

Simo Siil

ELEKTRIMOOTORIGA AUTODE KESKKONNAMÕJU

LÕPUTÖÖ

Arhitektuuri ja keskkonnatehnika teaduskond

Tehnoökoloogia eriala

Tallinn 2014

SISUKORD

Sissejuhatus	4
1. ELEKTRIMOOTORIGA AUTOD	6
1.1. Autode ajalugu.....	6
1.2. Elektriauto tänapäeval	8
2. AUTODE MÕJU KESKKONNALE	10
2.1. Keskkond ja saastamine.....	12
2.2. Bensiniautod ja mõju keskkonnale	13
2.3. Diiselautod ja mõju keskkonnale.....	14
2.4. Hübriidautod ja mõju keskkonnale.....	15
3. ELEKTRIAUTOD JA MÕJU KESKKONNALE	17
3.1. Elektriautode aku üldandmed	17
3.2. Elektriauto aku laadimine	19
3.3. Akude taaskasutus	19
3.4. Elektriautode rikked ja häired.....	20
3.5. Elektriautode mõju keskkonnale	21
KOKKUVÕTE.....	23
SUMMARY	25
VIIDATUD ALLIKAD.....	28

SISSEJUHATUS

Käesoleva lõputöö teemaks on valitud “Elektrimootoriga autode keskkonnamõju”. Teema pakkus huvi just seetõttu, et tänapäeval on elektriauto nagu uuesti leiutatud jalgratas. Tänapäevaks on elektriautode teema leidnud väga laia kajastust nii meedias kui ka autotootjate ja –müüjate poolt.

Eestis ei ole enne loodud pretsedenti andes autoostule kuni 50% hinnasoodustust. Elektriautode puhul see aga nii on. Elektriautode soetuse toetamise meede töötati välja selleks, et kiirendada nende kasutuselevõtmist Eestis. Teiseks ostu toetamise põhjuseks on see, et elektriautode põhitehnoloogia ehk akud põhjustavad märkimisväärse hinnalisa võrreldes tavaautodega.

Seega tekkis käesoleva töö autoril huvi miks seda tehakse. Miks on elektriautod siis vajalikumad või paremad kui teised mootorsõidukid?

Sellist ettevõtmist, nagu eespool just mainitud, ei ole Eestis enne tehtud ning siit kasvas ka huvi elektriautode ning nende kasulikkuse vastu. Teema on Eestis siiski suhteliselt uus ning täna just eriti aktuaalne vaadates laiemalt kogu keskkonda ning seda just keskkonna säästmise poolelt.

Põigates elukeskkonna teema juurde, peame täna tunnistama, et see on probleem. Keskkond halveneb iga päevaga ning kiiresti mõeldakse välja uusi ja uusi tegevusi keskkonna päästmiseks, säästmiseks ja puhtamaks muutmiseks. Tõsi, üks võimsamaid võimalusi ongi parandada ja arendada transpordi kasutamist, sest autode ja muude liiklusvahendite hulk kasvab kogu aeg ning sellega koos ka keskkonna saastamine.

Elektriauto on suurepärane näide, et mõelda välja midagi sellist, mis säästab keskkonda ja on elanikkonnale kasulik ja vajalik, sest auto on tänapäeva elustiili paratamatu kaaslane. See on vajalik igapäevase elu elamiseks. Elukeskkond on kasvanud linnadest välja, elatakse rohkem äärelinnade piirkondades kust liiklemiseks linna tööle, kooli ja poodi on ilmselgeks eelduseks auto olemasolu ja nii on peredes isegi mitu autot.

Sealt aga tulebki transpordi osa keskkonna saastesse, mis on väga suureks probleemiks kasvanud. Ühena lahendustest nähakse autode järk-järgulist vahetamist elektriautode vastu, mille keskkonnasaaste osakaal on pea olematu.

Lõputöö eesmärgiks on selgitada välja, kas elektriautol on vähem saastvam mõju keskkonnale kui teistel sõiduvahenditel. Teema uurimisega tahab autor anda kokkuvõtliku ülevaate elektriauto vajalikkusest ning otsesest mõjust keskkonnale.

Eesmärgini jõudmiseks koosneb lõputöö järgnevatest ülesannetest:

- anda ülevaade autodest üldiselt, sealhulgas elektriautodest;
- anda ülevaade autode erinevatest mootoritest ning nende mõjust keskkonnale;
- analüüsida elektrimootoriga autode mõju keskkonnale.

Käesolev töö koosneb kahest osast ning on jagatud kolmeks peatükiks. Osadena on välja toodud:

1. Teoreetiline osa, kus autor kirjutab laiemalt autode peamistest omadustest ja erinevustest.
2. Uurimuslik osa, kus autor analüüsib elektriautot, selle akut, kui peamist keskkonnasäästjat, et saada teada selle mõju omadused keskkonnale.

Esimeses peatükis antakse ülevaate liiklusvahendite ajaloost üldiselt ning lähemalt siis töö põhilisest teemast – elektriautost.

Teises peatükis antakse ülevaate erinevatest autotüüpidest, mis täna ongi probleem maailmas just oma saastevõimsuse tõttu ning nende mõjust keskkonnale.

Kolmandas, viimases peatükis, kirjeldatakse elektriauto põhilist osa – akut, mis on pool auto maksumusest, andes ülevaate, miks see nii on, elektriautode toimivusest, ka elektriautode negatiivsetest pooltest ning elektriautode mõjust keskkonnale.

Autor on püstitanud hüpoteesi, mille kohaselt on elektriauto keskkonnasäästlik, kuid kas see väide ka tegelikkuses toimib ehk millised on võimalused elektriautol keskkonna paremaks säästmiseks tegelikult.

Täna on maailmas elektriautode tootjaid üle 40-e.

1. ELEKTRIMOOTORIGA AUTOD

Tänapäeva elu pole autota enam mõeldav, see kuulub vaieldamatult veo- ja sõiduvahendina kahekümne esimese sajandi inimkonna olmetingimuste hulka. Sõiduvahendite areng ja pealetung ning nende motoriseerimine tekitab samas uusi juurde maa-alasid, mida kasutatakse teedeks ja parklateks ning uusi küsimusi, mis puudutavad kogu ühiskonda – suur liiklustihedus, linnade kohal hõljuvad autode heitgaasidest tulenevad sudupilved ja suurenev õnnetuste arv.

Auto areng pole aga ka nüüd veel lõpule jõudnud. Uurimisasutustes, teedehitusettevõtetes, laborites ja katsetusradade ääres töötavad insenerid ja teadlased, et leiutada uusi kütust säästvaid ja keskkonnale kahjutuid mootoreid, suurendades ohutust ning ehitades vähe hooldamist vajavaid optimaalse kasutusajaga autosid. Samuti leides ratsionaalseid ja odavaid tehnoloogiad, tõhustades liikluse juhtimise süsteeme ja sobitades tulevikuauto kooskõlastatult liikluse ettenähtavasse arengusse. [13]

1.1. Autode ajalugu

Auto on lühend sõnast automobiil. Sõna tuleb kreeka keelest – *autos*, ise ja *mobilis*, liikuv. [12]

Kõrvalisest abist sõltumatuid, iseliikuvaid masinaid on üritatud luua juba ammu. Esimesed sarnase liikuri joonised tegi 1490. aastal juba Leonardo da Vinci. Esimese töötava aurumasina ehitas prantslane Denis Papin 1690. aastal. Järgmine olulisim tärmin autode ajaloos võib olla aasta 1791, kui inglane John Barber saab patendi esimesele gaasiturbiinmootorile. Esimest elektrimootoriga masinat esitles aga Prantsuse investor Gustave Trouvé 1881. aastal Pariisis, mida nimetati automobiiliks ning mis oli kolmerattaline. [13]



Joonis 1. Karl Benzi mudel Velo aastast 1894 [13]

Kaasaegse auto aluseks sai kahetaktilise sisepõlemismootori loomine Carl Benzi poolt 1879. aastal ning mille tootmine algas 1883. aastal. 1888. aastal esitleti maailmale juba esimest tuletõrjeautot. 1892. aastal sai Rudolf Diesel patendi sisepõlemismootorile. Kaasajal tootmises olevatel autodel on põhiliseks jõuallikaks sisepõlemismootor, vähestel autodel ka elektrimootor või ökonoomsuse huvides sisepõlemismootori ja elektrimootori kombinatsioon (hübriidauto). [12]

Esimene autode võidusõit toimus 1894. aastal Pariisis. Esimeseks autoks Eestis oli 1895. aastal Paide kreisiametnikule kuulunud auto. Samal aastal hakkas Carl Benz valmistama veo- ja eriautosid. Tallinnasse jõudis esimene auto 1902. aastal Peterburist. 1908. aastal oli Tallinnas 6 autot. Võrdluseks 2007. aastal imporditi Eestisse 71 915 sõiduauto [12] ning 2012. aastal 33 600 autot [32].

1901. aastal tegi Ferdinand Porsche esimese hübriidauto, mis oli nii bensiinimootoriga kui ka elektrimootoriga. [12]

Elektriautod olid populaarsed 20. sajandi alguseni. Siis saabunud sisepõlemismootorite areng lükkas elektriautode kasutamise pikaks ajaks tahaplaanile. 1980. aastate energiakriis algatas aga taas elava arutluse elektriautode kasutuselevõtu üle. [14]

1.2. Elektriauto tänapäeval

Elektriauto ei ole tänapäeval enam mingi eksootika, vaid vajalik ning järjest populaarsust koguv töövahend.

Elektriauto on auto, mille energiaallikaks on elektrimootor, mis kasutab voolu, mis on salvestatud akudesse. Elektrimootorid võimaldavad anda koheselt täisvõimsusel pöördemomendi, tagades tugeva ning sujuva kiirenduse. [15]

Elektriautod on tänapäeval meedias pälvinud palju tähelepanu ning saanud seal ka reklaami just nende keskkonnasõbralikkuse pärast. Ka välimuselt ei tee me vahet, millise autoga on tegemist, kuid sisult on elektriauto vaikne ja säästlik. [14]



Joonis 2. Smart elektriauto [13]

Elektriautol on teiste autode ees mitmeid eeliseid. Neil on väike energia- ja sõidukulu, auto sõidab vaikselt ning ei tekita sõites saastet. Elektrimootor on lihtne ja töökindel, autol kasutatakse automaatset käigukasti.

Elektriauto hind on võrreldes teistsuguste mootoritega autodega palju kallim, mis tuleneb akust, mis on kõrgtehnoloogiline ning moodustab auto maksumusest pea poole. Auto sõidu- ja ülalpidamise kulud aga selle eest soodsamad. Nii on sõitmiseks vajaliku elektri hulga laadimine kui ka auto hoolduskulud soodsamad. [14]

Elektriautol on ka mõningaid puudusi. Näiteks võtab auto laadimine aega - tavalaadimine kaheksa kuni kümme tundi, kiirlaadimine 30 minutit. Samuti on auto hind kõrgem kui bensiini- või diiselmootoriga autodel. [14]

2012. aastal oli aga Eesti esimene riik maailmas, mis rajas üleriigilise taastuvenergial toimiva elektriautode laadimisvõrgu. Eesti elanikel tekkis võimalus osta endale soodustingimustel energiatõhus, keskkonnasäästlik ja saastevaba elektriauto. Vabariigi valitsus sõlmis Mitsubishi Corporationiga lepingu 2011.aastal, et algetada Eestis elektromobiilsuse programm. Programmi eesmärgiks on kiirendada elektriautode kasutuselevõtmist Eestis. [14]

2013. aasta kevadel sõitis Eestis ringi üle 500 elektriauto. Tekib küsimus, kas Eesti oma kliimaga, külmade talvedega, on üldse elektriauto kasutamiseks soodne koht. Saksa autoajakiri Auto Bild on avaldanud, et külm ilm vähendab elektriauto sõiduulatust vähemalt kolm korda. Seega on elektriauto sobilik eelkõige linnas sees elavale ja liiklevale inimesele. [14]

Elektriautode kõrval võiks ühissõidukitena võik siinkohal nimetada tramme ja trollibusse, mis teatavasti linnaõhku ei saasta. [2]

2014 jaanuari seisuga oli saadaval ligi 25 erinevat maantee sõidukõlbulikku elektriautot. Peamiselt müüdi neid USA-s, Jaapanis, Lääne-Euroopas ja Hiinas. Suurimad müüjad 2012. aastal olid Jaapan (28%), USA (26%), Hiina (16%), Prantsusmaa (11%) ja Norra (7%). Enimmüüdud auto oli Nissan Leaf, mida on ligi kolme aastaga müüdud umbes 100 000 eksemplari. [4]

2. AUTODE MÕJU KESKKONNALE

Sõiduautot võib lugeda suurimaks elukeskkonna lõhkujaks ja saastajaks. Liiklus koormab ja kulutab keskkonda mitut moodi. [16]

Autotranspordi näol on tegemist üsna suure keskkonnasaasteallikaga, mis avaldab mõju nii inimesele kui kogu loodusele. Transport mõjutab keskkonda järgmiselt:

- tekitab tolmu ja müra;
- saastab teeäärset pinnast ja vett raskemetallide ja naftasaadustega, aga ka olmejäätikutega;
- saastab õhku ja emiteerib globaalset kliimamuutust põhjustavaid aineid;
- liiklusõnnetuste korral ohustab keskkonda naftasaaduste ja teiste mürgiste ja ohtlike ainetele;
- ohustab elustiku mitmekesisust ning mõjutab loomade elutingimusi (ränne).

Autode heitgaasid sisaldavad rohkem kui 200 erinevat keemilist ühendit. [12]

Mootorites toimub põlemine tavalise atmosfääriõhu toel ning enamasti on mootorid reguleeritud kütusega rikastatud segule ning see tingib lõpuni oksüdeerimata produktide väljumist heitgaaside koostises. [13]

Autode kõige iseloomulikumaks saastegaasiks on CO₂ (süsihappegaas), mille antropogeensest panusest atmosfääri annab transport umbes 60%. Tiheda liiklusega ristmikel on õhus CO₂ üleküllus, mis põhjustab seal viibivate jalakäijate organismis hapnikuvaeguse. Autode oluliseks saasteaineks CO₂ kõrval on küllastumata süsivesinikud. [13]

Paljudes riikides peetakse autode saaste üle täpset arvet, eriti ohtlikes piirkondades, kus on saastefoon kõrge.

Eestis on kasutusele võetud soovituslikult säästlik sõiduviiis, mida kutsutakse *Eco Drive*. *Eco Drive* kuldreeglid on järgmised [14]:

- sõit madalatel pöörlemissagedustel 1000-2500 pööret minutis (p/min);
- reipalt kiirendamine (kuni 2500 p/min);
- õigeaegne käiguvahetus;
- liikluse jälgimine – iga etteplaneerimata pidurdus või peatus suurendab hüppeliselt kütusekulu;
- valgusfoori või muu peatumisviis – mootoriga pidurdamine;
- kurvi läbimine – siseneda kurvi kõrgeima käiguga, millega kurv on läbitav;
- rehvirõhu kontrollimine – rõhk alaneb 0,1 atm kuus;
- autost ebavajalike asjade eemaldamine ja katuseraami kasutamine ainult vajadusel – raskus suurendab kütusekulu;
- rahulik sõidustiil;
- eelnev marsruudi planeerimine;
- auto õigeaegne hooldamine;
- lisaseadmete kasutamine ainult vajadusel (nt konditsioneer);
- auto eelsoojendamine;
- kvaliteetse kütuse kasutamine;
- kohapeal pole vaja autot mootoriga soojendada.

Mida *Eco Drive* keskkonnale annab [19]:

- heitgaaside vähenemine;
- mürataseme alanemine;
- avariiohu vähenemine;
- sõidumugavuse suurenemine;
- liikluskeerises tekkiva stressi vähenemine;
- kütusekulu vähenemine;
- auto säästmine;
- auto kütuse ja hoolduse kulude vähenemine;
- keskmise sõiduaja vähenemine.

2.1. Keskkond ja saastamine

Keskkonnasõbralik ehk loodussäästlik toimimine on selline tegevus või tegevusest hoidumine, mille subjektiivne eesmärk või objektiivne tulemus on soodne või mittekahjulik looduskeskkonna tasakaalu suhtes. [11]

Tööstuse ja energeetika kõrval on tänaseks saanud autodest ühed suuremad õhusaastajad. Maanteed võtavad enda alla suuri maa-alasid, nende ehitamine nõuab palju kruusa ja liiva. Igal aastal valmib maailmas 30 miljonit uut autot, mis küll annavad liikumisvabaduse, selle eest aga neelavad kütust ning hävitavad loodust. Lisaks vingugaasile ja tahmale tekitavad autode heitgaasid ka suure osa happevihmasid, kasvuhooneefekti ja sellega kaasnevaid kliimamuutusi põhjustavast saastest – lämmastikoksiidist ja süsihappegaasist. Maailma autod tarbivad kokku sama palju hapnikku kui miljard inimest. Üheks keskkonnasaaste komponendiks on ka müra, mille vähendamisele samuti pidevalt mõeldakse.

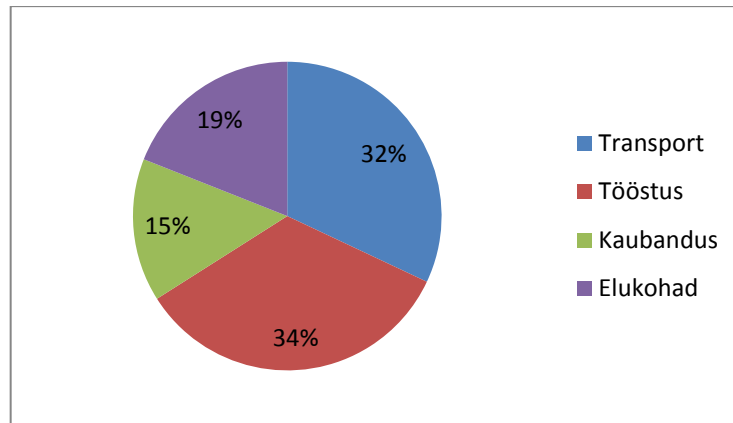
Reeglina on iga uus auto keskkonnale vähem vaenulik, kui eelmine mudel. Ometi kasvab autode eritavate heitgaaside hulk edasi – iga üksiku auto keskkonnasõbralikumaks tegemise muudab kasutuks autode arvu kasv. [2]

Transpordivahendid on kõige levinumad, ebaseeldivamad ja võimsamad müraallikad. Seda just suuremates elukohtades, linnades, ning seda nähtust nimetatakse liiklusraks. Liiklusraks tase on ebapüsiv. Autotranspordist põhjustatud müratase oleneb põhiliselt liiklustihedusest, mis võib lühikeste ajavahemike jooksul tunduvalt muutuda. Müra suureneb teelõikudel, kus tuleb muuta mootori töörežiimi – fooride juures, tõusul, ristmikel, aukliku kattega teedel ja tänavatel.

Kaasaegne tehnika võimaldab põhimõtteliselt konstrueerida tehnoloogilisi seadmeid ja masinaid, mis tekitavad vähem müra. [3]

Keskkonnasõbralikkuse pingereas on kahanevas järjekorras tramm, rong, metroo, troll, buss, takso. [4]

Järgneval joonisel 3. on esitatud süsinikdioksiidi eraldava transpordi osakaal keskkonna saastamisel. Uuring on läbi viidud aastatel 1980-1999 ning juba sel ajal oli transpordi saaste osakaal 32% kõikidest teistest allikatest nagu tööstus, kaubandus, elukeskkond. [5]



Joonis 3. Keskkonna saastamisel süsinikdioksiidi emissiooni osakaal valdkondade kaupa [5]

2.2. Bensiiniautod ja mõju keskkonnale

Bensiinimootor on sisepõlemismootori liik, kus kütusena kasutatakse bensiini auru ja õhu segu ning süüdatakse elektrisädemega [20]. Bensiin on loodusliku nafta töödeldud produkt. Bensiini võib olla väga mitmesugust, erinevus tuleb lisanditest, mis on bensiinile juurde segatud ning mida näitab nende kütteväärtus – oktaanarv.

Madalama kütteväärtusega bensiin annab rohkem lõpuni põlemata heitmeid, mootor ei tööta nii efektiivselt, jõud ja kiirendus on nõrgem. Keskkonna seisukohalt on see lahendus sobimatu – ideaalne oleks lisanditeta ja täielikult põlev kütus.

Bensiinimootoriga auto sobib inimesele, kes liigub pigem linnasiseselt ning kelle sõidud ei ole eriti pikad. Auto soojeneb kiiremini ja käivitub talvel külmaga paremini. Bensiinimootori hoolduskulud on väiksemad, kuid selle eest kütusekulu suurem. Seega sobib see auto inimesele, kes sõidab harva ning ei soovi ootamatuid väljaminekuid hoolduse peale kulutada.

Bensiinimootori eelisteks võib lugeda kahte põhilist asjaolu – soodsam hooldus ning kiirem soojenemine. Samas on autol ka puudusi, milledest peamiseks on suurem kütusekulu. [21]

Kõrgema kütteväärtusega bensiin kipub kergemini plahvatama ja tema klassikaline stabiliseeriv lisand on plii. Tulemuseks on etüleeritud bensiin, mille põletamisel väljub koos heitgaasidega ka plii – raskemetall, mis maantee äärde maha langeb ja toiduahelas akumuleeruma kipub. Intensiivse liiklusega kiirteede äärest võetud pinnase ja taimeproovid on näidanud suuri plii sisaldusi, mõnedes kohtades kuni 100 m kaugusel teest. Ka sellise kütuse kasutamine on keskkonnale sobimatu. [2]

Plii ja teised raskemetallid akumulēruvad ka organismis. Plii koguneb luudesse, lihastesse ja ajju ning põhjustab vereloomehäireid ja teisi ohtlikke haigusi. Suurlinnade elanikud saavad hingamise kaudu kuni 0,1 mg pliidi päevas. Pliid satub inimorganismi ka toidu ja veega. Vaatamata pliiga bensiini kasutamise vähenemisele on 70% maailma praegusest pliireostusest pärit autodest. [17]

Kasutatakse ka bensiini, millesse on lisatud antidetonaatorina tetraetüülplici. Heitgaasidega lendub 70% pliist atmosfääri, millest 30% sadestub kohe teekattele, 40% jääb mõneks ajaks õhku ning sadestub seejärel 30-50 m, kohati isegi 100 m laiuses teeäärses ribas.

Viimasel ajal kasutatakse järjest enam pliivaba bensiini. Euroopa Liidus on kasutusel vaid pliivaba bensiin. Pliivaba bensiini kasutamisel väheneb saastehulk ja avaneb veel üks võimalus – kasutada katalüsaatorit, mis on oksüdeeriv seade, soodustab oksüdeerumisprotsessi lõpuni jõudmist ja tänu sellele eemaldatakse heitgaasidest umbes 80% süsivesinikest ja vingugaasist, oksüdeerides need CO₂-ks (süsinikdioksiid) ja veeks. [2]

Bensiini ja bensiinimootori areng käivad käsikäes. Viimasel ajal on arengukriteeriumide osas olulisimateks kujunenud ökonoomsus ja kütuse võimalikult täielik põlemine, mis on mõlemad keskkonnale soodsad.

Bensiin ei ole ainus ja ilmselt ka mitte parim mootorikütus. Lisaks bensiinile saab kasutada ka diiselmootorit. [2]

2.3. Diisela autod ja mõju keskkonnale

Diiselmootoriga auto sobib inimesele, kes sõidab pikemaid vahemaid ja liikleb palju maanteedel. Diiselmootor ei ole kindlasti mugav lühikesteks linnasõitudeks, sest sellisel juhul ei pruugi auto mootor jõuda üles soojenedagi.

Diiselmootori hooldamine on kulukam, sest seal on ka kalleid osi, näiteks turbokompressor. Samas võivad diiselmootorid olla väga ökonoomsed.

Diiselauto eeliseks on kindlasti väike kütusekulu, kuid puuduseks sealjuures kallis hoolduse kulu ning aeglane soojenemine. [21]

Diiselmootori heitgaaside koostis on keskkonnale üldiselt soodsam kui bensiinimootori oma. Diiselmootori töötamisel paiskub õhku suhteliselt palju tahma, mis iseenesest ei ole mürgine, kuid mille külge seotakse mitmesuguseid mürgiseid ühendeid. [17]

Diiselmootorite töötsükli iseärasuste tõttu esitatakse kõrgendatud nõuded mootori detailidele. Puudusteks võib lugeda diiselmootori juures toitesüsteemi seadmete keerukust ja suurt töötlemistäpsust. Diiselmootori töötamisel kostev müra on reeglina tugevam kui bensiinimootoril ja käivitamine madalatel temperatuuridel on raskendatud. [22]

Diiselmootor kasutab vähem ja odavamat kütust. See on pliivaba. Mootori kasutegur on suurem ja see peab kauem vastu. Vähem tekib lämmastik- ja süsinikdioksiidi. Teisest küljest jälle tekib rohkem nõge ja suitsu, probleemiks on ka polüaromaatsete ja raskete süsivesinike teke heitgaasidena, mis on kantserogeensed. Diiselmootorile ei saa paigaldada katalüsaatorit ja tema heitgaasidest vabastamise teoreetiline piir on oluliselt halvem kui bensiinimootoril. Diiselmootorit võib kütta ka taimeõliga, selleks sobivad nii päevalille-, soja- kui oliivõli. Üheks uudistooteks on biodiiselnõude rapsiõlist. Mootorit ümber ehitada ei ole vaja. [2]

2.4. Hübriidautod ja mõju keskkonnale

Tulevik on elektrimootoriga autode päralt. Momendil võib öelda, et on üleminekuperiood. Kasutusele on tulnud nn hübriidmootorid, mis töötavad nii sisepõlemis- kui ka elektrimootoriga. Hübriidmootoriga veoautod on aga samuti jõudnud teedele. Selle auto juures kasutatakse elektrimootorit rööbiti sisepõlemismootoriga ja ainult kiirenduste ajal. Sellise süsteemi juures valitakse sisepõlemismootor väiksema võimsusega. Väiksem võimsus võrdub väiksema kütusekuluga. Kiirenduse ajal ja tõusudel tuleb lisaenergia elektrimootorist. Elektrimootor saab energia akudest ning ühtlase liikumiskiiruse ajal töötab sisepõlemismootor. Elektrimootor lülitatakse ümber generaatori režiimile ja toimub akude laadimine. [22]

Elektrimootori kasutamisel saab hübriidauto energiat akudest. Hübriidauto puhul laeb akusid elektrigeneraator, mille paneb pöörlema tavaline sisepõlemismootor. Sisepõlemismootor töötab tänapäevastel hübriidautodel enamasti siis, kui kütusekulu saab hoida minimaalsena. Sisepõlemismootor töötama ka siis, kui akud on teatud piirini tühjenenud ja elektrimootor ei saa seetõttu enam piisavalt elektrit.

Elektrimootorit kasutatakse just kiirendamisel, sõidu alustamisel ja aeglastel kiirustel, sest siis on sisepõlemismootoril suur kütusekulu ning heitgaaside hulk. Lisaks on elektrimootoril kõrgema kasuteguri tõttu sama võimsuse juures suurem kiirendus.

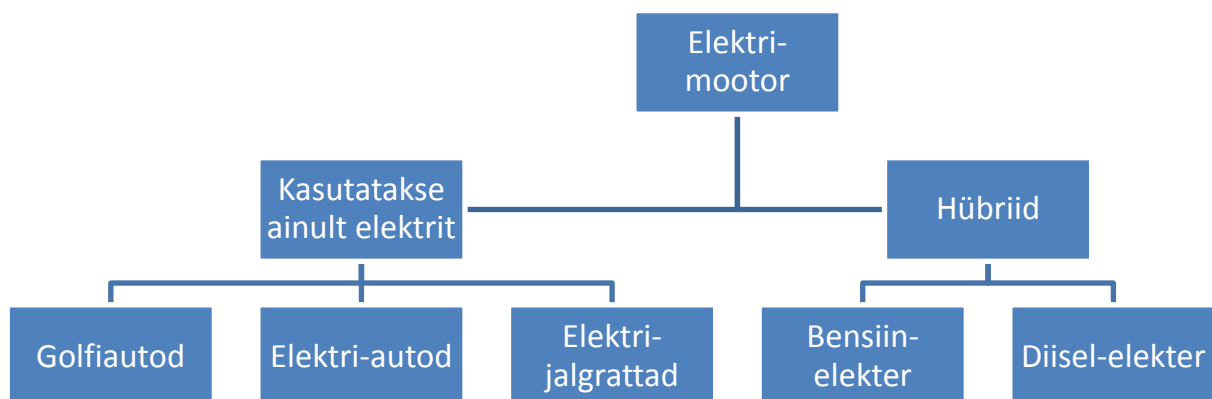
Hübriidauto eelised elektriauto ja sisepõlemismootoriga auto ees on järgmised:

- auto võib olla elektriautost mahukam, sest ei ole vaja kanda raskeid akusid;
- sisepõlemismootor võib olla palju väiksema töömahu ja võimsusega kui tavalisel autol, võimaldades palju väiksemat kütusekulu;
- pidurdamisel on võimalik rekuperatsioon ehk kineetilise energia muundamine uuesti elektrienergiaks.

Hübriidautosid katsetati ja nendega sõideti juba 20. sajandi alguses. Esimese eduka elektri- ja sisepõlemismootoriga hübriidauto pani kokku Ferdinand Porsche 1928. aastal. [12]

Tänapäeval on tuntuimad hübriidautod Honda Insight ja Toyota Prius. [23]

Joonisel 4. on esitatud elektrimootoriga sõidukite liigitus.



Joonis 4. Elektrimootoriga sõidukite liigitus [10]

3. ELEKTRIAUTOD JA MÕJU KESKKONNALE

Ka täiesti saastevaba auto, kui selline leiutatakse, saastab keskkonda. Üks suuremaid probleeme on teede ehk transpordi infrastruktuuri ja parklate laienemine. Teed võimaldavad juurdepääsu looduse kahjustamiseks. Teed lõikuvad küsimata läbi miljonite liikide elupaikade, jaotades pooleks ja tehes takistusi kohalikele populatsioonidele. Teede tungimine loodusesse on üks peamisi põhjuseid loodusliku mitmekesisuse vähenemisprotsessis. [16]

Peale ürglooduse hakivad teed tihedamini asustatud alade viimasedki loodusmaastikud ja suhteliselt puutumatud biotoobid. Uute teede äärde on lihtsam ehitada elamuid, suvilaid ja muid hooneid. Teiste sõnadega: teed loovad eeldused looduse kulumisele ja hävimisele. [16]

Elektriauto, millele viimasel ajal suurt tähelepanu pööratakse just keskkonna säästlikkuse tõttu, ei tooda heitgaase. Olenevalt elektrijaama energiaallikast on kogu saasteainete eraldus kas väiksem tavamootoriga autost (näiteks põlevkiviga toodetud energia puhul) või null (hüdro-, päikese- või tuuleenergia). [6]

3.1. Elektriautode aku üldandmed

Sagedane kiirlaadimine vähendab akupatareide energiamahutavust, lühendades sedasi nende eluiga. Aku väljavahetamine võib kalliks minna. Näiteks Peugeot' elektriauto uus aku maksab praegu 5000 eurot. Pealegi pole asi ainult akude kestvuses, vaid ka nende ehitamisel kasutatavates materjalides, mida on piiratud koguses. Kui kardinaalset muudatust akude tehnoloogias ei tule, ei leidu maailmas piisavalt toorainet, et sise põlemismootoriga sõidukid asendada elektriautodega. [5]

Tavaautod kasutavad plii-happe akusid, mis on keskkonnale ohtlikud. Hübriid- ja elektrimootoriga autodel kasutatakse aga nikkelhüdriid- ja liitiumioonakusid, mis arvati olevat keskkonnale kahjutud. See aga ei vasta tõele. USA keskkonnakaitseagentuuri (EPA) väitel on nikkel tõenäoliselt üks kantserogeen ning valesti ringlusest kõrvaldatud nikkelhüdriidakud on keskkonnale väga ohtlikud. [31]

Lisaks sellele kasutatakse nii hübriid- kui ka elektriautode juhtmestikus palju vaske. Vaske saadakse aga kaevandades ning ka sellel on negatiivne mõju keskkonnale. [24]

Eesti riikliku elektriautode toetusprogrammi Elmo raames Tartu Elektritakso ostutoetusega soetatud esimene takso on läbinud 16 kuuga ligi 100 000 kilomeetrit ning sõiduki aku mahutavus on selle läbisõidu juures vähenenud kõigest 10%. Pidevalt sõidus olev ja tihti laetav masin lükkab ümber levinud müüdi elektriautode lühikesest tööeest. Kui arvestada tavalise pereauto aastaseks läbisõiduks ligikaudu 20 000 kilomeetrit, siis tähendaks see täiselektriauto korral aku ressursi vähenemist viie aasta jooksul umbes kümnendiku võrra.

Kuna elektrisõidukitel on sisepõlemismootori puudumise tõttu tunduvalt vähem kuluvaid detaile, on just nende autode aku vastupidavus tähtsaim näitaja. [30]

Akude laadimine - tavalaadimisega kestab aku kuni kümme tundi. Ühe laadimisega saab sõltuvalt mudelist sõita 60-180 km, mis on mugav vaid linnasõitudeks. Kiirlaadimise korral laetakse akut vaid pool tundi, mille jooksul saavutab aku oma võimsusest ca 80%.

Kalli aku energiamahutavus väheneb viie aastaga umbes 20%, mis on üsna kiire kulumine. Uue aku maksumus võib ulatuda erinevatel elektrisõiduki markidel kuni 20 000 euroni.

Elektriauto aku üldandmed [8]:

- 16 kWh Peugeot iOni aku kaalub vähemalt 350 kilo;
- 16 kWh Peugeot' aku võib maksta kuni 20 000 eurot;
- Nissan Leafi 24 kWh akupakett maksab ligikaudu 12 000 – 13 000 eurot;
- Nissan Leafi 24 kWh akupakett koosneb 48 moodulist, mida saab vajadusel vahetada;
- aku peaks suutma vastu pidada 1500–2000 täislaadimistsükli;
- heal juhul annaks see aku elueas läbitavate kilomeetrite hulgaks 200 000 – 300 000;
- 24 kWh aku toidab ära kümme 60 W pirni 40 tundi järjest või annab voolu telerile rohkem kui kaks nädalat järjest.

Elektriautod akude peamiseks probleemideks on [25]:

- läbisõidu piirang;
- laadimisaeg – täislaadimisele kulub umbes neli kuni kümme tundi, kiirlaadimisele, mis annab 80% aku täituvust, aga 30 minutit;
- aku maksumus – akude lühike tööiga paneb neid tihti vahetama;

- maht ja kaal – akud on suured ja rasked.

Nende probleemide lahendamise kallal töötatakse tõsiselt, sest need on otsustavad tugipunktid elektriautode tuleviku osas.

3.2. Elektriauto aku laadimine

Akudes salvestatud energia viiakse elektrimootorini läbi spetsiaalse elektroonilise regulaatori. Elektrimootor käitab rattaid. Elektriautodes kasutatakse liitiumakusid, mis on töökindlad ja ei vaja hooldust.

Paratamatult saavad ka elektriautodel olevad akud mingi hetk tühjaks ning neid tuleb taaslaadida. Selleks on olemas seade, mis muudavad vahelduvvoolu alalisvooluks. Need on "targad" laadijad, mis kontrollivad laadimisprotsessi ning tänu sellele avaldavad suurt mõju akude olukorrale ja seisundile.

Laadijaid on kahte tüüpi – autole integreeritud laadija ja spetsiaalne laadimisjaam. Esimene süsteem võimaldab autoakusid laadida igal pool, kus on olemas vooluvõrk, näiteks kodus. Puudusena saab välja tuua piiratud võimsuse ehk pikema laadimisaja – suurema võimsuse puhul on tarvis suuremaid ning rohkem ruumi nõudvaid seadmeid.

Spetsiaalne laadimisjaam võimaldab kiirlaadimist – aku saab 20%-lt 80%-ni laadida umbes poole tunniga. Elektriautode jaoks mõeldud laadimisjaamad oma mõõtmetelt suhteliselt suured. [9]

3.3. Akude taaskasutus

Nüüdisaegse jäätmehoolduse üks eesmärgi on jäätmete taaskasutamine ja ringlus. Jäätmete taaskasutamine on väga lai mõiste, mille üldiseks eesmärgiks on ühes protsessis tekkinud jäätmeid teises protsessis ära kasutada – jäätmetes nähakse potentsiaalset toorainet ja energiaallikat. Oluline on ka tehnoloogiate olemasolu jäätmetest saadud materjalide ümbertöötlemiseks ja nende tehnoloogiate keskkonnamõjud. [3]

Kasutatud autoakud sisaldavad hapet ja selles lahustunud raskemetalli – pliid. Sellist akut tuleb hoida akuhappe väljavoolu takistuseks püstiasendis ning hoida seda purunemise ja jäätumise eest. Õige on viia aku ohtlike jäätmete kogumispunkti. [4]

Elektriautode kasutatud akusid saab kasutada päikese- ja tuuleenergia salvestamiseks. Elektriauto aku peab tavakasutuses vastu kaheksa kuni kümme aastat. Pärast seda on veel küllaga

mahtuvust, mis ei pruugi aga olla enam piisav elektriauto enda jaoks. Kui pärast kümnet aastat autos kasutamist jääb aku mahtuvusest alles umbes 60–70%, on see endiselt väga hea energiaallikas. Seda pole enam võimalik kasutada auto liigutamiseks, aga niisugune aku kulub ära koduses majapidamises näiteks voolukatkestuste puhul.

Märksa suuremad võimalused on akut kasutada alternatiivselt toodetud energia salvestamiseks ja soodsama hinnaga kasutamiseks või energiatarbimise ühtlustamiseks. Ehk siis öösel, kui üldine nõudlus on väike ja hind seetõttu odavam, salvestatakse energia, mis kasutatakse ära päeval, või võetakse toodetavale elektrile akust lisa.

Aku, mis autos enam oma otstarvet ei täida ning mida pole soovi ka n-ö järgmisel ringil kasutada, saab omanik tagasi tuua automüüjale. Kui klient toob vana aku müüjale tagasi, suunatakse see tuuleenergiaparkidesse energiasalvestajaks või haiglatesse elektrikatkestuse korral elektriga varustajaks.

Kasutuskõlbmatuks muutunud aku utiliseeritakse. Kuidas see täpsemalt toimub, selleks otsitakse lahendusi, aga järgmise kümne aasta jooksul tuleb jõuda ka see probleem lahendada. [8]

3.4. Elektriautode rikked ja häired

Eestis oleva Siseministeeriumi valitsusalas kasutatakse 31 elektriautot Mitsubishi iMiev – tuleohutusjärelvalve objektide kontrolliks, kodanike nõustamiseks, ennetustöö läbiviimiseks näiteks koolitustel ja kodukülastustel ning muude asulasiseste ja väikeste vahemaadega ametisõitude tegemiseks. [26]

Ministeerium märgib, et nende kasutuses olevate elektriautode senisel kasutamisel talveoludes ja madala temperatuuri korral on esile kerkinud mõned nõrkused. Näiteks ühe laadimistsükli maksimaalne läbisõit väheneb 60 kilomeetrini (tehase andmetel maksimaalselt 160 kilomeetrini), mis seab mõningad piirangud elektriauto kasutamisele. [26]

Aegajalt esineb ka seletamatuid aku tühjenemisi. Näiteks nädalavahetusel seistes tühjeneb sõiduki käivitusaku täielikult, mis omakorda ei lase alustada uut laadimistsükli. [26]

Elektriautode peamine puudus on väike sõiduulatus võrreldes tavaliste autodega. Elektriautod sobivad ideaalselt linnasõiduks ja sõitudeks kuni poolesaja kilomeetri kaugusele. [27]

Lisada võiks selle, et Eestis igapäevaseks kasutuseks mõeldud elektriautot võiks eelistada juhul, kui peaks kehtima CO₂-põhine automaks, mis muudaks sise põlemismootoriga linnadžiipide soetamise palju kallimaks. [6]

3.5. Elektriautode mõju keskkonnale

Heitgaasivaba autokütus on elekter. Elektriauto mootorite paremaks muutmisel töötavad paljude riikide insenerid ja konstruktorid. Praegu ei ületa elektriauto autonoomne laadimata läbisõit veel 120 km. Laiemat kasutusala on elektrisõidukid leidnud siseruumides ladude laadimis- ja transpordivahenditena.

Tulevikus on aga sellel puhtal, vaikselt ja ökonoomsel autol tõenäoliselt laiem perspektiiv, eelkõige linnaliikluses ning inimeste endi teenindamisel.

Vaadates elektri kasutamist autokütusena üldisemalt, on arusaadav, et esineb ka seal probleeme – heitgaasid tekivad kontsentreeritult elektritootmise juures, üldine energiakasutuse efektiivsus langeb iga energiateisenduse ja –ülekandega. [2]

Elektriauto eelised [28]:

- puuduvad mootori õlid, rihmad, küünlad, filtrid jne;
- pidurid töötavad lihtsamal režiimis, ideaalvariandis hõõrdumisel töötavad pidurid puuduvad;
- ummikutes seistes energiat peaaegu ei kulu;
- puuduvad külmkäivitused;
- puuduvad heitgaasid;
- 100 km sõidukulu on umbes üks euro ja viiskümmend senti;
- töökindel;
- peaaegu hooldusvaba;
- lihtne kasutada;
- pikk kasutusiga.

Paljudes riikides tehakse elektriauto kasutajatele parkimis- ja muid soodustusi. Ka Eestis on arutlusel elektrisõidukite sõitma lubamine ühistranspordiradadele ning nende autode parkimine on tasuta nagu mootorratastelgi.

Siiski tuleb arvestada sellega, et kuigi elektri tootmisega kaasneb keskkonna saastamine on elektri jaam üldiselt umbes kaks korda efektiivsem energiatootja kui sisepõlemismootor. [27]

Arvestades elektriauto suuremat efektiivsust, tekitab elektriauto umbes viis korda vähem keskkonnasaastet kui tavalise mootoriga auto, isegi juhul kui elekter on toodetud põlevkivist. Lisaks on Eestis olemas ka märkimisväärsed tuuleenergia ressursid, mida elektriautode kasutusele võtmine aitab senisest paremini kasutada, on positiivne mõju keskkonnale veelgi suurem. [27]

Võrreldes tavalist, sisepõlemismootoriga autot ja hübriidajamiga autot, ei ole tegelik keskkonnasaaste märgatav. USA Connecticuti üldkogu on oma uurimuses märkinud, et hübriidajamiga auto saastab keskkonda vaid 10 protsenti vähem kui traditsioonilise sisepõlemismootoriga auto. Kuni 15% heitgaaside vähenemist on täheldatud linnamaasturite võrdluses. [29]

KOKKUVÕTE

Üha enam on köitnud üldsuse tähelepanu probleemid, mis on seotud transpordi ja liiklusvahenditega nende omadusest saastada keskkonda.

Töös on näidatud, et elektriautode mõju keskkonnale on säästvam võrreldes sisepõlemismootoritega autodega tänu selle töös hoidmiseks kasutatavale akule, mis ei eralda mürgiseid aineid õhku ning mis ei vaja pidevalt osade vahetusi.

Ka elektri, mida kasutab energiana elektriauto, tootmise juures on mingil määral keskkonna saastamise oht olemas kuigi võrreldes teiste sõiduvahendi liikidega suhteliselt olematu.

Töös on näidatud, et võrdlustes teiste liiklusvahenditega on elektriautol mitmeid eeliseid, milleks on:

- autol puuduvad mootori õlid, rihmad, küünlad, filtrid jne;
- auto pidurid töötavad lihtsamal režiimis, ideaalvariandis hõõrdumisel töötavad pidurid puuduvad;
- ummikutes seistes autol energiat peaaegu ei kulu;
- autol puuduvad külmkäivitused;
- autol puuduvad heitgaasid;
- 100 km sõidukulu on umbes üks euro ja viiskümmend senti;
- auto on töökindel;
- auto on peaaegu hooldusvaba;
- autot on lihtne kasutada;
- autol on pikk kasutusiga.

Elektriauto ei ole tänaseks saavutanud väga suurt populaarsust oma mõnede puuduste, millest peamised on:

- külmas kliimas läbisõidu vähenemine;
- pikkade vahemaade raskendatud läbimine;
- pikk laadimisaeg;
- kallid hind võrreldes tavaautoga;
- väike valik erinevaid mudeleid;
- remontida ja hooldada saab ainult ametliku esindaja juures, teistel kogemused puuduvad.

Inseneridel ja teadlastel on veel palju tööd teha, et muuta elektriauto kasumlikumaks sõiduvahendiks, mida saaksid kasutada erinevate ametite esindajad. Siiani seab elektriauto teatud piirangud, milleks üheks olulisemaks näitajaks on lühimaasõidud.

Töös on näidatud, et elektriautot saab edukalt kasutada just linnades ja äärelinnades. Auto mõju keskkonnale on sääslikum ning kindlasti kordades väiksem kui teiste liiklusvahendite kasutamisel.

Lõputöö autori ettepanekud elektriautode kiiremaks ja tõhusamaks kasutuselevõtuks on järgmised:

- Eesti riik ning elektriautode ametlikud esindajad peaks elektriautode kohta rohkem infot jagama;
- Eesti riik ning elektriautode ametlikud esindajad võiks korraldada infopäevi ja -üritusi just äärelinnade ja väikelinnade keskustes;
- jätkata riigipoolset toetuste andmist elektriauto soetamisel;
- siduda noored pered Eesti riigiga elektriauto ostmisel (näiteks anda suurem soodustus, kui noored loovad pere, samas lõpetavad ülikooli ning asuvad tööle teatud ajaks vajalikele töökohtadele jne);
- teha konkreetsed soodustused väga vajalike ametikohtade või väga madalapalgaliste ametikoha töötajatele nn. lisaboonusena (näiteks medõed, teenindajad, õpetajad, lasteaiaõpetajad jne).

Autori hinnangul on elektriautol tulevikku ning seda teemat on vajalik igapäevaselt käsitleda, inimesi teavitada järjepidevalt ning anda igakülgne panus auto edasiarendamisele.

SUMMARY

The presented thesis topic will be about "environmental impact of electric cars". The topic was interesting for the reason that today 's electric vehicles are as reinvented bicycles. Electric cars have been a popular topic lately.

The environment is getting worse by the day and people start to invent new ways and new activities to rescue, save, and clean the environment. True, one of the most powerful ways to improve and develop is to use cars as transportation and other vehicles are growing all the time, along with the pollution of the environment.

Electric car is a perfect example, it protects the environment and is good, helpful and necessary for people, because the car is an inevitable companion for today's lifestyle. People start moving out from the cities to more suburban areas, where existence of a car is required and some of the families even have several cars.

The thesis aims to find out whether the electric car is less polluting impact on the environment than other cars. The author wants to explore the topic to give an overview of the need for an electric car, and the direct impact on the environment.

Goal of reaching a final thesis consists of the following tasks:

- To provide an overview of the cars in general, including electric cars;
- To provide an overview of the different engines of cars and their impact on the environment;
- To analyze the environmental impact of electric powered cars.

It is presented that the electric vehicles have a more sustainable effect on the environment as compared to internal combustion engine cars, due to its use of the battery, which do not emit toxic substances into the air and which do not need to continuous exchange of the parts.

Also, the electricity which is used as energy by the electric car, has a small degree of contamination of the environment, although compared to other means of travel, the degree of pollution is relatively non-existent.

The work has shown that the comparisons with other vehicles, electric cars have a number of advantages, which are presented in the list below:

- Has no car engine oils, belts , plugs, filters, etc.;
- The car's brakes are working in a simpler mode, ideally during the friction working brakes are missing;
- Standing in the car deadlock with almost no energy cost;
- Car has no cold starts;
- Car has no exhaust fumes;
- 100 km running cost of about one euro and fifty cents;
- The car is dependable;
- The car is almost maintenance free;
- The car is easy to use;
- The car has a long lifespan.

The work has proven that electric cars can successfully be used in cities and suburbs. The environmental impact of the car is more economical and certainly several times less than the use of other means of transport.

The thesis author's suggestions for electric cars faster and more efficient deployment are as follows:

- The Estonian state and the official representatives of the electric cars have to share more information;
- The Estonian state and the official representatives of electric cars could hold information days and events just on the outskirts of towns and small urban centers;
- Continuing providing financial aid to buyers of electric cars;
- Link young families with Estonia in regards to electric car purchases (for example, to provide a greater discount, to people who create families, to young students who finish university and are located in a certain areas for a period of time necessary to work on jobs, etc.);
- Make specific discounts for extremely necessary establishments or very low-paid employees. As an added bonus (for example, nurses, teachers, kindergarten teachers, etc.).

The author estimate that the electric car has a future and this topic should be addressed on a daily basis, people should be constantly informed and provide a comprehensive contribution to the further development of the car.

VIIDATUD ALLIKAD

- [1] H.H.Wille, Autode minevik ja tänapäev. Tallinn: Valgus, 1981.
- [2] V. Kivi, Keskkonnaraamat, Tartu: Tartumaa trükikoda, 1997, p. 90.
- [3] H. A. Velner, Tehnika ja keskkond, Tartu: Eesti Loodusfoto, 1998, p. 105
- [4] Keskkonnaministeeriumi Pärnumaa keskkonnateenistus, Väike keskkonnateatmik, Pärnu, 2007, p. 38
- [5] M. Ehsani, Y.Gao, A. Emadi, Modern Electric, Hybrid Electric and Fuel Cell Vehicles, Florida, USA: CRC Press, 2010, p. 4, 116
- [6] K. Sooper, „Kas tõesti ökonoomsusime?“, Autoleht, kd. nr 3, p. 32, 5. märts, 2014.
- [7] R. Murde, „Eesti ei ole kindlasti parim koht, kus on mõistlik elektriautot omada“, Eesti Päevaleht, p. 19, 15.jaanuar, 2014.
- [8] S. Kalberg, „Elektriauto aku võiks tulevikus kasutust leida koduses majapidamises“, Eesti Päevaleht, p. 11, 24. oktoober, 2013.
- [9] M. Mägi, „Development and Control of Energy Exchange Processes between Electric Vehicle and Utility Network“, Tallinn: Tallinna Tehnikaülikooli kirjastus, 2013, p. 33
- [10] J. Erjavec, „Hybrid, Electric & Fuel-Cell Vehicles“, USA: Delmar, 2013, p. 2
- [11] M. Raudsepp, „Loodussäästlikkus kui regulatiivne idee: Sotsiaal-psühholoogiline analüüs“, Tallinn: TPÜ Kirjastus, 2002, p. 14
- [12] „www.hariduskeskus.ee,“ Autode ajalugu, [Võrgumaterjal]. Available: http://www.hariduskeskus.ee/opiobjektid/autode_ajalugu_ja_ehitus/?AUTODE_AJALUGU. [Kasutatud 05. jaanuar, 2014].
- [13] „[www.en.wikipedia.org](http://en.wikipedia.org),“ Automobile, [Võrgumaterjal]. Available: <http://en.wikipedia.org/wiki/Automobile>. [Kasutatud 11. jaanuar 2014].
- [14] „[www.elmo.ee](http://elmo.ee),“ Elektriautos üldiselt, [Võrgumaterjal]. Available: <http://elmo.ee/elektriauto/>. [Kasutatud 15. jaanuar 2014].

- [15] „www.en.wikipedia.org,“ Electric car, [Võrgumaterjal]. Available: http://en.wikipedia.org/wiki/Electric_car. [Kasutatud 11. jaanuar 2014].
- [16] „www.roheline.ee,“ Liiklus ja keskkond, [Võrgumaterjal]. Available: <http://www.roheline.ee/books/kkj197.html>. [Kasutatud 19. jaanuar 2014].
- [17] „www.mnt.ee,“ Transport ja keskkond, [Võrgumaterjal]. Available: <http://www.mnt.ee/index.php?id=12358>. [Kasutatud 29. jaanuar 2014].
- [18] „www.mnt.ee,“ Eco-driving’u kuldreeglid, [Võrgumaterjal]. Available: <http://www.mnt.ee/index.php?id=12369>. [Kasutatud 29. jaanuar 2014].
- [19] „www.mnt.ee,“ Mida annab Eco-Driving?, [Võrgumaterjal]. Available: <http://www.mnt.ee/index.php?id=12368>. [Kasutatud 29. jaanuar 2014].
- [20] „www.et.wikipedia.org,“ Bensiinimootor, [Võrgumaterjal]. Available: <http://et.wikipedia.org/wiki/Bensiinimootor>. [Kasutatud 29. jaanuar 2014].
- [21] „www.automaakler.ee,“ Diiselmootor vs bensiinimootor, mis mulle sobib?, [Võrgumaterjal]. Available: <http://www.automaakler.ee/diiselmootor-vs-bensiinimootor-mis-mulle-sobib/>. [Kasutatud 05. veebruar 2014].
- [22] „www.e-ope.ee,“ Mootor ja selle kasutamine, [Võrgumaterjal]. Available: http://www.e-ope.ee/download/euni_repository/file/2758/MOOTORjasellekasutamine.pdf. [Kasutatud 27. jaanuar 2014].
- [23] „www.auto.howstuffworks.com,“ Hybrid Car, [Võrgumaterjal]. Available: <http://auto.howstuffworks.com/hybrid-car.htm>. [Kasutatud 03. märts 2014].
- [24] „www.thefrozentruthblog.wordpress.com,“ Think your Hybrid vehicle doesn’t have Negative Environmental Impacts? Think again!, [Võrgumaterjal]. Available: <http://thefrozentruthblog.wordpress.com/2013/10/28/think-your-hybrid-vehicle-doesnt-have-negative-environmental-impacts-think-again/>. [Kasutatud 06. märts 2014].
- [25] „www.fueleconomy.gov,“ All-Electric Vehicles, [Võrgumaterjal]. Available: <http://www.fueleconomy.gov/feg/evtech.shtml>. [Kasutatud 17. veebruar 2014].
- [26] „www.e24.postimees.ee,“ Ministeerium: elektriautodel esineb seletamatuid aku tühjenemisi, [Võrgumaterjal]. Available: <http://e24.postimees.ee/1112990/ministeerium-elektriautodel-esineb-seletamatuid-aku-tuhjenemisi>. [Kasutatud 03. märts 2014]
- [27] „www.roheauto.ee,“ Elektriautod, [Võrgumaterjal]. Available: <http://www.roheauto.ee/elektriautod>. [Kasutatud 11. veebruar 2014].
- [28] „www.zev.ee,“ Tehnoloogia, [Võrgumaterjal]. Available: http://www.zev.ee/index.php?id=6&id_lang=1. [Kasutatud 22. märts 2014].

- [29] „www.greenliving.lovetoknow.com,“ Hybrid Vehicles Negative Environmental Impact, [Võrgumaterjal]. Available: http://greenliving.lovetoknow.com/Hybrid_Vehicles_Negative_Environmental_Impact. [Kasutatud 03. märts 2014].
- [30] „www.e24.postimees.ee,“ Elektriautode akud peavad vastu oodatust paremini, [Võrgumaterjal]. Available: <http://e24.postimees.ee/2569632/elektriautode-akud-peavad-vastu-oodatust-paremini>. [Kasutatud 03. märts 2014].
- [31] „<http://www.epa.gov>,“ Implementation of the Mercury-Containing and Rechargeable Battery Management Act, [Võrgumaterjal]. Available: <http://www.epa.gov/wastes/hazard/recycling/battery.pdf>. [Kasutatud 03. märts 2014].
- [32] „www.e24.postimees.ee,“ Eestisse imporditakse uuemaid autosid kui Lätti või Leetu, [Võrgumaterjal]. Available: <http://e24.postimees.ee/1144428/eestisse-imporditakse-uuemaid-autosid-kui-latti-voi-leetu>. [Kasutatud 03. mai 2014].