



VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

APLINKOS INŽINERIJOS FAKULTETAS

MIESTŲ STATYBOS KATEDRA

Gintarė Zorskaitė

**ELEKTROMOBILIŲ PAKROVIMO SISTEMOS GALIMYBIŲ
ANALIZĖ LIETUVOJE**

**ANALYSIS OF POSSIBILITIES OF ELECTRIC VEHICLES
CHARGING SYSTEM IN LITHUANIA**

Baigiamasis magistro darbas

Civilinė inžinerija, valstybinis kodas 621H20002

Miesto transporto sistemos

Statybos inžinerija

Vilnius, 2012

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

APLINKOS INŽINERIJOS FAKULTETAS

MIESTŲ STATYBOS KATEDRA

TVIRTINU

Katedros vedėjas

(Parašas)

(Vardas, pavardė)

(Data)

Gintarė Zorskaitė

**ELEKTROMOBILIŲ PAKROVIMO SISTEMOS GALIMYBIŲ
ANALIZĖ LIETUVOJE**

**ANALYSIS OF POSSIBILITIES OF ELECTRIC VEHICLES
CHARGING SYSTEM IN LITHUANIA**

Baigiamasis magistro darbas

Civilinė inžinerija, valstybinis kodas 621H20002

Miesto transporto sistemos

Statybos inžinerija

Vadovas prof. dr. M. Burinskienė

(Moksl. laipsnis, vardas, pavardė)

(Parašas)

(Data)

Konsultantas

(Moksl. laipsnis, vardas, pavardė)

(Parašas)

(Data)

Lietuvių kalbos konsultantas Regina Žukienė

(Moksl. laipsnis, vardas, pavardė)

(Parašas)

(Data)

Vilnius, 2012

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
APLINKOS INŽINERIJOS FAKULTETAS
MIESTŲ STATYBOS KATEDRA

Statybos inžinerijos studijų kryptis

Civilinės inžinerijos studijų programa, valstybinis kodas 62402T105

Miesto transporto sistemų specializacija

TVIRTINU
Katedros vedėjas

(Parašas)

prof. dr. Marija Burinskienė
(Vardas, pavardė)

2012 06 01
(Data)

BAIGIAMOJO MAGISTRO DARBO

UŽDUOTIS

2012 10 15 Nr. MV-1

Vilnius

Studentui (ei)Gintarei Zorskaitė.....
(Vardas, pavardė)

Baigiamojo darbo tema: Elektromobilių pakrovimo sistemos galimybių analizė Lietuvoje

patvirtinta 2010 m. lapkričio 3 d. dekanų potvarkiu Nr. 393ap

Baigiamojo darbo užbaigimo terminas 2012m. gegužės 23d.

BAIGIAMOJO DARBO UŽDUOTIS:

Atlikti užsienio mokslinės ir praktinės literatūros analizę, siekiant nustatyti elektromobilių paplitimo galimybes Lietuvoje ir atskiruose jos miestuose. Įkrovos stotelių tipai, jų taikymo ypatumai ir sritys. Nustatyti elektromobilių privalumus ir trūkumus, tipus, pasinaudojant užsienio šalių patirtimi. Pasiūlyti metodą ar metodus, kuriais remiantis pasiūlyti elektromobilių įkrovimo stotelių išdėstymą: Vilniaus miesto teritorijoje ir Lietuvoje. Pateikti pesimistinį ir optimistinį elektromobilių paplitimo scenarijus, detalizuoti pasiūlytus skaičiavimo metodus, pateikti įkrovimo stotelių DB (duomenų bazės) struktūrą. Stotelių išdėstymą atvaizduoti Vilniaus miesto plane ir Lietuvos kelių tinkle, pasinaudojant GIS technologijomis. Suformuluoti išvadas. Baigiamąjį darbą papildyti priedais.

Baigiamojo darbo rengimo konsultantai: lektorė Regina Žukienė, dr. Michael Carreno- Edinburgh Napier University, Transport Research institute.

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

Vadovas
(Parašas)

prof. dr. Marija Burinskienė
(Moksl. laipsnis/pedag. vardas, vardas, pavardė)

Užduotį gavau
(Parašas)

.....Gintarė Zorskaitė...
(Vardas, pavardė)

.....2010 10 15.....
(Data)

5/28/12

Baigiamojo darbo (projekto) sąžiningumo deklaracijos spausdinimas

11.6

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

1 priedas

(Baigiamojo darbo sąžiningumo deklaracijos forma)

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

Gintarė Zorskaitė, 20063079

(Studento vardas ir pavardė, studento pažymėjimo Nr.)

Aplinkos inžinerijos fakultetas

(Fakultetas)

Civilinė inžinerija, MTSmf-10

(Studijų programa, akademinė grupė)

BAIGIAMOJO DARBO (PROJEKTO) SĄŽININGUMO DEKLARACIJA

2012 m. gegužės 28 d.

Patvirtinu, kad mano baigiamasis darbas tema „Elektromobilių pakrovimo sistemos galimybių Lietuvoje analizė“ patvirtintas 2010 m. lapkričio 3 d. dekanų potvarkiu Nr. 393ap, yra savarankiškai parašytas. Šiame darbe pateikta medžiaga nėra plagijuota. Tiesiogiai ar netiesiogiai panaudotos kitų šaltinių citatos pažymėtos literatūros nuorodose.

Parenkant ir įvertinant medžiagą bei rengiant baigiamąjį darbą, mane konsultavo mokslininkai ir specialistai: Regina Žukienė, dr. Michael Carreno - Edinburgh Napier University. Mano darbo vadovas prof. dr. Marija Burinskienė.

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


(Parašas)

Gintarė Zorskaitė

(Vardas ir pavardė)

5/28/12

Baigiamojo darbo anotacijos spausdinimas

Vilniaus Gedimino technikos universitetas Aplinkos inžinerijos fakultetas Miestų statybos katedra	ISBN Egz. sk. Data-.....-.....	ISSN
Antrosios pakopos studijų Civilinės inžinerijos programos baigiamasis darbas		
Pavadinimas	Elektromobilių pakrovimo sistemos galimybių Lietuvoje analizė	
Autorius	Gintarė Zorskaitė	
Vadovas	prof. dr. Marija Burinskienė	
Kalba: lietuvių		
Anotacija Darbe analizuojamas geriausias įkrovimo stotelių išdėstymo planas pagal atitinkamus kriterijus bei visos su tuo susijusios problemos. Vilniaus miestas nagrinėjamas kaip atskaitos taškas elektromobilių pakrovimo sistemos integravimui Lietuvoje. Analizuojami traukos objektai, didžiausi automobilių transporto srautai, gyventojų pasiskirstymas pagal teritorijas bei darbovietes, planuojamos elektromobilių pakrovimo stotelių galimos įrengimo vietos, atsižvelgiant į jų tipus bei kitų šalių patirtį. Identifikuotos problemos elektromobilių infrastruktūros tinklo sukūrimui Lietuvoje. Dėl sprendinių numatyti sukurti techniniai reikalavimai elektros pakrovimo stotelėms įrengti, kštukinių lizdų standartizavimas, privataus kapitalo ir savivaldybių bendradarbiavimo būtinumas, automobilių stovėjimo aikštelėse įvedamos vietos elektrinėms transporto priemonėms su įkrovimo įranga. Sėkmingam elektromobilių infrastruktūros naudojimui privalomas elektros tinklų sustiprinimas, aiškos apmokėjimo sistemos įdiegimas. Iškeltas darbo tikslas įgyvendintas remiantis darbo uždaviniais. Pasinaudojus tyrimo metodika atlikta mokslinė literatūros apžvalga, įvardyti elektromobilių pranašumai ir trūkumai, jų tipai, įkrovimo būdų variacija. Numatytos elektromobilių perspektyvos Lietuvos kelių tinkle bei pasiūlytos pakrovimo sistemų koncepcijos, kurios idealioju atveju turėtų būti sujungtos į vieną kryptingą elektromobilių infrastruktūros plėtros planą. Atlikus elektromobilių pakrovimo sistemos galimybių analizę Lietuvoje darbo pabaigoje pateikiamos apibendrinamosios išvados. Darbą sudaro 6 dalys: įvadas, elektromobilių integracijos apžvalga, metodai ir taikymo sritys, tyrimas Vilniaus mieste, elektromobilių galimybių analizė Lietuvos kelių tinkle, švados ir siūlymai, literatūros sąrašas. Darbo apimtis – 63 p. teksto be priedų, 10 iliustr., 12 lent., 62 bibliografiniai šaltiniai. Atskirai pridedami darbo priedai.		
Prasminiai žodžiai Elektromobiliai, pakrovimo stotelės, pasiekiamumas, planavimas.		

5/28/12

Baigiamojo darbo anotacijos spausdinimas

Vilnius Gediminas Technical University Faculty of Environmental Engineering Department of Urban Engineering		ISBN ISSN Copies No. Date-.....-.....
Master Degree Studies Civil Engineering study programme Final Work Title Analysis of Possibilities of Electric Vehicles Charging System in Lithuania Author Gintarė Zorskaitė Academic supervisor Prof Dr Marija Burinskienė		
Thesis language: Lithuanian		
Annotation The paper due to corresponding criterias analyzes the best possible places for charging points of electric vehicles and all other problems of this topic. City of Vilnius considered as the starting point to integrate infrastructure of electric vehicles in Lithuania. Analysis of attractions the largest flows of transport modes, distribution of population and workplaces, types of electric vehicles and experience of other countries. Identified problems of development infrastructure for electric vehicles network in Lithuania. For developed solutions provided to create technical requirements for electric vehicles charging infrastructure, necessity of communication between private section and municipalities, parking places for electric vehicles and installation of the socket standartization. Clear system of payment and stonger electric power grid for succesful use of infrastructure of electric vehicles should be done. The aim of thesis carried out by work tasks. Using the methodology of research accomplished scientific literature review, identified advantages and disadvantages of electric vehicles, their types and possible charging variation. Intended the perspectives of electric vehicles in Lithuania road network and proposed concepts of charging system that ideally should merge into undivided charging system for electric vehicles. In the end of analysis of possibilities of electric vehicles charging system in Lithuania presented conclusions of thesis. Structure: introduction, review of electric vehicles integration, methods and areas of practice, analysis in Vilnius, analysis of possibilities of electric vehicles in Lithuanian road network, conclusions and suggestions, references. Thesis consists of: 63 p. text without appendixes, 10 pictures, 12 tables, 62 bibliographical entries. Appendixes included.		
Keywords Electric vehicles, charging points, accessibility, planning.		

Turinys

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS	9
LENTELIŲ SĄRAŠAS	10
1. ĮVADAS	11
2. ELEKTROMOBILIŲ INTEGRACIJOS APŽVALGA	15
2.1. Elektromobilių paplitimas ir prognozė ateičiai	15
2.2. Europos Sąjungos politinių ir teisinių dokumentų apžvalga	17
2.3. Užsienio valstybių patirtis, mokslinės literatūros apžvalga	20
2.3.1. Pakrovimo sistemos, jų tobulėjimas	24
2.3.2. Elektromobilių techninės charakteristikos	28
2.3.3. Elektromobilių SSGG analizė	29
2.4. Elektromobiliai Lietuvoje	31
3. METODAI IR TAIKYMO SRITYS	34
3.1. Užsienio šalyse taikomi metodai, daliai transporto priemonių aptarnauti	34
3.1.1. Metodai	35
3.2. Mieste	37
3.2.1. Pagal gyvenamąsias vietas	37
3.2.2. Pagal darbo vietas	38
3.2.3. Pagal eismo intensyvumą	39
3.4. Integruota metodika: užmiesčiui ir miestui	41
4. TYRIMAS VILNIAUS MIESTE.....	44
5. ELEKTROMOBILIŲ GALIMYBIŲ ANALIZĖ LIETUVOS KELIŲ TINKLE	51
6. IŠVADOS IR PASIŪLYMAI.....	57
LITERATŪRA.....	58
PRIEDAI.....	63

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1 pav. Vyraujantys susisiekimo būdai: P – pėsčiomis, T – troleibusu, A – autobusu, pA – privačiu lengvuju automobiliu, iT – įmonės transportu. Principinis miestų aptarnavimas....	12
2 pav. Pesimistinė elektromobilių augimo tendencija Lietuvos automobilių parke.....	15
3 pav. Optimistinė elektromobilių augimo tendencija Lietuvos automobilių parke.....	15
4 pav. Vieša elektromobilių pakrovimo stotelė Stokholmo gatvės prieigoje.....	39
5 pav. Vilniaus miesto gyvenamosios teritorijos su numatomomis elektromobilių pakrovimo stotelėmis didžiuosiuose prekybos centruose.....	45
6 pav. Vilniaus miesto darbo vietų pasiskirstymas su numatomomis elektromobilių pakrovimo stotelėmis darbo vietų skaičiaus atžvilgiu.....	47
7 pav. Vilniaus miesto srautų kartograma su numatomomis elektromobilių pakrovimo stotelėmis pagal didžiausius srautus.....	49
8 pav. Lietuvos valstybinių kelių tinklo struktūros procentinis pasiskirstymas.....	50
9 pav. Lietuvos eismo intensyvumas magistraliniuose ir krašto keliuose 2009-2010 m. su numatomomis elektromobilių pakrovimo stotelėmis Lietuvos kelių tinkle.....	54
10 pav. Elektromobilių infrastruktūra pagal gyventojų tankumą Lietuvos savivaldybėse.....	56

LENTELIŲ SĄRAŠAS

1 lentelė. Pasaulinė elektromobilių prognozė.....	16
2 lentelė. Europos Sąjungos šalių elektromobilių politika....	20
3 lentelė. Pakrovimo tipai.....	25
4 lentelė. Elektromobilių įkrovos galimybės.....	26
5 lentelė. Pagrindiniai elektromobilių pakrovimo sistemos parametrai.....	27
6 lentelė. Pagrindiniai elektromobilių pakrovimo sistemos parametrai.....	28
7 lentelė. SSGG lentelė.....	29
8 lentelė. ArcGis pavyzdinė atributinė lentelė.....	41
9 lentelė. Duomenų bazės įvesties duomenys.....	42
10 lentelė. Valstybinės reikšmės kelių tinklo struktūra 2010.....	51
11 lentelė. Transporto priemonių skaičius 2005–2009 m.....	51
12 lentelė. Eismo intensyvumo kitimas valstybinės reikšmės keliuose pagal kelių paskirtį 2000 - 2009 metais, aut/parą.....	52

1. ĮVADAS

Temos aktualumas ir problema. Europos Sąjunga yra neabejotina darnios plėtros lyderė, siekianti užtikrinti švarią ir sveiką aplinką bei gerėjančią gyvenimo kokybę dabartinei ir ateinančioms kartoms. Lietuva, kaip Europos Sąjungos narė, prisideda prie ilgalaikės darnios plėtros strategijos. Įgyvendinant šią strategiją būtina, kad ekonominis augimas spartintų socialinę pažangą ir gerintų aplinkos būklę, kad socialinė politika skatintų ekonominį augimą, o aplinkos politika būtų ekonomiškai efektyvi. Ypatingas dėmesys šioje strategijoje skirtas ekonomikos augimui atskirti nuo išteklių naudojimo ir poveikio aplinkai, t. y. siekiui, kad augant ekonomikai gamtos išteklių naudojimas ir aplinkos tarša didėtų daug lėčiau nei ekonomika arba iš viso nedidėtų (Vasiliauskas and Kabashkin 2009; Mačiulis 2009). Pritaikant šios strategijos tikslus Lietuvos miestų aplinkos būklės gerinimui, nagrinėjama galimybė integruoti elektromobilius Vilniaus mieste.

Šiuo metu elektromobiliai nėra smarkiai paplitusi transporto priemonė, tačiau jie tampa vis populiare sni, tiek siekiant tausoti aplinką, tiek taupyti neatsinaujinančius energijos išteklius bei mažinti išlaidas kurui, ir planuojama, kad po kelių metų tai taps visiškai įprasta transporto priemone, o dar po kurio laiko elektra varomos transporto priemonės taps dominuojančios. Siekiant, kad vartotojai norėtų naudoti elektra varomas transporto priemones, neužtenka vien žinojimo, kad jos tausoja aplinką ir leidžia net kelis kartus sumažinti kuro išlaidas. Elektromobilių paplitimui turi būti sukurtas tinklas jiems aptarnauti, konkrečiai – jų įkrovos tinklas, nes vairuotojams yra būtina turėti galimybę reguliariai įkrauti elektromobilių akumulatorius.

Svarbu ištirti, koks pagal atitinkamus kriterijus būtų geriausias įkrovos stotelių išdėstymas bei visas su tuo susijusias problemas ir galimybes. Vilniaus miestą nagrinėju kaip atskaitos tašką elektromobilių įkrovos sistemų integravimui Lietuvoje. Analizuojami traukos objektai, didžiausi automobilių transporto srautai, gyventojų pasiskirstymas pagal gyvenamąsias teritorijas bei darbo vietas, planuojami elektromobilių įkrovos stotelių galimos įrengimo vietos ateityje, atsižvelgiant į galimus jų tipus bei kitų šalių patirtį šiuo aspektu.

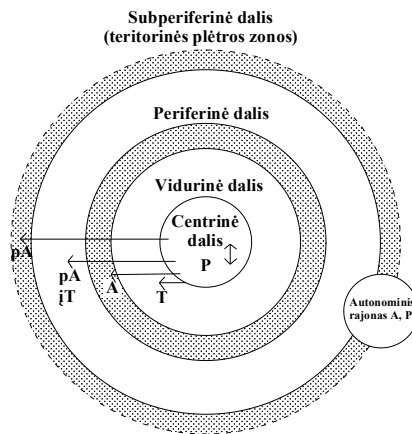
Didėjantis transporto priemonių skaičius yra vienas pagrindinių aplinkos oro taršos šaltinių. Pagal išmetamųjų dujų kiekių statistinius rodiklius, transporto sektoriaus emisija ir jos dalis bendrame taršos kiekyje nuo 2000 m. kasmet nuolat didėjo. Tai parodo vis didėjantį neigiamą transporto sektoriaus poveikį aplinkai, kurį galima paaiškinti didėjančiomis vežimų apimtimis ir ne taip sparčiai plėtojamomis mažiau aplinką teršiančiomis technologijomis. (Barysienė ir Špeicytė 2009).

Pasaulyje 2010 metais buvo 750 milijonų automobilių. Lietuvoje, Statistikos departamento 2010 m. duomenimis, jų daugiau nei 2,1 mln., kai tuo tarpu 2007 m. automobilių Lietuvoje buvo 1,5 mln. Daugiau kaip 70 % visų Vilniaus miesto lengvųjų automobilių naudoja benzina, 23 % - dyzelinį kurą ir apie 4 % - dujas. Sudegus vienai tonai dyzelinio kuro, į atmosferą išmetamas didesnis kiekis azoto dioksido (NO_2), negu degant benzinui ar dujoms. 2009 metais Vilniuje apie 80 % lengvųjų automobilių buvo senesni nei 10 metų, o vidutinis automobilių amžius apie 17 metų. 2010 metais į orą didžiausias emisijas sudarė anglies dioksidas (CO_2), anglies monoksidas (CO). Azoto oksido (NO_x) ir lakiųjų organinių junginių (LOJ) emisijos nesiekė 10 tūkst. t. Didžiausia tarša susidaro pagrindiniuose miesto transporto koridoriuose: Geležinio Vilko g., Kareivių g., Kirtimų gatvė, Savanorių pr., Ukmergės g. ir kt.

Labiau automobilizuotų šalių visuomenėje ir tarp specialistų paplito miestų humanizavimo, biotransporto, elektromobilių panaudojimo idėjos.

Aplinkos taršos mastas tapo vienu iš svarbiausių susisiekimo būdų ir priemonių vertinimo kriterijų. Ypač didelį poveikį gyventojų sveikatai turi jų fizinis mobilumas, kuris šiuolaikiniame mieste dėl vis labiau įsigalinčio susisiekimo automobiliais tapo itin mažas. Politinių ir ekonominių virsmų pasekme tapęs didžiulis automobilizacijos lygio augimas paveikė susisiekimo būdų pasiskirstymą pėsčiųjų, dviratininkų ir viešojo susisiekimo nenaudai, kartu sumažėjo ir taip menkos galimybės didinti miesto gyventojų fizinį judrumą. Renkantis judėjimo būdus daug lemia per ilgą laiką susiformavusios bendruomenės tradicijos, esama miesto gamtinė aplinka, ekonominiai ir kiti veiksniai. Dėl sparčios automobilizacijos keičiasi ir miesto aplinka, kur vis daugiau erdvių atiduodama automobilių eismui, jiems stovėti, prižiūrėti (Stauskis. 2009:33).

Bevariklė priemone kelionės didesniuose miestuose yra ribotos. Dviračiai daugiau naudojami laisvalaikio praleidimui, sportui, trumpoms kelionėms, rečiau kaip susisiekimo priemonė į parduotuves, mokyklas, darbo vietas. Centrinėje miesto dalyje gyventojai teikia pirmenybę pėsčiųjų eismui. Periferinėse miesto dalyse ir toliau žmonės keliauja viešuoju transportu ir nuosavais automobiliais (1 pav.).



1 pav. Vyraujantys susisiekimo būdai: P – pėsčiomis, T – troleibusu, A – autobusu, pA – privačiu lengvuoju automobiliu, iT – įmonės transportu. Principinis miestų aptarnavimas

Iš pateikto grafiko (1 pav.) matome, kad trumpas keliones iki 1-2 km žmonės eina pėsčiomis, o kuo atstumas ilgėja, tuo labiau atsiranda poreikis keliones atlikti transporto priemonėmis: dviračiais, motociklais, viešuoju transportu, individualiais automobiliais.

Apibendrinant galima padaryti išvadą, jog sparčiai plečiantis miestams žmonės neatsisakys individualių automobilių ir nepradės važinėti dviračiais ar vaikščioti ilgus atstumus pėsčiomis. Toliau bus teršiama aplinka kenksmingomis medžiagomis, nesaikingai vartojami senkantys naftos ištekliai. Dabartinė situacija pasikeistų, jei miestų gatvėmis pradėtų važinėti elektra varomi automobiliai.

Norint sukurti tinkamą aplinką elektromobilių naudojimui Lietuvoje, reikia išspręsti tokias pagrindines **problemas**:

- Privataus kapitalo ir savivaldybių bendradarbiavimas kuriant elektromobilių įkrovimo infrastruktūrą;
- Techninių reikalavimų elektros pakrovimo stotelėms įrengti normatyvai bei elektromobilių pakrovimo kištukų standartizavimas;
- Nuo n-tųjų metų privaloma automobilių stovėjimo aikštelėse tam tikrą vietų skaičių skirti elektrinėms transporto priemonėms su įkrovimo įrenginiais;
- Nuo n-tųjų metų privalomos pakrovimo sistemos projektuojant statinius (verslo centrus, gyvenamuosius namus);
- Elektros tinklų sustiprinimas – elektromobilių pakrovimui bus naudojami dideli kiekiai elektros energijos (greitojo pakrovimo stotelių tinklo sukūrimas įvertinant tinklų galingumą);
- Aiškios apmokėjimo sistemos įdiegimas, kad elektromobilių pakrovimas taptų paprastas ir prieinamas kiekvienam gyventojui.

Tyrimo objektas. Nagrinėjamoji teritorija - Lietuvos Respublika. Bandomasis objektas – Vilniaus miestas.

Darbo tikslas - įvertinti elektromobilių pakrovimo sistemos galimybes Lietuvoje, atsižvelgiant į kitų šalių patirtį. Atlikti analizę Lietuvos mastu bei pasirinkus bandomąjį objektą - Vilniaus miestą - suplanuoti jame elektromobilių pakrovimo stoteles, pasiūlyti keletą koncepcijų ir jas apibendrinti.

Darbo uždaviniai:

- ✓ atlikti mokslinės literatūros apžvalgą nagrinėjama tema pasaulyje ir Lietuvoje;
- ✓ įvardinti elektromobilių trūkumus ir pranašumus;
- ✓ apžvelgti elektromobilių tipus, jų įkrovimo būdus;
- ✓ numatyti elektromobilių perspektyvas Lietuvoje;
- ✓ išanalizuoti Vilniaus miesto teritoriją gyventojų tankio, darbo vietų skaičiaus ir transportinių srautų aspektais;
- ✓ pasiūlyti elektromobilių pakrovimo sistemų koncepcijas, jas apibendrinti.

Tyrimo metodai. Mokslinės literatūros, publikacijų, elektroninės informacijos, teisės norminių aktų, statistinių duomenų analizė, pritaikytas lyginamasis metodas. Tyrime integruojama empirinė medžiaga ir teorinės žinios, kiekybiniai ir kokybiniai duomenys, matematinės statistikos metodai.

2. ELEKTROMOBILIŲ INTEGRACIJOS APŽVALGA

2.1. Elektromobilių paplitimas ir prognozė ateičiai

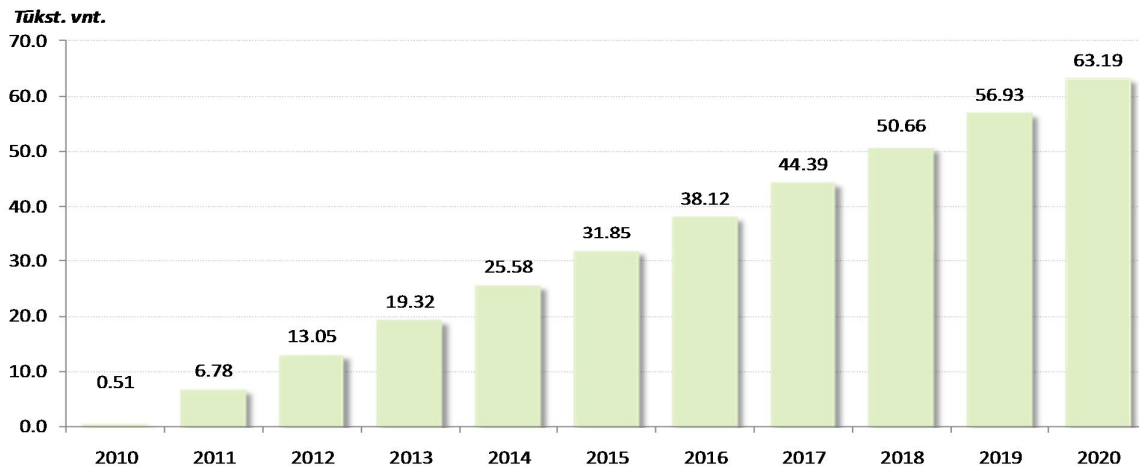
Didėjant išmetamųjų dujų kiekiui atmosferoje bei naftos kainai pasaulyje, elektromobilis tampa optimaliu sprendiniu susisiekimui miesto ribose. Nuvažiuoti 100 km kainuoja apie 4–8 Lt, tuo tarpu dyzeliniu automobiliu ta patį atstumą nuvažiuotume už 25–40 Lt priklausomai nuo jo darbinio tūrio, galios ir kitų aspektų. Tai idealus variantas integracijai automobilių nuomos ar statyk ir važiuk (*park and ride*) sistemų plėtroje. Dėl šių priežasčių su Europos Sąjungos komisijos ir asociacijų parama daugybė miestų ir aplinkosaugos kompanijų įtraukia elektromobilių integravimą į strateginius veiklos planus.

2014–2020 metų Europos Sąjungos struktūrinės paramos panaudojimo transporto, ryšių ir informacinės visuomenės plėtros sričių prioritetuose išskiriamas naujų ekologiškų viešojo transporto rūšių ar priemonių ir joms būtinos infrastruktūros diegimas, ekologiškų viešojo transporto priemonių parkų plėtra bei pažangių priemonių, skatinančių darnaus judumo plėtrą ir valdymą, diegimas, kuris didina elektromobilių naudojimo augimą ateityje.

Asmeninio transporto naudojimo augimas pasaulyje stebinančiai bauginantis. 2030 metais prognozuojamas dabartinio transporto priemonių skaičiaus pasaulyje padvigubėjimas. Pagal ES numatytus strateginius tikslus miestuose neturės likti degalais varomų transporto priemonių. Vokietija iki 2020 m. planuoja turėti 1 mln. elektromobilių, Norvegija – 220 tūkst., Nyderlandai – 220 tūkst., Prancūzija – 200 tūkst. Elektromobilių plėtros pavyzdžiai numatomi ir Lietuvoje.

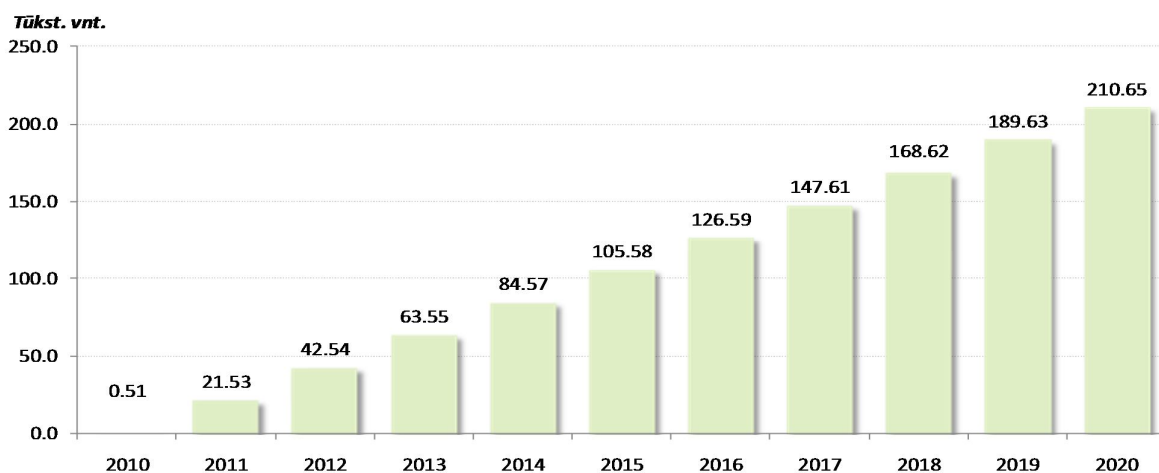
Prisidėdama prie pasaulinės tendencijos naudoti mažiau taršias ir ekologiškas transporto priemones, Lietuva sudarys palankias sąlygas elektromobilių plėtrai bei sieks, kad iki 2015 m. Lietuvoje būtų sukurtas bandomasis elektromobilių baterijų įkrovimo/keitimo infrastruktūros tinklas viename iš šalies didmiesčių, o nuo 2020 m. prognozuojamas spartus tradicinių benzininių vidaus degimo variklių ir dyzelinių variklių gamybos kritimas, tad iki 2030 m. numatomas visiškai elektrifikuotas ir automatizuotas viešasis transportas Lietuvos didžiuosiuose miestuose, o iki 2050 m. pusę šalies automobilių parko turėtų sudaryti ekologiški automobiliai.

Remiantis pesimistine prognoze, jog 2020 m. elektromobiliai sudarys tik 3 % Europos Sąjungos parko, 2 pav. parodo pesimistinę Lietuvos elektromobilių augimo tendenciją.



2pav. Pesimistinė elektromobilių augimo tendencija Lietuvos automobilių parke

Lietuvos automobilių parko amžiaus vidurkis artėja prie 15 metų ribos. Siekiant technologinių inovacijų ir neatsilikant nuo kitų Europos Sąjungos šalių tikimasi, kad 2020 m. optimistiniu požiūriu elektromobiliai sudarys 10% ES parko. Lietuvoje statistiniais duomenimis 72% automobilių nuvažiuoja iki 50km/dieną, tai dar kartą įrodo elektromobilių efektyvią integraciją Lietuvos miestuose ir miesteliuose, tad 10 % Lietuvos automobilių parko priskirdami elektromobiliams matome Lietuvos optimistinę prognozę elektromobilių atžvilgiu (3 pav.).



3 pav. Optimistinė elektromobilių augimo tendencija Lietuvos automobilių parke

Progozavimas elektromobilių pardavimų skaičiaus ateityje prilyginamas spėliojimo žaidimui. Tikimasi, kad pardavimų skaičius labai išaugs per ateinančius 5 metus, dauguma pasaulinių prognozių numato ribotą produkcijos kiekį ateinančius du dešimtmečius. Iki 2015 metų prognozuojamas staigus elektromobilių pardavimų augimo kreivės kilimas, tad elektromobilių rinkos tyrimai, atlikti tarptautinių mokslinių grupių, numato spartų elektromobilių paplitimą pasaulinėje rinkoje. 1 lentelėje pateiktos 5 kompanijų tyrimų išvados.

1 lentelė. Pasaulinė elektromobilių prognozė

Goldman Sachs ¹ (July 2010)	2020 metais elektromobiliai sudarys apie 4 % pasaulinių automobilių pardavimų skaičiaus
Pike Research ² (September 2010)	Iki 2015 metų elektromobilių pardavimų skaičius išaugs iki 3.2 milijono pasauliniu mastu
Global Insight ⁴ (January 2010)	Elektromobiliai sudarys netoli 20 % automobilių parko 2030 metų
PricewaterhouseCoopers ⁵ (October 2009)	2015 metais prognozuojama virš 500 000 elektromobilių gamyba, automobilių rinkoje jie sudarys 0.65 %
J.D. Power and Associates ⁶ (October 2010)	2020 metais Europoje bus parduota 742 000 elektromobilių, Kinijoje – 332 000, o JAV ir Japonijoje po 100 000.

Elektromobilių pramonės plėtra nepastoviai kils, priklausomai nuo technologijų spartos, šalių požiūrio į elektromobilių integraciją miestuose bei infrastruktūros pritaikymo jų naudojimui spartos.

2.2. Europos Sąjungos politinių ir teisinių dokumentų apžvalga

Europos Komisija 2011 m. kovo 28 d. paskelbė Europos Sąjungos transporto politikos Baltąją knygą „Bendros Europos transporto sistemos kūrimas“ (KOM(2011) 144 galutinis) – dokumentą, kuriuo siekiama suformuoti Europos Komisijos iniciatyvų darbotvarę transporto politikos srityje iki 2050 metų. Baltojoje knygoje pateikiama 40 konkrečių iniciatyvų, kurių turėtų imtis šalys narės per artimiausią dešimtmetį, siekdamos įgyvendinti numatytus tikslus.

Vieni iš Baltosios knygos svarbesnių uždavinių:

- 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.

Baltojoje knygoje akcentuojamas transporto sistemos priklausomybės nuo naftos, nesumažinant sistemos efektyvumo ir nesudarant kliūčių judumui panaikinimas. Pagal strategijoje 2020 m. Europa numatytą pavyzdinę iniciatyvą „Tausiai išteklius naudojanti Europa“ ir naująjį 2011 m. efektyvaus energijos vartojimo planą svarbiausias Europos transporto 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. Tad transporto sektorius turi naudoti mažiau ir švaresnės energijos, naudoti modernią infrastruktūrą ir mažinti neigiamą poveikį aplinkai ir pagrindiniams gamtos ištekliams: vandeniui, žemei ir ekosistemai. Analizavimo aspektu pasirenkant miestą ekologiškesnių transporto priemonių įdiegimas yra lengvesnis, nes transporto priemone nuvažiuojama mažiau, o gyventojų tankumas didesnis bei 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 priklausomybė nuo naftos, išmetamųjų šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekis ir vietos oro bei triukšmo tarša gerokai sumažėtų. Tad atitinkama naujų transporto priemonių užpildymo kuru ir įkrovimo infrastruktūra turi plisti.

Baltojoje knygoje beveik nuliniu išmetimu grindžiamos miesto logistikos iki 2030 m. strategija siekia:

- parengti perėjimo prie visiškai netaišios miesto logistikos strategiją, į kurią būtų įtraukti žemės planavimo, geležinkelio ir upių privažiavimo 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, kurios turėtų būti pritaikyto atsparumą klimato kaitai infrastruktūros projektuose ir galėtų būti įtrauktos į TEN-T ir TEN-E gaires bei į investicijų pagal dabartinio laikotarpio sanglaudos politiką. TEN-T gairėse numatytas galutinis tikslas – sukurti vieningą daugiarūšio transporto tinklą, kuris apimtų tradicines sausumos struktūras ir įrangą (įskaitant pažangiąsias transporto sistemas), kad judėjimas būtų saugus ir veiksmingas.

Baltojoje knygoje, kalbant apie inovacijas infrastruktūrai, minima, jog infrastruktūrai gali tekti prisitaikyti ir prie transporto srityje naudojamų naujų energijos rūšių. Tad naujausi elektrinių ir hibridinių transporto priemonių tyrimai teikia vilčių, jog nebe transporto priemonės,

o elektrinės kels išmetamojo CO₂ kiekio problemą, o ten šią problemą galima spręsti kur kas efektyviau.

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, ekologiškų transporto priemonių įkrovimo infrastruktūros sąveikos taisykles.

Žaliojoje knygoje akcentuojamas ekonomiškai efektyvios transporto sistemos kūrimas, visų transporto rūšių plėtros suderinamumas, teikiama pirmenybė mažesnei neigiamai poveikiui aplinkai darančiam transportui, energinio transporto sektoriaus efektyvumo didinimas, alternatyvių ir mažiau, aplinką teršiančių degalų naudojimo didinimas, aplinkos taršos mažinimas.

Siekama ekologizuoti keleivių susisiekimo sąlygas, skatinti gyventojus pasirinkti alternatyvius susisiekimo būdus, modernizuoti ir tobulinti bevariklio transporto infrastruktūrą, miestuose ir gyvenvietėse kurti nuo motorinio transporto eismo atskirtas dviračių ir pėsčiųjų takų sistemas.

Žaliojoje knygoje apie TEN-T politiką numatyta, kad bendrijos tinklo planavimas iš tiesų reiškia reikšmingų nacionalinių tinklų dalių prijungimą, ir jų sujungimą ties valstybių sienomis kad jis būtų tinkamas įvairioms transporto rūšims. Taip pat numatyta vystyti veiksmingesnę bei efektyvesnę Europos įvairiarūšio transporto sistemą, taikant e. krovinių ir e. jūrų transporto koncepciją.

Vykdamas bendrai su ES finansuojamus mokslinius tyrimus ir tobulinant technologijas, ypatingas dėmesys skiriamas ekologiškoms ir energijos suvartojimo požiūriu našioms technologijoms bei alternatyvioms degalų rūšims, kaip antai: biodegalai, vandenilio ir degalų elementai, o aplinkosaugos mieste skyriuje ES lygmeniu numatoma populiarinti ir skatinti rekonstruoti bei atnaujinti ekologiškas miesto transporto rūšis.

2011 m. gruodžio mėnesį Europos komisijos grupės ataskaitoje apie alternatyvių degalų naudojimą automobiliams detalizuojami neseniai priimtos Baltosios knygos „Kelių žemėlapis asmeniniam transportui Europoje – link konkurencingos ir efektyvių šaltinių transporto sistemos“ tikslai ir uždaviniai ekologiškos ir darnios aplinkos aspektais. Šioje Baltojoje knygoje numatoma darnios alternatyvių degalų strategijos plėtra, įskaitant infrastruktūrą, ir užtikrinamas

rekomendacijų ir standartų alternatyvių degalų transporto priemonių infrastruktūros kūrimas. Tai skatina Europos Sąjungos sistemą plėsti ekologiškų transporto priemonių rinkos plėtrą ir ragina ES gyventojus rinktis „draugišką“ miestui susisiekimo būdą.

Viena iš ataskaitoje nagrinėjamų temų yra pakrovimo sistemos standartizavimas - tai labai svarbus aspektas integruojant elektromobilių infrastruktūrą Europoje, užtikrinantis saugumą ir pašalinantis kliūtis kelionėms elektromobiliais Europoje. Papildoma infrastruktūra reikalinga baterijų pakrovimui kelių tinklo ribose, kaip tarpinė kelionės pasiekiamumo grandis. Tad elektromobilių pakrovimo sistema turi užtikrinti baterijų pakrovimą visose Europos šalyse. Komercinė elektromobilių sėkmė priklauso ir nuo pasiūlos ir nuo paklausos. Bendri standartai padės užtikrinti tinkamą pakrovimo sistemos sprendimą Europoje, išvengiant kabelių ir jungiklių gausos ir kainų skirtumų. Laikui bėgant, elektromobilių pakrovimo sistemų standartizavimas su savivaldų bei šalių vyriausybių pagalba sugeneruos suvienodintą elektromobilių pakrovimo tinklą geriausios kainos variantu ir ekonomiškiausiu sprendimu.

2.3. Užsienio valstybių patirtis, mokslinės literatūros apžvalga

Europos Komisija (EK) remia visiems prieinamų aukštos įtampos įkrovimo stotelių tinklo kūrimą visoje Europoje. Europos Komisija siekia iki 2011 m. parengti šioms stotelėms skirtus Europos saugos ir techninius standartus. Šiuo žingsniu siekiama sudaryti sąlygas, kad Europos rinkose atsirastų kuo daugiau ekologiškų automobilių.

Šis planas – dalis naujos plačios strategijos, kuria siekiama, kad rinkai būtų tiekiamas daugiau ekologiškų automobilių, kurie laikomi itin svarbiais atgaivinant automobilių pramonę ir mažinant naftos paklausą Europoje. Į strategiją įtrauktos benzinau efektyviai naudojančios transporto priemonės, elektriniai automobiliai ir modeliai, varomi gamtinėmis dujomis, biodegalais ir vandeniliu. Tad vakarų Europoje elektromobiliai tampa realybe – įvairūs automobilių gamintojai jau turi užsakymų, o pirmieji elektromobiliai pirkėjams buvo pristatyti 2011 metų pradžioje. Elektromobilių konceptus pristatė įvairūs automobilių gamintojai, tokie kaip: žinomiausi tai – *Tesla, Mitsubishi, Honda, Toyota, Ford, Nissan, Chevrolet, Peugeot, Fiat*, mažiau žinomi – *Tata, Tazzari*.

2 lentelė. Europos Sąjungos šalių elektromobilių politika

Šalis	Plėtros kryptys	Politika ir iniciatyva	Esama padėtis
Austrija	Piniginis skatinimas	Išmetamųjų dujų mokestis, kai CO ₂ > 160 g/km 500 eurų parama perkant alternatyvių degalų automobilį Nemokamas elektromobilių krovimas, elektromobilių nuoma	Vykdoma Pilotinis projektas
	Mokslinė plėtra	E-jungčių iniciatyva tarp informacijos gavėjų ir platintojų	Vykdoma
Belgija	Piniginis skatinimas	15% nuolaida perkant automobilį, kurio CO ₂ kiekis ne didesnis nei 105 g/km)= 3% nuolaida įsigyti automobiliams su 105-115 g/km išmetamųjų dujų kiekiu	Vykdoma
	Valstybinė parama	2 milijonų eurų parama savivaldybėms įsigyti elektromobiliams	Vykdoma
Kipras	Piniginis skatinimas	30 % nuolaida elektromobilio registracijos mokesčiui (< 120 g/km) 15% nuolaida kasmetiniam mokesčiui už elektromobilio turėjimą (< 150 g/km) 683 eurų parama elektromobilio įsigijimui	Vykdoma
Danija	Piniginis skatinimas	Nemokami visi įprastų automobilų mokesčiai šalyje Nemokamos stovėjimo vietos Nemokamas elektromobilio įregistravimas šalyje	Planuojamas Vykdoma
	Infrastruktūra	100 milijonų eurų pakrovimo sistemos sukūrimui ir bendradarbiavimas su Danijos energetikos asociacijomis DONG ir Better place	Planuojama
	Mokslinė plėtra	5.6 milijonai eurų elektromobilių pakrovimo sistemos integracijai panaudojant vėjo energiją	Vykdoma
	Valstybinė parama	4 milijonai eurų elektromobilių programai	Vykdoma
Prancūzija	Piniginis skatinimas	Iki 2012 metų suteikiama 5000 eurų parama pirmiesiems 100 000 elektromobiliams įsigyti Nemokamos stovėjimo vietos	Vykdoma
	Valstybinė parama	55 000 elektromobilių savivaldybėms	Vykdoma
	Standartizacija	Nacionalinio pakrovimo tinklo sukūrimas	Vykdoma
	Mokslinė plėtra	400 milijonų litų finansavimas parodomiesiems projektams elektromobilių plėtros ir infrastruktūros srityse	Lėšos išskirstytos
Vokietija	Piniginis skatinimas	500 milijonų eurų programa pilotinio projekto palaikymui, mokslo, plėtros, baterijų technologijų ir elektromobilių kūrimo projektams 60 milijonų litų ličio baterijų kūrimui Penkis metus elektromobiliai nemoka	Lėšos išskirstytos

		įprastų transporto priemonių mokesčių	Vykdoma
	Infrastruktūra	Pakrovimo stotelės Berlyne ir kituose el-mobilumo miestuose	Vykdoma
	Standartizacija	Bendri pakrovimo standartai	Planuojama
Graikija	Piniginis skatinimas	Nemokami keliai ir netaikomas registracijos mokestis elektromobiliams	Vykdoma
	Kiti privalumai	Panaikinti greičio apribojimai elektromobiliams	Vykdoma
Airija	Piniginis skatinimas	Sumažintas registracijos mokestis 2 500 eurų parama hibridinių ir elektra varomų automobilių įsigijimui Nuo 2010 metų nemokamas įregistravimo mokestis	Vykdoma
Italija	Infrastruktūra	670 viešųjų ir privačiųjų elektromobilių pakrovimo stotelių	Vykdoma
	Valstybinė parama	100 elektromobilių Romoje, Milane ir Pizoje	Vykdoma
Norvegija	Piniginis skatinimas	Atleidimas nuo kasmetinio automobilio, registracijos mokesčio ir kitų mokesčių Nemokamos stovėjimo vietos Privilegija naudotis autobusų linijomis keltais nacionaliniuose keliuose	Vykdoma
Portugalija	Piniginis skatinimas	Atleidimas nuo automobilių mokesčių 1000 eurų parama elektromobilio (< 140 g/km) įsigijimui	Vykdoma
	Infrastruktūra	Iki 2011 metų 1 300 pakrovimo stotelių	Planuojama
Ispanija	Piniginis skatinimas	Taikomos registracijos mokesčio nuolaidos priklausomai nuo išmetamųjų dujų kiekio g/km	Vykdoma
	Infrastruktūra	500 pakrovimo stotelių	Vykdoma
	Valstybinė parama	2000 elektromobilių	Vykdoma
Švedija	Piniginis skatinimas	10 000 kronų parama elektromobilio pirkimui Taikomos registracijos mokesčio nuolaidos priklausomai nuo išmetamųjų dujų kiekio g/km	Vykdoma
	Infrastruktūra	1.5 milijono eurų investicijos pakrovimo infrastruktūrai 500 pakrovimo stotelių	Vykdoma Planuojama
Jungtinės Karalystės	Piniginis skatinimas	Nemokamos stovėjimo vietos Londone alternatyvių degalų automobiliams, o Mančesteryje ir Ričmonde elektromobiliams, nuolaidos automobilio mokesčiams Londone nemokami keliai ir įvažiavimas į miesto centrą 2011-2012 metais parama elektromobilio pirkimui nuo 2000 iki	Vykdoma

		5000 svarų 250 milijonų svarų ekologiško transporto paramai	Lėšos išskirstytos
	Valstybinė parama	20 milijonų svarų įsigyti mažo anglies kiekio automobilių programai 100 elektromobilių urbanizuotose teritorijose	Planuojama
	Infrastruktūra	25 000 pakrovimo stotelių Londone Elektromobilių klubo įsteigimas Londone 20 milijonų svarų elektromobilių infrastruktūrai	Planuojama
	Standartizacija	Plėtros parama elektromobilių pakrovimo infrastruktūros standartų sukūrimui	Lėšos išskirstytos
	Tarptautinis bendradarbiavimas	Pakrovimo infrastruktūros tarptautinių standartų plėtra	Lėšos išskirstytos
	Mokslinė plėtra	350 milijonų svarų demonstraciniams projektams bei mokslinei veiklai	Lėšos išskirstytos

Įkrovimo stotelių tinklas. San Francisco miesto regionas rengiasi būti vienas pirmųjų JAV teritorijų, kuriose bus visiškai pasiruošta masiniam perėjimui prie elektra varomų transporto priemonių. Palo-Alto (Kalifornija) įsikūrusi kompanija "Better Place" gavo leidimą įrengti 250000 įkrovimo taškų ir 200 akumuliatorių keitimo stočių tinklą.

Tinklui valdyti taip pat bus įrengtas valdymo centras. Darbus planuojama užbaigti iki 2012 metų. Natūralu, jog toks projektas tikrai nebus pigus – preliminariais vertinimais vietiniams mokesčių mokėtojams tai kainuos apie 1 milijardą dolerių. Regiono valdžios atstovų teigimu, finansinės priemonės jau numatytos – įkrovimo taškus įrengiančioms kompanijoms bus taikomos lengvatos bei greičiau išduodami leidimai tokiems statiniams įrengti.

Australijos valdžia taip pat rimtai nusiteikė pradėti plėtoti elektromobiliams skirtą aptarnavimo sferą. Pirmajame etape planuojama sukurti visiškai išbaigtus elektromobilių įkrovimo stotelių tinklus trijuose didžiausiuose šalies miestuose, o tai reiškia, jog Melburne, Sidnėjuje ir Brisbeine teks įrengti po 200000–250000 įkrovimo taškų bei papildomas 150 akumuliatorių pakeitimo stočių tarp šių miestų.

Projektas Australijai kainuos apie 667 milijonus JAV dolerių, jo užbaigimas numatytas jau po trejų metų. Australijos vyriausybė šiuo metu aktyviai skatina vietinius automobilių gamintojus pradėti tenkinti padidėjusią elektra varomų automobilių paklausą, kadangi ateityje numatomas šios paklausos augimas.

Londonas planuoja tapti „Europos elektromobilių sostine“, įrengiant 25 000 pakrovimo stotelių iki 2015 metų.

Izraelyje iš viso numatyta pastatyti nuo 400 iki 800 stotelių (didžioji jų dalis numatyta įdiegti Telavive). Tikimasi, jog stotelių skaičiaus augimas nesustos ir po šio pilotinio projekto pradžios – 2011 metais tikimasi virš 100 000. Tokiu būdu stotelių tinklas apims pagrindinius didžiuosius Izraelio miestus.

Dotacijos. Didžiojoje Britanijoje yra teikiamos valstybinė paramos perkant elektromobilius. Elektra varomų automobilių pirkėjui suteikiama 5 tūkst. svarų kompensacija taip pat elektromobiliams suteikiamas nemokamas elektromobilių įkrovimas, įvažiavimas į Londono centrą, stovėjimo vietos. Analogiškos programos veikia ir kitose šalyse. Prancūzijoje elektromobilio pirkėjui kompensuojama 4 240 svarų (5 000 eurų) suma, Kinijoje – 4 721 svaro, JAV – 4 708 svarų (7 300 dolerių) suma.

Estija itin sėkmingai išnaudojo žaliųjų investicijų schemą – pardavusi 10 mln. Taršos leidimų, šalis subsidijuoja bet kurių markių elektromobilius iki pusės kainos, bet ne daugiau kaip 18 tūkst. eurų (per 62 tūkst. litų), taip pat pirmiesiems pirkėjams suteikia nemokamas įkrovimo stoteles ir jas įrengia. Valstybė išigijo ir greitojo įkrovimo prietaisų, o 507 elektromobilių gavo socialinėms reikmėms. Elektromobiliai – viena strateginių Estijos kryptų kelyje į išmaniąją visuomenę: nedidelė valstybė plėtojanti elektromobilių infrastruktūrą, formuoja lyderių įvaizdį tarptautiniame kontekste.

Latvija, remdamasi Estijos modeliu, taip pat ruošiasi jau šiemet pristatyti panašų projektą pasinaudojusi ta pačia finansavimo priemone.

2.3.1. Pakrovimo sistemos, jų tobulėjimas

Elektromobiliams, kaip ir visoms transporto priemonėms, reikia „kuro“ – šiuo atveju elektros energijos elektromobilių baterijų įkrovai. Šių transporto priemonių įkrovimui reikalinga išskirtinė infrastruktūra, lyginant su dabartinėmis degalinėmis. Elektromobilių akumuliatoriai kraunami nepalyginamai ilgiau, nei pildomas degalų bakas. Jeigu degalų bakas pildomas apie 5 min., tai elektromobilio įkrovimas užtrunka vidutiniškai 2 valandas. Naujų ir panaudotų baterijų sandėliavimui reikia atitinkamų patalpų, kurios yra kur kas didesnės nei įprastos degalinės.

Įvairios kompanijos siūlo įvairius elektromobilių įkrovimo būdus, tokius kaip: baterijų įkrovimas nuotoliniu būdu, senos baterijos pakeitimas nauja, Li-on baterijos pakrovimo galimybė nuo įprasto kištukinio lizdo.

Aprūpinti degalais elektromobilį – reiškia jo baterijų pakrovimą. Elektra varomų automobilių pakrovimas priklauso nuo pakrovimo galios bei baterijų charakteristikos. Skirtingų elektromobilių pakrovimas nuo 0 iki 100 % trunka nuo 30 min. (naudojant specialų įkroviklį ir elektros įvadą) iki 8 valandų (naudojant paprastą 120V-220V buitinių kištukinių lizdą). Šiuo metu

galimas elektromobilio pakrovimas vos per keletą minučių. Tačiau visų stotelių technologinės galimybės priklauso nuo jų įsigijimo kainos.

Įkraunant elektromobilių baterijas nuotoliniu būdu – nebereikėtų laidų – jų vaidmenį atliktų aukšto rezonanso indukcinė srovė. Technologijos principas toks: elektros energijos šaltinis sumontuojamas garažo grindyse arba stovėjimo aikštelės dangoje (automobilių stovėjimo aikštelėse prie komercinių, prekybos centrų), o automobilio dugne įstatomas imtuvas. Pastačius automobilį virš plokštės sistema pati automatiškai pradeda krauti elektromobilio baterijas.

Li-on baterijos pakrovimo galimybė nuo įprasto kištukinio lizdo. Ši įkrovimo sistema yra degalų kolonėlės dydžio ir naudoja specialiai pritaikytas ličio-jonų baterijas, kurios kaupia energiją naktį, kai elektra kainuoja pigiau. Baterijos tiekia penkis kartus didesnę srovę nei kitos sistemos.

Greičiausias būdas – tuščias baterijas pakeisti naujomis, tačiau tam reikia atitinkamų patalpų naujoms ir panaudotoms baterijom kaupti.

Elektromobilių pakrovimo tipas priklauso nuo pakrovimo stotelės vietos. Visuotini, paprasčiausi baterijų pakrovimo būdai:

- Normalios galios pakrovimo tipas gali būti namuose ar biure integruota pakrovimo sistema bet taip pat visuomeninės vietos kaip priemiestinės pakrovimo stotelės ar viešos automobilių stovėjimo aikštelės.
- Vidutinės galios pakrovimo tipas vienfaziu ar trifaziu kintamosios srovės kištuku numatomas prekybos centruose, kraunant automobilius apsipirkimo metu arba stovėjimo aikštelėse miesto ribose.
- Aukštos įtampos infrastruktūra įdiegiama miesto gatvėse stovėjimo vietose važiuojamojoje dalyje ar šalies kelių tinkle prie traukos objektų.

3 lentelė. Pakrovimo tipai

Galingumas	Jungtys	Galia kW	Galia Amps	Vienos valandos krovimo nuvažiuojamas atstumas
Normalus	Vienfazė kintamosios srovės jungtis	≤ 3.7 kW	10-16 amps	< 20 km
Vidutinis	Vienfazė arba trifazė kintamosios srovės jungtis	3.7 – 22 kW	16-32 amps	20 – 110 km
Aukštas	Trifazė kintamosios srovės jungtis	> 22 kW	> 32 amps	> 110 km
Aukšta	Nuolatinės srovės jungtis	> 22 kW	> 32 amps	> 110 km

V. Jokužio (elektromobilių asociacijos prezidento Lietuvoje) apskaičiavimais vienos šiuolaikinės įkrovos stotelės įrengimas kainuoja 3500-7000 Lt. Elektra varomų transporto priemonių įkrovimo stotelių kaina priklauso nuo:

- Elektros srovės efektyvaus tiekimo;
- Atstumo nuo įkrovimo stotelės iki transporto priemonės;
- Pakrovimo trukmės;
- Įkrovimo stotelės galingumo ir fazių skaičiaus.

Viešos pakrovimo infrastruktūros kaštai suskirstomi į du elementus: tiesioginius paskrovimo stotelių kaštus ir įrengimo kaštus, kurie kinta priklausomai nuo vietos, energijos išteklių galimybės, izoliacinių vamzdžių dydžio ir darbo.

1) Esama vidutinė kaina 2 jungčių pakrovimo stotelės kinta nuo 14 000 Lt iki 17 500 Lt (4.000€9 to €5.000) priklausomai nuo Europos šalies ir stotelės galimybių. Greito pakrovimo stotelė kainuoja apie 87 500 Lt (€25.000), bet *Nissan* siūlo keletą už 35 000 Lt (€10.000).

2) Pakrovimo stotelės įrengimo kaina kinta, priklausomai nuo žemės darbų kiekio ir parkavimo vietų, gatvės ženklavimo, kelio ženklų, susisiekimo ir pan.

Pakrovimo stotelės kaina dažniausiai sudaro $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$ ar net $\frac{1}{4}$ visų kaštų. Po įrengimo išlaikymo išlaidos gali siekti apie 7 000 Lt (€2.000) per metus.

EURELECTRIC numatytos elektromobilių pakrovimo stotelių kainos:

- 2 jungčių stotelė (2x max. 22kW AC, sumanaus pakrovimo įrenginiai)) ~ 18 550 Lt (5.300 €)

- 2 jungčių stotelė (2x max. 11kW AC) ~ 8 750 Lt (2.500 €)
- 1 jungties dėžė (1x max. 22kW AC, sumanaus pakrovimo įrenginiai) ~ 6 650 Lt (1.900 €)
- 1 jungties dėžė (1x max. 11kW AC) ~ 1 750 Lt (500 €)
- Nuolatinės srovės greito pakrovimo elektromobilių stotelė ~ 140 000 Lt (40.000 €)
- Elektros jungties atvedimo kainos:
- Kintamoji srovė: (1.850 € - 5.200 €) (Priklausomai nuo maksimalios galios ir kabelio ilgio)
- Nuolatinė srovė: (4.000 € - 13.300 €)

Elektromobilių pakrovimas priklauso nuo energijos tiekimo tipo. Galimi 3 tipo variantai AC1, AC 2 ir DC-DC (4 lentelė).

4 lentelė. Elektromobilių įkrovos galimybės.

Tipas	Įtampa/ elektros srovė, galingumas Voltai/ Amperai	Sunaudojamas elektros kiekis	24 kWh baterijos įkrovimo iki 80% laikas	Galimybė pasikrauti namų sąlygomis
AC 1	120/15	~ 1.8 Kw	20 h	Taip
AC 2	240/80	~ 19.2 Kw	7 h	Taip
DC-DC	480	50 Kw	30 min.	Ne

Pirmieji du AC tipo variantai yra lėto pakrovimo sistemos, įkraunant elektromobilių baterijas. Įkraunant elektra varomas transporto priemonės šiais būdais baterijos gyvavimo laikas išlieka ilgesnis nei kraunant DC variantu. AC įkrovimo sistemos optimaliausios įrengti gyvenamosiose zonos (namų zonose), automobilių stovėjimo aikštelėse, prekybos centruose ar susisiekimo tinklo pakelėse. Šio tipo pakrovimo sistemų investicijų kaina yra gerokai mažesnė lyginant su spartesnėmis technologijomis ir galimas atsipirkimo laikas – keletas metų.

DC greito pakrovimo sistemos pakrauna elektromobilių tiesiogiai, be baterijų išėmimo. Elektromobiliams pakrauti reikalingo papildomos elektros įkrovimo stotelės su dvifaziais ar trifaziais kištukais. Šis būdas reikalauja didesnių saugumo priemonių ir aukštesnės elektros įtampos. Įkrovimo stotelių investicijos didelės ir atsiperkamumas trumpame periode beveik neįmanomas. Rekomenduojama įrengti tokio tipo elektros įkrovimo stoteles darbovietėse ir

traukos objektų zonose. (Electric Vehicles and Charging Networks in China, Ju Xiaoping, Jiang Keyi, Wang Bo)

Sparčiai plėtojantis technologijoms prognozuojamas ir elektromobilių pakrovimo sistemų tobulėjimas. Numatoma jog elektra varomos transporto priemonės pilnu baterijų įkrovimu nuvažiuos ilgesnius atstumus, jų pakrovimo laikas taps trumpesnis, įdiegus infrastruktūrą pakrovimo stotelių pasiekiamumas nebus problema ir kitų charakteristikų gerinimas laikui bėgant teks tik pozityvesnius ir optimistiškesnius elektromobilių integracijos susisiekimo sistemoje scenarijus (5 lentelė).

5 lentelė. Pagrindiniai elektromobilių pakrovimo sistemos parametrai

Charakteristikos	2010	2015	2020
Nuvažiuojamas atstumas	<90km	<200km	~300km
Pakrovimo laikas	6-8 val	~1 val	<1 val
Baterijų talpa	16kWh	<50 kWh	75kWh
Variklio galingumas	<70 kW	70-250kW	70-250kW
Pakrovimo būdai	Paprastas	Greitas	Baterijų keitimas

2.3.2. Elektromobilių techninės charakteristikos

Vis daugiau automobilių kompanijų į rinką išleidžia savo elektromobilių modelius su skirtingais parametrais, įkrovimo tipais. Apibendrinant kompanijų išleistą produkciją sudarome lentelę kurioje atsispindi pagrindiniai elektromobilių pakrovimo sistemos parametrai (6 lentelė).

Atsižvelgiant į Lietuvos klimatinės sąlygas, reikia konstatuoti faktą, kad esant -25 C temperatūrai, akumuliatoriaus talpa sumažėja 10 %, tiek pat sumažės ir nuvažiuojamas atstumas (jei paprastomis sąlygomis elektromobilis vidutiniškai gali įveikti 100 km, tai esant -25 C temperatūrai įveikiamas atstumas bus 90 km)

Kaip matome iš 6 lentelės, visų rinkoje siūlomų įsigyti elektromobilių parametrai skiriasi labai nežymiai. Galime daryti išvadą, kad vidutiniškai elektra varomu automobiliu galima nuvažiuoti apie 150 km., pilnam baterijos pakrovimui reikia apie 4 valandų, vidutiniškas maksimalus greitis apie 100 km/h. Vidutiniškai elektromobilis sunaudoja apie 16kWh energijos 100 km. Elektromobilis yra maždaug 5 kartus efektyvesnis už vidaus degimo variklio varomus automobilius. Elektromobilio efektyvumas siekia 90 %, tuo tarpu paprasto automobilio 16 % - 22 %.

6 lentelė. Pagrindiniai elektromobilių pakrovimo sistemos parametrai

Gamintojas, modelis	Vienu baterijos pakrovimu nuvažiuojama, km	Baterijos įkrovimo trukmė, h	Maksimalus greitis km/h
Ford Focus “Electric”	160	6-8	-
JFE Engineering Corporation "Mituishi i-MieV"	90	0,25-0,5	-
Tazzari „Zero“ Ličio jonų baterijos	142	6,5	90
Tata "Indica Ev"	200	-	-
"Elinta E-force"	150	2	170
"ZX40S"	64-80	-	40
Tesla „Roadster“	392	3,5	200
"Dinasty electric vehicles"	50	6-8	40
VW Golf “Variant”	90	8	120
Kia ”Soul”	110	8	120
VW “Caddy”	180	12	140
Smart “ForTwo”	120	8	120
Renaut “Ze”	160	6-8	135
Renaut “Dezire”	160	8	180

Apibendrinant galime pasakyti, kad tik bėgant laikui ir kaupiant patirtį bus išskiriami patys tinkamiausi pakrovimo būdai, tad atsižvelgus į visus privalumus ir trūkumus sunku būtų pasakyti, kuris iš pakrovimo tipų yra pranašiausias ir, tikėtina, tapsiantis labiausiai naudojamas, tačiau vienaip ar kitaip mieste bendrų, standartizuotų elektromobilių pakrovimo stotelių būtinai reikia, tik taip bus užtikrintas ir skatinamas elektromobilių naudojimas miestuose.

2.3.3. Elektromobilių SSGG analizė

Tobulėjant technologijoms ir rinkoje atsirandant alternatyvių degalų automobiliams elektromobilių pranašumo įvertinimui atlikta SSGG analizė. Įvertinus klimatinės sąlygas, tarpmiestinio susisiekimo galimybes atskaitos tašku pasirinkta Lietuva. Įvertintos galimos stiprybės, silpnybės, galimybės bei grėsmės integravus į Lietuvos miestus elektromobilius. Rezultatai pateikti 7 lentelėje.

7 lentelė. SSGG lentelė

Stiprybės	Silpnybės
+ Elektromobiliai nekelia triukšmo, tyliai važiuoja + Neteršia aplinkos, neišmeta teršalų į aplinką + Elektromobilio rida (~ 150 km.) pakankama miesto gyventojų kelionėms, nes 80 % Europos gyventojų per dieną nuvažiuoja mažiau negu 60 km. + galimybė pakrauti elektromobilį važiuojant + Mažų gabaritų elektromobiliai kelia mažiau gatvių laidumo ir stovėjimo problemų + Elektromobilių eksploatavimo išlaidos yra 20 % mažesnės ir priežiūros išlaidos yra 50 % mažesnės už automobilių su vidaus degimo varikliu	+ Didelės investicijos įkrovimo tinklo įrengimui miestuose + Brangūs nauji akumulatoriai (10000-12000) dolerių + Priklausomybė nuo pakrovimo tinklo išvystymo mieste + Vieno pakrovimo rida iki 150 km, netinka ilgom tarpmiestinėms kelionėms + Esant - 25⁰ C temperatūrai – akumuliatorių galingumas sumažėja 50 % + Elektromobilio kaina 30–40 % didesnė už automobilio su vidaus degimu + Mažesnė elektromobilio talpa ir bagažinė + Akumulatoriai tarnauja 10 metų arba 200000 km. ridos
Galimybės	Grėsmės
- Griežti ES reikalavimai aplinkos apsaugai skatina naudoti elektromobilius - Neveikia degalų kainų augimas, nes elektromobiliai naudoja elektros energiją, kuri gali būti gaminama iš atsinaujinančių šaltinių ir branduolinio kuro - Naujos technologijos įgalina gaminti ir eksploatuoti naujos kartos elektromobilius - Prioritetas važiavimui ir stovėjimui miesto centre ir senamiestyje	- Reikalingos naujos technologijos elektromobiliams gaminti ir eksploatuoti - Elektromobiliai važiuoja labai tyliai ir dėl to gresia incidentai su pėsčiaisiais - rida su vienu pakrovimu mažėja, senstant akumulatoriams - pakrovimo įtampa virš 24V yra pavojinga aplinkiniams - Priklausomybė nuo užsienio energijos šaltinių tiekėjų (Lietuvoje elektrinės naudoja dujas, mazutą) - teisės aktų keitimas

Atlikta galimo elektromobilių naudojimo SSGG analizė Lietuvos miestuose parodė, kad yra didelės galimybės ir įvairiapusiškos stiprybės artimiausioje perspektyvoje jų įgyvendinimo.

2.4. Elektromobiliai Lietuvoje

Lietuvos susisiekimo ministerijos vizija Lietuvoje iki 2015 metų Vilniuje bus sukurtas pilotinis elektromobilių baterijų krovimo ir keitimo infrastruktūros tinklas, iki 2020 metų Lietuvoje pradės veikti elektromobilių gamykla, o apie 2030 metus bus visiškai elektrifikuojamas viešasis transportas didžiuosiuose Lietuvos miestuose, ekologišką transportą sudarys iki 40 % visų automobilių. Iki 2050 metų Lietuvos ekologiškų automobilių parkas bus išplečiamas iki 50 % visų automobilių.

Kalbant apie elektromobilių perspektyvas Lietuvoje, pirmiausia būtina įvertinti šalies pranašumus, galinčius prisidėti prie elektromobilių pramonės plėtros. O jų, Lietuvoje yra ne vienas. Pirmiausia numatomas itin didelis elektros gamybos pajėgumų išplėtimas Lietuvoje ir šalyse kaimynėse, susijęs su būsimos atominės elektrinės statyba. Elektromobilių pramonė plėtojama ir todėl, kad nėra stipriausių rinkos dalyvių. Lietuva turi puikias sąlygas tapti elektromobilių testavimo šalimi dėl palankaus klimato, tinkamo atstumo (didžiausias tarpmiestinis atstumas Lietuvoje apie 400 km).

Dar vienas Lietuvos pranašumas yra santykinai nebrangi ir labai kvalifikuota šalies darbo jėga, verslininkai pastaruoju metu yra ypač susidomėję elektromobilių pakrovimo stotelių diegimu ir atstovavimu elektromobilių gamintojams.

Prof. habil. dr. Algimantas Ambrazevičius įsitikinęs, kad Lietuvoje 2020 m. bus apie 200 000 elektromobilių ir tai sudarys 10 % viso mūsų šalies automobilių parko. Tokiam elektromobilių kiekiui jau reikalinga atitinkama infrastruktūra, kuri leistų elektromobiliams integruotis Lietuvos miestuose. Siekiant tokio prognozuojamo elektromobilių lygio Lietuvoje, reikia sudaryti palankesnes sąlygas norintiems įsigyti elektra varomą automobilį, taikyti dotacijas, atsižvelgti į kitų šalių elektromobilių integracijos patirtį ir skatinti Lietuvos piliečius domėtis ekologija.

Gyventojus rinktis ekologinį transportą reikia motyvuoti įvairiomis ekonominėmis priemonėmis. Tarp jų: nemokamas automobilių pastatymas, dalinis baterijų krovimo kompensavimas, nemokamas įvažiavimas į apmokestintas miesto zonas, atleidimas nuo transporto priemonės registravimo, kelių mokesčio ir pan. Taigi spartesniam elektromobilių rinkos Lietuvoje skatinimui taip pat būtinas glaudus įvairių ministerijų – Susisiekimo, Ūkio, Energetikos, Aplinkos ministerijų, taip pat savivaldybių, verslo atstovų ir mokslininkų bendradarbiavimas.

„Regitros“ duomenimis šiuo metu Lietuvoje yra įregistruota 5 elektromobiliai ir 1906 hibridiniai automobiliai. Iš jų 3 elektra varomos transporto priemonės įregistruotos Kaune. Kaune dirbantys modernių technologijų kūrėjai siekia sukurti lietuvišką elektromobilių pramonę. Tokių ambicijų realumo įrodymas – sėkmingai eksploatuojamas pirmasis lietuviškas elektromobilis. Lietuvišką automobilį pagaminę entuziastai neseniai gavo pirmą komercinį užsakymą, už kurį jau pervestas avansas.

Savivaldybių bei susikūrusių asociacijų pagalba elektromobilių integracija Lietuvoje sparčiai juda į priekį. Klaipėdos miesto Taryba 2011 metų pabaigoje priimė stovėjimo mokesčio lengvatą elektromobiliams. Savo ruožtu Kauno miesto savivaldybė įteikė pirmąjį nemokamo stovėjimo pasą elektromobilio savininkei ir ketina suteikti galimybę nemokamai statyti savo transporto priemonės visiems elektromobilių savininkams. Taip pat svarstoma galimybė netoli miesto savivaldybės įrengti elektrokolonėlę. 2011 metų balandžio 22 d. prie Kauno rajono savivaldybės pastato atidaryta pirmoji Lietuvoje europinius standartus atitinkanti elektromobilių įkrovimo stotelė. Kauno mieste šiuo metu yra trys elektromobilių pakrovimo stotelės. Bendrovės „Elinta“ įrengtos 2 elektromobilių įkrovimo stotelės prie įmonės būstinės Kauno laisvojoje ekonominėje zonoje ir prie Kauno rajono savivaldybės pastato savanorių prospekte. Vilniaus miestas turi 2 įrengtas viešo naudojimo elektromobilių įkrovimo stoteles. Pirmoji stotelė buvo atidaryta prie Energetikos ir technikos muziejaus, o antroji dvifazės elektros srovės prekybos centre „Ozas“. Pavasarį numatoma, kad atsiras dar 3 elektromobiliai, o iki metų pabaigos padaugės maždaug iki 10 elektromobilių Lietuvos gatvėse ir keliuose.

Jau šiandien suteikiama galimybė elektromobilius nemokamai statyti bet kuriose Vilniaus, Kauno ir Klaipėdos miestų vietose. Prie šios iniciatyvos ketina prisijungti daugiau savivaldybių, tikimasi, kad netrukus elektromobilių pirkėjams bus pasiūlyta ir daugiau paskatų. Kaip pavyzdžiui, pridėtinės vertės mokesčio lengvatos, atleidimas nuo kelių mokesčio, subsidijos elektromobiliams ir įkraunamiesiems hibridams pasinaudojant žaliojo investavimo schema, leidimas važiuoti A juosta galėtų padidinti pirmuosius elektromobilių pirkėjus.

Elektromobilių infrastruktūros integravimo programos strategijos atsiperkamumui Lietuvoje turėtų būti įvesti ir įgyvendinti šie aspektai:

- Elektros energijos pakankamumas, klimato ir demografinių sąlygų tinkamumas.
- Stipri partnerystė tarp nacionalinių laboratorijų, universitetų, savivaldybių ir privataus sektoriaus atstovų. Surinkta aukštos kokybės informacinė sistema apie elektromobilių infrastruktūros galimybes Lietuvoje.

- Elektromobilių infrastruktūros finansavimo galimybių rinka: lengvatinės sąlygos elektromobilio įsigijimui, nemokamos statymo galimybės, bent jau centrinėje miestų zonoje, viešų elektromobilių įkrovimo stotelių naudojimo apmokestinimo sisteminės lengvatos.

Lietuvos elektros skirstomųjų tinkle valdytoja LESTO telkia elektromobiliais suinteresuotų įmonių, valstybinių institucijų ir kitų organizacijų grupę, siekdama bendromis pastangomis inicijuoti elektromobilių infrastruktūros plėtrą Lietuvoje, populiarinti ir remti aplinką tausojančių ir efektyviau energiją naudojančių technologijų diegimą. Tikimasi, kad įmonių grupė sukurs ir pirmąjį elektromobilių bandomąjį projektą Vilniuje.

2012 metų pabaigoje Lietuvoje galėtų veikti pirmosios greitojo elektromobilių įkrovimo stotelės, infrastruktūrai plečiantis jų skaičius pasiektų 30. Tai lems ne tik elektromobilių kainą, kuri, prognozuojama, dėl tobulėjančių baterijų technologijų iki 2025 m. sumažės apie 30 proc. Tikima, ad vartojai bus linkę rinktis elektromobilius dėl jų suteikiamo patogumo ir papildomų galimybių.

3. METODAI IR TAIKymo SRITYS

3.1. Užsienio šalyse taikomi metodai, daliai transporto priemonių aptarnauti

Elektromobilių pakrovimo sistemos modelis ar metodika daugiausiai priklauso nuo skirtingų transporto priemonių poreikių. Pakrovimo sistemos periodai pasiskirsto pagal pilnam elektromobilio pakrovimui reikalingą įkrovimo laiką.

Elektromobilių pakrovimo sistemos įdiegimas priklauso nuo norimų vienu metu pakrauti elektromobilių skaičiaus, baterijų talpos, pakrovimo sistemos galingumo ir pakrovimo laiko skirtingų intervalų.

Išanalizavus mokslinę literatūrą pastebėtos beveik nekintančios trys pakrovimo stotelių planavimo mieste ir užmiestyje metodų kryptys: pagal gyvenamąsias vietas, darbo vietas ir pagal eismo intensyvumą gatvėse ar keliuose.

Šiame skyrelyje trumpai nusakomos keleto šalių perspektyvinės vizijos integruojant elektromobilius jų miestuose.

Kinija

Kinijoje numatoma, kad pirmiausiai elektromobiliai turi būti įdiegti viešojo transporto sektoriuje ir valstybinėse įstaigose.

Iki 2015 m. elektriniai autobusai bus plačiai naudojami viešojo transporto sektoriuje. 2016 m. 2020 elektromobiliai bus integruoti viešajame transporte ir pritaikyti oficialiems valstybiniams automobiliams. 2021 – 2030 m. individualių elektromobilių skaičius Kinijos gatvėse sparčiai didės.

Jungtinė Karalystė. Anglija. Londonas.

2009 metais Londone buvo apie 1 700 elektromobilių, tai sudarė 0,6 % viso automobilių parko. Iki 2015 metų planuojama Londone įrengti 25 000 elektromobilių įkrovos stotelių. Iš jų 22 500 numatomos darbo vietose ir namuose, 500 gatvių prieigose ir 2 000 viešosiose stovėjimo vietose. Šios vietos pasirinktos atsižvelgiant į Londono miesto gyventojų kelionių pasiskirstymą ir atstumus nuvažiuojamus per dieną. 95 % Londono gyventojų kelionių ilgis nesiekia 75 km per dieną.

Jungtinė Karalystė. Škotija.

Škotijos vyriausybė numato darnią ir kryptingą elektromobilių plėtrą miestuose ir priemiesčiuose. Iki 2015 metų tikimasi įrengti dešimtis tūkstančių elektromobilių įkrovos stotelių kelių tinkle, mieste ir priemiesčiuose. Numatomas elektromobilių įkrovimo stotelių išdėstymo planas Edinburge. Tokį jau turi parengę keletas kitų Škotijos miestų, kaip pavyzdžiui New Castle. Elektromobilių įkrovos stotelės planuojamos trimis modeliais – įkrovimas namuose nakties metu, ne piko valandomis, stotelės darbovietėse už privačias lėšas ir trečiasis modelis –

integruojant elektromobilių įkrovos stoteles viešose stovėjimo vietose ar aikštelėse už tam tikrą savivaldų įvestą mokestį specialiomis kortelėmis.

2015-2020 metų periode tikimasi spartaus elektromobilių naudojimo augimo, esant poreikiui bus vykdoma kryptinga elektromobilių įkrovimo stelių plėtra didinant jų kiekį pagal naudotojų poreikius.

3.1.1 Metodai.

Užtikrinant kryptingos elektromobilių plėtros saugų ir nepriekaištingą aptarnavimą sukuriama modeliai ir metodika apibendrinami elektromobilių savininkų, elektros energijos tiekėjų ir elektromobilių infrastruktūros steigėjų darnų bendradarbiavimą ir nusakanti jų tikslus ir būtinus įgyvendinti uždavinius nepriekaištingai elektromobilių integracijai ir elektrinių transporto priemonių aptarnavimui užtikrinti.

Įkrovos modelis.

Elektromobilių infrastruktūros integracijos mieste ar šalyje pagrindinė paskirtis yra užtikrinti transporto priemonių aptarnavimą. Nepriekaištingam infrastruktūros tinklo vystymui turi būti atsižvelgiama į įkrovos modelio subtilybes. Šis modelis apibūdina elektromobilių įkrovos situacijai reikalingus faktorius. Išskiriami svarbiausi keturi faktoriai.

Pirmasis yra **įkrovos stotelės vieta**. Elektromobilio stotelės vieta parenkama išanalizavus gyvenamųjų teritorijų, darbo vietų teritorijų pasiskirstymą ir gatvių ar kelių eismo intensyvumą. Analizuojama esama ir perspektyvinė situacija, renkami tikslūs statistiniai duomenys, prireikus atliekami tyrimai.

Antrasis yra **tarpininkų (naudotojo, tiekėjo ir savininko) tarpusavio ryšių sąveika**. Esant glaudiems ir betarpiškiems naudotojų (elektromobilių vairuotojai), tiekėjų (aptarnaujančioji elektros energija įmonė) ir elektromobilių įkrovos stelių steigėjų ryšiams pasiekiamas optimalus galutinis produktas. T.y. Elektromobilio vairuotojo transporto priemonė įkraunama optimaliai: per galimą trumpiausią įkrovos laiką, esant puikiam elektromobilių įkrovimo stelių pasiekiamumui ir mažiausia kaina.

Trečiasis faktorius - **įkrovimo išmanumo laipsnis**. Įvertinamas technologijų, t.y. elektromobilių pakrovimo stelių naujumas, galimybės ir atliekama jų analizė su galimybe, esant poreikiui numatyti jos pakeitimą naujesne.

Ketvirtasis faktorius apibendrina **kontrolę po įkrovimo**. Tai elektromobilių infrastruktūros priežiūra ir elektromobilių įkrovimo stelių išsidėstymo duomenų bazės sukūrimas bei nuolatinis atnaujinimas, analizė ir perspektyvinių tikslų ir uždavinių numatymas atsižvelgiant į

poreikius. Siekiama, kad duomenų bazė būtų informatyvi ir nusakanti svarbiausius rodiklius, kurių pagalba tolimesnė infrastruktūros plėtra būtų atliekama tikslingai ir naudingai.

Galimybių modelis.

Tai strateginio mastymo apie galimybes ir grėsmes apibendrinimasis modelis, nusakantis reikalavimus elektromobilių įkrovos infrastruktūrai ir jos pasiekiamumui. Aprašomasis modelis priklauso nuo informacijos pasiekiamumo, vedamos duomenų bazės apie elektromobilių infrastruktūrą tikslumo ir elektromobilių įkrovos stotelių tipo: privačios ar viešos. Galimos vienodai geros situacijos esant bet kuriam elektromobilių įkrovos stotelių tipui.

Privačios elektromobilių įkrovos stotelės gali būti įrengiamos namuose (garažuose ar namo stovėjimo aikštelėse) ir skirtos naudoti tik elektromobilio savininkui, kai įkrovos infrastruktūra įrengta jo lėšomis, taip pat gali priklausyti privačių stovėjimo aikštelių ar bet kurios įmonės savininkams ir jomis gali naudotis tik tų įmonių darbuotojai ar laikantys elektromobilius atitinkamose privačiose stovėjimo aikštelėse su elektromobilių įkrovos infrastruktūra. Už šių elektromobilių įkrovos stotelių naudojimą imamas tam tikras nustatytas mokestis kraunant elektromobilį darbo ar laikymo aikštelėse valandomis taip pat privačios elektromobilių įkrovos stotelės gali būti įrengtos savivaldybių lėšomis gatvių prieigose, prekybos centruose ir bet kurioje kitoje suplanuotoje miesto vietoje, kai įkrovimo mokestis nefinansuojamas ar dalinai finansuojamas savivaldybių lėšomis.

Viešos elektromobilių įkrovos stotelės prieinamos kiekvienam elektromobilio vairuotojui. Jos įrengtos bet kurioje miesto vietoje, galimai: gyvenamųjų namų ar darbo vietų stovėjimo aikštelėse, gatvės prieigose, prekybos centruose ir t.t. Jų naudotojai moka tik už elektromobilių pakrovimą be papildomų mokesčių ir yra dotuojami bei privilegijuojami savivaldybių ar privačių asmenų.

Reguliavimo teisė.

Reguliavimo teise apibrėžiamos svarbiausios taisyklės, nusakančios kiekvieno integruotos elektromobilių infrastruktūros dalyvio: naudotojo, tiekėjo ir aptarnautojo atsakomybę. Kiekvienoje šalyje ar atskirame mieste sukuriama savi reguliavimo principai pagal šalies ar miesto poreikius, atsižvelgiant į elektromobilių paplitimą, numatytas augimo tendencijas ir infrastruktūros jiems aptarnauti poreikį. Reguliavimo principais aiškiai apibrėžiama kas turėtų būti įkrovos stotelių savininkais, naudotojais ir tiekėjais, kokios yra jų teisės ir galimos lengvatos. Apibrėžiamos numatytų paslaugų tiekimo ir joms reikalingų investicijų susigražinimo ir apmokėjimo taisyklės, leidžiančios planuoti ir tiksliau apskaičiuoti susigražinimo periodus bei investicijų kreditavimą.

3.2. Mieste

Pagrindinis individualių automobilių naudojimas apibrėžiamas susisiekimo kelionėmis namai – darbas bei laisvalaikio ir pramogų poreikiu.

Atsižvelgiant į galimą bereikalingą elektromobilių parko augimą, neekonomiškumą ir padriką pakrovimo stotelių integracija miesto zonose įkrovimo stotelių planavimas turėtų užtikrinti tikslų ir apgalvotą stotelių išsidėstymą miesto teritorijoje. Elektromobilių infrastruktūros svarbiausi aspektai – užtikrinti pasiekiamumą ir patogumą elektromobilių vairuotojams juos pasikraunant, saugias prieigas prie elektros energijos šaltinių.

Tuo tikslu elektromobilių pakrovimo sistema miesto teritorijoje numatoma išanalizavus gyvenamųjų zonų sklaidą mieste ir parenkamos pakrovimo sistemų optimaliausios vietos krautis elektromobilius jų naudotojams nakties metu po vakarinio piko valandų, taip pat analizuojamas darbo vietų pasiskirstymas ir užtikrinamas elektromobilių pakrovimo poreikio patenkinimas jų zonose, darbo valandų metu saugiai pasikraunant elektromobilį stovėjimo aikštelėse ar darbovietai priklausančiose teritorijose, ir trečiasis taikytinas metodas yra eismo intensyvumo miesto gatvėse analizavimas ir prieinamumas elektromobilių infrastruktūros jų prieigose ar viešosiose erdvėse.

Tikimasi, kad trumpas pakrovimas namų zonose nakties metu ir ne piko valandomis (savaitgaliais) taps plačiausiai naudojamu variantu, nes jis yra praktiškiausias ir įprastas elektromobilių pakrovimo metodas, atsižvelgiant į vairuotojų manieras ir komforto supratimą. Viešos ir privačios (darbo vietų teritorijose) elektromobilių įkrovos stotelės numatomos kaip papildoma priemonė užtikrinti paklausos aptarnavimą. Kryptingos plėtros galimybės numatomos visiems trimis metodams tolygiai.

3.2.1. Pagal gyvenamąsias vietas

Gyvenamųjų zonų pasiskirstymas miesto teritorijoje parodo tankiausiai apgyvendintus rajonus analizuojamajame mieste. Miegamieji rajonai dažniausiai būna paplitę toliau nuo miesto centro ir skirti gyventojų poilsiui. Elektromobilių infrastruktūra įdiegiama individualiuose namuose ar daugiabučių stovėjimo aikštelėse, kad gyventojai galėtų krautis elektromobilius nakties metu, ne piko valandomis. Tai pats komfortiškiausias būdas vairuotojams ir mažiausiai energijos resursų naudojantis, draugiškiausias aplinkai ir ekonomiškiausias laiko ir kokybės santykių metodas.

Šis metodas maksimizuoja aplinkos ir ekonominius kaštus. Lengviausias elektros energijos tinklo pasiekiamumas, integruojant pakrovimo stoteles namų prieigose. Beto naktinis elektros energijos tarifų naudojimas yra pigiausias būdas pasikrauti elektromobilį. Dieninės energijos

kaina yra 49,7 ct/kWh, o naktinės ir savaitgalinės – 37,2 ct/kWh. Nakties ir ne piko valandų metu elektros energijos panaudojimas elektromobilių įkrovai teikia maksimalią galimą naudą aplinkosauginiu požiūriu, išvengiama elektros energijos tiekimo trukdžių ar gedimų, sustiprinamos garantijos saugiam ir nenutrūkstančiam elektros energijos tiekimui.

Elektromobilių įkrovimo stotelės gyvenamuosiuose rajonuose (stovėjimo aikštelėse ar garažuose) skirtos naudotis elektromobilių savininkams ir daugeliu atvejų būna privačios. Jos susideda iš : standartinio elektromobilių įkrovėjo kištuko, užrakinto raktu ar kodu ir žemo dažnio elektros srove. Dėl šios priežasties galimas tik normalaus greičio (dažnio) pakrovimas nominalia įtampa kaip pvz. 230 V ir 16 A galios, kuri sukuria 3 kW pakrovimo galingumą.

Šiame modelyje elektromobilių įkrovos infrastruktūra (elektromobilio įkrovos stotelė) įrengiama elektromobilio / gyvenamojo būsto savininko lėšomis arba gyvenamųjų daugiabučių užsakovų lėšomis, numatant elektromobilių infrastruktūrą dar projektinėje daugiabučio stadijoje. Elektromobilio įkrovos stotelės įrengimo investicijos namų zonoje siekia apie 5000 litų. Į šią sumą neįskaičiuota tiekėjo ir elektros energijos gavėjo informacinės sistemos kaina. Šis modelis esant galimybei galėtų būti bent dalinai finansuojamas viešųjų fondų skatinančių elektromobilių integraciją mieste ar savivaldybių lėšomis pagal atitinkamus projektus.

Kraunantis elektromobilį namų zonoje galimos dvi pakrovimo sistemos metodikos alternatyvos. Pirmoji – **vietinis autonominis metodas**. Remiantis šia metodika elektromobilio įkrovos pradžios ir pabaigos laikas nustatomas elektromobilio pakrovimo stotelėje prieš pradedant įkrovimą pagal reikiamą kiekį elektros energijos. Antruoju metodu – **optimizuotos kainos atžvilgiu** – yra optimizuojamas pakrovimo greitis ir minimizuojamas apmokėjimo dydis, atsižvelgiant į valandinį įkrovimo kainos svyravimą visam įkrovos periodui. Kitaip sakant, elektromobilio įkrovos stotelėje suvedamas pilnam baterijos pakrovimui reikalingas laikotarpis ir elektromobilis kraunamas palankiausiu kainos tarifu optimizuojant apmokėjimo dydį.

Alternatyvos pasirinkimas prieš diegiant elektromobilių infrastruktūrą namų zonose pasirenkamas pagal savininkų ir naudotojų poreikius ir priklauso nuo technologijų inovatiškumo bei galimų investicijų elektromobilių stotelei.

3.2.2. Pagal darbo vietas

Darbo vietų pasiskirstymas miesto teritorijoje dažniausiai koncentruojasi centrinėje miesto dalyje arba persikelia į priemiestines teritorijas, priklausomai nuo paslaugų teikimo pobūdžio. Elektromobilių infrastruktūra įdiegiama privačiose stovėjimo aikštelėse ar įmonių teritorijose darbuotojų patogumui pasikrauti elektromobilius darbo valandomis.

Šis metodas lyg savotiška verslininkų demonstracija apie jų lyderystę ir inovatiškumą prisijungiant prie darnios miesto plėtros ir ekologiškų idėjų skatinimo, išskirtinai atkreipiant dėmesį į pozityvius jų skirtumus lyginant su kitais žmonėmis.

Infrastruktūra įrengiama kompanijų, privatininkų lėšomis. Jos tipas ir pakrovimo galingumas priklauso nuo elektromobilių infrastruktūrai skiriamų investicijų kainos. Galimos dviejų rūšių elektromobilių pakrovimo stotelės – normalaus ir greito įkrovimo. Normalaus įkrovimo stotelių galingumas – 230 V ir 16 A, o greito pakrovimo – 230 V bet 80A.

Elektromoblio įkrovimo kaina skaičiuojama pagal elektros energijos tiekėjo kainas pridėdant arba ne, elektromoblio įkrovimo stotelės naudojimo mokestį, tai priklauso nuo infrastruktūros savininko strategijos.

Apmokėjimas už elektromoblio įkrovimą vykdomas specialiomis kortelėmis, grynaisiais pinigais arba mokėjimo aparatų pagalba. Galimas finansavimas pagal savivaldybių ar vyriausybės elektromobilių integracijos nuostatas.

3.2.3. Pagal eismo intensyvumą

Metodikos esmė yra išanalizuoti miesto gatvių ar kelių ruožų eismo intensyvumą. Labiausiai apkrautų gatvių ar kelių prieigose, bei viešose stovėjimo aikštelėse, prekybos centruose numatyti elektromobilių pakrovimo stotelės aptarnauti esamam elektromobilių poreikiui. Ši elektromobilių infrastruktūra turi būti viešai prieinama, be jokių apribojimų visiems elektromobilių vairuotojams ir įrengiama savivaldybių lėšomis.

Šios įkrovos stotelės gali būti dviejų įkrovimo tipų. Pirmasis yra normalaus (230 V ir 16 A) pakrovimo ir antrasis greito (230 V ir 80 A). Jeigu elektromobilių vieša įkrovimo stotelė įrengta gatvėje ar atviroje stovėjimo aikštelėje, ji privalo būti apsaugota nuo vandalizmo.



4 pav. Vieša elektromobilių pakrovimo stotelė Stokholmo gatvės prieigoje.

Elektromobilio įkrovimas gatvės prieigose ar viešose stovėjimo aikštelėse apmokamas pagal elektros energijos tiekėjų kainas.

Viešasis elektromobilio įkrovimas susideda iš šių etapų:

- Vartotojo atpažinimas (mokėjimo kortelė, elektromobilio numeriai ar registracijos numeris),
- Leidimo naudotis įkrovos stotele gavimas (infrastruktūros automatinis atsirakinimas),
- Elektros energijos naudotino kiekio fiksavimas (rankiniu arba automatiniu būdu, priklausomai nuo elektromobilio įkrovos stotelės technologinio naujumo),
- Elektromobilio įkrovimas,
- Apmokėjimas (optimaliausias būdas – šalyje įvesti vienodas pildomas mokėjimo korteles, galimi kiti variantai – mokėjimo aparatai, grynųjų pinigų priėmimas),
- Elektromobilio įkrovos stotelės automatinis užsirakinimas po apmokėjimo patvirtinimo.

Elektromobilio įkrovimo metodika pagal eismo intensyvumą susideda iš dviejų alternatyvų: sujungimo ir matavimo metodo ir nuotolinės kontrolės optimizavimo metodo.

Sujungimo ir matavimo metodas pagrįstas vietiniu autonominiu elektromobilio įkrovimo metodu. Elektromobilio vairuotojas prijungia savo transporto priemonę prie įkrovos stotelės ir žinodamas esamas elektros energijos kainas naudoja vietinį autonominį metodą įkrauti elektromobiliui.

Nuotolinės kontrolės fiksuoto greičio optimizavimo metodas remiasi optimizuotos kainos metodika. Elektromobilio vairuotojas prijungia savo transporto priemonę prie įkrovos stotelės ir iš anksto įveda krovimo laiką reikalingam elektros energijos kiekiui ir pagal nuotolinės kontrolės nustatytus parametrus tiekama elektros energija.

Viešos elektromobilių įkrovos stotelės investicijų ir priežiūros kaina įskaitant ryšius ir įrangą skaičiuojama nuo 14 000 iki 35 000 litų. Kainos svyravimai priklauso nuo stotelių pakrovimo greičio, apmokėjimo tipo ir sunaudojamų elektros energijos kiekių.

3.4. Integruota metodika: užmiesčiui ir miestui

Elektromobilių integracija visos šalies mastu smarkiai mažina išmetamųjų dujų kiekį ore, gerina oro kokybę ir žmonių sveikatą, mažina triukšmingumą ir gyventojų kelionės tampa pigesnės (elektros ir kietojo kuro kainų palyginimo aspektu). Tad kryptingai elektromobilių įkrovos stotelių plėtrai turėtų būti sukurama duomenų bazė, kurios pagalba numatoma naudojimo stebėsena.

Pakrovimo sistemos pasiekiamumui ir informacijos prieinamumui sukuriamas nacionalinis pakrovimo stotelių registras, kuris suteiks duomenis apie pakrovimo stotelių vietą ir galingumą miesto teritorijoje. Tai puiki priemonė informacijos sklaidos efektyvumo užtikrinimui bei kryptingai elektromobilių įkrovos stotelių plėtrai.

Elektromobilių įkrovos stotelių duomenų bazė.

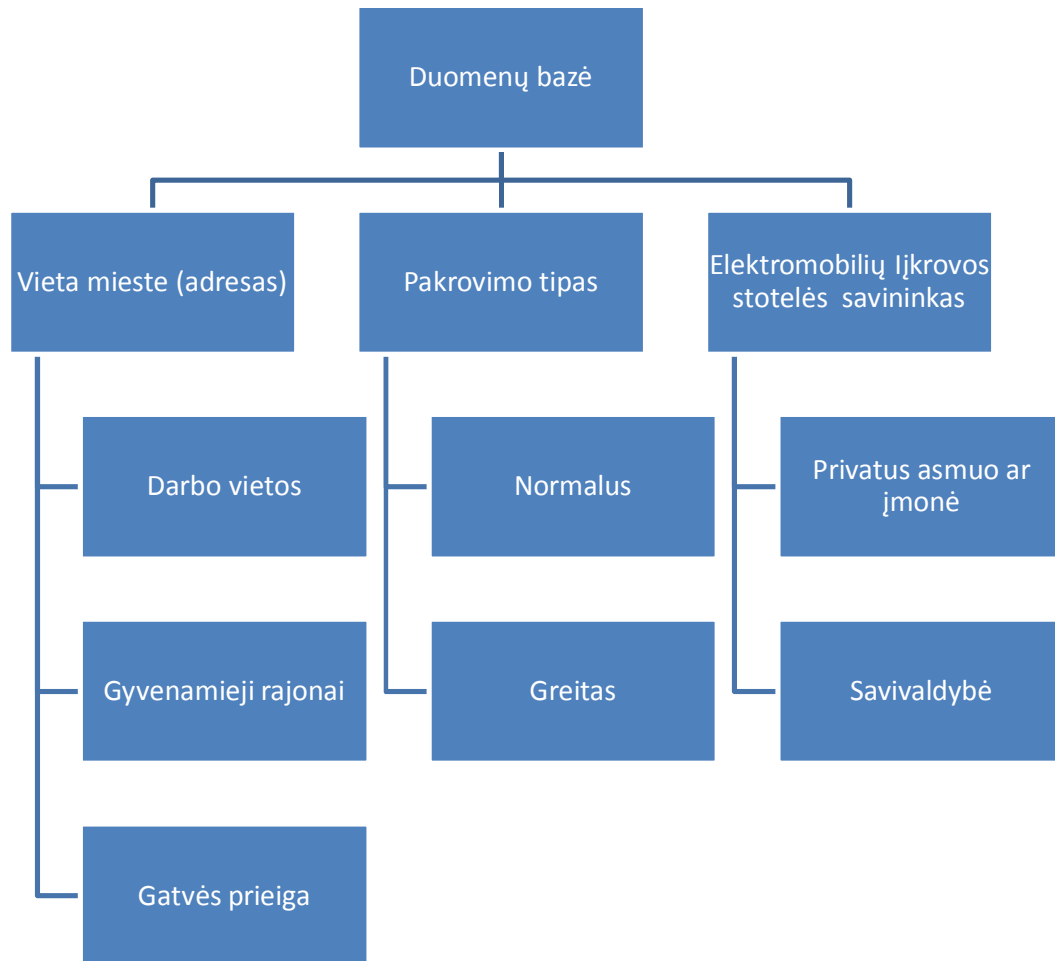
Kaupiant duomenis apie objektus svarbu pasirinkti teisingus įvesties duomenis. Įvesties duomenys kaupiami elektromobilių įkrovimo stotelių nužymėjimo programos ArcGis atributinėse duomenų lentelėse įvedant atitinkamus duomenis. Pavyzdinė įvesties duomenų atributinė informacija ArcGis sistemoje pateikiama 8 lentelėje.

8 lentelė. ArcGis pavyzdinė atributinė lentelė.

Nr.	Adresas	Greitas įkrovimas	Normalus įkrovimas	Elektromobilių įkrovos stotelės savininkas	Elektros energijos tiekėjas
001	Ozo g.18	+		Prekybos centro Ozas administracija	„LESTO“
....					
129	Rinktinės g. 2 Energetikos ir technikos muziejus		+	Vilniaus miesto savivaldybė	„LESTO“

Pagal integruotą miesto ir užmiesčio metodiką siūloma kiekvieną elektromobilio įkrovos stotelę indentifikuoti įvedant duomenis apie stotelės vietą mieste, pakrovimo tipą ir elektromobilio įkrovos stotelės savininką. Elektromobilių stotelės vieta išskirstoma pagal trijų tipų teritorijas: darbo vietos, gyvenamieji rajonai ir gatvės prieigos. Kiekviena vieta identifikuojama tiksliau adresu. Galimi pakrovimo tipai – normalus ir greitas, priklausomai nuo techninės elektromobilio pakrovimo stotelės specifikacijos ir elektros energijos tiekėjo leidžiamos toje teritorijoje elektros srovės parametrų. Elektromobilio įkrovos stotelės savininkais gali būti privatus asmenys, įmonės ar miesto ar rajono savivaldybės. Išsamesnė pavyzdinė duomenų bazės įvesties struktūra pateikta 9 lentelėje.

9 lentelė. Duomenų bazės įvesties duomenys.



Sukūrus elektromobilių infrastruktūros tinklo informacinę sistemą fiksuojama kiekviena elektromobilių įkrovos stotelė, jos naudotojų skaičius, kaip ir buvo minėta, užtikrinti kryptingą naujų stotelių planavimą bei pakankamą elektros energijos tiekimą ateityje.

4. TYRIMAS VILNIAUS MIESTE

Kaip atskaitos tašką elektromobilių integracijai Lietuvoje pasirinktas Vilniaus miestas, kuris išnagrinėtas šiais aspektais:

- Gyventojų tankis gyvenamosiose teritorijose;
- Darbo vietų skaičius rajonuose;
- Didžiausių transportinių paros srautų pasiskirstymas.

Tai pateikta trimis koncepcijomis elektromobilių įkrovos stotelių išdėstymui Vilniaus mieste.

Pirmoji koncepcija. Gyvenamosios teritorijos yra esminis veiksnys formuojant miesto urbanistinės struktūros vystymo politiką ir ją atitinkantį erdvinį modelį iki 2025 metų, optimizuojant infrastruktūros sistemas.

Vilniaus mieste 2010 m., Statistikos departamento duomenimis gyvena 548 816 gyventojų, numatomas gyventojų skaičiaus didėjimas. Remiantis 2007 m. vasario 14 d. patvirtintu Vilniaus bendruoju planu ir atliktais tyrimais matome, jog didžiausias gyventojų tankis yra Justiniškių, Fabijoniškių, Šeškinės miegamuosiuose rajonuose, šie rajonai numatomi kaip tankiausiai gyvenami ir 2015 m. koncepcijoje, tad jie tampa pagrindiniais gyventojų traukos objektais ir atsižvelgiant į tai būtina elektromobilių įkrovimo infrastruktūros integraciją šiuose rajonuose.

Atsižvelgiant į gyventojų pasiskirstymą išanalizuoti Vilniaus miesto traukos objektai, kuriuose būtų tikslinga numatyti elektromobilių pakrovimo stoteles. Kadangi elektromobilių pakrovimas esant normalaus pakrovimo elektromobilių įkrovos stotelėms vyksta ilgiau (vidutiniškai apie 2 val.) nei užtrunka pripilti degalų benzinu ar dyzeliu varomus automobilius, pakrovimo stotelės planuojamos didžiuosiuose Vilniaus miesto prekybos centruose, esančiuose tankiausiai apgyvendintuose rajonuose. Tai padėtų gyventojams taupyti savo laiką ir tarkim apsipirkimo metu, pasikrauti savo automobilius, kad galėtų lengvai įgyvendinti kitas savo suplanuotas keliones. Šio planavimo esmė – optimizuojamas laiko ir naudos santykis.

Vilniaus miesto centrinė dalis yra tankiai apgyvendinta. 2010 m. duomenimis šioje teritorijoje nuolat gyveno apie 25000 gyventojų, tuo pačiu tai didžiausias turistų traukos centras. Šioje teritorijoje suplanuotos dvi elektromobilių pakrovimo stotelės aptarnauti šios zonos gyventojų poreikius. Numatomos papildomos elektromobilių įkrovos stotelės Vilniaus miesto senamiestyje kaip inovatyvių technologijų integracijos reprezentavimas užsienio šalių svečiams.

Didžiausias gyventojų tankis Vilniaus mieste yra miegamuosiuose rajonuose, tokiuose kaip: Šeškinė (36 tūkst.), Karoliniškės (29 tūkst.), Žirmūnai (15 tūkst.), Viršuliškės (15 tūkst.) ir kt. Kiekvienas miegamasis rajonas turi daugiau nei po vieną prekybos centrą. Jų stovėjimo aikštelėse numatomos normalaus pakrovimo elektromobilių įkrovos stotelės. Šios stotelės gali būti įrengiamos tiek privačiomis tiek savivaldybės lėšomis. Numatomas apmokėjimas atsižvelgiant į elektros energijos tiekėjo kainas.

Didėjant gyventojų skaičiui Vilniaus mieste numatoma miesto plėtra. Naujos plėtros prioritetinės teritorijos numatytos miesto vakaruose, šiaurės vakaruose ir pietvakariuose: Pilaitės šiaurinėje ir pietinėje dalyse, Ukmergės gatvės šiaurinėje dalyje ir Minsko plento šiaurinėje išsklotinėje. Miesto sklaida laikui bėgant plėsis priemiestinių rajonų pagalba. Atsižvelgiant į plėtros tendencijas parenkame gyventojų lankomiausius prekybos centrus šiose teritorijose, kuriose bus įdiegtos pakrovimo stotelės. Tai užtikrins periferinių Vilniaus miesto rajonų aptarnavimą bent 5 metų laikotarpį į priekį.

Tolimesnės kryptingos plėtros perspektyvos bus vystomos atsižvelgiant į vartotojų poreikius bei atlikus elektromobilių įkrovos stotelių duomenų bazės analizę. Pakrovimo stotelių išsidėstymas pagal gyventojų pasiskirstymo tankį pavaizduotas 5 pav.



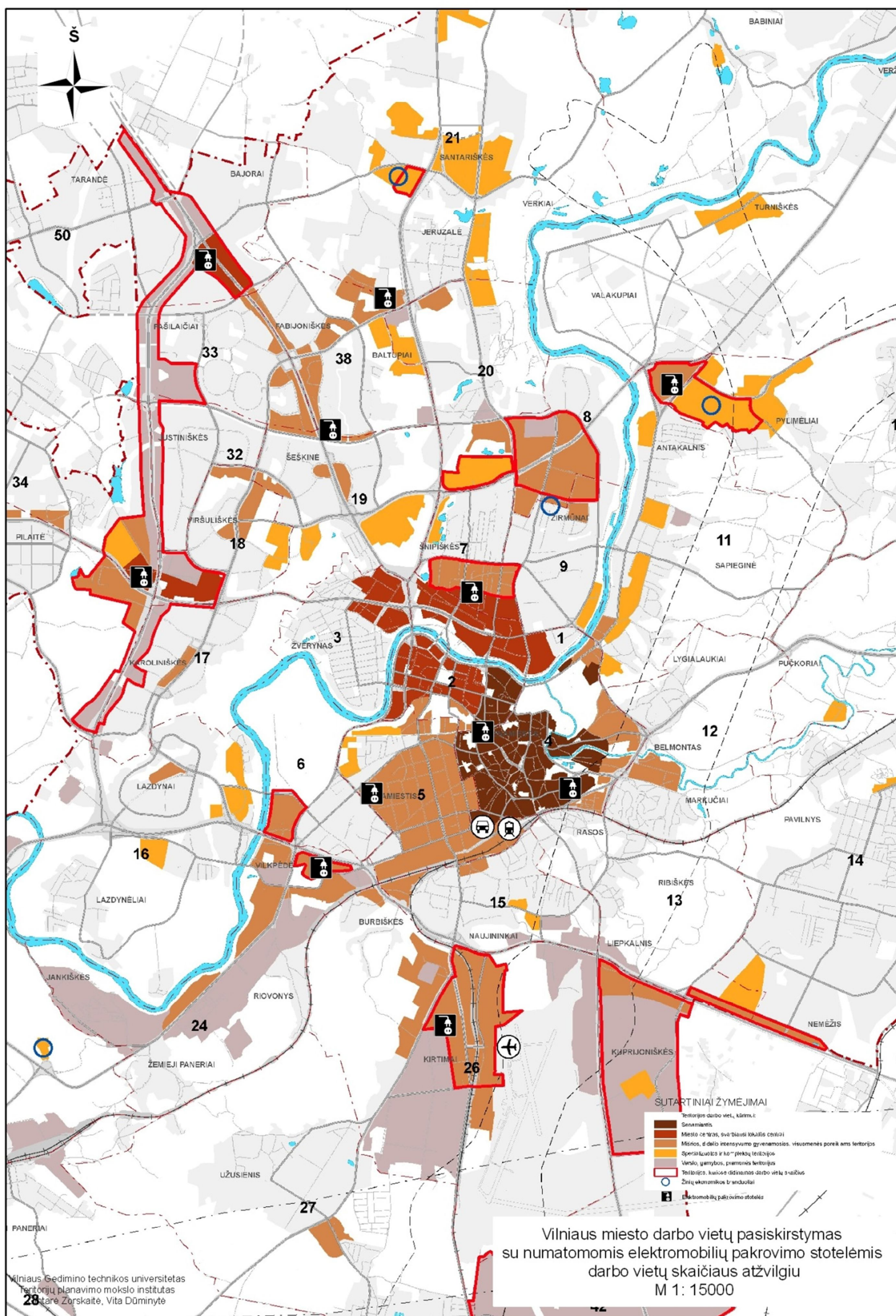
Iš 5 pav. galime daryti išvadą, kad išdėsčius elektromobilių pakrovimo stoteles didžiuosiuose prekybos centruose, jos visiškai aptarnautų Vilniaus miesto gyventojus pagal gyvenamųjų teritorijų sklaidą.

Antroji koncepcija. Didžiąją laiko dalį žmonės praleidžia darbe, tuo metu automobiliai laikomi biurų požeminėse ar šalia esančiuose automobilių stovėjimo aikštelėse. Skatinant elektra varomų automobilių intensyvesnį naudojimą privaloma automobilių stovėjimo aikštelėse tam tikrą vietų skaičių skirti elektrinėms transporto priemonėms su įkrovimo įrenginiais.

Šiuo metu Vilniaus mieste ryškus darbo vietų pasiskirstymas centrinėje dalyje (Konstitucijos pr. Savanorių per.) bei priemiestinėse teritorijose. Išanalizavus darbo vietų pasiskirstymą planuojamos elektromobilių įkrovos stotelės tankiausiose darbo vietų atžvilgiu teritorijose.

Vilniaus miesto Bendrajame plane numatyta darbo vietų plėtra, darbo vietų kūrimas aktualiausias Fabijoniškėse, Pašilaičiuose, Šeškinėje, Justiniškėse, Karoliniškėse, Lazdynuose ir Pilaitėje. Toliau plėtojami komerciniai centrai – prie Ukmergės gatvės (šiaurės vakarų), T. Narbuto gatvės (vakarų). Atsigaunant ekonomikai, kuriantis naujoms darbo vietoms 2015 m. numatomas dirbančiųjų žmonių skaičiaus didėjimas, kuris sieks apie 407 tūkst. Tad būtina pritaikyti inovatyvias technologijas naujų darbo vietų sklaidos vietose.

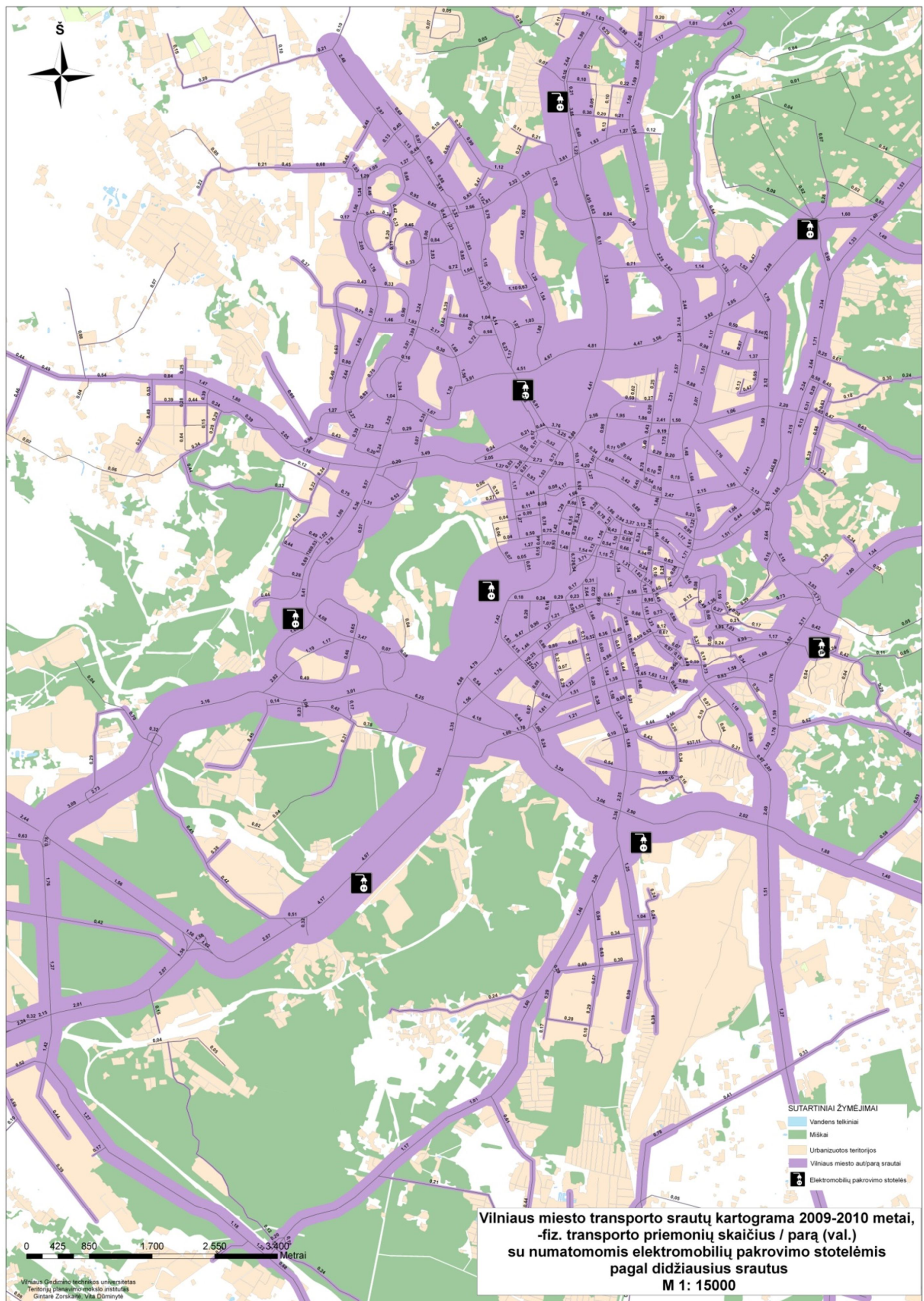
Vilniaus miesto darbo vietų pasiskirstymas su numatomomis elektromobilių pakrovimo stotelėmis darbo vietų skaičiaus atžvilgiu pavaizduotas 6 pav.



6 pav. Vilniaus miesto darbo vietų pasiskirstymas su numatomomis elektromobilių pakrovimo stotelėmis darbo vietų skaičiaus atžvilgiu

Trečioji koncepcija. Sparčiai augant automobilizacijos lygiui, kuris jau šiuo metu siekia 515 lengvųjų automobilių 1 tūkstančiui gyventojų, Vilniaus miesto susisiekimo infrastruktūros plėtra fiziškai jau negali būti užtikrinta reikiamais resursais, o transporto poveikis aplinkai ir eismo pasekmės pateisintos ekonominėmis prielaidomis. Miestui būtina turėti šiuolaikinę ir subalansuotą Vilniaus miesto susisiekimo sistemą, kuri teigiamai įtakotų miesto socialinį – ekonominį gyvybingumą, užtikrintų aplinkos kokybę ir saugias eismo sąlygas. Miesto susisiekimo sistemos infrastruktūra ir jos išvystymo lygis yra vienas pagrindinių rodiklių, užtikrinančių miesto ir šalies socialinę, ekonominę ir ūkinę veiklą, atliekant keleivių ir krovinių pervežimus.

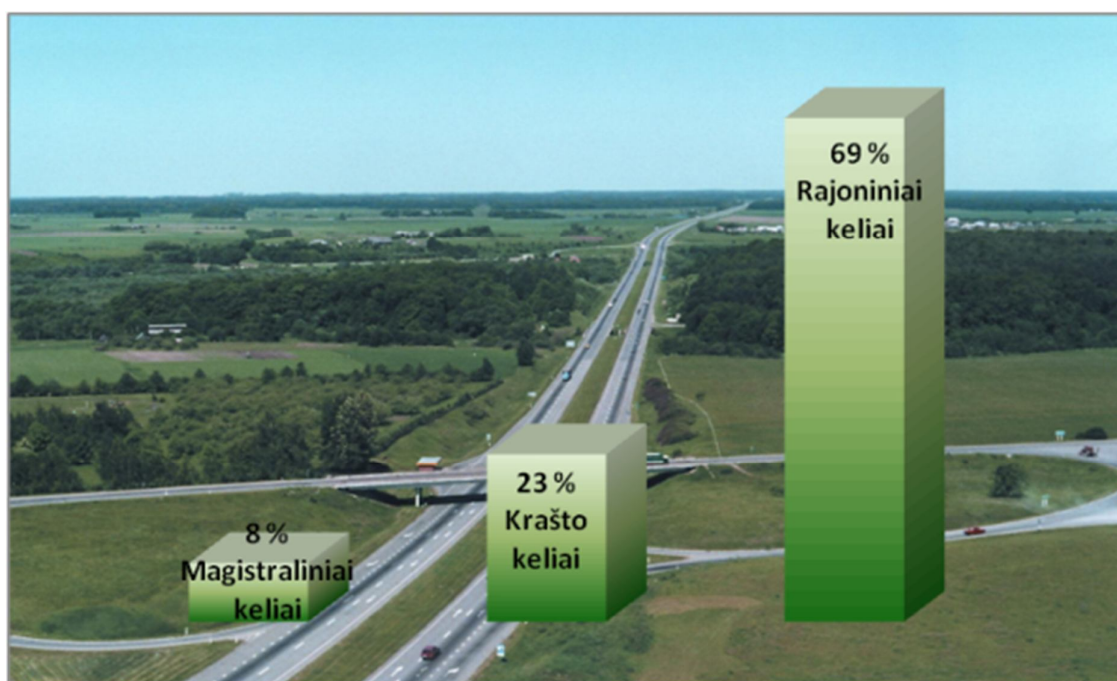
Transportiniai srautai atspindi Vilniaus gyventojų kelionių pasiskirstymą mieste. Atsižvelgiant į eismo intensyvumą gatvėse galimam išskirti labiausiai apkrautas atkarpas Vilniuje. Vadovaujantis 2009 – 2010 m. atliktais tyrimais didžiausias paros automobilių skaičius susidaro Ukmergės pl. (6910 aut/par.), Savanorių pr. (4170-7420 aut/par.), Karoliniškių g. (5410 aut/par.), Santariškės (3850 aut/par.), Žirnių g. (3710 aut/par.), Valakampių (2880 aut/par.). Įvedant elektromobilių naudojimą Vilniaus mieste, būtina didžiausių srautų gatvėse užtikrinti jų pakrovimą, įrengiant pakrovimo stoteles. Stotelių išsidėstymas pavaizduotas 7 pav.



7 pav. Vilniaus miesto srautų kartograma su numatomomis elektromobilių pakrovimo stotelėmis pagal didžiausius srautus

5. ELEKTROMOBILIŲ GALIMYBIŲ ANALIZĖ LIETUVOS KELIŲ TINKLE

Atsižvelgiant į transporto priemonių eismo pralaidumą, socialinę ir ekonominę reikšmę, keliai Lietuvoje skirstomi į valstybinės reikšmės ir vietinės reikšmės kelius. Šių kelių iš viso yra daugiau kaip 79 tūkst. km. Valstybinės reikšmės keliai skirstomi į magistralinius, krašto ir rajoninius kelius. Lietuvos valstybinių kelių tinklo struktūros procentinis pasiskirstymas pavaizduotas 8 paveiksle.



8 pav. Lietuvos valstybinių kelių tinklo struktūros procentinis pasiskirstymas

Magistraliniai, rajoniniai ir krašto keliai išimtinę nuosavybės teise priklauso valstybei ir juos turto patikėjimo teise įstatymų ir kitų teisės aktų nustatyta tvarka naudoja bei jais disponuoja Susisiekimo ministerijos įsteigtos regioninės kelius prižiūrinčios valstybės įmonės (Alytaus, Kauno, Klaipėdos, Marijampolės, Panevėžio, Šiaulių, Tauragės, Telšių, Utenos, Vilniaus) ir valstybės įmonė „Automagistralė“ (įsikūrusi Vievėje). Vietinės reikšmės keliai skirstomi į viešuosius ir vidaus kelius. Viešieji vietinės reikšmės keliai (ir gatvės) nuosavybės teise priklauso savivaldybėms, o vidaus keliai – valstybei, savivaldybėms, kitiems juridiniams ir (ar) fiziniams asmenims. Valstybinės reikšmės kelių tinklo struktūra, įvardijant kiekvienos rūšies kilometražą pavaizduota 10 lentelėje.

10 lentelė. Valstybinės reikšmės kelių tinklo struktūra 2010

Magistraliniai keliai	1 738,5 km
Krašto keliai	4 939,3 km
Rajoniniai keliai	14 590,6 km
Iš viso:	21 268,4 km

Lietuvoje tūkstančiui gyventojų tenka 5,8 km, o tūkstančiui kvadratinį kilometrų teritorijos - 331 km valstybinės reikšmės kelių. Dauguma (54 proc.) jų asfaltuoti. Kelių tinklą kerta 6 europinės magistralės: E67 VIA BALTICA (Helsinkis - Talinas - Ryga - Panevėžys - Kaunas - Varšuva - Vroclavas - Praha), E28 (Berlynas - Gdanskas - Karaliaučius (Kaliningradas) - Marijampolė - Prienai - Vilnius - Minskas), E77 (Pskovas - Ryga - Šiauliai - Karaliaučius (Kaliningradas) - Varšuva - Krokuva - Budapeštas), E85 (Klaipėda - Kaunas - Vilnius - Lyda - Černovcai - Bukareštas - Aleksandropolis), E262 (Kaunas - Utena - Daugpilis - Rezeknė - Ostravas), E272 (Vilnius - Panevėžys - Šiauliai - Palanga - Klaipėda). Lietuva, net lyginant su ekonomiškai stipriomis valstybėmis, jau turi gerai išplėtotą ir inertiškai naudotiną kelių tinklą. Tad ir transporto priemonių skaičius šalyje yra didėjantis. Šiuo metu pasaulyje yra šešios naujos akumuliatorių technologijos, kurios turėtų iš esmės pakeisti elektromobilių naudojimo galimybes, t. y. įkrovis akumuliatorių bus galima nuvažiuoti net iki 500 km. Per pastaruosius 20 metų automobilių skaičius išaugo 2,5 karto ir 2009 m. siekė 2 133 720 vienetų. Didžiąją dalį transporto priemonių 2009 metais sudarė lengvieji automobiliai, kurių 1000 šalies gyventojų teko 519 vienetų. Transporto priemonių skaičius Lietuvos automobilių parke 2005-2009 m. atspindi 11 lentelėje.

11 lentelė. Transporto priemonių skaičius 2005–2009 m.

Metai	Motorinės tr. priemonės				Priekabos	Iš viso	TP skaičius tenkantis 1000 gyventojų
	Automobiliai			Motociklai			
	Lengvieji	Krovininiai	Autobusai				
2005	1450646	159841	15598	29920	124227	1780232	522
2006	1595928	173114	16425	32478	132357	1950302	576
2007	1596186	177622	15776	40811	143080	1973622	583
2008	1704063	183969	15566	50739	152379	2106848	626
2009	1726462	178865	15144	57147	156102	2133720	641

Aplinkai draugiškų transporto priemonių integracija šalyje kuria prisideda prie darnios plėtros vizijos vystymo. Darnios kelių plėtros vizijai įgyvendinti reikalinga infrastruktūra, kuri leistų sumažinti poveikį aplinkai ir žmonių sveikatai, būtų atspari galimam klimato kaitos poveikiui ir susitiprintų naudotojų saugumą. Darnios kelių plėtros tikslas – kenksmingų poveikių klimato kaitai, žmonių sveikatai ir biologinei įvairovei mažinimas.

Elektromobilių vaidmuo šiandieninėje susisiekimo sistemoje, didėjant automobilių skaičiui ir kylant kuro kainoms, optimistiškai nuteikia ieškant sprendinių eismo intensyvumo mažinimui. Lietuvos kelių tinklo eismo intensyvumas kinta proporcingai šalies ekonomikos raidai. Ekonominio pakilimo laikotarpiu šalyje augo pragyvenimo lygis, plėtėsi tarptautiniai ir vietiniai ekonominiai ryšiai, didėjo tranzitinio transporto srautas, kilo automobilizacijos lygis – tai skatino eismo intensyvumo augimą. Ekonominio sunkmečio laikotarpiu spartus eismo intensyvumo augimas stabilizavosi – nuo 2007 iki 2008 m. eismo intensyvumas vidutiniškai išaugo vos 3%, o 2009 m. sumažėjo 8%, lyginant su praėjusiais metais. Vystantis šalies ekonominiai situacijai, gėrėjant gyvenimo kokybėje Lietuvos piliečiai vis dar atsisako galimybės persėsti iš nuosavo lengvojo automobilio į labiau aplinkai draugiškas transporto sistemas (elektromobiliai, dviračiai, viešasis miesto transportas), to pasekoje Lietuvos kelių tinklas tarpmiestiniam susisiekimui ir automobilių srautų intensyvumo mažinimui analizuojamas elektromobilių integracijos pobūdžiu. Analizuojami traukos objektai tarpmiestinio susisiekimo tinkle, transporto srautų dienos intensyvumas ir reikšmingiausi keliai. Atsižvelgiant į valstybinės reikšmės kelių tankumą, intensyviausiuose Lietuvos keliuose numatoma įrengti elektromobilių įkrovimo stotelės. Eismo intensyvumo kitimas valstybinės reikšmės keliuose pagal kelių paskirtį 2000-2009 metais atspindi 12 lentelėje.

12 lentelė. Eismo intensyvumo kitimas valstybinės reikšmės keliuose pagal kelių paskirtį 2000 -2009 metais, aut/parą.

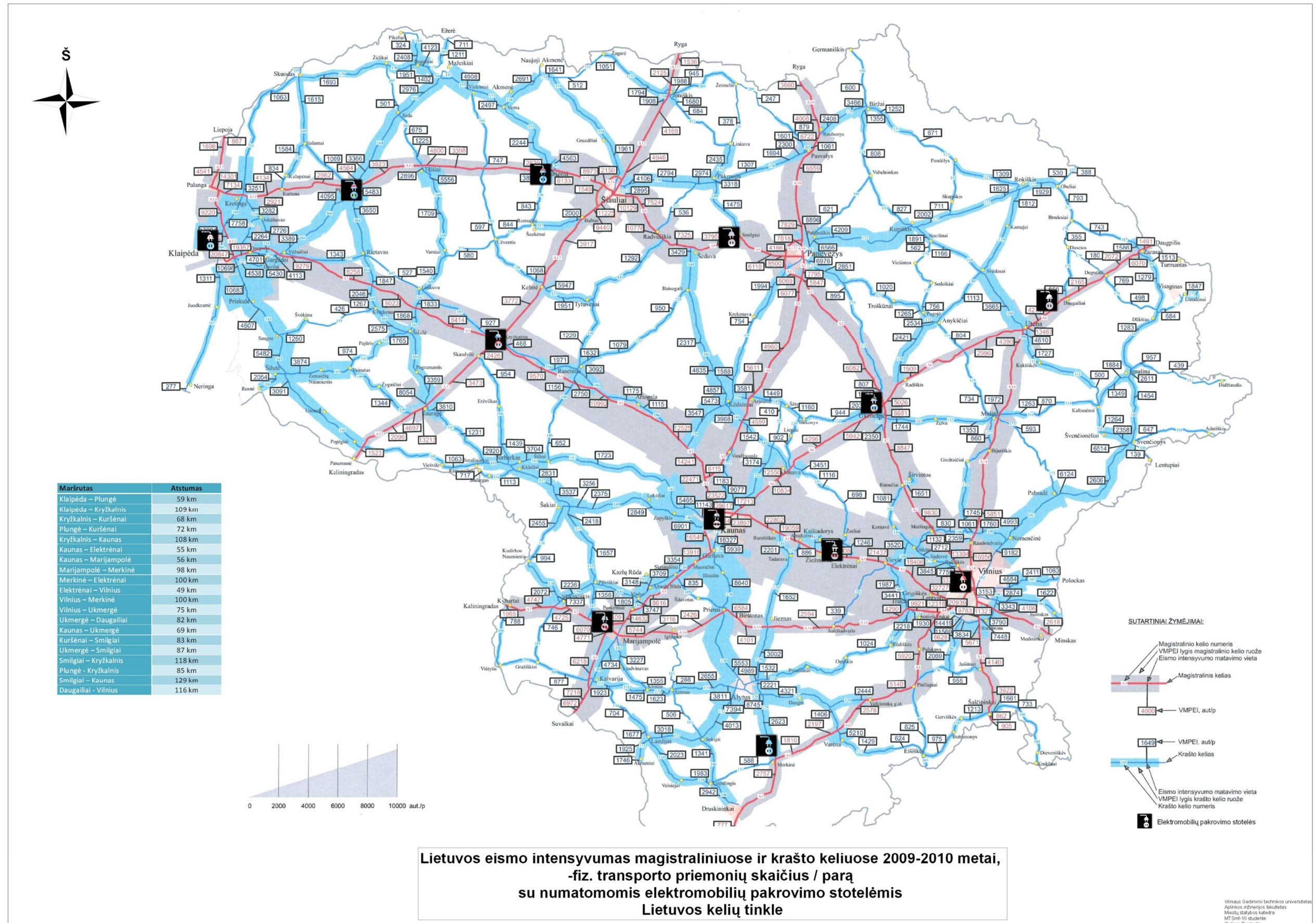
Kelių paskirtis	Eismo intensyvumas				
	2005 m.	2006 m.	2007 m.	2008 m.	2009 m.
Magistraliniai keliai	6292	6778	7995	8100	7278
Krašto keliai	1654	1800	2063	2092	1988
Rajoniniai keliai	325	342	363	375	357

Kaip matome iš 12 lentelės didžiausias eismo intensyvumas yra magistraliniuose Lietuvos keliuose. Jų reikšmingumas kelių tinkle yra didžiausias ir perspektyviai didėjantis. LR susisiekimo ministerijos valstybės įmonės transporto ir kelių tyrimo instituto duomenimis didžiausias vidutinis paros eismo intensyvumas magistraliniuose keliuose būna liepos mėnesį, o krašto keliuose – rugpjūčio mėnesį. Mažiausias vidutinis paros eismo intensyvumas tiek magistraliniuose, tiek krašto keliuose nustatytas sausio mėnesį. Tai leidžia daryti išvadą jog eismo intensyvumą stipriai įtakoja klimatinės oro sąlygos. Bendrai magistraliniuose keliuose eismo intensyvumas per metus padidėjo 5,83 %, o krašto keliuose lengvojo transporto eismo intensyvumas padidėjo 5,84 %.

Vidutinis paros eismo intensyvumas magistraliniuose keliuose 3,5 karto didesnis nei krašto keliuose ir 20 kartų didesnis nei rajoniniuose keliuose. Todėl eismo intensyvumas magistraliniuose keliuose geriausiai atspindi eismo pokyčius visoje Lietuvoje. 2009 m. eismo intensyvumas magistraliniuose keliuose sumažėjo 10 %. Šiomet lyginant su 2009 m. pastebimas nedidelis eismo intensyvumo augimas.

Siekiant efektyvios elektromobilių integracijos būtina atsižvelgti į tarpmiestines Lietuvos gyventojų ir užsienio svečių kelionės. Tuo tikslu numatomos elektromobilių pakrovimo stotelės ne didesniu nei vienu pakrovimu galimu nuvažiuoti atstumu.t.y. 100 km, taip pat atsižvelgiant į intensyviausius ir labiausiai apkrautus tarpmiestinius kelius. Kitas aspektas, į kurį buvo atsižvelgiama planuojant elektromobilių įkrovos stoteles – traukos objektai. Lietuvos kelių tinkle pagrindiniais traukos objektais tampa masinių susibūrimų vietos, tokios kaip oro uostai (Palangos, Kauno ir Vilniaus), Klaipėdos uostas, transportiniai terminalai.

Elektromobilių įkrovos stotelių išdėstymas Lietuvos kelių tinkle pavaizduotas 9 paveiksle.

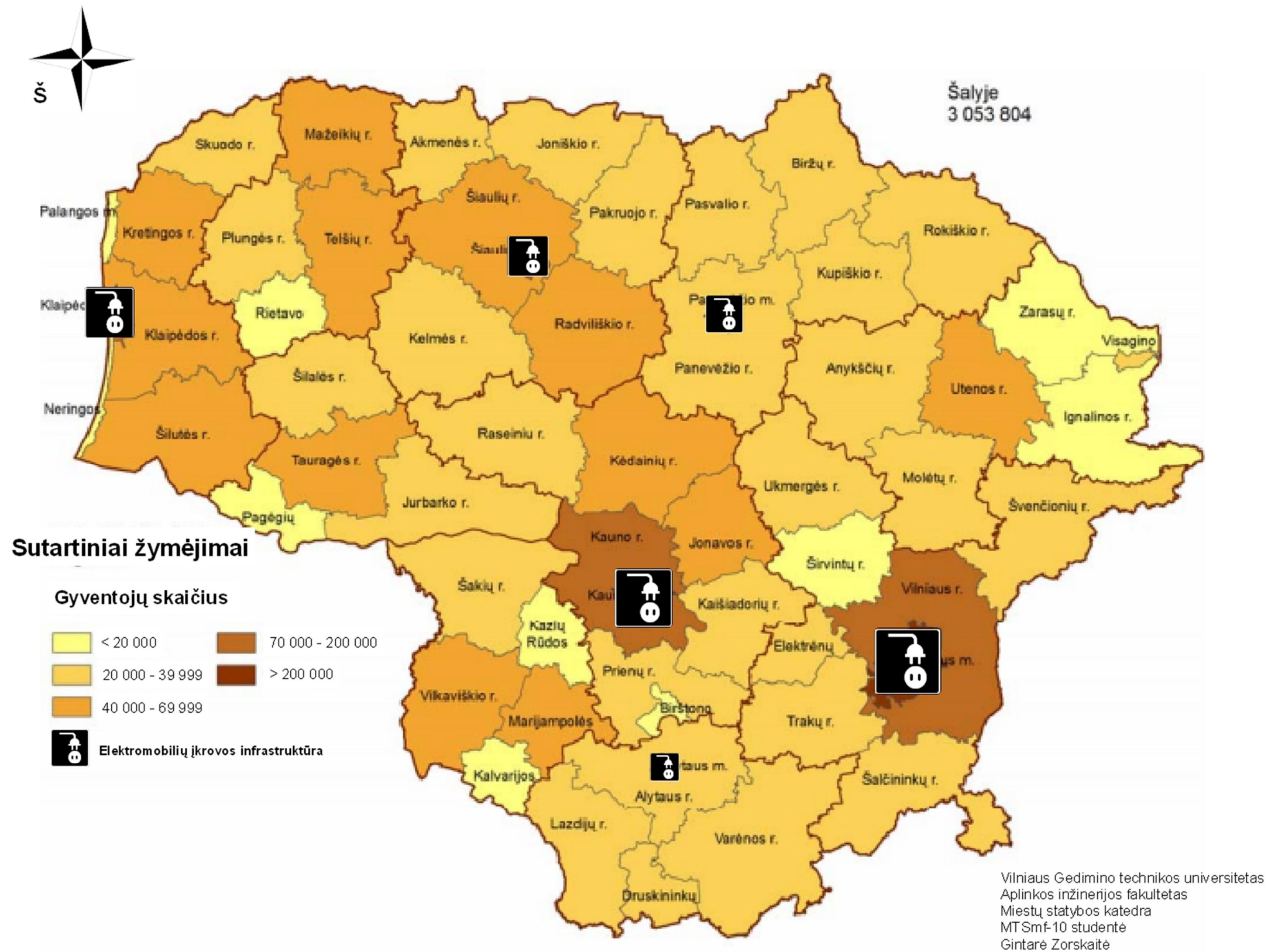


9 pav. Lietuvos eismo intensyvumas magistraliniuose ir krašto keliuose 2009-2010 m. su numatomomis elektromobilių pakrovimo stotelėmis Lietuvos kelių tinkle.

Kaip matome 9 paveiksle intensyviausiuose Lietuvos keliuose numatytos elektromobilių įkrovos stotelės sudaro elektromobilių infrastruktūros tinklą, kuris užtikrina kiekvieno Lietuvos miesto pasiekiamumą elektromobiliu su galimybe prireikus jį pasikrauti bei vysto darnios plėtros viziją. Užtikrinti Lietuvos kelių tinkle elektromobilių pakrovimo stotelių pasiekiamumą pasirinkti sekantys miestai ir miesteliai: Klaipėda, Plungė, Kryžkalnis, Kuršėnai, Kaunas, Elektrėnai, Marijampolė, Merkinė, Vilnius, Ukmergė, Daugailiai, Smilgiai. Visus šiuos miestus skiria ne didesnis nei 100 km atstumas (vidutinis galimas, vienu pilnu elektromobilio pakrovimu nuvažiuojamas atstumas).

Planuojant elektromobilių įkrovos stoteles atsižvelgta ir į atvykstančiųjų į šalį žmonių poreikius. Suteikti galimybę atvykstantiems užsienio turistams ir svečiams naudotis elektromobiliais mūsų šalyje, numatytos įkrovos stotelės Plangos, Kauno ir Vilniaus oro uostose ir Klaipėdos uoste.

Lietuvoje gyvena virš 3 000 000 gyventojų. Vyrauja 40 000 – 70 000 gyventojų savivaldybės. Palankios klimatinės sąlygos, nedidelis skerspjūvinis atstumas (pravažiuojamasis skersai Lietuvos siekia ne daugiau nei 400 km). Gyventojų pasiskirstymas tankiausias didžiausiuose Lietuvos miestuose: Vilniuje, Kaune, Klaipėdoje, Šiauliuose, Panevėžyje ir Alytuje. Šiuose miestuose planuojamos po keletą elektromobilių įkrovimo stotelių priklausomai nuo gyventojų tankumo. Tai pavaizduota 10 pav.



10 pav. Elektromobilių infrastruktūra pagal gyventojų tankumą Lietuvos savivaldybėse.

6. IŠVADOS IR PASIŪLYMAI

1. Atlikus mokslinės literatūros analizę Izraelyje, Jungtinėje Karalystėje, pritaikyti šių šalių kriterijai ir metodai elektromobilių infrastruktūros kryptingai plėtrai Lietuvoje.
2. Literatūros pagrindu atliktos SSGG analizės pagrindu įvardinti pagrindiniai elektromobilių trūkumai ir privalumai. Pagrindinis privalumas - elektromobilis yra netriukšminga ir ekologiška transporto priemonė, trūkumas – didelė įsigijimo kaina ir brangi eksploatacija.
3. Elektromobilių panaudojimo perspektyvos Lietuvoje žymia dalimi priklauso nuo valstybės požiūrio į elektromobilius. Kadangi jie yra draugiška aplinkai, tačiau brangi transporto priemonė, reikia skatinti jų naudojimą suteikiant dotacijas ar panaudojant visuomenės reikmėms. Optimistinės elektromobilių prognozės – 2020 metais 10 % viso Lietuvos automobilių parko sudarys elektromobiliai (virš 200 000 elektromobilių), pesimistinės prognozės - 2020 m. elektromobiliai sudarys tik 3 % viso Lietuvos automobilių parko (apie 63 190 elektromobilių).
4. Elektromobilių pramonės plėtra nepastoviai kis, priklausomai nuo technologijų spartos, šalių požiūrio į elektromobilių integraciją miestuose bei infrastruktūros pritaikymo jų naudojimui spartos.
5. Pasiūlyti Vilniuje taikytini elektromobilių įkrovimo stotelių tipai ir pagal tai sudarytas elektromobilių įkrovos stotelių išdėstymas teritorijoje.
6. Išnagrinėjus elektromobilių įkrovos stotelių galimybes Vilniaus mieste pagal gyvenamąsias vietas, pagal darbo vietas ir gatvių (ar kelių) apkrovimą nustatė, kad pagal gyvenamąsias vietas galimos 11 įkrovos stotelių, pagal darbo vietas suplanuota 10 įkrovos stotelių, eismo intensyvumo požiūriu gatvėse pasiūlytos 8 įkrovos stotelės.
7. Išanalizuotas Lietuvos kelių tinklas, pasiūlytose elektromobilių įkrovos stotelės magistralinių kelių ruožuose šalia svarbiausių traukos objektų ir tankiausiai apgyvendintuose miestuose.

LITERATŪRA

Vadovėliai, knygos, monografijos

1. Burinskienė M., „Subalansuota miestų plėtra“, Vilnius: Technika, 2003, 121 p.;
2. Juškevičius P. 1995. *Miestų susisiekimo sistemų planavimas*. [Urban transport systems planning] Vilnius: Technika, 1995, 95-98 p.;
3. Juškevičius P., „Miestų planavimas“, Vilnius: Technika, 2003;
4. Vanagas J., „Urbanistikos pagrindai“, Vilnius: Technika, 2008;

Mokslinės publikacijos

5. Andersson, S.-L., Elofsson, A.K., Galus, M.D., Göransson, L., Karlsson, S., Johnsson, F., Andersson, G. Plug-in hybrid electric vehicles as regulating power providers: case studies of Sweden and Germany. *Energy Policy*, in press.
6. Andreas Schroeder, Thure Traber. The economics of fast charging infrastructure for electric vehicles. *Journal. Energy Policy* 43 (2012) 136-144.
7. Barysienė J., Speičytė E., „Darnaus transporto sistemos plėtojimo Lietuvoje analizė“, žurnalas „Transporto inžinerija“, 2009, 1 tomas, Nr. 6.
8. Barysienė J.; Speičytė E. 2009. Darnaus vystymo sistemos plėtojimo Lietuvoje analizė. [The analysis of sustainable transport system development in Lithuania]. *Mokslas – Lietuvos ateitis, [Science – future of Lithuania] 2009.1 TOMAS, nr.6*, 77-80.
9. Biao Li, Xianrong Chang. Application of Analytic Hierarchy Process in the Planning of Energy Supply Network for Electric Vehicles. *ICSGCE 2011: 27-30 September 2011, Chengdu, China*.
10. Burinskienė M., „Darni miestų transporto sistema – būtinas šiuolaikinio miesto bruožas“, *Statyba ir architektūra žurnalas*, Nr. 12, 2004, 24 p.;
11. Burinskienė M., Paliulis G., „Visuomeninio keleivinio transporto veiklos analizė ir perspektyvos Lietuvos miestuose“, *Miestų plėtra ir keliai mokslo žurnalo „Statba“ priedas*, 2000, VI tomas, Nr. 7, Vilnius, Technika, 11 p.;
12. C. Berggren, T. Magnusson, D. Sushandoyo, Hybrids, diesel or both? The forgotten technological competition for sustainable solutions in the global automotive industry, *Int. J. Automot. Technol. Manage.* 9 (2) (2009) 148–173.

13. Campanari, S., Manzolini, G., Iglesia, F., 2009. Energy analysis of electric vehicles using batteries or fuel cells through well-to-wheel driving cycle simulations. *Journal of Power Sources* 186 (2), 462–464.
14. Chan, C.C., 2002. The state of the art of electric and hybrid vehicles. *Proceedings of the IEEE* 90 (2), 247–275.
15. Chan, C.C., Wong, Y.S., 2004. Electric vehicles charging forward. *IEEE Power and Energy Magazine*, 24–33 (November/December).
16. Clark II, W.W., Rifkin, J., et al., 2005. Hydrogen energy stations: along the roadside to an hydrogen economy. *Utilities Policy* 13, 41e50.
17. Determination of principles of green marketing strategy planning. Žaliojo marketingo strategijos rengimo principų nustatymas : summary of doctoral dissertation : social sciences, management and administration (03 S) /Vytautas Liesionis ; Vytautas Magnus University.
18. Dones, R., et al., Greenhouse gas emissions from energy systems: comparison and overview. *PSI Annual report, 2003. Annex IV.*
19. Eaves, S., Eaves, J., 2004. A cost comparison of fuel-cell and battery electric vehicles. *Journal of Power Sources* 130, 208–212.
20. *Elektromobiliai Lietuvoje: realybė, iššūkiai ir problemos. [Electric cars in Lithuania : reality, challenges and problems]* Conference. 2010 07 14
21. *Elektromobiliai, perspektyvos Lietuvoje.[Electric cars. Prospects in Lithuania.]* P. Ignotas. 2010. Lietuvos automobilių asociacija.[Lithuanian autoentrepreneurs association (LAA)]
22. Francesco A. Amoroso, Gregorio Cappuccino. Impact of charging efficiency variations on the effectiveness of variable – rate-based charging strategies for electric vehicles. *Journal of Power Sources* 196 (2011) 9574-9578.
23. G.Benisek, M.Jarnut. Electric vehicle charging infrastructure in Poland. *Journal. Renewable and Sustainable Energy Reviews* 16 (2012) 320-328.
24. Hadley, W.S., Tsvetkova, A., 2008. Potential Impacts of Plug-in Hybrid Electric Vehicles on Regional Power Generation. UT-Battelle, Oak Ridge National Laboratory.
25. J.D. Power and Associates, 2010. Drive Green 2020: More Hope than Reality? Obtained through the Internet:<http://businesscenter.jdpower.com/JDPA_Content/CorpComm/pdfs/DriveGreen2020_102710.pdf> (accessed 25.11.10)
26. Jacobson, M., 2009. Review of solutions to global warming, air pollution, and energy security. *Energy and Environmental Science* 2, 148–173.

27. Johansson B., Martensson A., “Energy and environmental costs for electric vehicles using CO₂-neutral electricity in Sweden”, žurnalas “Energy”, 25 (2000) 777–792.
28. Joseph I Arar, “New Directions: The electric car and carbon emissions in the US”, žurnalas “Elsevier Atmospheric Environment”, 44 (2010).
29. K. Safarzynska, J.C.J.M. Van den Bergh, Demand–supply co evolution with multiple increasing returns: policy analysis for unlocking and system transitions, Technol. Forecasting & Soc. Change 77 (2010) 297–317.
30. Lisa Goransson, Sten Karlsson, Filip Johnsson, Integration of plug-in hybrid electric vehicles in a regional wind-thermal power system“, žurnalas „Elsevier Energy Policy „, 38 (2010).
31. Lund, H., Kempton, W., 2008. Integration of renewable energy into the transport and electricity sectors through V2G. Energy Policy 36, 3578–3587.
32. Lund, H., Munster, E., 2006. Integrated transportation and energy sector CO₂ emission control strategies. Transport Policy 13 (5), 426–433.
33. M. Yarime, H. Shiroyama, Y. Kuroki, The strategies of the Japanese Auto Industry in developing hybrid and fuel cell vehicles, in: L.K. Mytelka, G. Boyle (Eds.), Making Choices about Hydrogen: Transport Issues for Developing Countries, IDRC Press (Ottawa) and United Nations University Press, Tokyo, 2008.
34. M. Yarime, Promoting green innovation or prolonging the existing technology: regulation and technological change in the Chlor–Alkali Industry in Japan and Europe, J. Ind. Ecol. 11 (4) (2007) 117–139.
35. Mateckis K.J., 5-oji tarptautinė konferencija „Aplinkos inžinerija“, „Miestų pėsčiųjų gatvių aplinkos formavimo kažkurie aspektai“, Vilnius: 2002;
36. Mike Duke, Deborah Andrews, Timothy Anderson, „ The feasibility of long range battery electric cars in New Zealand“, žurnalas „Energy policy“, 37 (2009) 3455–3462.
37. Oscar van Vliet, Anne Sjoerd Brouwer, Takeshi Kuramochi, Machteld van den Broek, André Faaij, “Energy use, cost and CO₂ emissions of electric cars”, žurnalas “Journal of Power Sources”, 196 (2011) 2298–2310.
38. P.d. Haan, A. Peters, A.W. Scholz, Reducing energy consumption in road transport through hybrid vehicles: investigation of rebound effects, and possible effects of tax rebates, J. Cleaner Prod. 15 (2007) 1076–1084.
39. Reuel Shinnar, “The hydrogen economy, fuel cells, and electric cars”, žurnalas “Technology in Society”, 25 (2003).

40. Ross, D.K., 2006. Hydrogen storage: the major technological barrier to the development of hydrogen fuel-cell cars. *Vacuum* 80 (10), 1084–1089.
41. Sytze A. Rienstra, Peter Nijkamp, “The role of electric cars in Amsterdam’s transport system in the year 2015. A SCENARIO APPROACH”, žurnalas “Pergamon”, *Transpn Res.-D*, Vol. 3, No. 1
42. *Stauskis G.* 2009. Darnios rekreacijos ir turizmo plėtra - alternatyvaus mobilumo mieste skatinimo būdas. [Development of sustainable recreation and tourism as a away of promoting alternative urban mobility]. *Urbanistika ir architektūra [Town planning and architecture]*, 2009, 33(1): 28-38. The impact of transport on the competitiveness of national
43. Stauskis G., „Darnios rekreacijos ir turizmo plėtra – alternatyvaus mobilumo mieste skatinimo būdas“, žurnalas „Urbanistika ir architektūra“, Nr. 33(1): 28–38, 2009;
44. The urban and regional planning reader /edited by Eugénie L. Birch.. London New York (N.Y.) : Routledge, 2009
45. Theo Lieven , Silke Mühlmeier, Sven Henkel, Johann F. Waller, “Who will buy electric cars? An empirical study in Germany”, žurnalas “Elsevier”, 2010 12.
46. Tomas Gomez San Roman, Ilan Momber, Michel Rivier Abbad, Alvaro Sanchez Miralles. Regulatory framework and business models for charging plug – in electric vehicles: Infrastructure, agents, and commercial relationships. *Journal. Energy Policy* 39 (2011) 6360-6375.
47. Tomic, J., Kempton, W., 2007. Using fleets of electric-drive vehicles for grid support. *Journal of Power Sources* 168 (2), 459–468.
48. Van Mierlo, J., Maggetto, G., Lataire, Ph., 2006. Which energy source for road transport in the future? A comparison of battery, hybrid and fuel cell vehicles. *Energy Conversion and Management* 47 (17), 2748–2760.
49. Vasilis Vasiliasukas, A.; Kabashkin, I. 2009. Comparative analysis of the actions towards sustainable transport system development in Latvia and Lithuania, in *Proceedings of the 6th International Scientific Conference TRANSBALTICA 2009*, April 22–23, Vilnius, Lithuania, 237–241.
50. Zhuowei Luo, Younghua Song, Fellow, IEEE, Zhiwei Xu, Student Member, IEEE, Xia Yang and Kaiqiao Zhan. 2011. Forecasting Charging Load of Plug-in Electric Vehicles in China. 978-1-4577-1002-5/11, IEEE.

Techninė dokumentacija

51. Aplinkos ministerija, „Nacionalinė darnaus vystymo strategija“, Vilnius: Lututė, 2003;
52. *Automobilizacijos lygio rodikliai. [The level of vehicle performance]* 2009. Statistikos departamentas prie LRV.
53. Department for Transport of UK. Making the Connection. The Plug-in Vehicle Infrastructure Strategy. 2011.
54. Meyer, K., Peterse, A., 2007. In: Dings, J. (Ed.), *Regulating CO₂ Emissions of New Cars*. European Federation for Transport and Environment.
55. Statybos techninis reglamentas, STR 1.01.06:2002;

Internetinės nuorodos

56. <http://www.ekobanga.lt/> 2011-05-03.
57. <http://www.elektromobilis.org/naujienos/> 2011-04-29.
58. <http://www.jonelis.eu/> 2011-07-16.
59. <http://www.london.gov.uk/priorities/transport/green-transport/electric-vehicles> 2011-10-10.
60. <https://www.sourcelondon.net/>. 2011-10-20.
61. Jolita Žvirblytė. Gyventojai rinkęsi elektromobilius, valdžios vyrai – laiko mašiną. Vilniaus diena. <http://www.diena.lt/>. 2012-05-03.
62. *Vilniaus miesto savivaldybės teritorijos bendrasis planas iki 2015 m. [General plan of Vilnius till 2015]* Grafinė dalis – brėžiniai. [Graphical part] <http://old.vilnius.lt/bplanas/index.php?mid=100&lang=lt>. 2011-01-15.

PRIEDAI