

Jessica Must

ELEKTRIAJAMIGA SÕIDUKITE HOOLDUS- JA REMONTTÖÖDE TURU-UURING

LÕPUTÖÖ

Tehnikainstituut

Autotehnika õppekava

Juhendaja: Henri Vennikas

Tallinn 2021

Autori deklaratsioon

Mina Jessica Must tõendan, et lõputöö on minu kirjutatud. Töö koostamisel kasutatud teiste autorite, sh juhendaja teoste teoste on viidatud õiguspäraselt.

Kõik isiklikud ja varalised autoriõigused käesoleva lõputöö osas kuuluvad autorile ainuisikuliselt ning need on kaitstud autoriõiguse seadusega.

Juhendaja Henri Vennikas /allkirjastatud digitaalselt/

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Jessica Must, sünnikuupäev: 29.11.1995, annan Tallinna Tehnikakõrgkoolile (edaspidi kõrgkool) tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose Elektriajamiga sõidukite hooldus- ja remonttööde turu-uuring :

1. reprodutseerimiseks paber kandjal kõrgkooli raamatukogus avaldamise ja säilitamise eesmärgil;
2. elektroonseks avaldamiseks kõrgkooli repositooriumi kaudu;
3. kui lõputöö avaldamisele on instituudi direktori korraldusega kehtestatud tähtajaline piirang, lõputöö avaldada pärast piirangu lõppemist.

Olen teadlik, et nimetatud õigused jäävad alles ka autorile ja kinnitan, et:

1. lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid ega muid õigusi;
2. PDF-failina esitatud töö vastab täielikult kirjalikult esitatud tööle.

/kuupäev digiallkirjas/

/allkirjastatud digitaalselt/

SISUKORD

| | |
|---|----|
| MÕISTETE JA LÜHENDITE LOETELU | 4 |
| SISSEJUHATUS..... | 5 |
| 1. TURU ÜLEVAADE | 7 |
| 1.1. Uute autode müük..... | 7 |
| 1.2. Õnnetused elektriautodega | 9 |
| 1.3. Küsitlus..... | 10 |
| 2. REGULATSIOONID..... | 12 |
| 2.1. Euroopa Liidu direktiiv | 13 |
| 2.2. Eesti seadusandlus | 16 |
| 3. TOOTJA NÕUDED | 18 |
| 3.1. Üldised nõuded..... | 19 |
| 3.2. Koolitusnõuded..... | 20 |
| 3.3. Tehase juhendite litsensi ligipääsu nõuded | 22 |
| 3.4. Töökoja nõuded | 23 |
| 3.5. Tööriistade nõuded | 24 |
| 3.6. Isikukaitsevahendid | 25 |
| 3.7. Mitte-elektriliste tööde teostamine | 25 |
| 3.8. Tingmärgid | 26 |
| 4. JÄRELDUSED JA ETTEPANEKUD | 28 |
| KOKKUVÕTE..... | 30 |
| SUMMARY | 32 |
| VIIDATUD ALLIKAD..... | 34 |
| LISAD | 37 |

MÕISTETE JA LÜHENDITE LOETELU

Elektrijamiga sõiduk – sõiduk, mis sisaldab elektrilist jõuallikat.

Täiselektriauto – M1 kategooria sõiduk, mille jõuallikaks on ainult elektrimootor.

Hübriidsõiduk – sõiduk, mis kasutab liikumiseks sise põlemismootorit ja elektrimootorit.

Kõrgepinge (auto elektrisüsteemis, elektriauto puhul) - vahelduvvool >30-1000 V AC ja alalisvool >60-1500 V DC

SISSEJUHATUS

Lõputöö teema „Elektriajamiga sõidukite hooldus- ja remonttööde teostamise turu-uuring“ oli pakutud Autotehnika õppekava juhi ja Eesti Autoinseneride Liidu juhatuse liikme Henri Vennikase poolt. Olles ise tugevalt huvitatud ohutusnõuete täitmises Henri Vennikas soovis teha ettepaneku seadusandlusele, et täpsustada antud valdkonna spetsiifikat. Autor valis antud teema, kuna ohutus sõidukite remonttööde teostamisel ja elektriajamiga sõidukid pakuvad autorile huvi.

Antud teema on aktuaalne seoses tänapäeva autonduse tendentside muutmisega ökoloogilisuse suunas. Paljudel autotootjate on juba praegu oma mudelivalikus hübriidid, pistikhübriidid ja täiselektrisõidukid. Elektriajamiga sõidukite arv kasvab ja see omakorda tähendab, et tekib oht nende mitte-nõuetekohases remontimises mitte margiesinduse poolt. Kuna elektriajamiga auto tehnoloogias kasutatakse kõrgepinget, mis on inimese elule ohtlik, elektriauto käitlus peaks lähtuma vastava margi sõiduki nõuetest.

Käesoleva lõputöö eesmärgiks on näidata, et väljaspool tehase süsteemi ei saa pakkuda hooldus- ja remonditeenuseid elektriajamiga autodele nõuete kohaselt ning tuua välja võimalikud ettepanekud Eesti Autoinseneride Liidule valdkonna eripära täpsustamiseks, et vähendada elektriajamiga autode remondiga seotud tööõnnetuste tekkimise tõenäosust.

Lõputöö kirjutamiseks püstitatakse järgmised ülesanded:

- Koguda infot, margipõhiseid nõudeid, mis puutuvad elektriajamiga autode hooldust ja remonti;
- Süstematiseerida kogutud andmeid;
- Võrrelda erinevate automarkide nõudeid omavahel;
- Analüüsida saadud tulemusi;
- Uurida seadusandluse poolt ja kehtivaid direktiive.

Antud lõputöös ei käsitleta vesiniksõidukeid, seoses seal valdkonnas esinevate eripäradega. Samuti ei käsitleta antud töös laadimistaristut elektriajamiga autodele. Lõputöö keskendub M1 kategooria sõidukitele ehk sõiduautodele. Käesolevas lõputöös ei käsitleta tavapäraseid hooldustööd, kus ei ole ette nähtud ühtegi kõrgepinge ahelaga seotud tegevust.

Töö koosneb teoreetilisest osast, mis sisaldab elektriajamiga autode turu ülevaadet ja ülevaadet Euroopa Liidus kehtivatest direktiividest. Töö praktiline osa hõlmab autoesindustega ühendust võtmist ja tootjatehaste materjalide kogumist, mis puudutavad elektriohutust. Autori poolt kogutud

materjal läheb aluseks elektriajamiga auto grupi kohtumisele 12.mai 2021 Tallinnas. Grupi eesmärgiks on arutada tootjate poolt kehtestatud nõudeid, teha üldistatud ülevaate ning pakkuda seadusandlusele valdkonna spetsiifikale tähelepanu pöörata.

1. TURU ÜLEVAADE

Tänapäeva maailma tendentsid hakkavad muutuma keskkonnasäästlikkuse suunas. Heitmenormidega seotud seadusi karmistatakse, vähendatakse diisliautode toodangut ja müüki, hakatakse rohkem kasutama alternatiivkütuseid nagu vedeldatud gaas (LPG), surumaagaas (CNG) ja elekter.

Levinumad elektriajamiga autode tüübid on:

- Täiselektriauto – sõiduk, mis liigub ainult elektrimootori jõu abil;
- Hübriid – sõiduk, mis kasutab energiaallikateks sise põlemismootorit ja elektrimootorit.

Hübriidsõidukid omakorda jagunevad bensiin/elekter autodeks ja diisel/elekter autodeks, on olemas iselaadivaid hübriide ja pistikhübriide, kerghübriide.

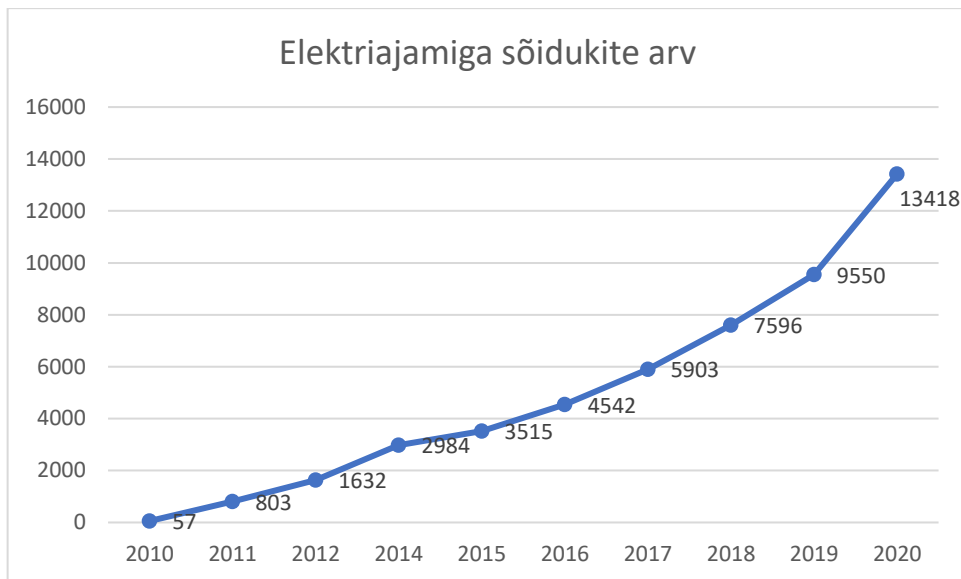
Prognooside järgi hakkab elektriajamiga autode arv maailmas ja ka Eesti teedel aastatega suurenema. Ennustatakse, et paari kümne aasta pärast on pooled maailmas müüdud uutest autodest täiselektriautod. Prognoosile annab alust elektriautode ja tavaautode hindade võrdsustumine. Sealjuures suurt rolli omab kõrgepinge aku hinna kahanemine. [1]

“Aastal 2017 oli rahvusvahelise energiaagentuuri (IEA) andmetel maailmas kasutusel umbes 3,1 miljonit elektriauto, kümne aasta pärast aga oodatakse teedale juba üle 100 miljoni elektriauto. Sellele aitavad kaasa poliitikad, mis soodustavad elektriautode kasutuselevõttu.“ [2]

Selle põhjusteks võib nimetada riiklike toetuste kasutamist, erinevate soodustuste rakendamine (näiteks, tasuta parkimine Tallinna kesklinnas, ühistranspordi radade kasutamine), tootmistehnoloogia arengut ja lihtsustamist, akude hinnalangust. Kõrgepinge akud on üks kallimatest elektriauto ja hübriidi osadest. Isegi 10 aastat vana auto puhul võib kõrgepinge aku hind moodustada üle poole sõiduki hinnast. Kui akude hinnad hakkavad langema, siis kahaneb ka elektrisõiduki hind.

1.1. Uute autode müük

Transpordiameti andmetel moodustavad hetkel elektriajamiga sõidukid Eestis ca 0,83% kogu registreeritud sõidukitest, kuid elektriajamiga autode arv kasvab iga aastaga. [3] Allpool oleval diagrammil on näha, et elektriajamiga autode arv Eestis on viimase 10 aasta jooksul tõusnud pidevalt (vt Sele 1). Antud diagrammil on aasta 2013 välja jäetud, kuna õiged andmed puuduvad.

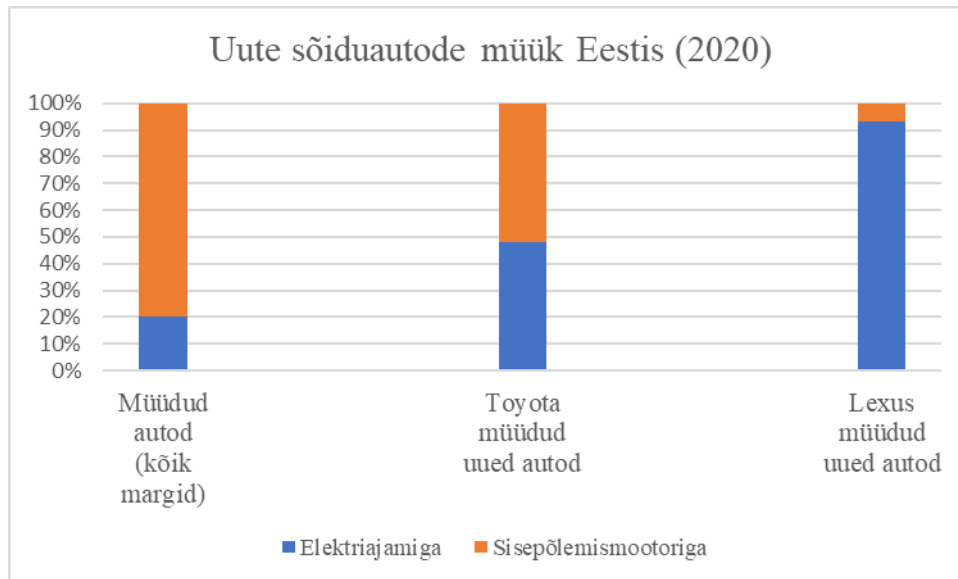


Sele 1. Eestis registreeritud elektrijamiga sõiduaudod seisuga september 2020.

Elektriautode ja hübriidide mudelite valik turul on aja jooksul märkimisväärselt kasvanud. Iga aasta jõuavad turule uued mudelid. Näitena võib tuua Toyota Highlander hübriidsõidukit, mis jõudis Eesti turule aastal 2021. Linnamaasturid on eesti tarbijate seas väga populaarsed [4] ja kui 10 aastat tagasi maasturid olid enamasti diiselmootoriga, siis tänapäeval on näha, et tendentsid autotööstuses muutuvad.

AMTEL-i andmetel eelmine aasta elektrijamiga autode osakaal uutest müüdud sõidukitest oli ligi 20%, selle aasta tendents näitab hetkel, et number läheneb 30%-le. [4]

Populaarsemateks automarkideks osutusid Toyota, Škoda, ja Renault [5]. Kõik need autotootjad keskenduvad rohelisele tulevikule ja heitmete koguse vähenemisele [6] ning pakuvad oma mudelivalikus iselaadivaid hübriide ja pistikhübriide ning täiselektriautosid. Elke Grupi AS müügijuhi sõnul moodustavad Toyota puhul Eestis hübriidid 45-50% kõikidest uutest müüdud sõiduaudodest (vt Sele 2). Lexuse näitel on eelmine aasta olnud see protsent 93 ja aasta 2021 prognoositakse 99% uutest müüdud autodest olema hübriidid ja täiselektriautod, kuna Eestis enam ei pakuta ainult bensiinimootoriga sõidukeid. Bensiinimootoriga jääb Lexusel müügiks Eestis ainult luksuslik sportkupee LC, mida suure tõenäosusega müüakse paar-kolm autot aastas.



Sele 2. Uute sõiduautode müük Eestis.

1.2. Õnnetused elektriautodega

Tõusev elektrijamiga autode arv toob kaasa ka õnnetuste arvu suurenemise tõenäosuse. Lisaks sellele, on alust arvata, et elektrijamiga autode peamiseks liikumiskohaks on linna sees. Eriti kehtib see väide täiselektriautode ja pistikhübriidide puhul laadimistaristu asukoha tõttu. Kuna liiklus linnas on tihedam, siis sellest tulenevalt, juhtub linnas ka rohkem liiklusõnnetusi.

Soome Liikluskindlustuskeskuse andmetel on tõenäosus sattuda elektrijamiga autoga liiklusõnnetusse pea kaks korda kõrgem. [7]

Kuna iga aasta elektrijamiga sõidukite arv kasvab jõudsalt, siis sellest suureneb ka tõenäosus, et üha rohkem hakatakse sõidukeid remontima mitte margiesinduses. Kuigi selles ei ole seadusega mingit vastuolu. „Nimelt kehtib Euroopa Liidus määrus, mille kohaselt ei tohi sõidukitootjad ette kirjutada, et garantii lõpeb, kui sõiduki hooldus- ja remonditöid ei tehta nende volitatud esindustes, vaid näiteks sõltumatutes remonditöökodades.“ [8] [9]

Kuid aga elektrijamiga sõidukite remont nõuab eriteadmisi ja -tööriistu. [7]

„Kõrgepingeline aku tekitab uusi riske mehaanikutele, pukseerijatele ja päästetöötajatele. Ehitiste ja jaotusvõrkude elektripaigaldiste elektritööd on kogu maailmas rangelt reguleeritud, elektrisõidukitega seotud tööd aga mitte. Elektrisõidukite remondis tekkiv oht on tõenäoliselt alahinnatud.“ [10]

1.3. Küsitlus

Autori poolt oli läbiviidud lihtküsitlus elektriautode omanike grupis sotsiaalmeedia võrgustikus Facebook ja ühes teises autojuhtidele suunatud grupis. Küsitlus oli läbi viidud Google Forms abil ning oli anonüümne. Küsitluse abil soovis autor teada saada elektriautod ja hübriidide omanike suhtumist ohutusse.

Vastajaid oli kokku 73 inimest. Vastaja keskmine vanus oli 40 aastat. Esitatud küsimused puudutasid elektriajamiga auto remonti ja hooldust. Autori poolt esitatud küsimused olid: sugu, vanus, auto mootori tüüp elekter või hübriid, auto vanus, kus eelistatakse remontida oma sõidukit, aastane kulu hooldusele ja remondile, mida peetakse remondiettevõtte juures oluliseks, kas valitud remonditöökoda omab nõuetekohaseid teadmisi ja vahendeid elektriajamiga auto remontimiseks ja kas peetakse oluliseks kõikide ohutusnõuete järgimis remonditööd tehes.

Vastustest tulenes, et suurem osa vastanutest olid meessoost. Kogu vastanute hulgast olid 28 inimest hübriidide omanikud ja 45 inimest sõidavad täiselektriautodega.

Küsitlustest saadi teada, et 38% vastanutest sõidab 4-7 aastat vana sõidukitega, 30% sõidab 1-3 aasta vanustega, 20% sõidab uute sõidukitega, ehk alla 1 aasta vana, ja 12% sõidab elektriajamiga sõidukiga, mis on vanem kui 7 aastat. Sellest saab järeldada, et enamus inimesi sõidab juba piisavalt kasutatud autoga, mille puhul tuleb mõelda sagedasemale hooldusele ja remondile ning arvestada suuremahulisemate remonditöödega.

Inimestele oli esitatud küsimus millist kohta eelistatakse remontide ja hooldustööde teostamiseks ning mida selle teenuse juures enim hinnatakse või oluliseks peetakse. Enamus vastanutest hooldab ja remondib autot margiesinduses või teise automargi esinduses. 30% vastanute hulgast remondib oma autot tavalises töökojas. Viis inimest valisid vastusevariandiks, et remondivad oma elektriajamiga sõidukit hoopis ise.

Teenuse poolest peetakse kõige tähtsamaks kvaliteeti ja personali pädevust. Sellest saame järeldada, et on väga oluline, et töökojad oleksid kvalifitseeritud elektriajamiga sõidukite hooldusele. Küsimusele, mis oli esitatud töökodade pädevuse ja teadmiste elektriajamitega sõidukite remondiks olemasolu kohta, enamus inimesi vastasid, et nad ei ole teadlikud, kas töökojal on piisavalt teadmisi või vahendeid nende autodega tööde tegemiseks. Ca 30% ei mõtle üldse ohutuse peale andes oma autot töösse ja vähemalt 10% vastanutest teavad, et töökojal puuduvad piisavad teadmised ja/või vahendid elektriajamiga autodega tööde tegemiseks.

Paraku, ei andnud küsitlus baasmaterjali lõputöö teemal ja ei saanud autor oma põhilistele küsimustele vastuseid. Kogutud infot ei ole võimalik analüüsiks võtta. Põhjuseks võib olla, et küsimused ei olnud autori poolt korrektselt formuleeritud. Näiteks, et ei olnud täpsustatud, mida mõeldakse remondi all, kas tegemist on, piduri klotside või kõrgepingeaku elementide vahetamisega. Tagasisidest kommentaarides selgus, et väga palju oleneb remonditöö iseloomust ning kuidas korrapärase hoolduse juhul erineb elektriauto tavaautost.

Autori arvates on juba praegu näha tendentsi, et kasutajad ei karda kõrgepinge elektriajamiga autot ja julgevad ise hakata neid remontima. Kas võib see tähendada seda, et kunagi hakatakse proovima elektriauto akusid ja elemente ise vahetada?

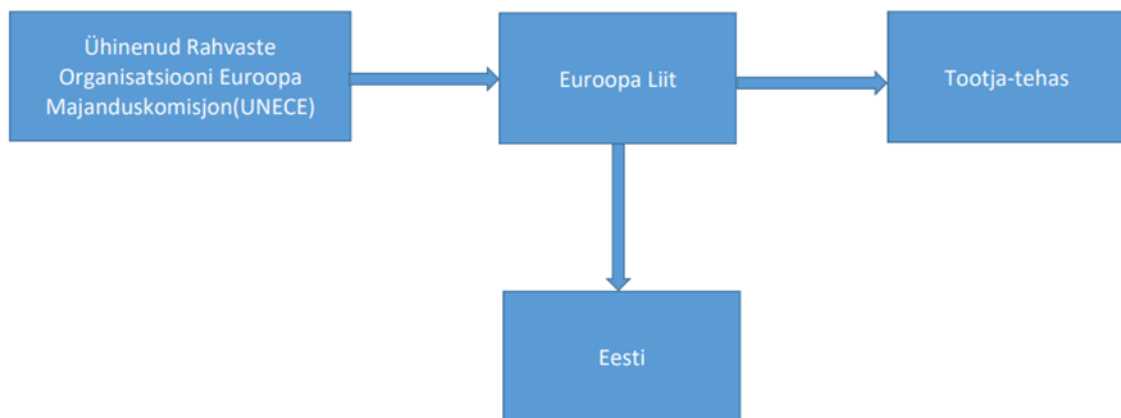
2. REGULATSIOONID

Miks peab elektriajamiga autosid eriliselt käitlema? Elektriautode jõuseade, erinevalt tavalisest sõidukist, sisaldab kõrgepinge osa. Alalisvoolu energia allikaks on aku, mille pinge on võib olla erinevatel automudelitel 200-400 V.

„Kõrgepingeks autotööstuses loetakse mis tahes pinget, mis on suurem kui 30 volti vahelduvvoolu (AC); või 60 volti alalisvoolu (DC). Seda loetakse kõrgeks või ohtlikuks pingeks, kuna see võib põhjustada tõsiseid vigastusi või surma elektrilöögi tõttu.“ [11]

Selleks, et saada selline kaup Euroopa Liidu turule, on vaja tagada ohutust kasutajale. Selleks on Euroopa Liidu poolt kehtestatud teatud hulk nõudeid, millele elektriajamiga auto peab vastama. Need nõuded on esitatud dokumendist, mille aluseks on võetud Ühinenud Rahvaste Organisatsiooni Euroopa Majanduskomisjoni (UNECE) ettepanekud (vt Sele 3).

Majanduskomisjon toimib piirkondliku arutelu platvormina valitsustele konventsioonide, normide ja standardite väljatöötamiseks, et ühtlustada tegevust ja hõlbustada arvamuste vahetamist liikmesriikide vahel. Selle ülesande täitmisel garanteerib ÜRO Euroopa Majanduskomisjon tarbijatele ohutuse ja kvaliteedi tagamise, aitab kaitsta keskkonda ja lihtsustab kaubandusprotseduure.



Sele 3. Skemaatiline struktuur.

Kui Euroopa Liit kehtestab nõudeid, siis need peavad olema autotehaste poolt täidetud selleks, et sõiduks saaks tüübikinnituse. Tüübikinnitus on ohutusnõuete täitmisel garantiiks, et toode ei ole kasutajale ohtlik, ja sätestab mis tingimustel sõidukit lubatakse turule.

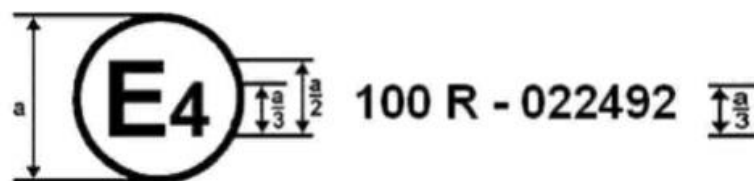
“Sõidukite tüübikinnituse peamine eesmärk on tagada, et turule viidavad uued sõidukid, osad ja eraldi seadmestikud tagaksid kõrge ohutuse ja keskkonnakaitse taseme.” [12]

2.1. Euroopa Liidu direktiiv

Autor on tutvunud Ühinenud Rahvaste Organisatsiooni Euroopa Majanduskomisjoni (UNECE) eeskirjaga nr 100 – „Ühtsed sätted, mis käsitlevad sõidukite tüübikinnitust seoses elektrilise jõuülekande erinõuetega [2015/505]“ [12]. Antud dokument sätestab nõudeid, millele lisaks kõikidele muudele esitatavatele nõuetele tüübikinnituse saamiseks peab elektriajamiga sõiduk vastama ja tüübikinnituse saamise protsessi ja detaile ning on öeldud millised dokumendid on nõutud esitamiseks. Dokumendi alguses on välja toodud allpool kasutatavate mõistete nimekiri, mis aitab sisust aru saada.

Autori poolt märgatud, et käesolevas dokumendis ei käsitleta sõiduki ohutusnõudeid peale õnnetust ning aku mõiste all mõeldakse sõiduki kõrgepinge akut, mitte tavasõiduki käivitusakut, mis annab voolu starterile ja toidab sõiduki elektroonikat. Kõrgepingeakule tuleb taotleda omaette tüübikinnitust.

Järgmisena, on räägitud tüübikinnitusmärgi disainist ja selles sisalduvate sümbolite tähendusest. See on E täht koos teatud numbriga, mis näitab tüübikinnitust andnud riiki, ja ring ümber ning numbriline kombinatsioon (vt Sele 4). [13]



Sele 4. Tüübikinnitusmärgi kujundus. [13]

Peale tüübikinnituse saamist peab sellele viitav märk olema kinnitatud nähtavale kohale, tehasesildi lähedale või peale.

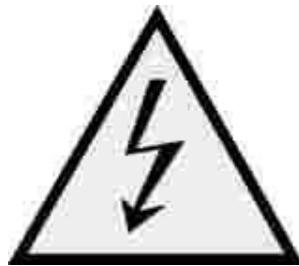
Esimeses osas, mis on pühendatud sõiduki elektrilisele osale kehtivatele nõuetele, esimene punkt on seotud kaitsemeetmetega elektrilöögi vastu. See punkt hõlmab väga mitmeid teemasid.

Kaitse otsese kontakti eest pingestatud osadega:

„Kaitse otsese kontakti eest pingestatud osadega tagatakse vastavuses punktidega 5.1.1.1 ja 5.1.1.2. asjaomaste kaitseadmete (tahke isolaator, tõke, kaitsekest jne) avamine, demonteerimine ja eemaldamine tööriistade abita on välistatud.“ [13]

Antud alapeatükis on ka kirjeldatud nõudeid pistmikutele ja hoolduspistikust.

Sellele osale järgneb märgistamise nõue. Kõik kõrgepinge komponendid peavad olema märgistatud vastava tingmärgiga (vt Sele 5). Lisaks sellele, kõik kõrgepinge komponendid ja kaablid peavad olema oranži värvi, et neid oleks kohe näha ja lihtne eristada.



Sele 5. Kõrgepinge märgistus [13]

Kaitse kaudse kontakti eest ja isolatsioon. See osa sisaldab teavet minimaalse lubatud isolatsioonitakistuse väärtusest ja selle määramiseks lubatud viisidest – katsete läbiviimine, arvutamine või mõlemad koos.

Esimese osa teises lõigus on nõuded aku asukohale ja paigaldusele autos ja täpsustused, sõltuvalt aku tüübist. Edasi räägib dokument avatud tüüpi veoakudest ja vesinikuheitmete taseme määramisest ja selle kindlaksmääramise lubatud meetodid. Näiteks, esitatakse nõue ventilatsiooni olemasolu kohta avatud tüüpi aku kasutamisel.

„5.2.2. Gaasi akumuleerumine

Gaasilist vesinikku vabastada võivate avatud tüüpi veoakude jaoks ettenähtud kohad varustatakse gaasilise vesiniku akumuleerumise vältimiseks ventilaatori või ventilatsioonikanaliga.“ [13]

See nõue on kohustuslik ja väga oluline, kuna kui ignoreerida seda nõuet, panna aku hermeetiliselt kinni, siis gaasiline vesinik koguneb ja ei jõua ära haihtuda, seda tekib liiga palju, sellel juhul võib toimuda plahvatus.

Veel ühe huvitava nõude leidis autor sellest dokumendist. Nimelt on kohustuslik signaal märguanne olemasolu, et auto asub nii nimetatud „aktiivset juhtimist võimaldavas režiimis“ ehk teisisõnu see tuli

peab juhti teavitama, et auto on käivitatud ja sõitmiseks valmis (READY-indikaator või roheline autokuju, vt Sele 6).

Antud dokumendi nõuete järgi peab signaaltuli põlema, kui ei ole kuulda, et sõiduk on käivitatud. Hübriidi näitel ei ole selle tulukese põlemine kohustuslik, kui on käivitatud sisepõlemismootor. See on iseenesest mõistetav, sest sel hetkel on kuulda, et auto mootor töötab. See nõue on väga tähtis, et vältida kogemata sõiduki liikuma hakkamist.



Sele 6. Indikaator „Ready“ näidikute paneelil. [14]

Selle dokumendi teises osas kirjeldatakse kõrgepinge akule esitatavaid erinõudeid. Alguses on toodud katsed, mida viiakse läbi vastupidavuse testimiseks. Teostatud katsete hulka kuuluvad: vibratsioonikindluse test, temperatuuri kõikumiste vastupidavuse test, mehaanilisele mõjule vastupidavuse test. Järgmine toodud katse määrab aku tulekindlust.

„Katse eesmärk on kontrollida laetava energiasalvestussüsteemi vastupidavust väljastpoolt sõidukit pärit tulekahjule, näiteks kütuselekke tõttu sõidukist endast või lähedal asuvast sõidukist. Olukord peaks võimaldama juhile ja reisijatele piisava evakueerumisaja.“ [13]

Antud katseid viiakse läbi kahel viisil. Esimene, nii nimetatud sõidukipõhine katse, kui aku asub autos sees. Näiteks, sõiduki laupkokkupõrkel. Teine viis on, kui testitakse akut eraldi.

Akule esitatavate nõuete järgmine osa koosneb kaitsmete testidest. Kaitse peaks rakenduma, kui toimub ootamatu muutus voolu tugevuses. Näiteks lühise korral, liigse laadimise või aku täieliku

tühjenemise korral. Samuti on teostatud ka ülekuumenemise katse, mille eesmärk on vaadelda, kuidas töötab üleliigse kuumuse vastane kaitsemehhanism.

Kõigile ülaltoodud katsetele on lisatud ka nõuetele vastavuse kriteeriumid, mille põhjal saab hinnata katse sooritamist. Akust et ei tohi midagi lekkida, see ei tohi suitsu eraldada, põlema minna või plahvatada.

Lõpp räägib tüübikinnituse muutmisest ja laiendamisest, räägib toodangu nõuetele vastavusest, ja et tüübikinnitust andnud asutus võib igal hetkel kontrollida sellele vastavust. [13] Dokument sisaldab ka väga palju lisa, kus on detailset kirjeldatud katsete läbiviimise tingimusi ja meetodeid.

2.2. Eesti seadusandlus

Eestis puuduvad asjakohased nõuded elektriauto remonttööde teostamiseks. Elektripaigaldise käidule ja elektritöödele esitatavate nõuete määruse paragrahv 3 sätestab:

„(1) Enne elektripaigaldises käidutoimingu tegemist tuleb välja selgitada tegevusega kaasneda võivad ohud ja rakendada abinõusid nende ohtude realiseerumise vältimiseks.

(2) Käidu- ja elektritööd teeb isik, kellel on selleks tööks vajalikud mahus tehnilisi ja ohutuslaseid teadmisi ning kogemusi.

(3) Õigusaktides sätestatud konkreetsete nõuete puudumisel tuleb elektripaigaldise käidu- ja elektritööd teha hea tava kohaselt. Eeldatakse, et head tava on järgitud, kui käidu- ja elektritöödel järgitakse standardis EVS-EN 50110-1 kirjeldatud nõudeid. ...Nende nõuete järgimine ei ole kohustuslik, kui seadet võib kasutada tavaisik.” [15]

Samas on ka kirjas, et antud nõuded kehtivad elektriala isikutele:

“Elektriala isik on inimene, kellel on elektrialased eriteadmised ja oskused, mis võimaldavad tal analüüsida riske ja vältida elektrist tulenevaid ohtusid;

Ohuteadlik isik on inimene, kes on elektriala isiku juhendamisel õpetatud vältima elektrist tulenevaid ohte;

Tavaisik on inimene, kes ei ole ei elektriala isik ega ohuteadlik isik“. [15]

Autori arvates, ei pruugi vastata tõele, et tavaliste remonditöökodade mehaanikutel on elektriala isiku tunnistused olemas.

Lisaks sellele, elektriajamiga auto ei ole alaline elektripaigaldis. See ei ole elektrivõrguga püsivalt ühendatud ja selle oht ei lõppe, kui elektriajamiga autot välja suretada või isegi eemaldada sellelt

juhtmestiku. Seega, autori arvates, ei ole võimalik kõike eelpool toodud rakendada elektriajamiga autoga tööd tehes.

3. TOOTJA NÕUDED

Autori ülesandeks käesolevas lõputöös oli koguda materjali tootjatehaste poolt esitatud nõuetest ohutusest elektriajamiga sõidukitega töötamisel. Lõputöö ülesannete täitmiseks võeti ühendust autoesinduste ja järelteeninduse töökodadega, nende juhtidega ja tehniliste koolitajatega, kes valdavad materjali vajalikul tasemel. Markide välja selgitamiseks oli aluseks võetu Transpordiameti statistika tabel seisuga september 2020. Filtreeriti välja mootori tüübi alusel elektriautosid, bensiin-hübriide ja diisel-hübriide. Omavalmistatud sõidukeid ei arvestatud. Seejärel selgitati välja, kes on antud margi esindaja Tallinnas ja järjest võeti ühendust kõikide esindustega. Ühenduse võtmise viisideks olid telefonikõned ja esindustele saadetud e-kirjad. Vastava isiku kontakti puudumisel olid e-kirjad saadetud info meilile palvega edastada antud kiri selle valdkonnaga tegelevale isikule. Kohati oli tarvis saata mitu kirja ja meeldetuletust või võtta telefoni teel ühendust ja paluda pöörata tähelepanu e-kirjale. Kuigi kõigile oli autori poolt saadetud ühe ja sama sisuga kiri, oli vastused väga erinevad ning info välja sõelumine raskendatud. Oli vaja esitada täpsustavaid küsimusi, korraldada koosolekuid ja kohtumisi. Koroonaviirusest tingitud eriolukorra tõttu oli antud tegevuste läbiviimine komplitseeritud.

Kokku oli ühendust saadud 12 sõiduauto margiesindusega. Need on:

-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-



Valikus oli veel margiesindusi, erinevatelt tootjatelt, kuid seni nad ei ole soovinud vastata info päringule. Kuigi lõputöös ei käsitleta teisi kategooria sõidukeid peale M1, aga info eesmärgil oli ühendust võetud ka

Analüüsid ja võrreldes kogutud materjali saab väita, et kõikidel autotootjatel on olemas elektriajamiga auto koolitussüsteem ja sertifitseerimisprogramm, et tagada õiget käitlust, hooldus- ja remonditöid konkreetsele automudelile. Ei ole olemas üht konkreetset pädevust, tulenevalt sellest, et erinevate automudelitele kehtivad ka erinevad nõuded. Tihti peale minimaalne nõutud tase tehnikul on üldine elektriõhutus koolituse läbimine ja lisaks konkreetse automudeli koolitus.

Järgnevad üldistatud nõuded on tihedalt seotud eelpool mainitud reglamentidega.

3.1. Üldised nõuded

Selleks, et vastata Euroopa Liidus kehtivatele reglamentidele on tehaste poolt kehtestatud erinõuded. Autori poolt on tähele pandud, et paljude markide puhul on tavapärane nõue, et kõik isikud, kes töötavad elektriajamiga sõidukitega peavad olema vastavalt instrukeeritud ja läbinud asjakohased koolitused. Ohutusnõuded on välja toodud tehase koolitusmaterjalides (vt. Sele 7).

Tihti peale, enne remonttöödega alustamist, tuleb kõrgepinge süsteem välja lülitada (de-energize), Seda võib teha ainult (Electric Vehicle Technician) tasemega tehnik. Kui süsteem on välja lülitatud, siis tööd võib jätkata täiesti tavaline tehnik, aga ikkagi elektriliselt koolitatud isik (Electrically Instructed Person). Kõigil kõrgepingesõidukiga seotud töödel on minimaalne kvalifikatsioon EIP.

Ettevõtte 1 grupi puhul, kui müüakse elektriajamiga sõidukeid peavad olema kõik töötajad vastavalt juhendatud, mitte ainult tehnikud, kes teostavad remondi- ja hooldustöid, vaid ka müügikonsultantidel ja kõikidel majas töötavatel inimestel on kohustuslik läbida koolitus EIP ehk eesti keeles Elektrialaselt instrukeeritud isik. Paljudel juhtudel kehtivad müügisalongile ja selle ümbrusele nõuded, näiteks on nõutud elektrisõidukite laadimiskohad ja nn karantiinalad kahjustatud akudega sõidukitele. Need nõuded on määratud diilerlepingus, mis sõlmitakse tehase ja edasimüüja vahel.

Paljude markide puhul kehtib nõue, et isikud, kellel on kehas või kehal elektroonilised / meditsiinilised tervise- / elu säilitavad seadmed (näiteks kardiosimulaator), ei tohi kunagi töötada kõrgepingesüsteemidega.

Samuti on kõikide markide puhul defektsete kõrgepinge komponentide või liinid väljavahetamise kohustus. Remont pole lubatud.

3.2. Koolitusnõuded

Igal automargil on olemas vastavad koolitussüsteemid selleks, et tagada töökoja pädevust remondi- ja hooldustööde teostamiseks elektriajamiga sõidukitele. Selleks, et teha töid elektriajamiga autoga tehnik peab olema läbinud vastava koolituse. Koolitused on mitme astmelised ja saadud tase määrab, et milliseid remonttöid isik teostada võib.

Tihti peale kehtib 3 taset:

1. Elektrialaselt koolitatud inimene / Ohuteadlik isik (Electrically Instructed Person või EIP) – tohib teostada tavapäraseid mitte elektrilisi töid;
2. Kõrgepingetehnik (High Voltage Technician või HVT) – tohib tegeleda kõtgepinge komponentide remondiga;

3. Kõrgepingediagnostik/expert (High Voltage Diagnostic Technician või HVDT) – tohib avada akusid, vahetada elemente).

Nendel koolitustel tehakse selgeks elektrilised komponendid vastavalt koolituste astmetele.

Lisaks ohutuskoostustele on ka mudelikohased erikoolitused, mis annavad lisaks üldohutusele ka mudeli/tootekohastest eriolukordadest ülevaate ning sisendi tegevusteks.

Osade tootja puhul nõutakse tehnikult, kes elektriagamiga autodega töötavad, ka sertifikaati, mida peab teatud aja perioodi tagant uuendama ja mille saamise eelduseks on antud tootja juures eelnev töökogemus, näiteks 2 aastat, peale mida peab seda uuesti taas tõendama.

Teatud tootjad aktsepteerivad ka teise tootja poolt sertifitseeritud tehnikuid, aga osad mitte. Näiteks ettevõtte 5 poolt koolitatud inimene võib teostada töid ka poolt koolitatud inimene ettevõttes 5 ei tohi. Nõue tuleneb sellest, et tootjate poolt seatud nõuded on kas karmimad või leebemad.

Koolituste maht ja maksumus on tulenevalt tootjast väga erinev. Maht võib olla minimaalselt 1 tööpäev ja maksumus minimaalselt ca paar-sada eurot. Kõige mahukamaid ja kulukamaid koolituse nõuab näiteks ettevõtte 4. Isikul, kes ei oma ühtegi antud ettevõtte sertifikaati või ei ole läbinud varasemaid koolitusi peaks kokku osalema ca 32 koolituspäeval ja koolituste hinnad mõne tuhande euro ringis.

Sarnasus seisneb selles, et üldiselt nõutakse vähemalt elektriohutuse esimese astme koolitust (margipõhine) ja lisaks vastava mudeli tehnilist koolitust.

Eestis pakutakse täiendkoolitustena elektriagamiga autode remondi koolitusi. Kuid antud üldised koolitused ei pruugi anda piisavalt teadmisi konkreetse mudeli eripäradest.

„Kõik töötajad (ka teeninduspartnerid), kes puutuvad kokku kõrgepingesõidukitega või võivad nendega kokku puutuda, peavad kvalifitseeruma vähemalt ohuteadlikuks isikuks. Sõiduki pingetustamine ja -pingestamine on lubatud kõrgepingetehnikutel ja -diagnostikutel.“ [16]

Seega tasuks koolitada ka pukseerimisteenuseid osutavaid isikuid, kuna näiteks automargi 1 puhul on nõutud, et õnnetuse korral tuleb kõrgepingesüsteem välja lülitada.

Automargi 1 puhul on nõutud, et turvapistik tuleb kõrgepinge süsteemist eemaldada vastavalt ühele kirjeldatud meetodile sõiduki väljalülitamiseks. Seega ei saa väita, et kõikidel automarkidel on sõiduki pingest vabastamine identne.

3.3. Tehase juhendite litsensi ligipääsu nõuded

Enamikel tootjatel on tehase juhenditele võimalik ligi pääseda veebi lehekülgedelt, tasudes vastavalt iga aastast litsentsi tasu, peale mida on kõik onlines kättesaadav. Ja näiteks automargi 2 ja automargi 3 puhul, kui remonditöökoda ei ole margiesindus, siis on võimalik osta tehase ka tunni kaupa juhendamist (vt Sele 8). Kui ei ole margiesindus, siis ei ole kohustust seda litsentsi osta, kui aga jah, siis peab olema kogu personalil ligipääs vastavasse andmebaasi, kus on kõik info kättesaadav.



Keerulisem on näiteks automargi 4 puhul. Ametlik automargi teeninduspartner, peab soetama tarkvara jaoks sobivad serverid ja arvuti. Hinna suurusjärg jääb seadmetel ca 12 000 euro juurde. Lisaks iga aastane litsentsi tasu 3000-5000 eurot.

Ligipääs tehase juhenditele on väga oluline, sest remonttööde teostamisel tuleb järgida tehase juhendeid, et töö oleks teostatud õigesti ja nõuete järgi. Juhendid on kättesaadavad litsentsi alusel ning

mitte kõik automargid pakuvad võimalust osta juhenditele ligipääsu (ilma lepinguta) lühemaks perioodiks kui üks aasta.

„Mitte-sertifitseeritud töökodadel puudub täielik teave erinevate mudelite hooldamise juhiste kohta“.
[8] Elektriajamiga autot remontides ei tohiks oletada, kuidas teha õigesti, kuna vale käitumine võib lõppeda õnnetusega.

3.4. Töökoja nõuded

Kõikidel uuringus osalenud brändidel on nõutud sõiduki märgistamine (vt Sele 9), et sõiduk on elektriajamiga ja kas pinge all või mitte. Tähistamise viisid on erinevad. Osade automarkide puhul tähistatakse ala, teiste markide puhul pannakse auto peale silt. Samuti mõnedel markidel on kohustuslik laadija luuk vastava kleebisega kinni kleepida.



Sele 9. Ettevõtte 8 tehase nõuetest tulenev viis töös oleva elektriajamiga auto märgistamiseks.

Näiteks automargi 6 puhul on rangemad nõuded ja peab olema eraldi töökoht elektriajamiga sõiduki jaoks. Automargi 4 puhul on nõutud näiteks käärtõstuk ja osadel sõidukitel peab olema eraldi töökoht olemas olema, kui hakatakse elektrimootoreid remontima.

Lisaks töökoha nõuetele võivad kehtida ka töökoja varustuse nõuded. Näiteks automargi 5 töökojas on kohustuslik defibrillaator ja inimese eemale tõmbamiseks spetsiaalne isolatsiooniga varras (vt Sele 10).



Sele 10. Automargi 5 töökojas nõutud vahendid.

3.5. Tööriistade nõuded

Igal margil on tehase poolt ettenähtud eritööriistad, mis peavad olema olemas, et oleks võimalik teostada elektriaparaatide sõidukite hooldust ja remonti. Igal tootjal on see erinev, ja võib oleneda mudelitest jne. Investeering seadmetesse elektriaparaatide sõidukite remondiks võib olla ca 30.000 euro suurune.

Mõned levinumad või üldisemad seadmed mis peavad olema: kõrgepingeaku montaaži seade (vt Sele 11); akude testseadmed; akumooduli laadijad; sarkofaag kahjustatud akude transpordiks; kõrgepingeaku adapter, millega ühendatakse diagnostikat otse aku külge, sellisel juhul ei pea olema aku autoga ühendatud.



Sele 11. Automargi 3 eritööriistade nimekirja pdf dokumendist kuvatõmmis.

Eritööriistu kasutatakse näiteks kõrgepinge juhtmestikule ligipääsu saamiseks või elementide tasakaalustamiseks akumooduli vahetamisel. Eritööriistad on nõutud tulenevalt tüübikinnitus nõuetest selleks, et komponentide „avamine ja demonteerimine tavalise kasutaja poolt ilma tööriistade abita oleks välistatud“ [13].

3.6. Isikukaitsevahendid

Isikukaitsevahendid on nõutud vastavatele standarditele kehtivad (vt Sele 12). Näo kaitse, koos kiivriga, ilma ventilatsiooniavadeta, kindad mis isoleerivad elektrilöögi eest, keep elektrikaitseks, isoleeritud jalanõud. Need on vajalikud selleks, kui sõiduki isolatsioon või tööriista isolatsioon on kuskilt defektne, et tehnik elektrilööki ei saaks.



Sele 12. Automargi 7 nõuetest tulenevad isikukaitsevahendid

3.7. Mitte-elektriliste tööde teostamine

Kõikide automarkide puhul on nõutud, et mehaanik oleks elektrialaselt koolitatud, et oskaks ära tunda elektriavastamist ja selle kõrgepinge komponente, et oskaks aru saada, mis töid konkreetse sõidukiga ta teha tohib. Kõik tööd aga ei nõua hoolduspistiku eemaldamist, ehk iga kord kui auto tuleb hooldusesse/remonti hoolduspistikut eemaldama ei pea. Lihtsamaid töid, mille puhul ei ole nõutud hoolduspistiku eemaldamist, võib teostada tavaline (EIP) tehnik, aga „lihtsamad tööd“ võivad erineda.

Lihtsamate tööde näiteks võivad olla:

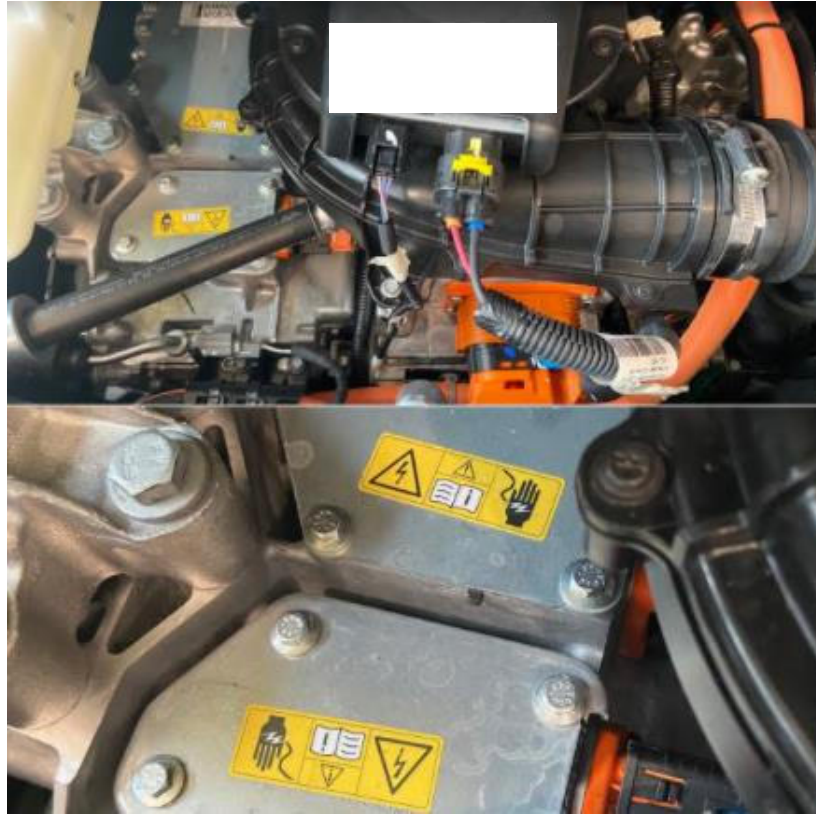
- Kasutamine (sõitmine, tankimine / laadimine, puhastamine)
- Rehvid (seisukorra kontrollimine, vahetamine)
- Jahutusvedeliku, pesuvedeliku, õli kontrollimine / täitmine
- Klaasipuhasti harjade vahetamine / pihustusotsiku reguleerimine
- 12 V aku laadimine, 12 V kaitsmete kontrollimine / vahetamine
- Käivitamisega assisteerimine
- Diagnoosi lugemine (tegelik väärtus / kiirtest)
- Lisatarvikud
- Sõiduki ülevaatus, sealhulgas pooleliolevate hooldusmeetmete kontroll
- Sõidukispetsiifiliste funktsioonide selgitus (müügi / tarnimise korral)

Kuid aga nende tööde käigus võib tehnik sattuda elektrilisse ohtu inimlikku vea või ootamatu rike pärast. Seega kõik automargid nõuavad, et kõik töötajad oleksid elektriohutusega tutvunud.

3.8. Tingmärgid

Elektriamiga sõidukitel on kõrgepinge ahelad ja komponendid. Kõik autol olevad kõrgepinge elektrisüsteemi komponendid omavad märgistust. Neid tähistatakse kollase hoiatuskleebisega, millel on kujutatud kõrgepinge piktogrammi. Kõik kõrgepinge elektriliinid on tähistatud signaali värviga (oranž) (vt Sele 13).

Tulenevalt tüübikinnitus nõuetest on kasutusele võetud standardiseeritud tingmärk, mis on kõikidel autotootjatel on üks ja sama - kollasel taustal musta värvi kolmnurkne kontuur, mille sees on nool.
[13] Märk on ere, seda on kohe näha ja selle tähendusest on lihtne aru saada.



Sele 13. Ohutusmärgid auto kõrgepinge komponentidel ja oranžide kestadega kõrgepinge kaablid.

Selle märgi olemasolu tagab, et inimene saab aru, et tegemist on ohtlike komponentidega ja oskab hinnata oma pädevust. Kui sõiduk tuleb töökotta ja on näha, et komponentidel on sellised märgid, ei tohi ilma vastavate teadmisteta ja koolituse tasemeta tehnik eemaldada kaanesid ja kaitsekestasid.

4. JÄRELDUSED JA ETTEPANEKUD

Kogutud info põhjal võib väita, et elektriajamiga auto oma olemusest võib kujutada ohtu vale käitlemise tõttu. Elektriauto oht ei lõppe sellega, kui auto ei ole käivitatud, kui eemaldada hoolduspistiku või ühendada juhtmestikku lahti – oht on aku tehnoloogia pidevalt olemas.

Mõeldes Eesti elektriajamiga autode osakaalu kasvule, siis on väga suur tõenäosus, et need autod hakkavad sattuma “teisse töökotta”, ja kui seal töötav personal ei ole teadlik kehtivatest nõuetest ja vajalikkest abivahenditest ja koolitustest, siis lõpuks keegi teeb seda tööd valesti ja saab kannatada.

Kui elektriajamiga auto oleks sama ohutu, kui sisepõlemismootoriga auto, siis sellele ei kehtiks erinõudeid Euroopa Liidu ega tehase poolt. Eelpool toodud nõuded on kehtestatud selleks, et seda ohtu minimeerida kasutajale ja ümbritsevale keskkonnale.

Eestis pakutakse täiendkoolitusi elektriajamiga autode remondi alal. Koolitustes osalemise eeldusteks on autoerialane haridus ja töökogemus. [17] [18] Antud lahendus on hea võimalus ja kindlasti tuleb kasuks, kuid aga ei pruugi need universaalsed koolitused sobida või see võib olla ainult EIP tase, sest et eelnevalt toodud nõuetest selgub, et on alati nõutud ka margi ja mudelipõhine koolitus.

Tagamaks, et elektriajamiga sõidukid oleksid oma kasutamise käigus korrektselt hooldatud ja remonditud, siis peavad ka autotootjad neid nõudeid jälgima selleks, et seda ohutuks teha. Selleks viiakse läbi koolitusi, sätestatakse töötajate pädevused, luuakse vastavad töökoha siseseadmed, tagatakse töökodadele vajalikud eritööriistad. Elektriauto on keeruline ja tootjad ja ettevõtjad panustavad väga palju kvaliteedi süsteemi tagamiseks, et tehase nõudeid täita ja tagada ohutust sellega töötamisel.

Kõikidel elektriajamiga autotootjatel on nõuded olemas, aga tulenevalt automarkidest on need erinevad.

Ei saa öelda, et on olemas üks konkreetne pädevus, mida saaks Eestis pakkuda, et see sobiks kõikidele markidele.

Autor ei püüa oma tööga piirata kellegi huvisid või pärssida tavaliste töökodade tegevust, vaid soovib juhtida tähelepanu ohutuse temale, kuna nõuete mitte täitmisel ja reeglite mitte järgimisel võib inimene tekitada endale raskeid kehavigastusi. Samuti seab tehnik enda, tööandja ja kliendi vara ohtu.



Sele 14. Tesla Model S peale tulekahju. [19]

Selleks, et vältida ohtlike olukordade tekkimist, tasub antud ala seadusandlusega reguleerida ja viidata tootja nõuetele. Ettepanekut teeb autor Eesti Autoinseneride Liidule, kuna lähteülesanne tuleb Eesti Autoinseneride Liidu algatusest. Autori lõputöö ülesanne põhines vajadusel ära kaardistada, millised on läbivad jooned autoettevõtete elektriohutusnõuete vahel.

KOKKUVÕTE

Antud teema oli pakutud Autotehnika õppekava juhi ja Eesti Autoinseneride Liidu juhatuse liikme Henri Vennikase poolt. Olles ise tugevalt huvitatud ohutusnõuete täitmises Henri Vennikas soovis teha ettepaneku seadusandlusele, et täpsustada antud valdkonna eripära. Teema oli valitud autori poolt seoses autori isiklikku huviga ohutusnõuete järgimisest remonttööde teostamisel ja huviga elektriajamiga autode vastu.

Lõputöö teema on aktuaalne seoses tänapäeva autonduse tendentside muutmisega ökoloogilisuse suunas ja elektriajamiga autode arvu kiire kasvuga Eestis.

Antud lõputöö eesmärgiks oli näidata, et elektriajamiga autodele ei ole võimalik pakkuda hooldus- ja remonttööde teostamist väljaspool tehasesüsteemi nõuete kohaselt ja tuua välja võimalikud ettepanekud Eesti Autoinseneride Liidule autonduse valdkonna spetsiifika täpsustamiseks, et vähendada elektriajamiga autode remondiga seotud tööõnnetuste tekkimise tõenäosust.

Eesmärgi täitmiseks olid autori poolt täidetud järgnevad ülesanded:

- Viidud läbi küsitlus elektriajamiga autode omanikkude seas;
- Uuritud seadusandluse poolt ja kehtivaid direktiive Euroopa Liidus ja Eestis;
- Kogutud margipõhiseid nõudeid, mis on seotud elektriajamiga autode hoolduse- ja remonttööde teostamisega;
- Süstematiseeritud kogutud andmed;
- Võrreldud erinevate automarkide nõudeid omavahel;
- Analüüsitud saadud tulemused.

Kokku oli ühendust saadud 12 autoesindusega Tallinnas, mis hooldavad järgmiseid automarke:

Lõputöö autor andis ülevaadet kehtivatest tüübikinnitus nõuetest ning võrdles neid autotootjate poolt kehtestatud nõuetega. Analüüsi tulemustest saab järeldada, et kõikide autotootjate poolt on kehtestatud elektriohutuse teemalised nõuded ning et nõuded on sõltuvalt tootjast erinevad.

Antud lõputöö omab praktilist väärtust sest autori poolt teostatud nõuete eeluuring leiab kasutust olles baasmaterjal elektriajamiga auto töögrupi kohtumisel 12.mai 2021 Tallinnas, eesmärgiga teha ettepaneku seadusandlusele valdkonna eripäradele tähelepanu pööramiseks.

SUMMARY

The topic „Market research of maintenance and repair of electric vehicles“ was proposed by Henri Vennikas, the head of the Automotive Curriculum and a member of the board of the Estonian Association of Automotive Engineers. Being himself strongly interested in meeting safety requirements, Henri Vennikas wanted to propose legislation to specify the specifics of automotive field. The topic was chosen by the author in connection with the author's personal interest in following the safety requirements when performing repair work and the interest in electrically driven cars.

The topic of the dissertation is on the agenda due to the changing tendencies of modern automotive industry towards ecology and the rapid growth of the number of electric cars and hybrid vehicles in Estonia.

The aim of this dissertation was to show that maintenance and repair work for electric cars in accordance with the requirements cannot be offered outside the factory system, and to present possible proposals to the Estonian Association of Automotive Engineers to specify the specifics to reduce the probability of accidents related to electric car repairs.

In order to fulfill the goal, the following tasks were performed by the author:

- A survey was conducted among the owners of electric cars;
- The research of legal acts and current directives in the European Union and Estonia was performed;
- Brand-based requirements related to the maintenance and repair of electric cars were collected;
- Collected data was systematized;
- Requirements of different car brands were compared;
- The results of obtained information were analyzed.

A total of 12 car dealerships were contacted in Tallinn, which maintain the following car brands:

The author of the dissertation gave an overview of the valid type approval requirements and compared them with the requirements established by car manufacturers. From the results of the analysis, it can be concluded that all car manufacturers have established requirements for electrical safety and that the requirements differ depending on the manufacturer.

This dissertation has practical value because of the preliminary study of the requirements carried out by the author will be used as a basic material at the meeting of the electric car working group in Tallinn on May 12, 2021, with the aim of proposing legislation to pay attention to the specifics of the field.

VIIDATUD ALLIKAD

- [1] Eesti Energia, „Eesti Energia hakkab pakkuma elektriautode laadimisvõimalusi,“ 8 05 2019. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.energia.ee/uudised/avaleht/-/newsv2/2019/05/08/eesti-energia-hakkab-pakkuma-elektriautode-laadimisvoimalusi>. [Kasutatud 10 03 2021].
- [2] BNS, „Postimees,“ 28 12 2019. [Võrgumaterjal]. Available: <https://majandus24.postimees.ee/6859977/elektriautod-koguvad-eestis-poolehoidu-muuk-kasvab-muhinal>. [Kasutatud 10 03 2021].
- [3] D. Robinson, „Electric vehicles and electricity,“ 2018. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.oxfordenergy.org/wpcms/wp-content/uploads/2018/06/Electric-vehicles-and-electricity-Insight-36.pdf>. [Kasutatud 01 05 2021].
- [4] AMTEL, „Statistika,“ Tallinn, 2020.
- [5] „Delfi Авто,“ Delfi, 07 01 2021. [Võrgumaterjal]. Available: <https://rus.delfi.ee/daily/auto/smotrite-kakie-marki-i-modeli-avtomobilej-predpochitali-pokupat-v-estonii-v-proshlom-godu?id=92198971>. [Kasutatud 08 01 2021].
- [6] REUTERS, „Toyota expects to sell 5.5 million electric cars and hybrids by 2025,“ 29 09 2020. [Võrgumaterjal]. Available: https://www.autoblog.com/2020/09/29/toyota-electric-car-hybrid-fuel-cell-sales-2025/?guccounter=1&guce_referrer=aHR0cHM6Ly93d3cuZ29vZ2x1LmNvbS8&guce_referrer_sig=AQAAABt0hjPfbpbjJchb7cf99L0BjIV9qSpT51uaYSmDRDym06Qjx5MdWV9iMXMmIb8MTRFjeU8Bcp6POM68xAXoulWdK. [Kasutatud 07 05 2021].
- [7] L. Murd, „Delfi,“ Accelerista, 15 03 2020. [Võrgumaterjal]. Available: <https://forte.delfi.ee/artikkel/89232753/soome-lvk-statistika-e-auto-avariisse-sattumise-risk-on-korge-remont-kallis>. [Kasutatud 05 05 2021].
- [8] R. Neudorf, „Garantiiga sõidukit võib hooldada ka väljaspool esindust,“ Postimees, 12 04 2011. [Võrgumaterjal]. Available: <https://tehnika.postimees.ee/417829/garantiiga-soidukit-voib-hooldada-ka-valjaspool->

esindust?fbclid=IwAR2156FhLaVf_f_knSUCH1mmxmnnwO7auM0LLXMesQQb8apL-
P3LzGCN2jU. [Kasutatud 05 05 2021].

- [9] E. Komisjon, „Täiendavad suunised vertikaalsete piirangute kohta mootorsõidukite müüki ja remonti ning nende varuosade turustamist käsitlevates kokkulepetes,“ 28 5 2010. [Võrgumaterjal]. Available: [https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:52010XC0528\(01\):ET:PDF](https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:52010XC0528(01):ET:PDF). [Kasutatud 02 05 2021].
- [10] V. Linja-aho, „Electrical accident risks in electric vehicle service and repair - accidents in Finland and a review on research,“ 04 2020. [Võrgumaterjal]. Available: https://www.researchgate.net/publication/339875411_Electrical_accident_risks_in_electric_vehicle_service_and_repair_-_accidents_in_Finland_and_a_review_on_research. [Kasutatud 23 04 2021].
- [11] EnDyna Instructional Design Staff and M.J. Bradley & Associates LLC, „Inspecting Electric Drive Commercial Vehicles,“ 18 07 2017. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.fmcsa.dot.gov/sites/fmcsa.dot.gov/files/docs/mission/training/82561/electric-vehicle-manuscript-final2.pdf>. [Kasutatud 15 03 2021].
- [12] Transpordiamet, „Tüübikinnitus,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.mnt.ee/et/soiduk/tuubikinnitus>. [Kasutatud 01 05 2021].
- [13] UNECE, „(UNECE) eeskiri nr 100 ühtsed sätted, mis käsitlevad sõidukite tüübikinnitust seoses elektrilise jõuülekande erinõuetega [2015/505],“ 31 03 2015. [Võrgumaterjal]. Available: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/ALL/?uri=CELEX%3A42015X0331%2801%29>. [Kasutatud 05 2021].
- [14] „Lexus RX450h näidikute paneel,“ Auto Vercity, [Võrgumaterjal]. Available: https://auto.vercity.ru/gallery/automobiles/lexus/2019/lexus_rx450h_zh/image_1449325. [Kasutatud 05 05 2021].
- [15] „Elektripaigaldise käidule ja elektritööle esitatavad nõuded,“ 01 07 2015. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.riigiteataja.ee/akt/128062015008>. [Kasutatud 01 05 2021].
- [16] V. Tiitsu, Interviewee, *KÕRGEPIINGE(ELEKTRIAUTO)TEHNIKU KOOLITUS JA SERTIFITSEERIMINE*. [Intervjuu].

- [17] I. Cars, „KÕRGEPIINGE (ELEKTRIAUTO) TEHNIKU KOOLITUS,“ 2021. [Võrgumaterjal]. Available: <https://intercars.ee/et/koolitused/soiduautod/tehnilised-toote-koolitused/SZK-009395/>. [Kasutatud 29 04 2021].
- [18] „Elektri- ja hübriidajamid, ülldiagnostika, hooldus ja remont (õpiamps),“ Täienduskoolitused, 2020. [Võrgumaterjal]. Available: <https://koolitus.edu.ee/training/4836>. [Kasutatud 29 04 2021].
- [19] „Два электромобилia Tesla сгорели в Китае,“ 07 03 2017. [Võrgumaterjal]. Available: <https://fishki.net/auto/2235805-dva-jelektromobilja-tesla-sgoreli-v-kitae.html>. [Kasutatud 06 05 2021].