

ŽALIASIS VERSLAS ELEKTROMOBILIŲ SEKTORIUJE

Bonifacas AMBRASAS*, Ieva MEIDUTĖ-KAVALIAUSKIENĖ

*Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Verslo vadybos fakultetas,
Verslo technologijų ir verslininkystės katedra, Saulėtekio al. 11, LT-10223 Vilnius, Lietuva*

**El. paštas bonifacas.ambrasas@stud.vilniustech.lt*

Gauta 2023 m. sausio 18 d.; priimta 2023 m. balandžio 14 d.

Santrauka. Automobilių sektorius yra vienas didžiausių ir taršiausių sektorių pasaulyje. Net 16,2 % šiltnamio dujų sudaro transporto sektorius. Todėl kyla poreikis sumažinti automobilių sektoriaus sukeltą taršą. Šio straipsnio tyrimo tikslas yra susipažinus su literatūra ir tyrimais pateikti išvadas, kokie veiksniai padėtų plėtoti žaliąjį verslą elektromobilių sektoriuje. Išsiaiškinti, kokie sisteminiai, individualūs energijos naudojimo ir gavimo pokyčiai užtikrintų žalesnę sektoriaus plėtrą. Vienas tokių sprendimų yra keisti tradicinius vidaus degimo variklius į mažiau taršius, elektra varomus automobilius. Taip sumažėtų vietinė tarša, tačiau tai nepadėtų išspręsti visuotinės taršos problemos. To priežastis – baterijų gamtinio sukuriama tarša ir tai gali sumažinti elektromobilių įvaidį ekologijos klausimu, tačiau atsakyti nuosavo automobilio yra sunku dėl nuolatos didėjančio miestų ploto. Ir nors elektra varomų automobilių pardavimų skaičius yra augantis, vidaus degimo variklių paklausa 2020 metais užima didžiąją dalį naujų automobilių pardavimų, tačiau ateityje elektromobilių pardavimai turėtų išaugti ir užimti didžiąją dalį rinkos. Todėl analizuojant literatūrą darbe pateiktos išvados, kokios gairės leistų užtikrinti elektromobilių infrastruktūros plėtrą.

Reikšminiai žodžiai: automobilių sektorius, elektromobiliai, elektromobilių efektyvumas, elektromobilių tarša, elektromobilių infrastruktūros plėtra, žaliasis verslas.

Įvadas

Tyrimo aktualumas – automobilių sektorius yra vienas didžiausių sektorių pasaulyje. Su jo dydžiu kartu ateina ir didelė tarša, kurią kuria automobilių ir transporto sektorius, todėl šitie automobilių sektoriai daugybę metų patenka į taršiausių sektorių sąrašus. Net 16,2 % šiltnamio dujų sudaro transporto sektorius (Ritchie et al., 2020). Todėl svarbu yra pakeisti automobilių sektorių ir jį padaryti švaresnį. Vienas tokių sprendimų yra keisti tradicinius vidaus degimo variklius į mažiau taršius elektra varomus automobilius. Taip galima būtų sumažinti vietinės taršos klausimą, tačiau visuotinė tarša išlieka svarbi ir niekur nedingusi problema. Nors baterijos padeda kovoti prieš taršą, tačiau baterijų gamtinio sukuriama tarša gali sumažinti baterijų kuriama naudą taršos klausimu (Schmidt et al., 2019). Baterijų gamtinimas ir panaudojimas draugiškesniais gamtai būdais yra neatsiejamas nuo žaliojo verslo plėtos. Todėl svarbu rasti būdus, kaip plėtoti žaliąjį verslą, kurio tikslas būtų sumažinti emisijos kaštus elektromobilių sektoriuje.

Tyrimo problema – pastaruoju dešimtmečiu tankiai apgyvendintos miestų vietos traukėsi, žmonės vis labiau kėlėsi į priemiesčiuose esančias teritorijas (Frey, 2019). Todėl nuosavo automobilio svarba yra vis kylanti, norint užtikrinti saugumą ir patogumą žmonių gyvenimuose. Šiuo metu, nors elektra varomų automobilių pardavimų skaičius yra augantis, vidaus degimo variklių paklausa 2020 metais užima didžiąją dalį naujų automobilių pardavimų. Bet ateitis atrodo šviesi, ekspertai prognozuoja, kad situacija turėtų keistis. Elektromobilių pardavimai turėtų išaugti ir užimti didžiąją dalį rinkos pardavimų (Agrawal & Rajapatel, 2020). Todėl tyrime nagrinėjama problema apie papildomą taršą kuriant elektros laikymo talpas yra neatsiejama nuo baterijų, kurios yra kuriamos elektromobiliams (Schmidt et al., 2019). Norint pakreipti rinkos plėtrą į dar gamtai dėkingesnę kryptį reikėtų rasti būdą optimizuoti baterijų gamybą, transporto sektoriaus panaudojimą ir draugiškesnį būdą spręsti technikos susidėvėjimo problemas.

Tyrimo objektas – žaliasis verslas elektromobilių sektoriuje.

Tyrimo tikslas – pateikti siūlymus, kaip plėtoti elektromobilių naudojimą ekologiškiau.

Uždaviniai tikslui pasiekti:

1. Sėkmingas žalasis verslas elektromobilių sektoriuje.
2. Atlikti elektromobilių sektoriaus plėtros sunaudojamų išteklių analizę.
3. Įvertinti, kokie veiksniai leistų žaliau plėtoti elektromobilių sektorių ir pateikti siūlymus.

Tyrimo metodai – infrastruktūros plėtrai padėsiantys veiksniai remiantis moksliniais tyrimais ir šaltiniais.

1. Sėkmingas žalasis verslas elektromobilių sektoriuje

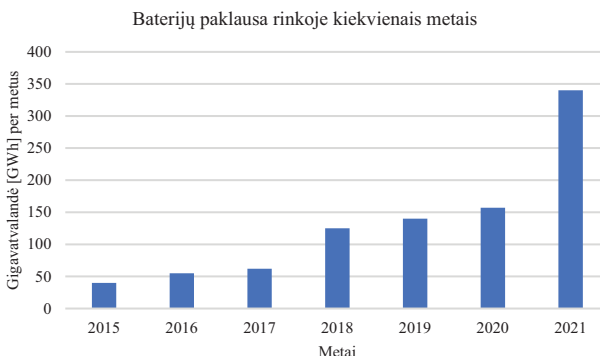
Sėkmingas žalasis verslas elektromobilių sektoriuje yra svarbus norint sumažinti neišvengiamą žalą besiplečiant industrijai. Nėra tikslų gairių, kaip elgiantis pasiekti žalesnį verslą elektromobilių sektoriuje, tačiau yra gairės, kuriomis galima vadovautis. Keli svarbūs aspektai naudojantis elektromobiliu yra efektyvus elektromobilių naudojimas, tvarus pasenusių elektromobilių baterijų panaudojimas, geriau optimizuotas krovimas. Taigi vienas iš būtų yra mašinų dalinimasis, tokiu būdu pavyktų sumažinti naujai pagaminamų baterijų ir elektromobilių kiekį, tačiau tyrimai rodo, kad dalinantis mašina itin sumažėja energijos suvartojimo efektyvumas, todėl svarbu remtis rekomenduotomis gairėmis, kurias turėtų implimentuoti verslas, užsiimantis mašinų nuoma (Turoń et al., 2019). Kitas būdas pasiekti žalesnį verslą yra efektyviau spręsti panaudotų baterijų klausimą (Reinhardt et al., 2019). Trečias būdas yra užtikrinti žalesnį energijos gavimą kraunant elektromobilius. Augant elektromobilių sektoriui spėjama, kad visa elektromobilių industrija bus atsakinga už 11–20 % viso pasaulio elektros energijos suvartojimo. Todėl svarbu užtikrinti tvaresnį būdą išgauti energiją norint išvengti naudingųjų iškasenų naudojimo (Kapustin & Grushevenko, 2020).

1 lentelė. Sėkmingo žaliojo IT verslo sampratos

Autorius	Apibrėžimas
(Turoń et al., 2019)	Žalesnio verslo užtikrinimas elektromobilių sektoriuje yra neatsiejamas nuo elektromobilių naudojimo gairių, kurios užtikrintų žalesnį verslą
(Reinhardt et al., 2019)	Tvaresnio verslo elektromobilių sektoriuje užtikrinimas yra neįmanomas be efektyvesnio būdo panaudoti jau pasenusias baterijas
(Kapustin & Grushevenko, 2020)	Žalasis verslas elektromobilių sektoriuje neturės prasmės pasauliniame kontekste, jeigu nebus užtikrintas gamtai draugiškesnis būdas išgauti energiją

1 lentelėje matoma, kad nėra vieno atsakymo, kas yra žalasis verslas elektromobilių sektoriuje. Galima daryti išvadą, kad nėra vienos aiškios taisyklės, kuri padėtų atsakyti į klausimą, kas daro elektromobilių verslą žalesnį. Todėl ateityje, norint užtikrinti, kad verslas eina teisinga kryptimi, reikia neieškoti vieno atsakymo, o pasirūpinti, kad žalasis verslas padėtų spręsti visas autorių aprašomas problemas.

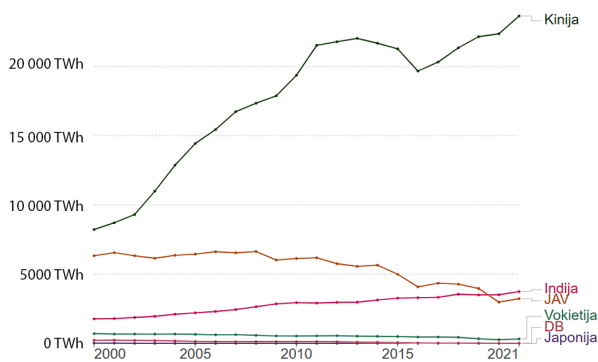
Pagrindiniai elektromobilių plėtros išteklių, be kurių neįmanoma užtikrinti geros plėtros, yra elektros energijos laikmenos ir jų krovimas (Un-Noor et al., 2017). Net 30–40 % elektromobilio vertės sudaro baterijos. Nuo 2019 iki 2021 m. elektromobilių rinkos dalis padidėjo 4 kartus. Vien Kinijos rinka buvo atsakinga už pusę rinkos plėtros. Kinija taip pat yra atsakinga už 75 % visų ličio jonų technologija paremtų baterijų iškasenų apdirbimo. Europa yra didžiausias žaidėjas elektrinių mašinų surinkimo rinkoje. O pagrindiniai mineralai, reikalingi baterijų gamyboje, yra gaunami iš tokių šalių kaip: Australija, Čilė, Dominikos Respublika. Ir elektromobilių rinkos augimas yra didelis, rinka turės išaugti dešimtis kartų norėdama atitikti valstybės elektromobilių ambicijas.



1 paveikslas. Baterijų paklausos pokytis kiekvienais metais (šaltinis: International Energy Agency, 2022)

1 pav. aiškiai matomas baterijų paklausos augimas kiekvienais metais ir paklausos augimas neturėtų mažėti ateityje. Ekspertų nuomone, dėl naujų reikalavimų automobilių gamintojams paklausa baterijoms turėtų augti dar stipriau (International Energy Agency, 2022). Tačiau didelė bėda su baterijų paklausos augimu yra, kad neišvengiamai kartu didėja energijos paklausa pasaulyje ir paklausos nespėjančios užtikrinti vyriausybės imasi drastiškų priemonių ir naudoja neatsinaujinančius šaltinius.

Anglies naudojimo gauti energiją tendencija matosi ir grafike. Ypač augimas matomas besivystančiose šalyse. Žaliojo verslo plėtra atrodo ypač reikalinga Kinijoje. Ji yra atsakinga už didžiąją dalį baterijų rinkos plėtros, tačiau 2 pav. matoma, kad Kinija atsakinga už didžiąją pasaulio anglies suvartojimo dalį gaunant energiją (BP



2 paveikslas. Energija, gaunama iš anglies iškasenų pasaulyje (šaltinis: BP Statistical Review of World Energy, 2022)

Statistical Review of World Energy, 2022). Todėl galima daryti išvadą, kad fundamentalūs pokyčiai yra reikalingi, norint užtikrinti žalesnio verslo plėtrą elektromobilių sektoriuje.

Kiti ne tokie svarbūs, bet vis tiek išteklių vartojimo atvejai, kurių negalima užmiršti, yra tokie kaip tinkamas varomosios ašies pasirinkimas ar tinkama motoro pozicija, nes elektromobilis yra jautrus energijos suvartojimui, kurio priklausomybė nuo įveikto kelio auga eksponentiškai atsirandant didesniai energijos reikalavimui (Un-Noor et al., 2017).

2. Kokie veiksniai leistų žaliau plėtoti elektromobilių sektorių?

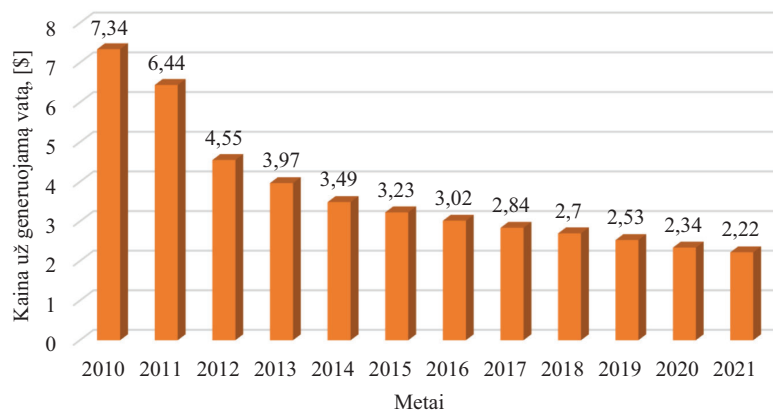
Žaliesnis verslas elektromobilių sektoriuje turėtų užtikrinti tvaresnę energijos gaminimą naudojantis atsinaujinančiais šaltiniais. Nors elektros gaminimas naudojant atsinaujinančius šaltinius yra įmanomas, tačiau tokio veiksmo ilgalaikė perspektyva mažinant šiltnamio efekto dujas yra sudėtinga. Tačiau norint turėtų gerų rezultatų mažinant užterštumą, gerą pradžią link žalesnio elektromobilių sektoriaus suteikia pingantys asmeniniai

atsinaujinančių šaltinių generavimo būdai. Vieni tokių yra fotovoltinės ir vėjo jėgainės (Philibert, 2017).

3 pav. matoma, kad saulės kolektorių kaina krenta su kiekvienais metais. Tai leistų daugiau žmonių gauti energiją, kurios tiekimas nepriklausytų tik nuo prisijungimo prie miesto energijos tiekimo. Taip pat tai padėtų užtikrinti žalesnį energijos vartojimą.

Technologijai tobulėjant svarbu sutelkti dėmesį į pagrindinius aspektus, tokius kaip baterijų saugojimo technologija, baterijų valdymo sistema, galios elektronikos technologija, įkrovimo strategijos, metodai, algoritmai ir optimizavimas. Elektroninės mašinos yra visiškai priklausomos nuo baterijų, todėl baterijos laikomos pagrindiniu elektrinės mašinos technologijose. Daug baterijų technologijų jau yra gebančios pakeisti tradicinius vidaus degimo variklius, tokios kaip švino-rūgšties, nikelio-kadmio, ličio jonų, ličio jonų polimero ir natrio-nikelio chlorido baterijos (How et al., 2019). Visos baterijos išsiskiria skirtingomis savybėmis, šviningės baterijos turėjo trumpą gyvenimo ciklą, sprendžiant šią problemą buvo sukurtos nikelinės baterijos (Liu et al., 2019). Jos turėjo ilgesnį gyvenimo ciklą, tačiau neatlaikydavo greitų krovimų ir todėl jų krovimas trukdavo ilgai. Pašalinus visus šiuos baterijų technologijų žinomus trūkumus, buvo pristatyta nauja technologija paremta ličio jonų technologija. Šita baterija išsprendė anksčiau minėtų baterijų trūkumus ir ji pasižymėjo didesniu efektyvumu, ilgesniu gyvenimo ciklu, dideliu energijos tankiu, todėl baterijos gali būti mažos ir generuoti daug energijos ir didesniu efektyvumu kintant temperatūrai, todėl baterijos gali veikti žemoje ir aukštoje temperatūroje geriau negu praeitos technologijos. Dėl išvardintų savybių ličio jonų baterija labiausiai tinka naudojant elektromobilių baterijas. Ličio jonų technologija pasiekė aukščiausią lygį dėl savo unikalių savybių, tokių kaip didelis energijos tankis, veikimas aukštoje temperatūroje, greitas įkrovimas ir ilgas tarnavimo laikas. Nepaisant to, ličio jonų baterijų

Saulės kolektorių kainos pokytis



3 paveikslas. Saulės baterijų kainos priklausomybė nuo metų (šaltinis: Philibert, 2017)

našumas skiriasi priklausomai nuo skirtingų medžiagų, tokių kaip kobaltas, manganas, geležis, nikelis, aliuminis ir titanatas. Bet medžiagų neprieinamumas ir trūkumas yra problema, dėl kurios ličio jonų technologija yra stabdoma ir netaikoma visur. Nors baterijų technologija gerokai pažengė į priekį, kiekviena iš šių baterijų turi tam tikrų minusų. Pastaruoju metu kuro elementų ir superkondensatorių elektromobiliai padarė didelę pažangą energijos kaupimo technologijoje elektromobilių rinkoje (Song et al., 2021). Akumuliatoriaus technologija pasižymi skirtingomis veikimo charakteristikomis, tokiais kaip specifinė galia, specifinė energija ir terminis stabilumas. Todėl prieš pasirenkant elektromobilių bateriją reikia atsižvelgti į akumuliatoriaus savybes. Aprašomas tyrimas parodė, kad galios keitikliai yra pagrindinė technologija, skirta valdyti ir optimizuoti krovimo būdus. Kalbant apie įkrovimo strategijas, reikėtų sukurti veiksmingesnes technologijas, kurios apribotų įkrovimo laiką, šilumos nuostolius ir tinkamą būdą išnaudoti atsirasias šiluminės išlaidas dėl energijos mainų. Taip pat reikia taikyti moderniausias metodus, algoritmus ir optimizavimą. Todėl norint efektyviai plėtoti elektromobilių technologiją, reikėtų iširti tinkamą įvairių technologijų, tokių kaip akumuliatorių saugojimo sistemos, galios keitikliai, įkrovimo strategijos, optimizavimo metodai ir algoritmai, hibridizavimą. Ir nors yra vietų, kur baterijos yra pranašesnės už vidaus degimo technologiją, tačiau technologija nėra tobula ir reikalauja daug tobulinimų prilygti vidaus degimo mašinoms tam tikrais aspektais (Lipu et al., 2022).

Naudingosios iškasenos yra neatsinaujinantys šaltiniai ir industrija neišvengs laikotarpio, kai vienintelis būdas gaminti naujas baterijas bus perdirbti senas. Todėl galimai vertėtų iškelti klausimą apie baterijų perdirbimą anksčiau. Baterijų perdirbimas padėtų išvengti taršos, kuri kyla bandant iškasti baterijas. Ir baterijų pernaudojimas yra svarbus tvaraus elektromobilių sektoriaus klausimas. Baterijų perdirbimas naudojant metalurgiją yra įmanomas ir ekspertų spėjama, kad tai bus vienas iš būdų, kaip padėti elektromobilių sektoriui tapti tvaresniam (Arambarri et al., 2019).

3. Infrastruktūros ir technologijų veiksniai, kurie padėtų parengti modelį, kuris užtikrintų greitesnę elektromobilių rinkos plėtrą

Nuo 2008 m. Jungtinėse Amerikos Valstijose buvo paskelbta daugiau kaip 400 skatinančiųjų priemonių, skirtų iš tinklo įkraunamoms elektra varomoms transporto priemonėms (PEV) populiarinti. Tai leido geriau įvertinti pagrindines paskatas, pavyzdžiui, įkrovimo infrastruktūros ir palankių demografinių sąlygų įtaką PEV

infrastruktūros plėtrai. Daugiausia dėmesio skiriama trimis pagrindiniams klausimams. Pirma, ar vartotojai reaguoja į tam tikras valstybės lygmens transporto priemonių įsigijimo paskatas? Antra, ar viešosios įkrovimo infrastruktūros tankis didina PEV pirkimą? Galiausiai, ar skiriasi įvairių veiksmų poveikis iš tinklo įkraunamoms hibridinėms elektra varomoms transporto priemonėms (PHEV), akumuliatorinėms elektra varomoms transporto priemonėms (BEV) ir kiekvienos kategorijos transporto priemonių savybėms? Remiantis 2008–2016 m. transporto priemonių pirkimo duomenų regresija, nustatyta, kad mokesčių lengvatos ir įkrovimo infrastruktūra daro reikšmingą įtaką PEV įsigijimui. Kalbant apie mokesčių paskatas, nuolaidos pirkimui paprastai yra veiksmingesnės nei mokesčių lengvatos.

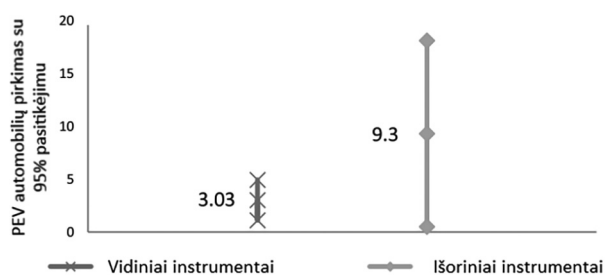
Mokesčių lengvatos turi didesnę įtaką BEV nei PHEV transporto priemonių įsigijimui. Viešojo įkrovimo ir transporto priemonių pirkimo koreliacija didėja didėjant PHEV važiavimo nuotoliui, kai naudojamas tik akumuliatorius, ir mažėja didėjant BEV važiavimo nuotoliui. Rezultatai rodo, kad ankstyvos investicijos į įkrovimo infrastruktūrą, ypač greitkeluose, mokesčių lengvatos, skirtos perkamiems BEV ir PHEV automobiliams su didesniu baterijų nuvažiuojamu atstumu, ir geresnis benzininių transporto priemonių aplinkosauginių sąnaudų atspindėjimas gali padidinti PEV pirkimus šalyje.

Apskritai bet kokio tipo mokesčių lengvatos ir viešojo įkrovimo infrastruktūra yra dominuojantys veiksniai, skatinantys PEV diegimą. Ši išvada gaunama iš tyrimų, kuriuose nurodoma, kad paskatos, gaunamos kuo arčiau pardavimo sandorio, yra veiksmingesnės greičiausiai dėl to, kad vartotojai nuvertina nuolaidas, kurios atkeliauja vėliau. Šalyse, tokiose kaip Norvegija ir Nyderlandai, kuriose už PEV nereikia mokėti PVM pardavimo vietoje, PEV pardavimai yra žymiai didesni negu įprasto vidaus degimo variklio mašinų dėl jų didelio PVM. Todėl tose šalyse PEV rinkos dalis yra žymiai didesnė (Hardman et al., 2017). Vertinant mokesčių lengvatas kaip procentinę dalį nuo transporto priemonės mažmeninės kainos matoma, kad mažėja ribinė kiekvieno skatinamojo dolerio grąža, kai siūloma didesnė mažmeninė kaina transporto priemonėms (t. y. 200 JAV dolerių paskata 20 000 JAV dolerių vertės transporto priemonei turi tokį patį poveikį kaip 600 JAV dolerių paskata 60 000 JAV dolerių vertės transporto priemonei). Tai reikštų, kad paskatos yra veiksmingesnės didinant elektromobilių pardavimus, kai tai taikoma pigesnėms elektrinėms transporto priemonėms.

Mokesčių lengvatos ir nuolaidos gali būti mažiau veiksmingos hibridiniams automobiliams negu tik elektrinę bateriją turinčioms transporto priemonėms, nes jų

papildomos sąnaudos (palyginti su tradicine benzinine transporto priemone) yra mažesnės. Valstybės, pavyzdžiui, tokios kaip Vašingtonas ir Oregonas, užregistruo didesnius PHEV pirkimų skaičius, o pasinaudotos mokesčių grąžos skaičius buvo visai nežymus arba labai mažas. DeShazo et al. (2017) teigia, kad klientai yra labiau linkę įsigyti PHEV nei BEV net kai nėra lengvatų. Tarp BEV mokesčių lengvatų ir nuolaidos vienodai koreliuoja įsigyjant *Nissan Leaf*, tai gali būti dėl didelių išperkamosios nuomos tarifų. Panaši situacija yra ir su *Tesla*, kai kuriais modeliais, kai, pavyzdžiui, vienodas nuolaidų pardavimo mokesčio santykis perkant *Tesla Model S* modelius gali reikšti, kad *Tesla* pirkėjai, gaunantys didesnes pajamas, nesureikšmina gautų pinigų vėliau. Mokesčių lengvatų poveikio *Tesla* pirkiniams nebuvimas gali rodyti, kad didesnes pajamas gaunantys asmenys gali neturėti teisės kreiptis dėl mokesčių kredito. Reikšminga *Tesla* pardavimų koreliacija valstijose, kurios siūlo nuolaidas arba atleidimą nuo pardavimo mokesčio, prieštarauja modeliavimo ir apklausų po pirkimo rezultatams (Hardman & Tal, 2016), kad *Tesla* pirkėjai būtų įsigiję savo transporto priemonę net ir nesant mokesčių lengvatų.

Viešosios įkrovimo infrastruktūros buvimas daro didelę įtaką transporto priemonės pirkimo sprendimams (4 pav.). Tai rodo tyrimas, atliktas Norvegijoje, kuriame buvo analizuojama infrastruktūros plėtros tendencijos (Mersky et al., 2016).



4 paveikslas. Vidiniai ir išoriniai elektromobilių įkrovimo stotelių infrastruktūros instrumentai (šaltinis: Narassimhan & Johnson, 2018)

Ankstyvosios investicijos į infrastruktūrą, net jei jos būtų naujos, greičiausiai skatintų ankstyvuosius įsisavintojus ir sukeltų daugialypį poveikį PEV diegimui. Infraštruktūros ir transporto priemonių pirkimo koreliacija stiprėja, kai didėja akumuliatorių nuvažiuojamas atstumas su PHEV, o silpnėja didėjant BEV ridai. Nei *Tesla Model S*, nei *Prius* pardavimai nesikeičia. Tai galimai vyksta dėl šių veiksnių. Pirmia, skirtingai nei ilgo nuotolio BEV savininkai, trumpo nuotolio BEV savininkai galimai norėdami įveikti didesnę atstumą ir priimdami sprendimus dėl pirkimo rimtai atsižvelgia į viešojo įkrovimo prieinamumą. Antra, PHEV vairuotojai, turintys didelį elektrinio

važiavimo nuotolį, sprendimą pirkti gali paremti apskaičiuodami visas sąnaudas ir taip sutaupydami pinigų išnaudoti viešas elektromobilių įkrovimo stoteles.

Atrodo, kad aplinkosauginis sąmoningumas skatina PHEV diegimą labiau nei mokesčių lengvatos, kaip rodo didesni PHEV pardavimai visose šalyse, kurios yra aplinkai draugiškos. Tai pastebima, kai kainų skirtumas tarp vidaus degimo ir elektra varomų automobilių mažėja. Didesnės benzino kainos ir didesnės vidutinės namų ūkių pajamos reikšmingai koreliuoja su transporto priemonių diegimu. Galiausiai, galimybė naudotis elektromobiliams skirtomis juostomis koreliuoja su didesniu PHEV ir BEV transporto priemonių naudojimu, stebėtina stipresnė koreliacija yra su BEV transporto priemonėmis. Jei elektromobiliams skirta kelio juosta yra vienintelė priežastis įsigyti alternatyvią transporto priemonę, tikėtina, kad klientas pasirinks pigesnę PHEV modelį (Narassimhan & Johnson, 2018).

Tolimesnė technologinė pažanga elektromobilių sektoriuje yra neišvengiama toliau besiplečiant industrijai. Todėl nebus galima apsieiti be technologinio tobulėjimo, tokio kaip tinkama išmanioji įkrovimo infrastruktūra, patikima bendravimo sistema tarp infrastruktūros komponentų ir koordinuota įkrovimo sistema visiems elektra varomiems automobiliams. Šiuos veiksnius svarbu išanalizuoti siekiant kiekybiškai įvertinti poveikį elektros tinklui, ir tik tada bus galima užtikrinti maksimalią naudą. Taip pat energijos tinklas galėtų būti ateities tinklo technologija, dėl kurios elektros energijos sistema taptų visiškai automatizuota su pažangiomis energijos valdymo sistemomis. Apžvelgti visus elektromobilių įkrovimo ir integravimo į tinklą metodus yra svarbu norint optimizuoti elektromobilių rinkos plėtrą. Užtikrinti bendrus elektromobilių ir jų įkrovimo infrastruktūros standartus visame pasaulyje yra būtina, kad elektromobiliai išpopuliarėtų ir taptų kasdienos dalimi rinkoje. Populiarūs standartai, susiję su elektromobilių įkrovimu ir tinklo integracija, turi būti išsamiai išnagrinėti tam, kad būsiami tyrėjai galėtų gerai įsivaizduoti, kokių specifikacijų reikia laikytis. Be to, aptariami įvairūs esamos įkrovimo ir integravimo į tinklą infrastruktūros aspektai, pvz., elektros energijos, ryšių, valdymo ir koordinavimo, griežtai apžvelgiami jų privalumai ir trūkumai. Galima taip pat teigti, kad trūksta literatūros ir mokslinių darbų, kurie padėtų elektromobilių infrastruktūros plėtrai siūlydami esamų problemų sprendimus.

Suvienodinta krovimosi technologija visose pasaulio šalyse padėtų užtikrinti ne tik krovimosi supaprastinimą, tai padėtų užtikrinti ir pigesnę plėtrą ir naudojimą elektromobiliai savininkui. Šiuo metu tokios šalys kaip Japonija, Jungtinės Amerikos Valstijos naudoja skirtingus kroviklių jungčių standartus. Šiuo metu taip pat ne

visi elektromobiliai palaiko vienodą krovimosi greitį. Tačiau ir ne visos elektromobilių krovimo stotelės palaiko vienodą krovimosi galingumą. Dėl šios priežasties elektromobilių savininkai yra priversti ieškoti optimalios krovimo stotelės būtent jiems.

Elektromobilių savininkai ne visur gali pasirinkti skirtingu elektros tarifą. Todėl kartais didesnės krovimo kainos atbaido būsimus vartotojus. Pasirūpinus platesne prieiga prie pigesnės elektros ne piko metu sumažėtų krovimosi kaštai ir taip pagerėtų elektromobilių adaptacija. Krovimosi stotelių lokacija irgi nėra optimizuota, kuomet stotelių kiekis bus didesnis ir geriau paskirstytas, tuo žmonės lengviau adaptuos ir išvengs nerimo dėl krovimosi. Greitą krovimosi stotelių problemą galima būtų spręsti kraunantis elektromobilį namuose. Tačiau tam reikia užtikrinti reikiamus reglamentus ir įvykdyti atitinkamas sąlygas dėl padidėjusio elektros galios noro. Užtikrinti žalesnį verslo modelį galima būtų įrengiant krovimosi stoteles naudojant saulės kolektorius. Tam reikia daug ploto, todėl puiki vieta išnaudoti tokią galimybę būtų automagistralės užmiestyje, kur yra daug nereikalingo ploto.

Išmanus tinklas padėtų išspręsti dalį elektromobilių tinklo infrastruktūros plėtros. Šiuolaikiniame tinkle elektrinės mašinos veikia kaip elektros apkrova, transportavimo laikmenos, energijos kaupimas, taip pat komunikacijos mazgai. Jie veikia kaip kanalas sujungti elektros tinklus, eismo tinklą ir ryšių tinklą. Tai, projektuojant elektromobilių krovimo planavimo sistemą, pirmiau minėti veiksniai turėtų būti laikomi svarbiais. Nuo laiko kintančių krovimo sistemų naudojimas padėtų išspręsti tinklo perkrovimo klausimą. Koordinuotas protingas krovimas plačiu mastu padėtų užtikrinti stabilų ir patikimą plėtros modelį. Galimai kitas sudėtingas, bet išsprendžiantis daug problemų technologijos modelis yra nuotolinis krovimas. Plačiai naudojamas abiejų krypčių elektros energijos modelis yra būtinas siekiant išmanaus tinklo realizacijos.

Elektromobiliai kaip niekas gerai gali būti valdomi naudojant autonominių važiavimą. Šiuo metu naudojama L2 technologija nėra pakankamai išvystyta. Tačiau pasiekus L5 standartą elektromobiliai padėtų išvengti kamščių, pagerintų automobilių srautą. Taip galima būtų automatizuoti elektromobilių naudojimą, tai paskatintų elektromobilių įsisavinimą dar labiau (Das et al., 2020).

Išvados

Sėkmingas žalioji verslas elektromobilių sektoriuje priklauso nuo mažesnio elektromobilių kiekio ir našesnio jų panaudojimo. Verslas turėtų nustatyti ir naudoti našesnes gaires elektromobilių kasdieniniam naudojimui.

Pasenusių baterijų pernaudojimas ir perdirbimas padėtų išleisti mažiau resursų ateities automobiliams. Energijos generavimas individualiai pagal poreikius taip pat yra tvirtas žingsnis link žalesnio elektromobilių sektoriaus.

Sumažinti sunaudotus sektoriaus išteklius galima naudojant automobilius pagal paskirtį ir pasirinkti tinkamą elektros panaudojimą ir tinkamą krovimo laiką bei elektros šaltiniu. Vienas tokių būdų yra besikeičianti krovimo galia. Tai padėtų išspręsti baterijų nusidėvėjimo klausimą ir sumažinti energijos suvartojimą, kai energija yra reikalingiausia. Taip pat svarbu būtų atlikti fundamentalius pokyčius mažinant neatsinaujinančių šaltinių naudojimą energijos gavimo sektoriuje. Nors pirmosios pasaulio šalys rodo gerą pavyzdį ir mažina anglies naudojimą, tačiau paskutiniaisiais metais augantis anglies naudojimas besivystančiose šalyse rodo, kad pokyčių reikia.

Pingantys individualūs elektros generavimo būdai ir efektyvesni baterijų pernaudojimo ir apdirbimo būdai leistų užtikrinti žalesnį elektromobilių sektoriaus verslą. Taip pat žalioji verslas yra neatsiejamas nuo baterijų saugojimo technologijų, baterijų valdymo sistemų, galios elektronikos technologijų, įkrovimo strategijos, algoritmų ir optimizavimo. Nors universaliausia baterija yra ličio jonų, jos apdirbimas ir gavimas kelia nemažai problemų ir todėl ne visada ji yra geriausias pasirinkimas. Todėl baterijos turi plusų ir minusų, taigi reikėtų tinkamai pasirinkti bateriją atsižvelgiant į jų panaudojimą.

Kuriant modelį, kuris padės plėsti elektromobilių infrastruktūrą ir pagerins tai, kaip žmonės įsisavins pokyčius, yra keli svarbūs aspektai. Tai yra, kaip valstybės reglamentuos ir padės žmonėms įsisavinti pokyčius greičiau. Didžiausias skatinimas ir žmonių pasitikėjimo kėlimas yra, kai nauji reglamentai yra priimami plačiu mastu. Vartotojai tokiu būdu labiau linkę būti pirmieji technologijos vartotojai. Taip pat galima buvo pastebėti, kad transporto priemonės kaina ar galimybė ją pasikrauti yra pagrindiniai faktoriai, lemiantys tolesnę elektromobilių plėtrą. Todėl galima teigti, kad kiti svarbūs aspektai pagerinti plėtros modelį yra kainų mažinimas suvienodinant stoteles ir užtikrinant išmanųjį elektros tinklą, kuriame galima būtų optimizuoti elektros suvartojimą ir tokiu būdu sumažėtų elektros kaina.

Literatūra

- Agrawal, M., & Rajapatel, M. S. (2020). Global perspective on electric vehicle 2020. *International Journal of Engineering Research & Technology*, 9(1), 8–11. <https://doi.org/10.17577/IJERTV9IS010005>
- Arambarri, J., Hayden, J., Elkurdy, M., Meyers, B., Abu Hamateh, Z. S., Abbasi, B., & Omar, W. (2019). Lithium ion car batteries: Present analysis and future predictions. *Environmental Engineering Research*, 24(4), 699–710. <https://doi.org/10.4491/eer.2018.383>

- BP Statistical Review of World Energy. (2022). *Coal production by country*. <https://ourworldindata.org/grapher/coal-production-by-country?time=2000..latest>
- Das, H. S., Rahman, M. M., Li, S., & Tan, C. W. (2020). Electric vehicles standards, charging infrastructure, and impact on grid integration: A technological review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 120, 109618. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109618>
- DeShazo, J. R., Sheldon, T. L., & Carson, R. T. (2017). Designing policy incentives for cleaner technologies: Lessons from California's plug-in electric vehicle rebate program. *Journal of Environmental Economics and Management*, 84, 18–43. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2017.01.002>
- Frey, W. H. (2019). *Big city growth stalls further, as the suburbs make a comeback*. Brookings. <https://www.brookings.edu/blog/the-avenue/2019/05/24/big-city-growth-stalls-further-as-the-suburbs-make-a-comeback/>
- Hardman, S., Chandan, A., Tal, G., & Turrentine, T. (2017). The effectiveness of financial purchase incentives for battery electric vehicles – A review of the evidence. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 80, 1100–1111. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.255>
- Hardman, S., & Tal, G. (2016). Exploring the decision to adopt a high-end battery electric vehicle: Role of financial and nonfinancial motivations. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2572(1), 20–27. <https://doi.org/10.3141/2572-03>
- How, D. N. T., Hannan, M. A., Hossain Lipu, M. S., & Ker, P. J. (2019). State of charge estimation for lithium-ion batteries using model-based and data-driven methods: A review. *IEEE Access*, 7, 136116–136136. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2942213>
- International Energy Agency. (2022). *Global supply chains of EV batteries*. <https://www.iea.org/reports/global-supply-chains-of-ev-batteries>
- Kapustin, N. O., & Grushevenko, D. A. (2020). Long-term electric vehicles outlook and their potential impact on electric grid. *Energy Policy*, 137, 111103. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.111103>
- Lipu, M. S. H., Mamun, A. A., Ansari, S., Miah, M. S., Hasan, K., Meraj, S. T., Abdolrasol, M. G. M., Rahman, T., Maruf, M. H., Sarker, M. R., Aljanad, A., & Tan, N. M. L. (2022). Battery management, key technologies, methods, issues, and future trends of electric vehicles: A pathway toward achieving sustainable development goals. *Batteries*, 8(9), 119. <https://doi.org/10.3390/batteries8090119>
- Liu, Z., Ivanco, A., & Onori, S. (2019). Aging characterization and modeling of nickel-manganese-cobalt lithium-ion batteries for 48V mild hybrid electric vehicle applications. *Journal of Energy Storage*, 21, 519–527. <https://doi.org/10.1016/j.est.2018.11.016>
- Mersky, A. C., Sprei, F., Samaras, C., & Qian, Z. (Sean). (2016). Effectiveness of incentives on electric vehicle adoption in Norway. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 46, 56–68. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2016.03.011>
- Narassimhan, E., & Johnson, C. (2018). The role of demand-side incentives and charging infrastructure on plug-in electric vehicle adoption: Analysis of US States. *Environmental Research Letters*, 13(7), 074032. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aad0f8>
- Philibert, C. (2017). *Renewable energy for industry*. Paris International Energy Agency.
- Reinhardt, R., Christodoulou, I., Gassó-Domingo, S., & Aman-te García, B. (2019). Towards sustainable business models for electric vehicle battery second use: A critical review. *Journal of Environmental Management*, 245, 432–446. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.05.095>
- Ritchie, H., Roser, M., & Rosado, P. (2020). *CO₂ and greenhouse gas emissions*. Our World in Data. <https://ourworldindata.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions>
- Schmidt, T. S., Beuse, M., Zhang, X., Steffen, B., Schneider, S. F., Pena-Bello, A., Bauer, C., & Parra, D. (2019). Additional emissions and cost from storing electricity in stationary battery systems. *Environmental Science & Technology*, 53(7), 3379–3390. <https://doi.org/10.1021/acs.est.8b05313>
- Song, Z., Pan, Y., Chen, H., & Zhang, T. (2021). Effects of temperature on the performance of fuel cell hybrid electric vehicles: A review. *Applied Energy*, 302, 117572. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2021.117572>
- Turoń, K., Kubik, A., & Chen, F. (2019). Operational aspects of electric vehicles from car-sharing systems. *Energies*, 12(24), 4614. <https://doi.org/10.3390/en12244614>
- Un-Noor, F., Padmanaban, S., Mihet-Popa, L., Mollah, M., & Hossain, E. (2017). A comprehensive study of key Electric Vehicle (EV) components, technologies, challenges, impacts, and future direction of development. *Energies*, 10(8), 1217. <https://doi.org/10.3390/en10081217>

GREEN BUSINESS IN THE ELECTRIC CAR SECTOR

Bonifacas AMBRASAS, Ieva MEIDUTĖ-KAVALIAUSKIENĖ

Abstract. The automotive sector is one of the largest and most polluting sectors in the world. As much as 16.2% of greenhouse gases come from the transport sector. Therefore there is a need to reduce pollution from the automotive sector. The aim of this paper is to draw conclusions from the literature and research on what factors would help the development of green business in the electric vehicle sector. To find out what systemic, individual changes in energy use and generation would ensure a greener development of the sector. One such solution is the replacement of traditional internal combustion engines with less polluting electric cars. This would reduce local pollution, but it would not solve the global pollution problem. This is due to the pollution caused by battery production, which may tarnish the environmental image of electric cars, but it is difficult to give up owning a car due to the ever-increasing size of cities. And while the number of electric car sales is on the rise, demand for internal combustion engines will account for the majority of new car sales in 2020, but in the future, electric car sales are expected to grow and take the majority of the market.

Keywords: automotive sector, electric vehicles, electric vehicle efficiency, electric vehicle pollution, development of electric vehicle infrastructure, green business.