € 7,500, priklausomai nuo transporto priemonės kategorijos, yra skiriama: Naujoms elektrinėms transporto priemonėms neišmetančioms CO ₂ arba varomoms vidaus degimo variklio (ICEV); Naujoms elektra įkraunamoms transporto priemonėms, kurių CO ₂ išmetimas yra žemesnis nei 50g CO ₂ /km.
Ispanija	Pagrindinių miestų tarybos (pavyzdžiui Madrido, Barselonos, Zaragosos, Valensijos ir t.t) mažina kasmetinį apyvartos mokestį (nuosavybės mokestį) elektrinėms ir degalus vartojančioms transporto priemonėms, 75 procentais. Mažinimas skiriamas automobilių įmonių apmokestinimui už elektros ir elektra įkraunamiems automobiliams (30%), mišriesiems, SND ir SGD transporto priemonėms (20%).
Švedija	Premija yra skiriama naujai nupirktoms elektriniams ar mišriems automobiliams: - SEK20,000 automobiliams, kurių CO ₂ išmetimas yra tarp 1 ir 50g/km (elektra įkraunamos transporto priemonės). - SEK40,000 automobiliams, kurie neišskiria CO ₂ (elektra varomi automobiliai). Penkerių metų atleidimas nuo metinių apyvartos mokesčių skiriamas ekologiškiems automobiliams (elektra varomiems automobiliams, elektra įkraunamiems automobiliams, kurių elektros energijos suvartojimas per 100 km neviršija 37kWh). 40% nuolaida taikoma elektra varomiems ir elektra įkraunamiems automobiliams nuo automobilių kompanijos mokesčio.

Jungtinė karalystė	Elektra varomos transporto priemonės (kurios išmeta CO₂ net iki 100g/hm) yra atleistos nuo kasmetinio apyvartos mokesčio, kol jų alternatyva – kuro automobiliai gauna £10 nuolaida nuo mokamų normų. Gryna elektra varomi automobiliai yra atleisti nuo automobilių kompanijos mokesčio, kol visi automobiliai, išmetantys mažiau nei 50g/km CO₂, moka 5% mokesčio 2015/2016 metais. Dėl daugiau detalių šioms pasikeitimams.
--------------------	--

Valstybė	Pavadinimas	Reikšmė
ES	EU direktyva (2014/94/EU)	- Reglamentuoja alternatyviu kuru varomų automobilių infrastruktūros konstrukcijas; - Standartizuoja elektromobilių įkrovimo stočių jungtis skatinant sistemos vientisumą.
Portugalija	Įsakymas Nr. 8809/2015	- Patvirtina elektrinio mobilumo skatinimo veiksmų planą; - Nusako elektromobilių įkrovimo stočių vietos parinkimo metodiką; - Įteisina elektromobilių naudojimą viešosiose įstaigose.
	Nutarimas Nr. 240/2015	- Nustato mokesčių sumą, mokamą už elektros prekybos licencijas įkrovimo stotyse; - Nustato fiksuotą patikrinimo mokestį mokamą atliekant periodinius elektromobilių patikrinimus.
	Nutarimas Nr. 241 / 2015	Nustato techninius reikalavimus skirtus elektromobilių infrastruktūros tinklo įkrovimo stotims.
	Nutarimas Nr. 221/2016	Reguliuoja elektromobilių mobilumo prieigas, vadybą. Sukuria būtinas teisinės sąlygas pilotiniams projektams, kurių tikslas rasti sprendinius skatinančius elektromobilių naudojimą valstybiniu mastu.
	Nutarimas Nr. 220/2016	Nustato minimalius įgaliojimus ir techninius standartus, kuriuos turi atitikti elektromobilių įkrovimo infrastruktūra pastatuose ir miesto viešosiose erdvėse.
	Nutarimas Nr. 222/2016	Nustato sąlygas taikomas elektromobilių įkrovimo stočių įrengimui
	Ediktas Nr. 25/2016 Bendrieji parkavimo nuostatai ribotos trukmės stovėjimo zonose	Elektromobilių savininkų atleidimas nuo stovėjimo aikštelės mokesčių Oeiras apskrityje

Ispanija	Įstatymas 19/2009	• Palengvina įkrovimo stočių įrengimą bendruomeniniuose garažuose, nebereikia balsavimo.
	Karališkasis dekretas 647/2011	• Įvedamas Supervalle kursas sumažinantis elektros kainas – nuo 13:00 iki 19:00 elektromobilių įkrovimo kainos konkurencingesnės.
	Karališkasis dekretas 648/2011	• Reguliuoja paramą elektromobilių pirkimui.
	Karališkasis dekretas 1053/2014	• Patvirtina techninius reikalavimus specialiosios paskirties infrastruktūrai (įkrovimo stotims).
Estija	2011 m. liepos 12 d. Žaliųjų investicijų schema „Pagalba elektromobiliams“	• Subsidijuoja elektromobilio įsigijimo kainą, įskaitant elektromobilio baterijos penkerių metų nuomos mokestį. • Įkrovimo stotelės įsigijimo ir įrengimo darbų kaina. • PVM lengvatos
Prancūzija	Įstatymas Nr. 2014-877	• Nuo šiol įkrovimo stočių valdytojai gali būti ir privačios įmonės; • Atleidžia įkrovimo stočių valdytojus nuo mokesčių.
	Elektromobilių įkrovimo infrastruktūros standartas. 2011	• Nusako techninius elektromobilių ir hibridinių automobilių įkrovimo infrastruktūros reikalavimus.
	2015 kovo 30 d. Dekretas Nr. 2015-361	• Subsidijuoja (iki 10 000 €) elektromobilio pirkimo kainą.
Olandija	„Green deal“ Įkrovimo infrastruktūra	• Numato subsidijas elektromobilių įkrovimo infrastruktūrai.
	Automobilių ir motociklų mokesčių įstatymas	• Nuo 2015 nulinės emisijos transporto priemonės atleidžiamos nuo registracijos mokesčio.
	Įkrovimo infrastruktūros reglamentas 2011-02-09	• Standartizuotas reglamentas elektromobilių įkrovimo infrastruktūrai įrengti.
Vokietija	2015 birželio 5 d. Elektro-mobilumo aktas (EmoG)	• Įtvirtina privilegijas elektromobiliams; • Įgalina savivaldybes savarankiškai spręsti kur suteikti privilegijas

		elektromobiliams: stovėjimo aikštes, eismo juostas.
	2015 rugsėjo 4 d. Elektromobilių naudojimo skatinimo įstatymas	• Privatiems vartotojams suteikiamos elektromobilių įkrovimo lengvatos; • Mokesčių lengvatos įmonėms naudojančioms elektromobilius
	2016 birželio 20 d. Elektromobilumo skatinimo įstatymas (Federalinės Vyriausybės įstatymas)	• Numato paramą elektromobilių ir hibridinių automobilių pirkimui; • Numato investicijas viešosioms elektromobilių įkrovimo infrastruktūrai; • Atleidžia elektromobilius nuo mokesčių.
Švedija	2015/16: 186 Alternatyviu kuru varomų automobilių infrastruktūros bendrieji standartai	• Numato vienodus techninius reikalavimus alternatyviu kuru varomų transporto priemonių infrastruktūrai.
	2011: 1590 Reglamentas dėl super (žalių) automobilių priemonių	• Nustatoma skirti premija asmenims įsigijusiems elektromobilį ar hibridinį automobilį.
Jungtinė Karalystė	2013 rugsėjo 27 d. Dotacijų schema elektromobilių įkrovimo infrastruktūrai	• Vyriausybė teikia dotacijas elektromobilių infrastruktūros plėtrai; • Pateikiami reikalavimai ir instrukcijos dotacijai gauti.
	Plug-in automobilių dotacijų schema	• Nustato dotacijų dydžius priklausomai nuo CO₂ emisijų.
	69/462/NP – Elektromobilių įkrovimo infrastruktūros vadybos protokolas	• Reglamentuoja elektra varomų transporto priemonių įkrovimo infrastruktūros valdymą; • Numato technines specifikacijas ir reikalavimus.
Airija	2012 spalio 4 d. Elektrinių automobilių subsidijavimo schema	• Subsidijos Airijoje pirktiems ir registruotiems elektromobiliams ir hibridams; • Transporto priemonės registracijos mokesčio lengvata.

prašau, kad Jūs, naudodamas asmeninę kompetenciją, patirtį, kvalifikaciją ir nuojautą, atidžiai perskaitęs šioje anketoje pateiktų veiksmų aprašą, nustatytumėte šių veiksmų reikšmės balais.

Šio tyrimo tikslas – išsiaiškinti didžiausią veiksmus labiausiai skatinančius vartotojus pradėti naudotis elektromobiliais.

Reikšmės nustatomos balais tokiu principu. Balai nustatomi pagal kiekvieną kriterijų 10-balų skalėje. Jei vertiname, kad veiksnys turi didžiausią įtaką skatinant naudojimąsi elektromobiliais tai jam skiriamas 1 rangas, mažiausią įtaką turinčiam veiksmui suteikiamas 9 rangas.

Elektromobilių plėtrą skatinančių veiksmų reikšmės (rangai). Svarbiausiam kriterijui suteikiamas 1 rangas, antram pagal svarbą – 2 rangas ir t.t.

Veiksnių žymuo	Veiksnių pavadinimai	Matavimo vienetas	Rangas
1 kriterijus.	Minkštosios finansinės skatinimo priemonės (nemokami tr. priemonės registravimai, nemokamas parkavimas, leidimas važiuoti VT juostomis).	Eur.	
2 kriterijus.	Kietosios finansinės skatinimo priemonės (subsидijos pirkimams iš išlaikymui, PVM lengvatos).	Eur.	
3 kriterijus.	Elektromobilių viešųjų įkrovimo prieigų skaičius tenkantis 1000 gyventojų.	Vnt.	
4 kriterijus.	Iš atsinaujinančių energijos šaltinių pagaminamas elektros kiekis Lietuvoje.	Gwh	
5 kriterijus.	Elektromobilių naudojimas valstybinėse institucijose.	EV's/1000 gyv.	
6 kriterijus.	Elektromobilių nuomos punktai/elektromobilių dalijimosi platformos.	EV's/1000 gyv.	
7 kriterijus.	Automobilių salonų/auto servisų gebančių prižiūrėti elektromobilius/konsultuoti skaičius.	Vnt./mieste	
8 kriterijus.	Atstumų, nuvažiuojamų elektromobiliu ir vidaus degimo varikliu už tą pačią kainą, santykis.	%	
9 kriterijus.	Skirtingų galimų įsigyti elektromobilių markių skaičius.	Vnt.	

Pastaba. Pasikartojančių rangų kriterijų anketoje negali būti.

