

Sander Rosenbaum

**ELEKTRIAJAMIGA AUTODEGA
TEGELEVA ETTEVÕTTE
RISKIANALÜÜSI ETTEPANEKUD
LÕPUTÖÖ**

Tehnikainstituut

Autotehnika õppekava

Juhendaja: Henri Vennikas, MSc

Tallinn 2022

Autori deklaratsioon ja lihtlitsents

Mina Sander Rosenbaum, tõendan, et lõputöö on minu kirjutatud. Töö koostamisel kasutatud teiste autorite, sh juhendaja teostele 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/

Kaasjuhendaja Priit Siitan /allkirjastatud digitaalselt/

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Sander Rosenbaum, sünnikuupäev: 11.08.1992 annan Tallinna Tehnikakõrgkoolile (edaspidi kõrgkool) tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose Elektriajamiga autodega tegeleva ettevõtte riskianalüüsi ettepanekud :

1. elektroonseks avaldamiseks kõrgkooli repositooriumi kaudu;
2. 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/

/digitaalselt allkirjastatud/

SISUKORD

SISSEJUHATUS.....	5
1. TÖÖKESKKONNA OHUTUS JA RISKIANALÜÜS	7
1.1. Töökeskkond	7
1.2. Tööandja ja töötaja kohustused seoses ohutu töökeskkonna loomisega	8
1.3. Riskijuhtimine ja töökeskkonna riskianalüüs	8
1.4. Töökeskkonna ohutegurid	10
1.5. Tööinspeksiooni 2021. aasta aruanne	11
2. ELEKTRIAJAMIGA AUTO	13
2.1. Elektriajamiga autode jaotus	13
2.1.1. Poolhübriidauto	14
2.1.2. Täishübriidauto	14
2.1.3. Pistikhübriidauto	15
2.1.4. Elektriauto	15
2.2. Kõrgepinge seadusandlus	16
2.3. Kohustused tuleohutuse tagamisel.....	17
2.4. Riskid elektriajamiga autoga töötamisel.....	18
2.4.1. Elektriöögioht.....	18
2.4.2. Tulekahju ja plahvatusoht	21
2.4.3. Elektrolüüdiga seotud ohud.....	23
2.4.4. Raskuste teisaldamine, kukkuvad esemed	24
2.4.5. Kõrgepingeaku hoiustamine ja transport	25
2.5. Ohutusabinõud.....	26
2.5.1. Tootjapoolne väljaõpe	27
2.5.2. Isikukaitsevahendid.....	28
2.5.3. Autotootjate tehasejuhised ja EuroRescue	29
2.5.4. Töökoja ja töökoha nõuded	30

2.5.5. Tööriista nõuded.....	30
2.6. Õnnetus- ja ohuolukorrad	31
2.6.1. Suitsev BMW i8 demoauto Hollandis.....	31
2.6.2. Elektriauto põles laadimise ajal maha	33
2.6.3. Äike ja elektriauto laadimine	33
2.6.4. Hyundai Kona ja Lg Chem tagasikutsumine	33
2.6.5. Elektrotermiline põletus sõrmuse kandmisel	35
2.6.6. Raske tööõnnetus manööverdades töökojas.....	36
3. ELEKTRIAJAMIGA AUTO RISKIANALÜÜS	37
3.1. Ohutegurite määramine	37
3.2. Ohutegurite hindamine	37
3.3. Ohutegurite vähendamine ja kõrvaldamine	39
4. TEGEVUSKAVA JA ETTEPANEKUD.....	41
4.1. Tegevuskava näide konkreetse tootja nõuetest.....	41
4.2. Ettepanek Tööinspeksioonile riskianalüüsi tööriista täiendamisele	43
4.3. Elektriohutus koolitus.....	44
4.4. Muud töökorralduslikud ettepanekud	45
KOKKUVÕTE.....	46
SUMMARY	47
VIIDATUD ALLIKAD.....	49
LISAD	55
Lisa 1. Elektri- ja hübriidautode esmaregistreerimised.....	56
Lisa 2. Elektriajamiga autode jaotus	57
Lisa 3. Autotootjate infoportaalid	58
Lisa 4. EuroNCap EuroRescue Renault Zoe juhised	59
Lisa 5. Elektriajamitega auto riskianalüüsi peatükk.....	63
Lisa 6. Riskianalüüsi meetodika	71
Lisa 7. Juhend terviseriski hindamiseks raskuste käsitsi teisaldamisel.....	74

SISSEJUHATUS

Vastavalt maailma elektriautode müügistatistika andmebaasile alates 2011. aastast võttis 6 aastat aega, et müüa miljon elektriautot. Järgmise miljoni müümine võttis aega 17 kuud. Võrdluseks – 2021. aastal müüdi 6,7 miljonit elektri- ja pistikhübriidautot¹. Elektriautode müük kasvab maailmas plahvatuslikult ja see demonstreerib, kuhu autotööstus on suundumas. Sama trendi võib täheldada ka Eesti automüügiturul [1].

Alates 01.01.2020 on CAFE standardi järgi uute autode müügis autotootjatele ette antud keskmine heitgaasi kogus 95 g CO₂ km kohta. Kui autotootja seda nõuet ei täida, siis määratakse talle trahv. Seetõttu on paljud loobunud või olulisel määral vähendanud sisepõlemismootoritega mudelite osakaalu uute autode müügis, et mitte trahvi maksta. Sisepõlemismootoriga autode asemel müüvad tootjad madala heitgaasiga ehk elektriajamiga sõidukeid. Elektriajamiga autode osakaal järelturgudel suureneb globaalselt [2].

Kasvava elektriajamiga autode müügiga suureneb raskete tööõnnetuste tõenäosus, mille tagajärjel võib keegi elektri- ja hübriidautode remondil või hoolduse käigus tõsiselt vigastada või surma saada. Oluline on, et töötajad ja tööandjad oskaksid hinnata elektri- ja hübriidautodega töökeskkonda lisanduvaid riske.

Lõputöös on tähelepanu pööratud töökeskkonna ohtudele ja riskidele elektriajamiga autode remondil ja hooldusel, lisaks on välja toodud olulised tegevused kas riskianalüüsi koostamisel või täiendamisel. Lõputöös välja toodud riskianalüüsi põhimõtteid saavad kasutada ettevõtted korrektse, kõiki ohutegureid kajastava riskianalüüsi koostamisel või täiendamisel.

Lõputöös on neli osa. Töö esimeses osas käsitletakse töötervishoiu ja tööohutuse seadusest tulenevaid nõudeid töökeskkonnale, tööandja ja töötaja õiguseid ning kohustusi ja riskianalüüsi koostamist ning tegemist. Teises osas käsitletakse elektriajamiga autode käitlemisega kaasnevaid ohuallikaid. Kolmandas osas määratakse ohuallikad ja hinnatakse riskitasemed, mille põhjal tehakse ettepanekud ja järeldused. Neljandas osas tehakse tegevuskava alustavale remondiettevõttele ning Tööinspeksioonile riskianalüüsi tööriista täiendamiseks.

¹ Hübriidautosid pole statistikas kajastatud.

Töös kasutatakse erinevaid materjale: autotootjate tehasejuhiseid, Euroopa ja Eesti seadusandlust, erialast kirjandust, ajakirjandust ja käsiraamatuid, veebimaterjale ja Tööinspektsiooni töökeskkonna autoremondiga tegelevate ettevõtete sihtkontrolli aasta kokkuvõtet.

Riskianalüüsi juhiste väljatöötamiseks on loodud elektriajamiga autode riskianalüüsi töörühm, mille üks liige on lõputöö autor. Peale autori kuulusid töörühma:

- Henri Vennikas (Tallinna Tehnikakõrgkool, Eesti Autoinseneride Liit);
- Lauri Ert (Toyota Baltic AS);
- Raul Aava (City Motors AS);
- Ilja Semjonov (Veho Baltics OÜ).

Riskianalüüsi koostamisel konsulteeriti täiendavalt:

- Meelis Kärt (Tarbijakaitse ja Tehnilise Järelevalve Ameti elektriohutuse ekspert);
- Rein Reisberg (Tööinspektsioon).

Lõputöö autor on läbinud diagnostikuna Honda kõrgepingetehniku koolitusprogrammi ning oli Honda poolt sertifitseeritud tegema hübriid- ja elektriautodele diagnostikat ning elektritöid. Autor töötab lõputöö koostamise ajal Opel ja Peugeot' teenindavas ettevõttes diagnostikuna ning on läbimas elektriautode koolitusprogrammi tunnistuse saamiseks. Kuna autoril on kogemust Opel, Honda ja Peugeot' elektriajamiga autodega, pärinevad lõputöös toodud näited enamasti nende kolme tootja nõuetest ja juhistest.

Antud lõputööd ei saa kasutada juhendmaterjalina kõrgepinge elektrilise veoajamiga sõidukite käitlemisel. Elektrilise veoajamiga sõidukiga või sõiduki läheduses töötades on alati vaja järgida vastava autotootja nõudeid ja Eestis kehtivat seadusandlust. Töö elektri- ja hübriidautodega enamasti eeldab tootja poolset kvalifikatsiooni.

Antud lõputöös püstitatud ülesanne on välja selgitada elektriajamiga sõidukiga ja selle komponentide remontimisega ja hooldamisega lisanduvad ohutegurid ja riskid töötajatele.

1. TÖÖKESKKONNA OHUTUS JA RISKIANALÜÜS

Täiskasvanud inimesed viibivad suure osa oma päevast töökeskkonnas, tehes tööd. Töö ja töökeskkonna mõju töötaja tervisele on üsna suur. Iga ametit ja tööd tuleb hinnata vastavalt selle eripäradele ja tingimustele. Mida teadlikum on töötaja tööohutusest, seda rohkem oskab töötaja ennetada tööõnnetuse riske. Mida rohkem oskab töötaja oma tervist hoida, seda parem on tema heaolu ja elukvaliteet. Vastavalt Eesti töötervishoiu ja tööohutuse seadusele on tööandjal kohustus kanda hoolt töötaja füüsilise, vaimse ja sotsiaalse tervise edendamise eest. Rahuloleva ja terve töötaja töötulemused on paremad ehk hea enesetundega terve töötaja töötab rohkem, kvaliteetsemalt, on loovam või suuteline müüma rohkem kui halva enesetundega töötaja. [3]

1.1. Töökeskkond

Vastavalt töötervishoiu ja tööohutuse seadusele on töökeskkond ümbrus, milles inimene töötab. Seaduse üldnõue on, et töökeskkonnas olevad füüsilised, keemilised, bioloogilised ja psühholoogilised ohutegurid ei tohi ohustada nende isikute elu ja tervist, kes seal töökeskkonnas viibivad. Osa ohuteguritele on Vabariigi Valitsus kehtestanud piirnormid ja ohutegurite parameetrite mõõtmise korra. Kui Vabariigi Valitsuse kehtestatud ohuteguri parameetreid või piirnorme ettevõttes ületatakse, tuleb kasutada isikukaitsevahendeid või töökorralduslikke abinõusid, vältimaks tööõnnetuse või haigestumise ohtu. [4]

Vastavalt töötervishoiu ja tööohutuse seadusele mõistetakse töökohana ettevõtte territooriumi või tööruumis olevat töökohta ja töökoha ümbrust või muid kohti, kuhu töötajal on töötamise ajal juurdepääs või luba pääseda. Töökoht peab olema kujundatud ja sisustatud, vältimaks tööõnnetusi ja tervisekahjustusi ning säilitamaks töötaja töövõime ja heaolu. Terviseriskide vältimiseks peavad olema töökohas kaitse-, pääste- ja esmaabivahendid, samuti ohutusmärgid ja muud ohutusvahendid. Töökoht ja töövahendid, samuti isikukaitsevahendid, peavad olema korrapäraselt hooldatud ja kontrollitud. Vastavalt seadusele peavad ohualad olema märgistatud ning kasutada tuleb abinõusid, et sinna ei pääseks juhendamisetä ja väljaõppeta isikud. Ohualale sisenemine on võimalik ainult asjakohase juhendamise ja väljaõppega töötaja juuresolekul. Töökohale ja tegevusaladele kehtestab tervishoiu ja tööohutuse nõuded Vabariigi Valitsus. [4]

Töövahendi all mõistetakse masinat, seadet, paigaldist, transpordivahendit, tööriista või mõnda muud töövahendit. Töövahendi kasutamine ei tohi ohustada töövahendi kasutaja ega kolmandate isikute tervist ning töökeskkonda. Tööandja peab tagama, et töövahendid vastavad nõuetele ning on kasutajale sobilikud. [4]

1.2. Tööandja ja töötaja kohustused seoses ohutu töökeskkonna loomisega

Töötervishoiu ja tööohutuse nõuete täitmise eest vastutab ettevõttes tööandja. Igas ettevõttes peab olema kindlasti töökeskkonnaspetsialist ning lähtuvalt ettevõtte töötajate arvust töökeskkonnavolinik(ud) ja töökeskkonnanõukogu, kes tegelevad ettevõttes tööohutuse ja töötervishoiu küsimustega. Ohutu töökeskkonna loomisel peavad andma panuse mõlemad osapooled – nii tööandja kui ka töötaja. Suurem osa vastutusest on tööandjal, kes peab tööprotsesse juhtima nii, et oleks tagatud töötajate ohutus. [4]

Tööandja kohustus on selgitada välja töökeskkonna ohutegurid, ning arvestama nende võimalikku mõju töötaja tervisele. Viies läbi korrapäraselt sisekontrolli ja jälgides töökeskkonda. Sellesse protsessi kaasatakse ka töötajad. Sisekontrolli aluseks võetakse ettevõtte riskianalüüs. Tulenevalt riskianalüüsi tulemustest koostatakse ohutusjuhendid tehtava töö ja töövahendite kohta; kontrollitakse töötervishoiu ja tööohutuse nõuete täitmist; antakse omal kulul töötajatele isikukaitsevahendid, töö iseloomule vastav tööriietus ja pesemisvahendid, kui töölaad seda nõuab; tagatakse esmaabi töökohal. Tööandjal on õigus kehtestada ettevõttes rangemaid töötervishoiu ja tööohutuse nõudeid, kui õigusaktid seda ette näevad. [4]

Töötervishoiu ja tööohutuse seaduse alusel on töötajatel õigused ja kohustused. Töötaja on kohustatud osalema ohutu töökeskkonna loomisel ja järgima tööandja kehtestatud nõudeid, mis on vastavuses Eestis kehtivate seadustega. Tuleb järgida kehtestatud töö- ja puhkeaja korraldust, läbida tervisekontroll vastavalt kehtestatud korrale ja kasutada ettenähtud isikukaitsevahendeid nõuetekohaselt. Töötaja töö ei tohi ohustada teisi isikuid. Ta peab saama vastava väljaõppe ja juhendamise tööandjalt, samuti infot töökeskkonna ohutegurite, riskianalüüsi tulemuste, tervisekahju ennetamisabinõude, tervisekontrolli tulemuste ja Tööinspeksiooni ettekirjutuste kohta. Töötajal on õigus peatada töö ja lahkuda töökohalt või ohualalt tõsise ja vältimatu ohu korral, teavitades viivitamatult sellest tööandjat või tööandja esindajat ja töökeskkonnavolinikku. Ta võib keelduda tööst, mis ohustab tema või teiste isikute tervist. Tal on õigus nõuda hüvitist, kui töö on põhjustanud tervisekahjustuse. Riskianalüüs on alus töötajate suunamiseks töötervishoiuarsti juurde, sest riskianalüüsist selgub, millised ohutegurid võivad töö käigus töötaja tervist mõjutada. Pöörduda tuleb tööandja poole, et rakendada tugevamaid abinõusid töökeskkonna ohutuse tagamiseks. [4]

1.3. Riskijuhtimine ja töökeskkonna riskianalüüs

Risk on defineeritud Rahandusministeeriumi juhendis: „Risk on võimalik oht, mille teatud sündmus, tegevus või tegevusetus võib põhjustada vara või maine kaotuse ning mõjutab asutuse eesmärkide

täitmist.“ [5] Riskide realiseerumist ei ole võimalik täielikult vältida, küll on võimalik riske juhtida ja seeläbi nende realiseerumise tõenäosust vähendada. Riskide realiseerumine võib takistada ettevõtet eesmärkide saavutamist või mõjutada tugevalt igapäevast töökorraldust. Seetõttu on muutuv töökeskkonnas vajalik riskide valitsemine, riskijuhtimise protsesside ja riskide maandamiseks rakendatav sisekontrollisüsteem. Ettevõtete tegevusvaldkonnad on erinevad, sellest tulenevalt on riskid erinevad. [5]

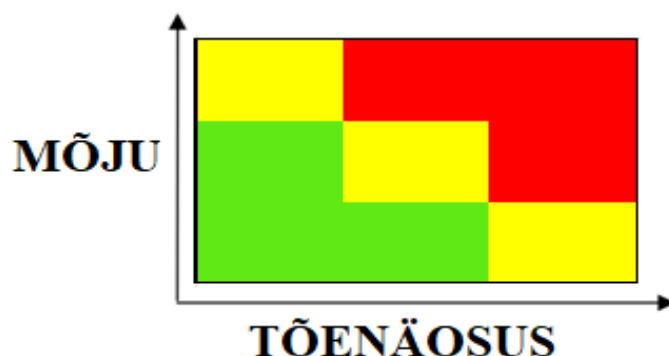
Riskianalüüsis järgitakse tavapäraselt viit sammu (Lisa 6) :

1. teabe kogumine,
2. ohutegurite tuvastamine,
3. ohuteguritega seotud riskide hindamine,
4. tegevuste kavandamine riskide kõrvaldamiseks või vähendamiseks,
5. riskihindamise dokumenteerimine.

Esimene samm on teabe kogumine. Teavet võib leida ja koguda vastavatest allikatest, milleks on töökohas kasutatavate seadmete, materjalide omaduste kirjeldused või keemiliste ainete ohutuskaardid; andmed esinenud tööõnnetuste ja kutsehaiguste kohta; eeskirjad ja tehnilised standardid; teadus- ja erialakirjandus. Samuti võib kasutada töökeskkonna vaatlust; teha töötajate seas küsitlusi; jälgida töötajaid tööülesandeid täitmas ja väliseid tegureid, mis mõjutavad töökohta. [6]

Riskide hindamisel kolmandas astmes tuleb hinnata ohutegurite realiseerumist ja tagajärje raskusastet ehk mõju tervisele. Metoodikana riskide hindamisel on soovitatav kasutada EU-OESHA soovitatud 3 x 3 riskimaatriksit, mis on Eestis üks levinumaid. Nimetatakse teise nimega Briti Standard 8800:2004 maatriksiks tabeliks (Sele 1). Riski esinemise tõenäosused on jagatud kolmeks: väga tõenäoline, tõenäoline ja väga ebatõenäoline. Tagajärje raskusastmed on jagatud kolmeks: väheohtlik, ohtlik ja väga ohtlik. Allolevas tabelis on rohelisega märgitud kastid talutavad riskitasemed. Kollasega on märgitud keskmised riskitasemed ning punasega kõrged riskitasemed ehk talumatud riskid. Madal ja keskmine risk on lubatavad, kuid madal riskitase eeldab ikkagi järelevalvet ning keskmine konkreetsete abinõude rakendamist. Kõrge riski puhul tuleb viivitamatult asuda riski vähendama. Kui riski ei saa kohe vähendada, tuleb tööprotsess kuni riski abinõude rakendamiseni seisma panna. Neljandas astmes kavandame tegevuskava riski vähendamiseks või kõrvaldamiseks. Üldiselt väga madala riski vähendamiseks puudub majanduslik otstarve, sest riski vähendamise kulud on tunduvalt suuremad kui sellest saadav tulu. Madala riskitaseme säilitamiseks piisab järelevalvest. Kui risk on keskmine ja lubatav, on soovitatav kavandada tegevusi riskitaseme vähendamiseks,

näiteks rakendada isikukaitsevahendite nõuet, samuti teha sisekontrolli. Kõrge ja lubamatu riskiga tuleb kohe tegeleda, abinõusid rakendada või riski vähendamiseks plaan kavandada. [6]



Sele 1. 3x3 riskimaatriks [6]

Ennetus- ja kaitsemeetmeid tuleb kasutada järgmises järjekorras:

- ohuteguri/riski kõrvaldamine;
- ohuteguri/riski vähendamine töökorralduslike meetmete abil;
- ohuteguri/riski vähendamine ühiskaitsemeetmete abil;
- riski vähendamine sobivate isikukaitsevahendite abil.

Viies aste on riskihindamise dokumenteerimine riskihindamise ankeediga; tänapäeval on Tööinspeksioonil olemas riskianalüüsi tööriist. [7] Tööandja vastab küsimustele ning vastused jäävad riskianalüüsina Tööinspeksiooni portaali töötajatele saadavaks. Samuti on tööandjal kohustus laadida tavapärase riskianalüüsi ankeedid (Sele 2) üles Tööinspeksiooni portaali töötajatele tutvumiseks. [6]

Oht	Ohu iseloomustus, ohustatud isik(ud)	Tervisemõju	Ennetusmeetmed /tegevused	Riskitase	Hetkel rakendatavad ohutusmeetmed

Sele 2. Riskianalüüsi ankeet

1.4. Töökeskkonna ohutegurid

Töökeskkonna ohutegurid selgitab tööandja välja riskianalüüsi käigus, vajadusel tehakse vastavad mõõtmised ja hinnatakse riske töötajate ohutusele ja tervisele. Töötajat tuleb teavitada tema töökeskkonnas esinevatest ohuteguritest. Kui töötaja eirab ennetusmeetmeid, nagu ohutusjuhendid või isikukaitsevahendite kasutamine, võib see viia tõsiste tagajärgede realiseerumiseni: tööõnnetused,

kutsehaigused, kroonilised haigused, enda või kolleegide surm. Ohutegur on vigastus või tervisekahjustuse võimalik põhjustaja. [8].

Töötervishoiu ja tööohutuse seaduse järgi jaotatakse töökeskkonna ohutegurid füüsikalisteks, keemilisteks, bioloogilisteks, füsioloogilisteks ja psühhosotsiaalseteks. [4]. Elektriajamiga autodega seoses esinesid järgnevad ohutegureid, milleks olid füüsikalised, keemilised ja füsioloogilised ohutegurid.

Füüsikalised ohutegurid on:

- müra, vibratsioon, ioniseeriv kiirgus, mitteioniseeriv kiirgus (ultraviolettkiirgus, laserkiirgus, infrapunakiirgus) ja elektromagnetväli;
- õhu liikumise kiirus, õhutemperatuur ja -niiskus, kõrge või madal õhurõhk;
- masinate ja seadmete liikuvad või teravad osad, valgustuse puudused, kukkumis-, elektrilöögi- ja plahvatusoht ning muud samalaadsed tegurid [4].

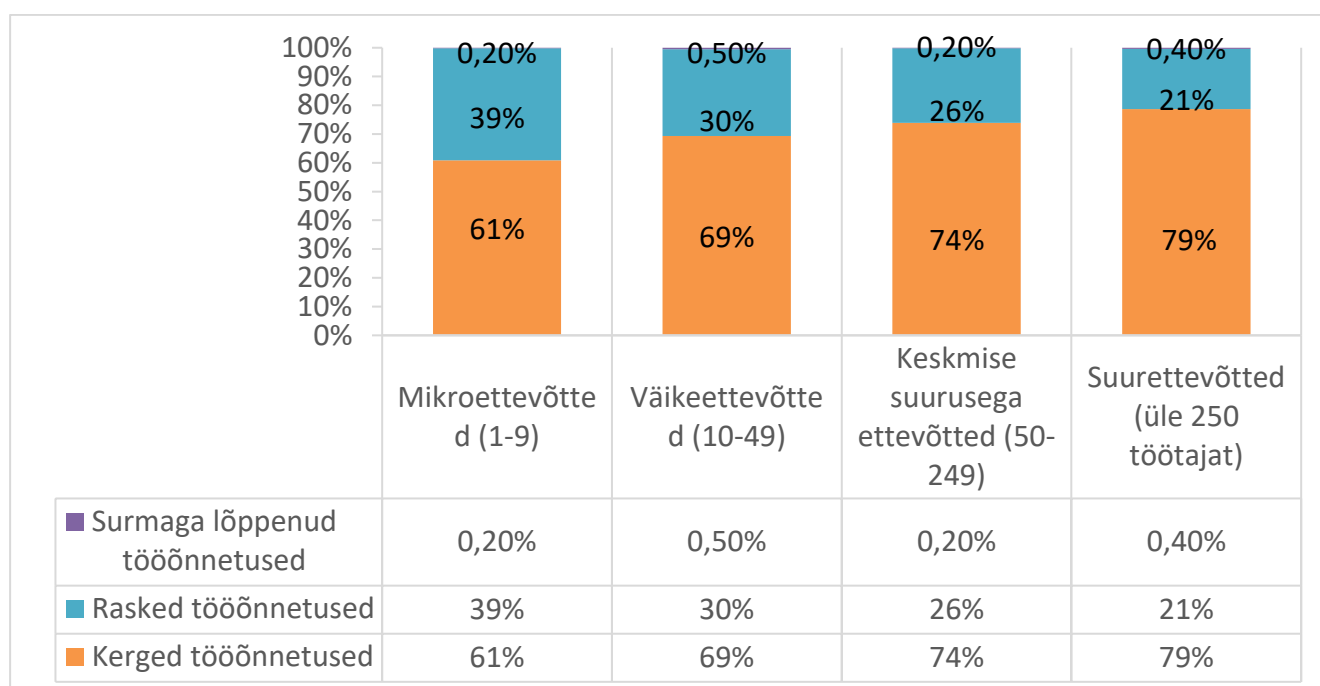
Keemilised ohutegurid on: ettevõttes käideldavad ohtlikud kemikaalid ja nendes sisalduvad materjalid. Käitlemist reguleeritakse kemikaaliseadusega. Kasutamise nõuded kehtestab Vabariigi Valitsus [4].

Töötervishoiu ja tööohutuse seadusele „Füsioloogilised ohutegurid on füüsilise töö raskus ehk korduvad liigutused, sundasendites töötamine või sundliigutused või samalaadsed tegurid, mis võivad põhjustada tervisekahjustusi. Füüsilise ülekoormuse vältimiseks peab tööandja kohandama töökoha töötajale sobilikuks ja võimaldama puhkepause tööpäeva ajal. Töökoha kujundamisel tuleb arvestada töötaja kehalisi, vaimseid, soolisi ja ealisi iseärasusi ning töövõime muutumist tööpäeva või vahetuse jooksul.“ [4] Raskuste käsitsi teisaldamise nõuded on saadaval määruses „Raskuste käsitsi teisaldamise töötervishoiu ja tööohutuse nõuded“ [9].

1.5. Tööinspektsiooni 2021. aasta aruanne

Erilist tähelepanu tuleb pöörata uute töötajate väljaõppele ja juhendamisele, kuna statistika näitab, et kolmandik tööõnnetusi juhtub uute töötajate või noortega, kellel pole uuel töökohal töövõtted selgeks saanud. Tööinspektsiooni 2021. aasta aruande järgi juhtub 67% õnnetustest noorte meestega vanuses 25–34 eluaastat. Sama riskirühmaga juhtub ka kõige rohkem liiklusõnnetusi. Surmaga lõppenud tööõnnetuste puhul jagunevad põhjused enamasti kaheks. Esiteks ei tee tööandjad piisavat sisekontrolli töötajatele ja töövahendite vastavusele. Teine probleem on kehv tööohutuse ja töötervishoiu juhtimine. Samuti toodi välja, et töötaja ei julge loobuda tervisele ohtliku töö

tegemisest. Töötajad eiravad ohutusnõudeid, mille tagajärjel satub ohtu nii enda kui ka kolleegide tervis. Tuleb välja, et mikro- ja väikeettevõtetes on raskete tööõnnetuste osakaal suurem, kuna raskeid tööõnnetusi on raske varjata (Sele 3). Suuremad ettevõtted registreerivad rohkem kergemaid tööõnnetusi. See tuleb sellest, et väiksemates ettevõtetes seatakse eesmärgiks põhitegevusega tegelemine ja ohutule töökeskkonnale pööratakse vähem tähelepanu. Samuti hoitakse töökeskkonna arvelt raha kokku. Tihti ei vasta riskianalüüsid töökeskkonnale või need puuduvad üldse. Suuremates ettevõtetes on tööohutusega paremini, kuna tavaliselt on ettevõttes töökeskkonnaspetsialist, kelle ainsaks tööülesandeks on tegeleda töökeskkonnaga [10].



Sele 3. Tööõnnetuste teatamine ettevõtetes 2021. aastal [10]

Tööinspektsiooni statistika järgi ei ole Eestis elektriamiga autode hoolduse ja remondi seotud tööõnnetusi registreeritud. Elektriautode osakaal on olnud suhteliselt väike ning suur osa müüdud sõidukitest on veel kehtiva tehasegarantiiga ning hooldatakse ja remonditakse margiesindustes (vt. Lisa 1). Margiesindused on kohus järgida margi tehase nõudeid ja tööjuhiseid. Margiesindustes töötajate tõenäosus tööõnnetusse sattumiseks väiksem kui remonditöökodades, kus tootja nõudeid ja juhiseid ei ole või ei järgita. Samuti on paljud tootjad pikendanud kõrgepingekomponentide garantiiaega, et võita klientide usaldust, soetamaks elektriamiga autosid. Näiteks Honda on pikendanud tehase garantiiaja hübriidajami komponentidele 5 aasta peale ning Honda elektriauto puhul annab tehas veojõuakule 8 aastat [11].

2. ELEKTRIAJAMIGA AUTO

Elektriajamiga autod kasutavad kõrgepingeakut ja veojõumootorit. Energia liigub väga lühikese aja jooksul kõrgepingeaku ja veojõumootori vahel. Poolhübriidide süsteemide pinged on 42–48 voldi vahemikus, nagu näiteks Kia Sportage täishübriidi puhul on pinge üle 200 volti, seal salvestatakse regenereeritud energiat akumoodulisse, et seda kiirendamise ajal kasutada või mingi vahemaa elektrienergia jõul läbida – oleneb hübriidauto tüübist. Elektriautode puhul on pinged tavaliselt 300 volti või rohkem. Porsche suurema ja võimsama kõrgepingeaku puhul lausa 800 volti (vt. Tabel 1). Elektriajamiga autode kõrgepingekomponentides võivad pinged teatud režiimides olla kordades suuremad. Kuna pinged on ohtlikult suured, tuleb elektriajamiga autodega tegeledes järgida põhimõtet ohutus ennekõike [12].

Tabel 1. Elektriajamiga autode akupinged [13] [14]

Mudel	DC (V)
2018 Kia Sportage MHEV	48,0
2022 Kia Sportage HEV	270,0
2023 Kia Sportage PHEV	360,0
2022 Kia EV6 BEV	697,0
2021 Porsche Taycan BEV	800,0

2.1. Elektriajamiga autode jaotus

Elektriajamiga autod jagatakse täiselektri- ja hübriidautodeks. Elektriauto puhul kasutatakse liikumise tekitamiseks kõrgepingeakus eelnevalt salvestatud elektrienergiat. Hübriidauto puhul kasutatakse peale elektrienergia veel teisi energiaallikaid, nagu sisepõlemismootor [12].

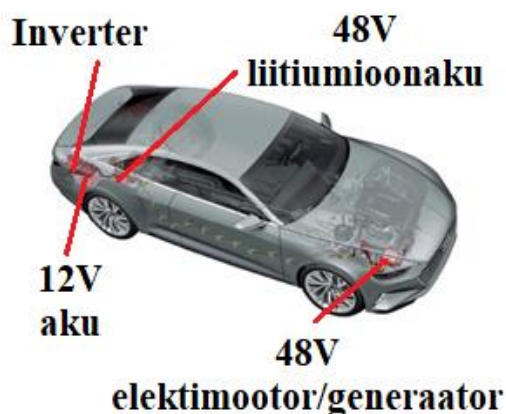
Hübriidautosid on väga erinevaid (vt. Tabel 2). Vastavalt sõiduulatusale, laadimistüübile ja funktsioonidele jagunevad hübriidautod mikro-, pool-, täis- ja pistikhübriidideks (vt. Lisa 2). Täiselektriautod jagunevad akuga ja kütuseelemendiga elektriautodeks. Kuna need kõik erinevad üksteisest, siis tuuakse töös välja nende omavahelised erinevused. Kuna mikrohübriidil ei ole kõrgepingekomponente, siis jätan selle välja. Töös ei kajastata kütuseelemendiga elektriautosid, kuna Eestis on neid vaid mõni ning Eestis puuduvad vesiniku tankimise võimalused [12].

Tabel 2. Hübriidautode erinevused [12, p. 68].

	Start/stop süsteem	Energia regenereerimine pidurdusel	Elektrimootor abistab sisepõlemismootorit	Võimalik liikuda ainult elektri jõul	Veojõuaku laadimine vooluvõrgust
Mikrohübriid	X	X			
Poolhübriid	X	X	X		
Täishübriid	X	X	X	X	
Pistikhübriid	X	X	X	X	X

2.1.1. Poolhübriidauto

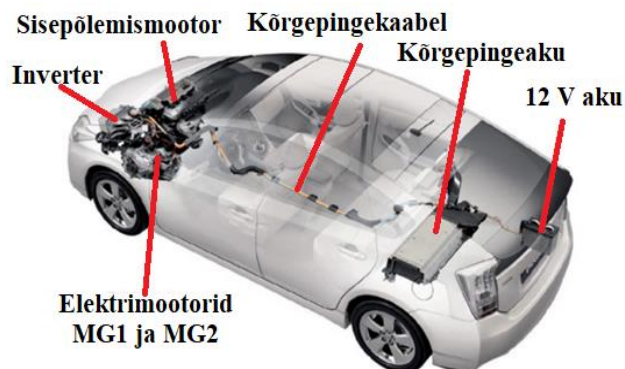
Poolhübriid MHEV on hübriidauto puhul kõige odavam lahendus, millel on iseloomulikud kõrgepingekomponendid. Tavalise sõiduki generaatorit on modifitseeritud, et sellega oleks võimalik käivitada sisepõlemismootorit ja osaleda vähesel määral veojõu suurendamisel. Süsteemid töötavad 42–48 voldise pingega eraldi vooluahelas, kuhu on peale elektrimootori ja generaatori paigaldatud liitiumioonaku ning inverter. Pingemuunduriga langetatakse pinge 12 voldini, et tagada pinge sõiduki tööks vajalikele teistele elektrivõrkudele. Poolhübriide toodetakse, kuna see on üks soodsamaid lahendusi, vähendamaks sõiduki kütusekulu ja mürgiste heitgaaside hulka. [15]



Sele 4. Poolhübriidi komponendid [15]

2.1.2. Täishübriidauto

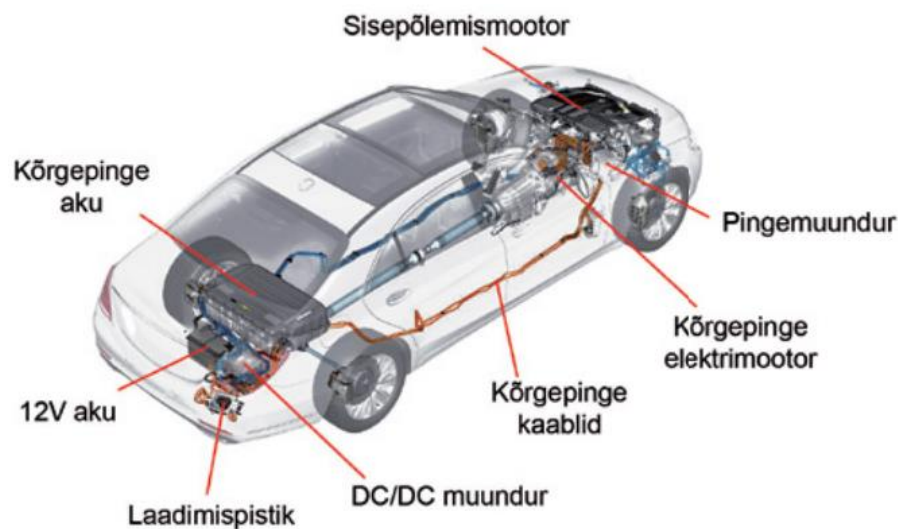
Täishübriidauto ehk HEV on hübriidsõiduk, millel on sisepõlemismootor ning vähemalt üks elektrimootor. HEV puhul kõrgepinge süsteemi vooluvõrgu pinged ületavad 100 volti. On võimalik sõita 2-3 kilomeetrit ainult elektrimootori jõul linnaliikluses. Maanteel sõidul kasutatakse enamasti sisepõlemismootorit, pidurdamisel regenereeritakse energia ja salvestatakse veojõuakusse, et salvestatud energiat kasutada sõitmisel. Elektrimootorit kasutatakse kiirendamisel sisepõlemismootori efektiivsuse tõstmiseks [12].



Sele 5 Toyota Prius hübriidauto [15]

2.1.3. Pistikhübridauto

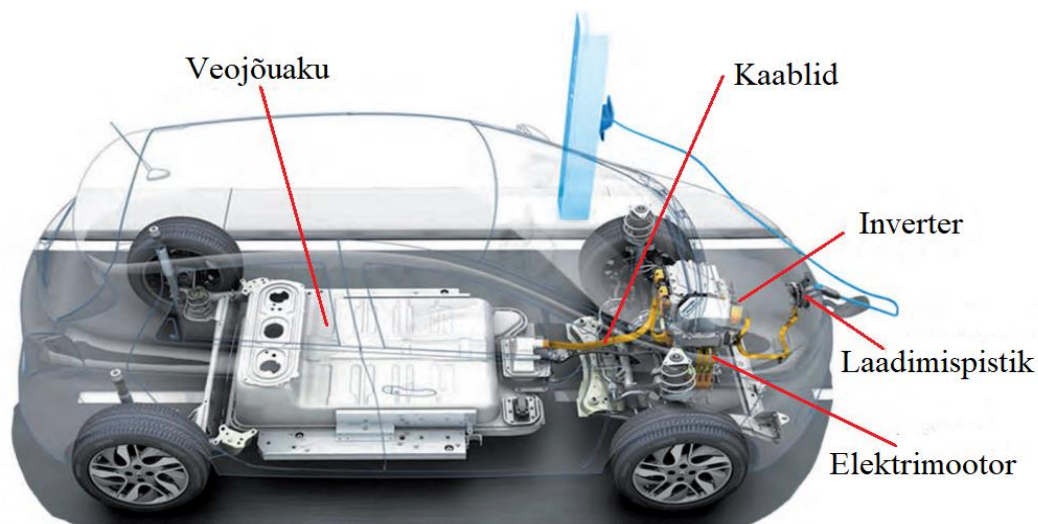
Pistikhübridauto ehk PHEV on hübriidauto, mis erineb eelnevatest selle poolest, et seda on võimalik laadida. Enamasti kasutatakse liitiumioonakut. Kuna sõiduki veojõuakut on saab eraldi vooluvõrgust laadida on võimalik kütuse tarbimiselt tunduvalt kokku hoida. Võrreldes elektriautoga on neil eelis – kui salvestatud elektrienergia saab otsa, on võimalik edasi sõita sisepõlemismootori jõul. Neil on suuremad ja võimsamad akud, mis võimaldavad elektrienergial läbisõitu kuni 50 kilomeetrit. Samuti on elektrienergia kasutamine mõeldud peamiselt linnaliikluses sõitmiseks. [15]



Sele 6 Pistikhübridi ehitus [15]

2.1.4. Elektriauto

Elektriautode akumoodulid asuvad üldiselt põhja all. Elektriauto elektriajam on auto põhiline mootor. Vähestel sõidukitel võib olla veojõumootor paigaldatud ratastele. Juhtmeisolatsioonid, juhtmerüüd ja pistikud on oranži värvi, et eristada neid madalpingeahelatest. Peamised komponendid elektriautode juures on veojõuaku, elektrimootor, pingemuundur, laadimispistik ja kaablid (Sele 7). Kõrgepinge vooluvõrgu pinged on alates 300st kuni 800 voldini, need on seotud aku võimsuse ja süsteemi ehitusega. Igal tootjal on see erinev. Elektriauto puudus on läbisõiduulatus ning kui salvestunud energia saab otsa, siis edasi sõita ei saa. Aku laadimiseks kulub väga palju aega võrreldes sisepõlemismootori tankimisega. Kui jätta välja tootmisprotsess, siis on eelis teiste sõidukite ees see, et puuduvad mürgised heitgaasid. Elektriautod on väga vaiksed ning vibratsioonivabad. Hoolduskulud on madalamad, kuna elektrimootoril on vähem liikuvaid osasid ning väiksem hooldevajadus kui tavapärane sisepõlemismootor. [16] [12]



Sele 7. Elektriauto ülesehitus ja komponendid [16]

2.2. Kõrgepinge seadusandlus

Kuna Eestis on elektri- ja hübriidautod küllaltki uus nähtus, ei ole riik jõudnud välja töötada määruseid ega nõudeid. Töö käigus küsiti Tarbijakaitse ja Tehnilise Järelevalve Ametist, mis seadustest ja määrustest elektriajamiga autodega tegelemisel lähtuda. TTJA elektriohutuse eksperdi nägemus oli, et nõuded elektritöödele on sätestatud seadme ohutuse seaduses ja selle alusel kehtestatud majandus- ja taristuministri määruses nr 74 „Elektripaigaldise käidule ja elektritööle esitatavad nõuded“. Määruse järgi on kõrgepinge pingepiirkond, milles vahelduvpinge on kõrgem kui 1000 V, ja alalisvoolu pinge kõrgem kui 1500 V [17]. IEC standardi järgi loetakse ohtlikuks pingeks vahelduvvoolu puhul üle 50-voldist ja alalisvoolu puhul 120-voldist pinget (Tabel 3). IEC on määranud vahemikud kõrge, madala ja eriti madala pinge jaoks [12, p. 24].

Tabel 3. IEC Rahvusvaheline Standard 60038 [12, p. 24]

IEC pinge vahemikud	Vahelduvvoolu korral	Alalisvoolu korral	Oht
Kõrge pinge	> 1000 V	> 1500 V	Kaarleek
Madal pinge	50-1000 V	120-1500 V	Elektrilöök
Eriti madal pinge	< 50 V	< 120 V	Madal risk inimesele

Kuna sõidukid ei ole võrguseadmed ega elektripaigaldised, siis ei saa elektriajamitega autodega tegelemise puhul lähtuda IEC Standard 60038-st. Autode ja töökoja tingimused on väga muutlikud, sellest tingituna peavad voolude ohtlikud tasemed olema madalamad kui elektrivõrguseadmetel. Autod võivad olla lumised või märjad, samuti erinevad töökoja tingimused – talvel on külm ja põrandad on märjad, suvel on töökoja sisetemperatuur kõrgem ning töötajate nahk higine [18]. Ühinenud Rahvaste Organisatsiooni Euroopa Majanduskomisjoni eeskiri nr 100 - ühtsed sätted, mis käsitlevad sõidukite tüübikinnitust seoses elektrilise jõuülekande erinõuetega (Tabel 4) on määranud

kõrgepingeks ehk ohtlikuks pingeks elektriautodel alalisvoolu puhul alates 60 V ning vahelduvvoolu puhul 30 V. [12, p. 24]

Tabel 4. ÜRO Eeskiri 100 “Kõrgepinge elektriauto puhul” [12, p. 24]

Voolutüüp	Pinge suurus
Alalisvool	> 60 V
Vahelduvvool	> 30 V

Seadme ohutuse seadusest tulenevalt peab seadmetöö eest vastutav isik tagama, et seadmetööd tegev isik oleks kompetentne või tööd tehakse kompetentse isiku kontrolli ja juhendamise all. Sama seaduse paragrahvis 10 isiku kompetentsusele esitatavate nõuete peatükis kirjeldatakse, et isik peab oma kompetentsi tõendama näiteks sertifitseerimisasutuse antud pädevustunnistusega või kutsetunnistusega. Oskused on tõendatud, kui isik omab kutsetunnistust või sertifitseerimisasutuse pädevustunnistust. Eestis riik elektriamitega autode tegelemisega seoses kutsetunnistusi ei väljasta. Tootjad ja tootjate esindajad määravad koolitusvajaduse ja väljastavad sertifitseerimistunnistusi. Kvalifitseerimata ja kolmandatel isikutel on rangelt keelatud iseseisvalt kõrgepingesüsteemidega töötada või avatud kõrgepingekomponentide läheduses viibida. Näiteks Soomes peavad kõik elektriamiga autodega tegelevad isikud läbima SFS6002 koolituse, mis on elektritööd tegeva isiku esmane elektriohutuse koolitus [19]. Eestil on arenguruumi, et töötada välja oma määrused ja nõuded elektriamiga autode remontimisel [20].

2.3. Kohustused tuleohutuse tagamisel

Vastavalt Tuleohutuse seadusele on töötajatele ja ettevõttele kehtestatud kohustused tuleohutuse tagamiseks [21].

Töötajad peavad järgima tuleohutusnõudeid [21]:

- kontrollima nende valduses oleva ehitise, ruumi, seadme ohutust ja nõuetekohasust;
- tagama seadmete ja paigaldiste kasutamisel ning küttekoldevälise tule ja tuletöö tegemisel ohutuse inimese elule, varale ja keskkonnale;
- tagama ehitises nõutavate päästevahendite ja tuleohutuspaigaldiste olemasolu ja kontrolli;
- tagama ohutu evakuatsiooni; rakendama tulekahju leviku takistamiseks ja kustutamiseks esmaseid meetmeid;
- teadma oma kohustusi tulekahju korral;
- tulekahju avastamisel teavitama sellest viivitamatult päästeteenistust hädaabinumbri 112.

Ettevõtte või asutuse juhi kohustused on vastavalt tuleohutuse seadusele korraldada töötajatele enne tööle asumist tuleohutuse koolitus ning vähemalt üks kord aastas evakuatsiooni ja tulekahju korral tegutsemise õppus; tutvustama töötajatele tuleohutusnõudeid ning kontrollima nende täitmist; tagama töötajatele tuleohutuspaigaldiste ja päästevahendite kättesaadavuse; teavitama töötajaid võimalikest tuleohtudest ning tulekahju ennetusmeetmetest vastaval ametikohal [21].

2.4. Riskid elektriajamiga autoga töötamisel

Elektriajamiga autode kõrgepingekomponentidega töötamisel on oht saada elektrilöök või põletushaavad. Valesti käitumisel võivad tagajärgedeks olla tõsised vigastused või surm. Oluline on nende autodega tegeledes järgida autotootja juhiseid, mis on võimalik leida tootjate tehaseportaalist. Hübriidautode puhul on üldiselt kõrgepingeaku paigaldatud pagasiruumi või tagaistme alla. Kui midagi kõrgepingeahelas on vaja vahetada või remontida, tuleb teha tööd vastavalt tootja juhistele. See ennetab riski saada elektrilöök või lühistada kõrgepingesüsteeme [12].

Elektriajamiga autoga kaasnevad lisaohud lisaks neile, mis on seotud tavapärase sisepõlemismootoriga sõiduki remondi, hoolduse või muude tegevustega. Need ohud on välja toodud Töötervishoiu ja tööohutuse juhtorganisatsiooni HSE veebilehel ning elektri- ja hübriidautode õpikus [12, p. 30] [22]:

- Pinge all olevatest kõrgepingekomponentidest ja -kaablitest võib saada surmava elektrilöögi või põletushaavu.
- Kõrgepingeakus salvestunud energia võib põhjustada tulekahju või plahvatuse.
- Kõrgepingekomponendid võivad säilitada ohtlikku pinget isegi siis, kui süüde on välja lülitatud.
- Sõiduk või sõiduki komponendid võivad hakata liikuma, kui unustada sõiduki mootor ootel asendisse.
- Kõrgepingeaku vahetusega seotud füsioloogilised ohud.
- Kõrgepingeaku vigastustega seotud ohud, elektrolüüdi leke või tulekahju.
- Otsasõiduohut; liiklusõnnetus, kuna elektriautod on väga vaiksed.
- Magnetilised potentsiaalid on ohtlikud meditsiiniliste seadmetega isikutele.

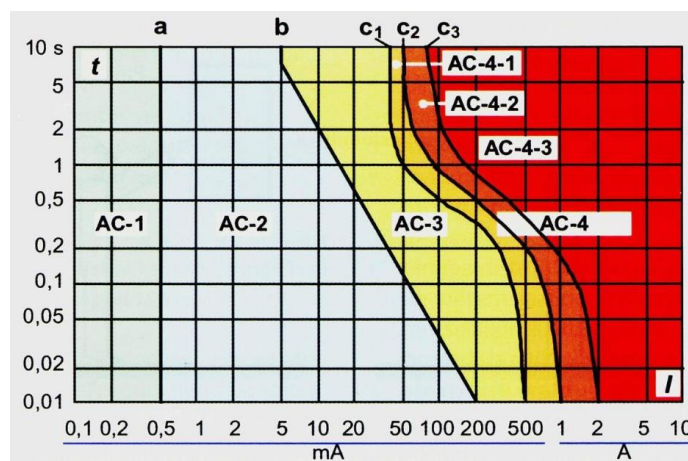
2.4.1. Elektriöögioht

Tõsine oht inimesele vahelduvvoolu puhul on alates 30 milliamprist. Vahelduvvoolu korral oleneb tagajärg voolu all oldud ajast, kogusest ja voolu sagedusest ning inimese enda kehatakistusest.

Takistus sõltub kehaniiskusest ning voolu läbimise teekonnast. Kehatakiustus võib olla niisketes oludes poole väiksem kui normaalolekus. [12, p. 26] Vastavalt IEC rahvusvahelisele standardile 60479-1 jaotatakse vahelduvvoolu tagajärjed voolukogusele ja saadud elektrilöögi ajahulgale neljaks. Seda on näha alumisel graafikul (Sele 8) [23].

Ohutsoonid [23]:

- 1) AC1: mõju on tühine, inimene ei tunne;
- 2) AC2: tajutav, säilib lihastele üle kontrolli;
- 3) AC3: lihased tõmbuvad kokku, tugev elektrišokk, pöördumatud kahjustused nagu välised ja sisemised põletused ning sisemised verejooks. Hingamisraskused;
- 4) AC-4 pöördumatud vigastused, südame ja vereringe seiskumine tõenäosus väga suur.



Sele 8. IEC standard 60479-1 Vahelduvvoolu mõju inimesele ja koduloomadele [23]

Vastavalt graafikule suudab inimene pool sekundit 30 mA löögi enamasti ilma pöördumatute tervisemõjudeta vastu pidada. Majade rikkevoolukaitse on loodud rakenduma 30 milliampri pealt. Honda tehasejuhises on välja toodud, et elektrilöögi saamise tagajärjel võivad tekkida ka teised vigastused, kuna inimene kaotab kontrolli oma keha üle. Näiteks on elektrilöögi ehmatuse nii suur, et püütakse vooluvõrgust ise vabaneda ja selle tagajärjel tekitatakse endale suuremaid tervisekahjustusi. Näiteks kukutakse millegi vastu või kõrgelt alla. Samuti on vigastuse saamise oht kolmandatel isikutel, kes tulevad elektrilöögi saanut aitama või voolu alt vabastama. [12, pp. 23-27] [20]

Vahelduvvoolu mõju sama pingega ja voolukoguse puhul on 3–5 korda ohtlikum kui alalisvoolu korral. Alalisvoolu puhul tuleb arvestada ainult voolukoguse ja ajaga. Sagedus vahelduvvoolu puhul rolli ei mängi, kuna see on konstantne. Ohtlikud on mõlemad, aga alalisvoolu puhul on pöördumatute vigastuste ja lihaste kokkutõmmete jaoks vaja suuremat voolutugevust kui vahelduvvoolu puhul.

Alalisvoolu puhul ulatub voolukogus 300–500 milliamprini. Mida madalam on keha takistus, seda kiiremini ja väiksema voolukogusega jõutakse surmava tagajärjeni. [12, pp. 29-31]

Tervisemõjud seoses elektrilöögi saamisega. Põletushaavad kehaosades, mida elektrivool läbib. Mustunud-punetavad haavad mis ei veritse. Tugeva elektrilöögi tagajärjel tekivad südame rütmihäired ja hingamispuudulikkus. Keha läbiv vool võib põletada veresooni ja hiljem võivad tekkida sisemised verejooksud ning silmade, siseorganite ja kudede tugevad kahjustused. Pärast elektrilöögi saamist tuleb alati pöörduda haiglasse kontrolli [24] (Sele 9, 10, 11).



Sele 9. Elektrilöögi sisenemise koht käel [25]



Sele 10. Elektrilöök maandatud läbi parema käe sõrme [25]



Sele 11. Elektrilöögi maandatud läbi jalgade [25]

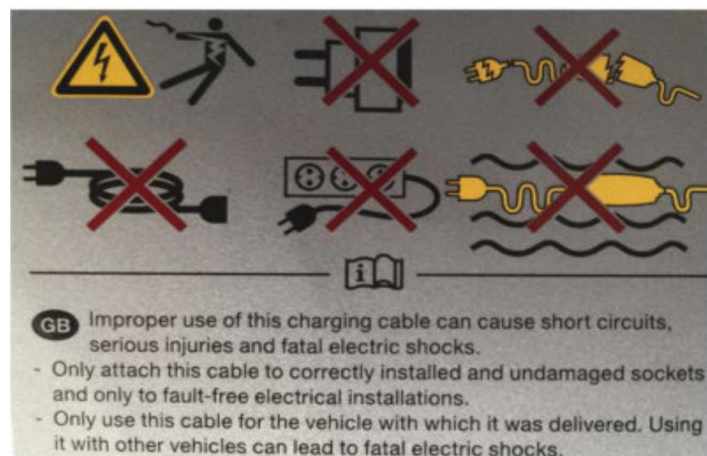
2.4.2. Tulekahju ja plahvatusoht

Põlevad ja põlenud elektriajamiga sõidukid sisaldavad endas ohte, nagu elektrilöök, põletused, kaarleek, kaarvõrk, plahvatus, kemikaalide leke ning mürgiste aurude ja gaaside eraldumine. Sellistes olukordades on ohus töötajad, möödujad, päästeteenistuse töötajad ning hilisemalt auto taastamisega seotud personal. Päästetöötajad peavad tegema esmase riskihindamise. Kanda tuleb isikukaitsevahendeid ning tulekahjuga tegeledes lähtuda tootja juhistest või riigi seadusandlusest. Erinevate elektriajamitega autod ja nende komponendid erinevad üksteisest. Alati tuleb lähtuda tegeletava sõiduki tootja juhendist. Seetõttu tuleb esimesena identifitseerida mark ja mudel ning lähtuda tootja juhendist, mis tegevused on ohutuse tagamiseks vajalikud. [12, pp. 34-35]

Kõrgepingeaku tulekahju korral pole kustutamisel häid lahendusi. Põlengu temperatuur on väga kõrge ning põlengu tulekolle asub akukorpuse sees. Osa tootjaid soovib lasta kõrgepingeaku tulekahju korral sellel lõpuni põleda, kui kõrvalasuvale infrastruktuurile pole ohtu. Kui proovida seda veega kustutada, tuleb kasutada väga suurel hulgal vett. Tesla ohutusjuhendis on veekulu kustutustöödel jääb vahemikku 11000-30000 liitrit [26]. Veega saab akukorpust jahutada. Vähene veekogus temperatuuri ei alanda ning tekitab mürgiseid gaase lisaks. Populaarsemad kõrgepingeakud on Li-ioon ja nikkel-metallhüdriidaku. Tuleb täpselt lähtuda tootja nõuetest. Li-ioon aku puhul on väga suur oht aku korduvaks süttimiseks. Pärast põlengut tuleb jälgida sõidukit termokaameraga, kui tootja ei ole näinud ette teistsugust lahendust [12, pp. 34-35].

Tulekahju põhjused võivad olla laadimise käigus tekkinud kõrgepingeaku rike ning valed laadimisvõtted. Laadimiseks on mitu varianti: kodus laadimine seinakontaktist, seinakarbist või laadimisjaamas kiirlaadimine. Igasuguste vaheadapterite ja pikendusjuhtmete kasutamine on

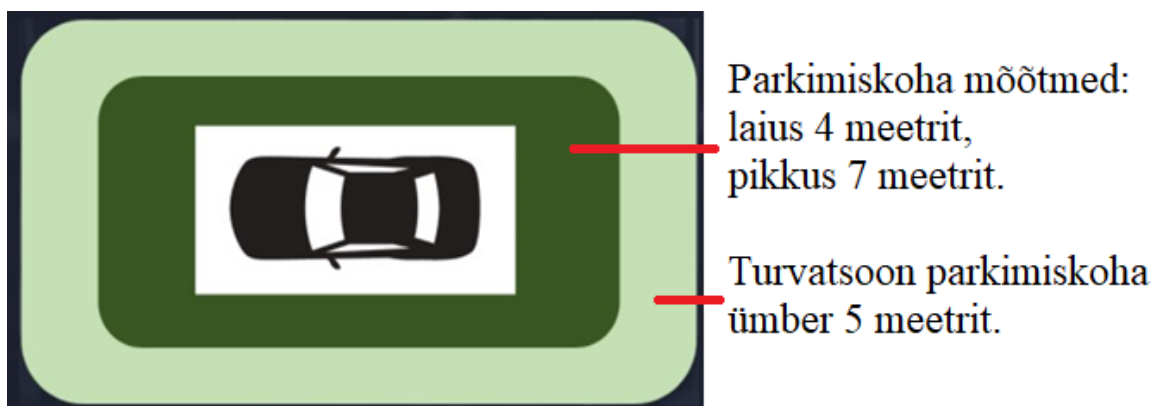
keelatud. Samuti on keelatud vigaste ja uppunud laadimiskaablite ning laadimisseadmete edaspidine kasutamine(vt. Sele 12) [12, p. 162] .



Sele 12. Akulaadija kaabli ohutussilt [12, p. 162]

Elektriamiga auto, mis on avariiline, põlenud, uppunud või mõnel muul moel tugevate kahjustustega, tuleb teistest sõidukitest eraldada, kui tootja ei näe ette teistmoodi käsitlemist. Eraldusala asukohad ja ohutusnõuded on leitavad vastava tootja järelturu portaali dokumentatsioonist.

Järgnevalt tuuakse näide Stellantise nõudest elektriamiga autode eraldusala kohta. Vastavalt Stellantise ohutusjuhisele peavad tugevalt kahjustatud elektriamiga sõidukite parkimiskohad asuma väljaspool hooneid. Elektri- või hübriidautod peavad sel alal asuma vähemalt 5 meetri kaugusel üksteisest. Parkimiskoha laius peab olema vähemalt 4 meetrit ja pikkus vähemalt 7 meetrit . Turvatsoon on 5 meetrit ümber parkimiskoha (vt. Sele 13) [27]. Avariilise, põlenud, uppunud või muul kahjustatud Tesla Model S sõiduki puhul on märgitud ohutuks kauguseks hoonete ja teiste sõidukitega 15 meetrit [26].



Sele 13. Sõidukite eraldusala [27]

2.4.3. Elektrolüüdiga seotud ohud

Elektrolüüt on väga mürgine, nahale või silma sattudes söövitav ning väga tuleohtlik. Pärast elektrolüüdiga seotud õnnetust tuleb alati arsti poole pöörduda. Arst puhastab põhjalikult naha või silmad ning kontrollib, kas edasised toimingud on vajalikud. Kui seda ei tehta, on järgnevate päevade jooksul oht tervisekahjustuse suurenemiseks [28].

Populaarsemad kõrgepingeakud elektriajamiga autodel on nikkelhüdriid ja liitiumioonakud. Nende elektrolüüt on erinev. Liitiumioonaku puhul on elektrolüüdiks orgaaniline lahusti liitiumsoolaga. Nikkel- metallhüdriid aku puhul kasutatakse kaaliumhüdrokksiidi elektrolüüdina. Lisaks kõrgepingeakule on elektriajamiga sõidukitel olemas tavapärase 12 V pardaaku, milles elektrolüüdina kasutatakse väävelhapet (vt. Tabel 5). [16] [15]

Tabel 5. Kõrgepingeaku tüüp ja elektrolüüt [15] [16]

Akutehnoloogia	Elektrolüüt	Kus leiab kasutust
Liitiumioonaku	Orgaaniline lahusti + liitiumsool	Enamus elektri- ja hübriidautode kõrgepingeakud.
Nikkel- metallhüdriid aku	Kaaliumhüdrokksiid	Toyota, Lexus, Honda IMA, Peugeot hübriidautod. [12]
Pliihapeaku	Väävelhape	Mikrohübriidautodel lisaaku, Enamus elektri- ja hübriidautode pardaaku.

Avarii või tugeva kõrgepingeaku korpuse deformatsiooni korral on oht elektrolüüdi vedeliku lekkele. Näiteks avarii korral saab vedelik lekkida murdunud pistikute avadest. Kindlasti tuleb sellise olukorra puhul identifitseerida sõiduki mark ja mudel ning lähenedes kasutada vastava tootja nõutud isikukaitsevahendeid ning järgida tootja juhiseid. All on toodud tootja elektrolüüdi tööohutuse nõuded. Iga tootja juhised võivad erineda, kuna kõrgepingeaku elektrolüüt võib koostiselt erineda (vt. Tabel 6) [29] [28]

Tabel 6. Näiteid tootjate juhistest elektrolüüdi kohta

Tootja	Ohutusabinõud, nõuded, tegevused kõrgepingeaku gaasi või elektrolüüdi lekke korral
Kia [28]	• Süüde välja lülitada ja auto võti viia vähemalt 2 meetri kaugusele, et vältida mootori käivitamist. • Eemaldada kõrgepingeaku hoolduslahutuspistik, et vältida tuleohtu. • Siseruumide lekke korral ventileerida ruumid ja evakueerida töötajad ohutusse kohta. • Elektrolüüdi nahale sattumisel kohe vigastatud koht boorhappelahusega neutraliseerida ja jooksva vee või soollahusega puhastada. • Elektrolüüdi silma sattumisel puhastada kohe silm ettevaatlikult veega ning pöörduda arsti poole. • Kui laadimise ajal tekib kõrgepingeaku sisemise kõrge temperatuuri tõttu gaasileke väliskeskkonda, ära kasuta kõrgepingeakut enne, kui aku on toatemperatuurini maha jahtunud.
Honda [29]	• Allaneelamise puhul pöörduda kohe arsti poole. • Lekke avastamisel kanda nõutud isikukaitsevahendeid (kaitseprillid, isolatsioonikindad, isolatsioonijalanõud, isolatsiooniga tööriistad). • Hoida lahtine tuli lekkivast veojoüakust eemal. • Töötada alati hästi ventileeritud ruumides. • Koguda leke kokku töökojalappidega.

2.4.4. Raskuste teisaldamine, kukkuvad esemed

Tööõnnetused raskuste teisaldamisel või tõstmisel võivad juhtuda siis, kui ei ole sobivaid abivahendeid suurte ja raskete esemete tõstmiseks ja liigutamiseks või neid abivahendeid ei kasutata. Kõrgepingekomponentide vahetamisel või remontimisel võib raskete esemete tõstmist ette tulla. Kõrgepingeakud elektriauto põhja all võivad kaaluda üle 200 kilogrammi. Nissan Leaf puhul kaalub aku 200–300 kg olenevalt võimsusest. [30] Samas kaaluvad Tesla võimsamad akud üle 500 kilogrammi [26]. Mõjud tervisele võivad olla füüsilised: seljavigastused, jäsemete vahelejäamine sõiduki seadmete vahele. Raske eseme kukkumise traumad olenevad sellest, mis kehaosa see tabab. Ennetusmeetmena kasutada tootja juhiseid kõrgepingeakude vahetamisel. Tootjad nõuavad akude tõstmiseks tõstelaudu (Sele 15). Samuti võib kergemate moodulite tõstmiseks kasutada agregaadikraanat (Sele 14) [30]. Nagu all tabelist näha, on hübriidautode akud kergemad ja elektriautode puhul kehtib reegel, et mida suurem on mahtuvus, seda raskem on aku kaal (vt. Tabel 7). Väiksem luukpära 50 kWh aku kaalub alla 400 kilogrammi, linnamaasturite ja luksussedaanide akud kaaluvad 400–600 kilogrammi. [31]

Tabel 7. Kõrgepingeaku kaalud [13]

Mudel	Veojõuaku kaal (kg)	Aku mahutavus (kWh)
2023 Kia Sportage PHEV	140	13,8
2021 Kia Soul EV	274	30
2019 Kia Niro EV	457	64
2022 Kia EV6	370/477	58/77,4
2016 Tesla Model S	540	85



Sele 14. Akumooduli tõstmine tõstekraanaga [32]



Sele 15. Tõstelaud Blitz veojõuakude tõstmiseks [33]

2.4.5. Kõrgepingeaku hoiustamine ja transport

Pärast kõrgepingeaku vahetamist tuleb seda vastavalt tootja nõuetele hoiustada kuni tehasesse tagastamiseni. Kui juhiseid mitte järgida, on oht tulekahju tekkimiseks, töötajatel elektrilöögi saamiseks. Tootjate nõuded kõrgepingeaku hoiustamisel erinevad ning sõltuvad temperatuurist, niiskusest, isoleerimisest, ala piiramisest ja tähistamisest. (vt. Tabel 8) .

Tabel 8. Kõrgepingeaku ja -komponentide hoiustamisele esitatud nõuded

Tootja	Nõuded
Nissan [30]	• Isoleerida kõrgepingeaku pistikud ja terminalid, et miski ei saaks nendega kontakti • Hoiustada hästi ventileeritud kohas, kuhu ei paista päike (õues hoiustamine keelatud) • Antistaatiline kummikate asetada kõrgepingeaku alla ja peale • Antistaatilise katte peale tuleb nähtavale kohale asetada hoiatussilt „Ettevaatust! KÕRGEPINGE“ koos hoiustamise eest vastutava isiku nimega • Kõrgepingeakude virnastamine on keelatud • Akut on keelatud keerata ümber või hoiustada külje peal • Keelatud on paigutada väga niisketesse ruumidesse, kus aku võib sattuda veega kontakti • Vältige teiste esemete kukkumist aku peale
Peugeot [27]	• Eraldi märgistatud ladustamisala, mis on tähistatud ohusiltidega, mis võivad töötajat ohustada • Ruumi temperatuur vahemikus 0–30 kraadi • Otsene päikesevalgus keelatud • Kõrgepingeaku hoiustamise ala peab olema ventileeritud • Hoida eemal tilkuvast veest • Ei tohi kokku puutuda lahtise tule ja sädemetega • CO₂-tulekustuti peab olema laualasse sisenemisel ja võimalikult lähedal ohuallikale
Škoda [34]	• Liitiumioonakut ei tohi hoiustada õues või otseste töökohtade juures • Hoiustatud liitiumioonakut tuleb kaitsta mehaaniliste, termiliste ja niiskuse mõjude eest • Liitiumioonakude ladustamise ala peab olema piiratud

Peugeot eristab ohutut kõrgepingeakut ohtlikust. Peugeot loeb kõrgepingeaku ohtlikuks, kui aku vastab järgmistele tunnustele: välised vigastused, kahtlased lõhnad, vedeliku leke, on näha suitsu või leeke, isolatsioonitakistuse mõõtjaga testimise käigus takistusvigade tuvastamine. Ohtlikud akud tuleb tehasesse saata metallkastis, mis kaalub ~ 500 kilo (lisandub aku kaal). Ohutu kõrgepingeaku saadetakse tagasi originaalkastis, mis kaalub 150 kilogrammi (lisandub aku enda kaal). [27]

2.5. Ohutusabinõud

Lõputöö järgnevates punktides on välja toodud ohutusabinõud elektriajamitega tegelemisel. Igal tootjal on vastavalt akule või sõiduki tüübile omad nõuded. Kui teada nõudeid ja juhiseid, siis saab selle informatsiooniga koostada tegevuskava, viimaks ettevõtte teeninduse nõuetega vastavusse. Ettevõttel tuleks esialgu eraldada finantsilised vahendid näiteks tehasetoe, koolituste, isikukaitsevahendite, töökohta ja ruumide kohandamiseks ning tööriistade ja laadimisseadmete soetamiseks. Ettevõtte peab arvestama sellise alginvesteeringuga enne elektriajamitega sõidukiga tegelema hakkamist.

2.5.1. Tootjapoolne väljaõpe

Autotootja näeb ette koolitusvajaduse elektriajamiga autode tööloiguga kokkupuutuvatele isikutele. Lisaks margipõhistele erinevustele tuleb tähelepanu pöörata ka eri mudelitele. Mudelipõhine koolitus on aktuaalne kuna kulude kokkuhoidmiseks teevad tootjad koostööd. Näiteks Toyotale toodab elektribikuid Stellantis. Need mudelid vajavad Stellantis koolitust. Teine näide Opelil: Ampera-e on toodetud koostöös General Motorsiga ning uuemad Opelid on toodetud koostöös Stellantisega. Nende tootjate elektriautode lahendused on erinevad. Tootja poolt koolitamata isik võib kõrgepingekomponentide remondi käigus tekitada vigastusi endale või kolleegidele. Tootjad on enamasti jaganud tasemed kolmeks [18]:

- ohutadlik isik;
- elektriajamiga auto tehnik-elektrik;
- elektriajamiga auto diagnostik-ekspert.

Täpsemad tootjate sertifitseerimise tasemed on kirjeldatud vastava tootja remondijuhistes. Töös tuuakse kahe tootja näitel nõuded töötajate kvalifikatsioonile (Tabel 9). Ühe tootja koolitused ei anna õigust, remontida teise tootja toodetud autosid. Näite põhjal võib järeldada, et eri tootjate koolitusprogrammid ei kata üksteist, alati lähtuda vastava tootja nõuetest, millega tegeletakse.

Tabel 9. Näited tootjate nõuded kvalifikatsioonile

Škoda [34]	• Juhendatud isik- Üldised remondi- ja hooldustööd elektriajamiga sõidukiga. Töötamine kõrgepingevabade süsteemidega tootja atesteeritud isiku järelevalve all. • Volitatud isik, kellel on lubatud kõrgepinget välja ja sisse lülitada. Võib iseseisvalt kõrgepingesüsteemides kõrgepinget sisse ja välja lülitada. Töötamine kõrgepingevabade süsteemidega tootja atesteeritud isiku järelevalve all. • Kõrgepingetehnik- iseseisev töötamine kõrgepingesüsteemidega. Madalama kvalifikatsiooniga isikute juhendamine. • Kõrgepinge ekspert- Vea otsimine kõrgepingega pingestatud süsteemides. Samuti madalamate tasemete töötajate juhendamine ning kõrgepingekomponentide remont pingevabades ahelates.
Honda [20]	• Sertifitseeritud elektrik või tehnik jaguneb kahe taseme vahel: 1) elektrifitseeritud jõuajamiga tehnik, tase 1 – hübriidautode remontimisele spetsialiseerunud tehnik 2) elektrifitseeritud jõuajamiga tehnik, tase 2 – elektriauto remontimisele spetsialiseerunud tehnik • juhendatud isik – võib teha hooldustöid, autopesu ja muid väheohtlikke töid ja tegevusi sertifitseeritud isiku juhendamisel. • Kvalifitseerimata, kolmandad isikud võivad teha proovisõitu ja muid sõitmisega seotud tegevusi.

2.5.2. Isikukaitsevahendid

Pingetööde või kõrgepingekomponentide läheduses nõuavad tootjad isikukaitsevahendite kasutamist. Pärast ohtliku pinge väljalülitamist tuleb kontrollida, et kõrgepingeahelates on pinge ohutu. Autoremonditöökojas on tavapärane isikukaitse turvajalanõud, tööriided, kaitseprillid, kõrvaklapid ja töökindad. Spetsiaalsed isikukaitsevahendid elektriajamiga autode puhul on näiteks isolatsioonikindad, nahast pealiskindad, antistaatilised jalanõud, antistaatiline ülikond, kiiver, näovisiir või prillid. Näovisiir on näo ja silmade kaitsmiseks kuuma metalli pritsmete, sädemete ja happe eest. Isolatsioonikinnaste puhul tuleb enne kasutamist kontrollida vastavust standardile ning kinnaste kasutamise kuupäeva. Alati tuleb kontrollida isikukaitsevahendite korrasolekut ning katkiseid isikukaitsevahendeid ei tohi kasutada.



Sele 16. Isikukaitsevahendid

Tabel 10. Näiteid isikukaitsevahenditest kõrgepingetöödel

Tootja	Nõuded
Peugeot [31]	Tööriiete komplekt, tööjalanõud, kiivriga visiir, isolatsioonikindad, nahast pealiskindad
Kia [28]	Isolatsioonikindad, antistaatilised jalanõud, isolatsiooni ülikond, kiiver, kaitseprillid või visiir, isolatsioonimatt,
Honda [20]	Isolatsioonikindad, kaitseprillid või visiir, tööjalanõud,
Škoda [34]	Kaitseprillid, isolatsioonikindad, vastav riietus, kiivriga visiir, antistaatilised jalanõud,

2.5.3. Autotootjate tehasejuhised ja EuroRescue

Elektriajamitega autodega tööohutuse tagamiseks tuleb järgida tootjate nõudeid ja juhiseid. Autotootjatel on kohustus US EPA nõude järgi teha mõistliku hinna eest kättesaadavaks tehasejuhised ja nõuded. Autotootjad pakuvad tänapäeval teavet veebilehtedel digitaalsel kujul. Kaardistasin tootjate veebilehtede veebilingid ja koostas tabeli, mis on leitav töö lõpus (Lisa 3). Informatsiooni saamiseks tuleb registreerida kasutajaks ning pärast seda on võimalik raha eest soetada ligipääs informatsioonile ning tarkvaradele. Samuti on mõne tootja puhul võimalik samas programmis ligi pääseda orginaalvaruosade tellimisele ning veebikoolitustele. [35]

Näiteks Mitsubishi portaalis on tasu eest võimalik osta litsents, millega saadakse juurdepääs juhtplokide tarkvara uuendustele, tootja uudiskirjadele, OBD diagnostikale, kasutajate multimeedia kasutusjuhenditele, sõidukite kasutajajuhenditele, uute autode ettevalmistusjuhiste, koolitusmaterjalidele, tüübikinnitusnumbritele, tagasikutsumiste informatsioonile ning hooldus- ja remondimanuaalidele. Mitsubishi puhul on aastamaks 1600 eurot kogu materjali eest, mis on keskmine tasu [35]. Hinnad ja paketid erinevad tootjate puhul väga palju – 445 eurost kuni 3520 euroni aastas (Tabel 11).

Tootjate veebilehtedel (Lisa 3) saadaoleva informatsiooni järgi koostas autor Tabel 11: tootjate tehnilise informatsiooni tasud. Hinnad on väga erinevad, samuti sisu, mida pakutakse. Osa tootjaid pakub erinevaid pakette. Näiteks Toyota puhul saab valida standard, professionaalse diagnostika või professionaalse turvalisuse paketi vahel. [36]

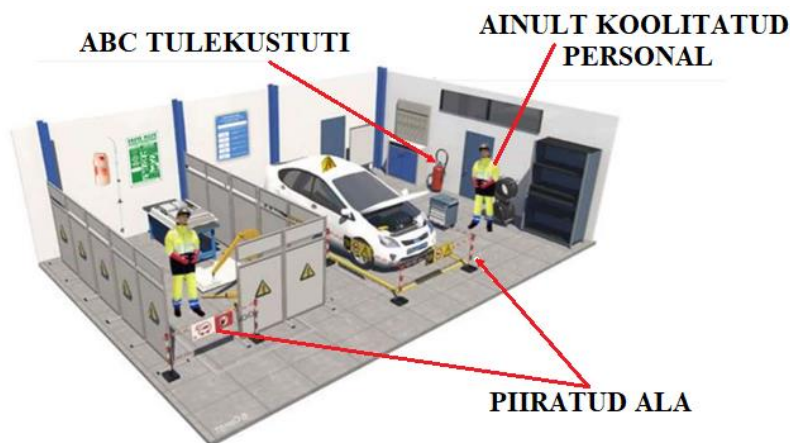
Tabel 11. Tootjate tehnilise informatsioon tasud

Tootja	Tunnitasu (€)	Päevatasu (€)	Kuutasu (€)	Aastatasu (€)
Renault, Dacia	8	26	339	3520
Ford	14	140	510	3000
Tesla	30	98	345	2950
Audi, Volkswagen, Seat, Škoda	7	30	310	2850
Peugeot, Citroën	8	29	420	2700
BMW	-	30	250	2500
MINI	-	27	230	2300
Bentley	-	30	250	2000
Mazda	-	28	230	2000
Chrysler, Dodge, Jeep, FIAT, RAM	10	24	230	1600
Mitsubishi	6	16	160	1600
KIA	-	-	139	1390
Honda	-	23	115	1160
Hyundai	-	37	55	550
Lexus, Toyota (Standard pakett)	-	-	19	445

Tootjad on laadinud üles mudelite pääste- ja esmaabijuhised Euro NCAP EuroRescue rakendusse. See on mõeldud peamiselt päästeametile. Rakendus on kõigile tasuta allalaetav Androidi ja Apple'i rakenduspoodidest. Juhistes on välja toodud oluliste komponentide paiknemine sõidukis, näiteks kõrgepingekomponentide asukohad. Ära on näidatud, kuidas identifitseerida elektriajamiga autot tavamudelilt. Samuti on informatsioon sõiduki väljalülitamise kohta ning kui kaugelt tuleks sõiduki pult sõidukist viia. Lisaks on näidatud ära pardaaku juurdepääs, näiteks kuidas avada kapotti, kui aku asub mootoriruumis. Samuti on ära toodud veojõuaku hoolduslahuti asukoht ning pistiku eemaldamise juhised. Lisaks informatsioon veojõuaku pingest kohta. Juhised sisaldavad isikukaitsevahendeid, mida tuleb kanda elektriajamiga autode päästetöödel (Lisa 4) [37]

2.5.4. Töökoja ja töökoha nõuded

Töökojas, kus tegeletakse elektriajamitega sõidukiga, tuleb kasutada kollektiivseid kaitsevahendeid, et ära hoida võimalikke õnnetusi nende autodega töötavate või nende läheduses asuvate inimestega. Kollektiivsed kaitsevahendid on isoleerivad kotid, isoleerivad katted ja sõiduki tähistamis-eralduskomplekt. Kõigepealt tuleb elektriajamiga auto töökojas vastavalt töö iseloomule identifitseerida ja töökoht tähistada. (vt. Sele 17) Seejärel paigaldada auto spetsiaalselt piiritletud alale, mille nõuded võivad erineda vastavalt riiklikule seadusandlusele või autotootjale. [27]



Sele 17. Ühe tootja nägemus elektriajamiga auto ja kõrgepingekomponentide töökohast ja remondiruumist [27]

2.5.5. Tööriista nõuded

Ohutuse tagamiseks on oluline, et elektriajamiga autode remondil kasutatavad tööriistad (Sele 18) oleksid elektriohtude vastu isoleeritud ja heas korras. Iga tootja nõuab eri tööriistasisid, mis peavad olema tähistatud vastava ohutusstandardiga, näiteks CAT I, CAT II või 1000 V. Kontrollimaks, kas pingest on süsteemis ohutu, tuleb kasutada pingest puudumise teste või multimeetrit, oleneb kuidas

tootja juhised ette näevad kontrolli teostamist. Mõõtevahendiga kontrollitakse jääkpingeid toiteahelate ning toiteahela ja maanduse vahel. Pingepuudumis- ehk VAT testri (Sele 19) eelis multimeetriga mõõtmise ees on, et puuduv võimalus valida vale mõõtepiirkond, mille tõttu jõutaks vale mõõtmistulemuseni. [27] [31]



Sele 18. Isolatsiooniga tööriista komplekt



Sele 19. Pingepuudumise tester

2.6. Õnnetus- ja ohuolukorrad

2.6.1. Suitsev BMW i8 demoauto Hollandis

Hollandi tuletõrjujad reageerisid edasimüüja müügisalongis suitseva elektriauto BMW i8 (Sele 20) väljakutsele. Esinduse töötajad ja tuletõrje tegutsesid kiiresti ning sõitsid tossava autoga siseruumidest välja – tegemist oli elektriautoga ja vältida tuli sõiduki süttimist. Kohale toodi tõstekraana ja vett täis konteiner ning sõiduk tõsteti 24 tunniks veeanumasse (Sele 21, 22). [38]



Sele 20. Suitsev elektriauto [38]



Sele 21. Veeanumasse tõstmine [38]



Sele 22. Elektriauto veeanumas [38]

2.6.2. Elektriauto põles laadimise ajal maha

Juhtum Eestist Lääne-Virumaalt. Elektriauto Mitsubishi i-MiEV süttis öösel laadimise ajal (Sele 23). Autoomanik kasutas laadimiseks tavalist seinakontakti, mitte spetsiaalselt seinakontakti või -karpi. Omaniku väitel olid täidetud kõik elektriauto laadimiseks esitatud nõuded. Artiklis on välja toodud tootja keeld kasutada laadimisel pikendusjuhet. Õnneks hävisid ainult kõrvalhoone ja kõrval parkinud sõiduauto Audi. Inimesed vigu ei saanud. [39] Sama asi võib juhtuda töökojas.



Sele 23. Põlengus hävinenud elektriauto

2.6.3. Äike ja elektriauto laadimine

Eestis juhtus juhtum, kus elektriauto laadimismoodul sulas ära äikeselöögi tagajärjel. Õnneks sõiduk ei süttinud. Kindlustuse esitatud kahjuteates, et hoones tekkis äikesetormi ajal ülepinge, mille tagajärjel põlesid läbi elektrijuhtmed. Samal ajal oli maja voluvõrku ühendatud elektriauto Nissan Leaf. Abinõuna tuleb majja sisenevale toitekaablile liigpingepiirik paigaldada. Nissani maaletooja esindaja ütleb artiklis, et see on Eestis esmakordne juhus. Varem on ette tulnud ülekuumenenud- või sulamisjälgedega pistikuid. Pikendusjuhet ei tohi kasutada laadimisel. Ning puuduliku maanduse või kõikuva pinge korral ei pruugi elektriauto üldse laadima hakata. [40]

2.6.4. Hyundai Kona ja Lg Chem tagasikutsumine

Autotootja Hyundai Motor on teinud tagasikutsumise seoses elektrilise lühisega Li-ioon kõrgepingeaku tuleohu pärast. Teatud 2019-2020 aastal toodetud autod on põlema läinud. Tagasikutsumise käigus teavitatakse omanikku, et on vaja tulla sõidukiga tagasikutsumiskontrolli. Kontrolli käigus Hyundai tunnustatud remonditöökojas, teostatakse akumoodulile tarkvara uuendus ning Li-ioon kõrgepingeaku kontroll. Kui leitakse akumoodulist defekte akuelementides (Sele 24) asendatakse kõrgepingeaku tootja kuludega uue vastu. Niikaua kuni kontroll või remont pole teostatud, soovitatakse kliendil autot parkida õues ning eemal hoonetest. [41] Lg Chem toodetud

akuelementidega on probleeme olnud ka teistel autotootjatel. Lg Chem akuelementidega toodetud kõrgepingeakudele on tagasikutsumise teinud ka General Motors 2017-2019 aastatel toodetud Chevrolet Bolti ja 2017-2020 aastatel toodetud Opel Ampera-e mudelitele. Sama akuelementi kasutatakse ka Fordi, Jaguari, Audi ja Porsche teatud mudelite kõrgepingeakude tootmisel. [42] Samuti on juhtumeid Jaguari I-Pace süttimistest laadimise ajal. (Sele 25). Transpordilaev Felicity Ace läks põlema 17.02.2022, kus peal oli 4000 Volkswagen grupi sõidukit. Nendest suur osa Porsche ja Audi elektriautod. Ei saa väita põleng sai alguse elektriautost, kuna ekspertiisi ei ole võimalik teha, sest kogu laev uppus põlengu tagajärjel. [43]



Sele 24. Hyundai Kona kõrgepingeaku paisunud element [32]



Sele 25. Jaguar I-Pace tulekustutustööd [44]



Sele 26. Felicity Ace [43]

2.6.5. Elektrotermiline põletus sõrmuse kandmisel

Artiklis kirjeldatakse kuidas 34 aastane automehaanik, kes lehtvõtmega pingutas aku pluss terminali kui samal ajal lehtvõti puudutas maanduspunkti ning tekkis vooluahel. Lehtvõti tekitab lühise aku terminalide ja sõrmuse vahel. Kuld materjalina on väga hea soojusjuhtivusega metall, mis võib kuumeneda mõne sekundiga sulamistemperatuurini. Selle konkreetse juhtumi puhul põletust raviti 3 nädalat, kuid kuna asi paremaks ei läinud, tuli teha nahasiirdamine põlenud kohale (Sele 27). Kui pardaaku tagajärjed on sellised, siis kõrgepinge aku tagajärjed võivad olla kordades suuremad. Kõrgepinge akuga töötades tuleb ehted eemaldada, pinge allolevad komponendid isoleerida, et vältida juhuslikku kontakti [45]. Sõrmuse kandmisel elektrilöögi saamine võib lõppeda ka sõrme kaotusega nagu all oleval näitel näha (Sele 28). [46]



Sele 27. Põletushaav



Sele 28. Sõrmuse kandmisest tingitud elektrilöögi tagajärg [46]

2.6.6. Raske tööõnnetus manööverdades töökojas

Virumaa Teataja kajastas tööõnnetust, kus klient sõitis töökojas otsa 66- aastasele töömehele teadmata põhjustel. Virumaa Teataja informatsiooni kohaselt juhendas töömees klienti sõiduki Toyota Land Cruiseri parkimisel autotõstuki vahele. Kui äkitselt sõiduk kiirendas ning kannatanu jäi töölaua ja sõiduki vahele. Äriühing, mille nimi oli töökoja ukseks, on krediidiinfo andmetel registrist kustutatud, ehk ei toimi enam. Pildil on näha sõiduki vigastusi. Töömehe vigastused olid nii rängad, et töömees suri saadud vigastustesse. [47]



Sele 29 Tööõnnetuses osalenud sõiduk

3. ELEKTRIAJAMIGA AUTO RISKIANALÜÜS

3.1. Ohutegurite määramine

Füüsikaliste ohuteguritena hinnati lõputöös järgmisi ohuallikaid:

1. elektrilöögioht;
2. tuleoht;
3. elektromagnetvälja mõju;
4. eemale paiskuvad osakesed ja sädemed;
5. kokkupõrkeoht;
6. muljumise, vahelejäämise oht;
7. kukkuvad esemed.

Keemiliste ohuteguritena hinnati lõputöös järgmisi ohuallikaid:

1. elektrolüüdi auru leke;
2. elektrolüüdi vedeliku leke.

Füsioloogilise ohutegurina hinnati lõputöös järgmist ohuallikat:

1. raskuste teisaldamine.

3.2. Ohutegurite hindamine

Ohutegureid hinnati Briti Standardi 8800:2400 riskimaatriksi alusel. (vt Lisa 6) Riskianalüüs on dokumenteeritud lõputöö lõpus (vt. Lisa 5). Raskuste teisaldamise hindamisjuhend töö lõpus (Lisa 7). Riskianalüüsi näidise dokumenteerimiseks on võetud riskianalüüsi aluspõhi VITS keskkonnast [48].

Elektrilöögiohtu hinnati kõrge riskitasemega ohuks. Olenevalt ennetusmeetmetest, mida on ettevõttes rakendatud, võib olla riskitase kõrgem või madalam. Tavaolukorras on elektrilöögi saamine väga ebatõenäoline, kuna tootjad on teinud kõik selleks, et elektrilöögiohtu vältida. Kui tootja juhiseid järgida, on tööstaaži jooksul tõenäosus saada elektrilöökk vähem kui 1%. Tööõnnetuse puhul on tagajärjed eriti ohtlikud. Tervisemõjuks on rasked põletushaavad, südame rütmihäired, sisemised verejooksud, elektritraumad ning isegi surm.

Tulekahju hinnati kõrge riskitasemega ohuks. Riski tõenäosus on ebatõenäoline, kuid teatud autotootjate mudelite puhul on kõrgepingeakude osas tuvastatud defekte. Nende tootjate sõidukite

puhul on risk auto süttimisel suurem. Selliste mudelite puhul sekkub tootja kiiresti ning kutsub sõidukid tagasi. Samuti on tõenäolisem tugevalt kahjustada saanud sõidukite süttimine. Aga korras sõiduki puhul on süttimise tõenäosus väga ebatõenäoline või ebatõenäoline. Tulekahju puhul võivad tervisemõjud töötajale olla ohtlikud või väga ohtlikud. Näiteks mürgiste gaaside sissehingamine võib lõppeda mürgistuse või lämbumisega. Põletusvigastused võivad lõppeda surmaga.

Elektromagnetvälja mõju hinnati keskmise riskitasemega ohuks. Jällegi on suhteliselt ebatõenäoline – alla 1% –, et see tööstaaži jooksul juhtuks. Kui tõesti meditsiinilise abiseadmega töötaja peaks magnetväljast olema otseselt mõjutatud, võivad tervisemõjud olla ohtlikud: südame rütmihäired ja enesetunde halvenemine, kuna südamestimulaator ei toimi korrektselt. Samuti kehtivad elektromagnetvälja puhul alaealistele rangemad nõuded. Selle kohta tuleks teha täpsemad mõõtmised, hindamaks elektromagnetvälja mõju alaealiste töötajate tervisele.

Eemale paiskuvaid osakesi ja sädemeid hinnati kõrge riskitasemega ohuks. Ennetusmeetmete rakendamisega saab seda lihtsasti vähendada. Kuid ennetusmeetmeid eirates on täiesti võimalik, et õnnetus juhtub. Tervisemõjuna võib välja tuua töövõime languse seoses silmade või nägemise kahjustusega. Samuti võivad tagajärgedeks olla naha põletushaavad.

Kokkupõrkeohu riskitase hinnati väga madalaks. Selle juhtumine on ebatõenäoline, õnnetuse tagajärjed on luumurrud ja muud rasked traumad. Ennetusmeetmeid rakendama ei pea. Aitab töötajate esialgsest juhendamisest sellel teemal. Liikudes töökojas ja selle territooriumil nii sõitja kui jalakäijana, tuleb olla tähelepanelik. Töötajad on ettenägelikud ja ennetavad riski realiseerumist ise. Soovitav on eraldada jalakäijate liikumisteed sõidukite omast. Aktiivses autotöökojas sisse- ja väljasõitmise teel ei jää keegi seisma. Samuti ei tee juht roolis ohtlikke manöövreid, järske kiirendusi või muud taolist, mida teised liiklejad võivad valesi hinnata.

Muljumis- ja vahelejäämise oht on väga madala riskitasemega. Riski realiseerumisel on tagajärg väheohtlik ning riski tõenäosus on võimalik, aga ebatõenäoline. Tervisemõjud on muljumised, marrastused ja muud kergemad vigastused.

Elektrolüüdi lekke oht on keskmise riskitasemega. Tõenäosus riski realiseerumiseks on ebatõenäoline või madalama tõenäosusega. Tagajärg on väheohtlik ehk võivad tekkida tervisekahjustused, mis võivad tekitada ajutist ebamugavust, nagu silmade ja hingamisteede ärritus. Pikema kokkupuute korral võib ajutine ärritus tekitada raskemaid tervisekahjustusi, nagu mürgistus ja ajutine töövõime langus.

Raskuste teisaldamisel ja tõstmisel kukkuvatest esemetest tulenevate ohtude riskitase hinnati madalaks, võttes aluseks raskuste käsitsi teisaldamise juhendi hübriidauto aku puhul, kui aku kaalub alla 40 kilogrammi ning seda vahetatakse harva. Elektriauto kõrgepingeakude tõstmine käsitsi ei ole mõeldav, kuna need kaaluvad üle 200 kilogrammi. Õnnetus võib juhtuda ainult siis, kui puuduvad sobilikud vahendid raskuste tõstmiseks ja teisaldamiseks või abivahendeid ei kasutata. Selle tagajärjel võib toimuda tööõnnetus, kui proovitakse raskusi käsitsi tõsta või teisaldada. Tervisemõju on ülekoormus, seljavigastused, käte ja randmete vigastused, luumurrud, traumad, mis on tingitud raske eseme kukkumisest töötaja peale. Tuleb muretseda ja kasutada tootja ettenähtud tõstevahendeid.

3.3. Ohutegurite vähendamine ja kõrvaldamine

Elektrilöögiohu vältimise ennetusmeetmed ja tegevused on:

- elektriajamiga autode töid teeb isik, kellel on vajalik juhendamine ja vastava tootja poolne väljaõpe;
- elektriajamiga autode tööde tegemiseks tuleb tagada selleks tootja poolt ettenähtud spetsiaalsed tööriistad, mõõtmisvahendid;
- tööd tuleb teha vastavalt tootja ettenähtud remondijuhistele;
- järgida tuleb tootja nõudeid töökojale, territooriumile ning elektriajamiga auto töökohale;
- kasutatakse tootja ettenähtud isikukaitsevahendeid;
- kõrgepingekaablid ja pistikud on tähistatud oranžiga. Töö tegemisel järgitakse tootja paigaldatud ohutusmärke sõiduki kõrgepingekomponentidel;
- tutvuda tuleb isolatsioonitakistuse testri juhendiga, et seda mõõtmistel ohutult kasutada;
- avariilist, põlenud, uppunud ja muul moel tugevalt kahjustunud elektriajamiga sõidukit tuleb hoiustada ja käidelda vastavalt tootja juhistele (näiteks sõiduk tuleb tähistada kõrgepinge ohutussildiga, eri tootjatel erinevad nõuded). Tootjate juhised on saadaval EuroNCap EuroRescue rakenduses.

Tulekahju puhul on ennetusmeetmed ja tegevused:

- tulekahju korral käituda vastavalt ohutusreeglitele ja juhenditele;
- töökojas peavad olema tulekustutusvahendid, mida kontrollitakse regulaarselt;
- evakuatsioonipääsud peavad olema märgistatud;
- tuleohutuse riskide koostis tööle asudes ja vähemalt kord aastas evakuatsiooni ja tulekahju õppuse tegemine;
- tugevalt kahjustunud sõidukeid käidelda vastavalt tootja juhistele;

- elektri- ja pistikhübriidautot tuleb laadida vastavalt tootja juhisteles;
- kõrgepingeakusid hoiustada vastavalt tootja eeskirjadele.

Elektromagnetvälja mõju puhul on ennetusmeetmed ja tegevused:

- elektriajamiga autode töid tohib teha isik, kellel puuduvad meditsiinilised abiseadmed.

Nõutud vahemaa ohuallika ja isiku vahel on olemas meditsiiniseadme kasutusjuhendis.

Eemale paiskuvate osakeste ja sädemete ennetusmeetmed ning tegevused on:

- järgida tootja eeskirju isikukaitsevahendite, tööriietuse ja muude aksessuaaride kandmise osas;
- tööd teha vastavalt tootja juhisteles;
- töötaja juhendamine tööle asudes.

Kukkuvate esemete puhul on ennetusmeetmed ja tegevused:

- kasutatakse tootja ettenähtud isikukaitsevahendeid;
- kasutatakse tootja ettenähtud tõstevahendeid.

Elektrolüüdi lekke korral on ennetusmeetmed ja tegevused [49]:

- elektri- ja pistikhübriidautot laadida vastavalt tootja nõuetele;
- sundventilatsioon või hea õhuvahetus siseruumides sõiduki laadimisel;
- lekke korral evakueerida töötajad ning toimida vastavalt tootja juhisteles;
- lekke puhul kasutada tootja nõutud isikukaitsevahendeid;
- vajalikud vahendid elektrolüüdi tuvastamiseks ja lekke likvideerimiseks.

4. TEGEVUSKAVA JA ETTEPANEKUD

4.1. Tegevuskava näide konkreetse tootja nõuetest

Näidis tegevuskava maksumus konkreetset ühe tootja näitel nõuetele vastavusse viimiseks elektriajamiga autodega tegeleva hakkavale ettevõttele. Tootja on jäätud antud juhul nimetamata kuna alati tuleb järgida ametlikke tootja nõudeid ja juhiseid.

Tootja juhised on saadaval veebikeskkonnas. Ametlikule esindusele maksab ühe töötaja jaoks kolmeks aastaks diagnostikaarvuti, diagnostikaprogrammi tehasejuhised ning töötaja litsents 10 177 eurot. Ainult tehasejuhiste hinnad on välja toodud allpool (Tabel 12).

Tabel 12. Näites käsitletava tootja tehasejuhiste hinnakiri

Tund	8 eurot
Päev	29 eurot
Kuu	420 eurot
Aasta	2700 eurot

Teooriakoolitused veebiõppes on litsentsitasu sees. Kontaktõppes ja veebi vahendusel koolitajaga õppimine on tasuline. Koolituste maksumus on seotud koolituste mahuga. Elektriajamiga autodega võib tegeleva hakata, kui töötaja on läbinud tootja veebikoolituskeskkonnas vastavate mudelite koolitused ja läbinud teadmistekontrollid. Kontaktõpe toimub jooksvalt, näiteks maaletooja annab infot uue lisanduva elektriajamiga automudeli puhul. Iga kord käiakse ohutusreeglid üle. Aastas korra on põhjalikum elektriajamitega autode kontaktõppe koolitus.

Tootja nõutud isikukaitsevahendid: tööriiete komplekt, turvajalatsid, jakk, näokaitse visiir soovituslikult kiivriga, isolatsioonikindad, nahast pealiskindad, sõiduki eraldamise ja tähistamise komplekt, isoleerimiseks katted.

Nõutud tööriistad: ABC tulekustuti (vastav akutehnoloogiale), isoleeritud tööriistad, pinge puudumise tester, isolatsiooni takistuse tester, tehasearvuti koos tehaseprogrammiga, tõstelaud, tõstekraana koos tootja spetsiaalsete lisadega.

Muud nõuded: töökoht töökojas peab olema tähistatud ning töö ajal eraldatud postide ja nõoriga. Ohualasse võivad siseneda ainult vastava kvalifikatsiooniga töötajad. Töökojas peab olema tootja pakutud elektriauto laadija ning kliendile vähemalt üks välilaadija õues. Avariilistele sõidukile on vaja eraldatud parkimiskohta laiusga 4 meetrit ja pikkusega 7 meetrit ning parkimiskoha ümber peab olema 5-meetrine turvatsoon. Elektrolüüdi likvideerimiseks tootja erivahendeid ette ei näe, töökoja lappidega reostus kokku koguda.

Nõuded tõstmistööriistadele: sõiduautode väiksemad kõrgepingeakud kaaluvad 200 kg ning kaubikute võimsamad akud võivad kaaluda üle 600 kg. See tähendab, et tõstelaud peab olema kindlasti suuteline tõstma üle 600 kg. Tootja pakub tõstelauda, mis on võimeline tõstma 1000 kg esemeid. Kõrgepingekomponentide avamine ja remont ei ole lubatud.

Tabelis (vt. Tabel 13) on toodud tegevuskava maksumus, mis kulub ettevõttel töökoja tootja nõuetele kohandamisele. Ettevõttel tuleks esialgu eraldada 32438 eurot tootja tehnilise materjali ja toe, koolituste, isikukaitsevahendite, tööriistade, laadimisseadmete ja territooriumi soetamiseks.

Tabel 13. Tegevuskava hinnad

Valdkond	Vahendid	Hind	Müüja
Tootjatugi, diagnostika	Ühe töötaja jaoks kolmeks aastaks: diagnostika arvuti, diagnostikaprogramm tehasejuhised, töötaja litsents.	10177	Tootja
Koolitused	Veebipõhised koolitused	sisaldub litsentsi hinnas	Tootja
	Esmane kontaktõpe 4 koolitust (elektrijamitega seotud esmased kontaktkoolitused)	600	Maaletooja
Isikukaitsevahendid	Näovisiir koos kiivriga	40	Stokker
	Isolatsioonikindad	64	Esvika
	Nahast pealiskindad	58	Esvika
	Kaitsekatted 10tk	60	Lasertools
Tööriistad, vahendid	ABC tulekustuti 6 kg	39	Tulekustutid.ee
	Tootja nõutud eritööriistad(isoleeritud tööriistad, mõõtevahendid nagu VAT ja isolatsioonitakistuse tester, abivahend elektrilöögi alt vabastamise pulk ja muud elektriautoga seotud väiksemad tootja spetsiaalvahendid)	1700	Tootja
	Tõstmislaud Blitz 1000 kg tõstevõimega	5000	Tootja
	Garaažikraana 2000kg Torin	300	Stokker
Laadimisvõimekus	Kliendile esinduse ees elektriauto laadija EVBOX 22kw	7000	Hansab
	Töökojas elektriauto kiirlaadija	7000	Hansab
Territoorium	Parkimiskohtade värvimine	400	Ehitusfirma
	Kokku:	32438	

4.2. Ettepanek Tööinspektsioonile riskianalüüsi tööriista täiendamisele

Kas töökeskkonnas tegeletakse elektriajamiga autodega (hübriid-, elektriautodega)?

JAH – Elektriajamitega autodega töötades võib tekkida oht saada elektrilöök ja põletushaavu.

1. Kas elektriajamiga autode tööd teeb isik, kellel on vajalik juhendamine ja tootjapoolne väljaõpe?

Loetleda ettevõtte töökeskkonnas remonditavad automargid.

Loetleda ettevõttes elektriajamitega autode ja kõrgepingekomponentide remondi eest vastutavad isikud.

2. Kas ettevõttes on tagatud ligipääs punktis 1 loetletud automarkide tehase remondijuhistele?

Loetleda ettevõttes kasutatavad remondijuhiste programmid.

3. Kas ettevõttes on töötajatele tagatud tootja nõutud isikukaitsevahendid kõrgepingetööde tegemisel?

Loetleda ettevõttes remonditavate automarkide nõutavad isikukaitsevahendid.

4. Kas töökeskkonnas töötab meditsiiniliste abiseadmetega töötajaid?

Elektriajamiga auto kõrgepingekomponente tohib remontida isik, kellel puuduvad meditsiinilised abiseadmed. Elektriajamiga auto kõrgepingekomponentide magnetväljad võivad mõjutada passiivsete ja aktiivsete meditsiiniliste abiseadmete tööd. Ohustatud meditsiinilised seadmed on insuliinipump, südamestimulaator, kuuldeaparaat.

5. Kas tootja nõuded elektriajamiga auto töökohale ja kõrgepingekomponentide remondiruumile, k.a tulekustutusvahenditele ja ventilatsioonile on täidetud?

Loetleda ettevõttes remonditavate elektriajamiga autode tootja(-te) nõuded töökohale ja kõrgepingekomponentide remondiruumile.

6. Kas on soetatud tootja elektriajamiga autode remontimisel nõutavad eritööriistad (isolatsiooniga tööriistad 1000 V, tõstevahendid)?

Loetleda tootja nõutud mõõteseadmed ja tööriistad.

7. Kas töötajaid on elektrolüüdi ohtude kohta juhendatud ning tagatud puhastusvahendid töökohal?

Loetleda tootja nõuded ja vahendid elektrolüüdi lekke likvideerimiseks/tuvastamiseks.

8. Kas kõrgepingekomponentide hoiustamine on korraldatud vastavalt tootja nõuetele?

Loetleda tootja nõuded kõrgepingekomponentide hoiustamisele.

Ettevõttes praegu rakendatud meetmed:

Planeeritud tegevused:

9. Kas tulekahju- ja evakuatsiooniõppust tehakse vähemalt korra aastas?

Õppuse kuupäev ja vastutav isik.

4.3. Elektriohutus koolitus

Teen ettepaneku Eesti Autoinseneride Liidu elektriajamiga autode töögrupi järgmisel kohtumisel arutada võimalusi ohuteadlikkuse koolituste kehtestamise võimalused Eestis. Koolitus on mõeldud kogu autoteeninduses töötavale personalile. Eesmärk on teadlikkuse tõstmine elektrilöögiga seotud ohtude kohta autode hoolduse ja remondiga tegelevates ettevõtetes. Ettevõttele on kasulik ohuteadlikud töötajad. Seetõttu elektriajamiga autodega töötades tööõnnetuse risk on madalam. Alustuseks uurida kuidas on sama probleem lahendatud Euroopa teistes riikides.

Näiteks Soome on igal elektritöid tegeval isikul kohustuslik läbida elektriohutuskoolitus koos teadmistekontrolliga. Kursuse edukalt läbinule väljastatakse viieks aastaks elektriohutuskaart. Kursuse maht on 9 akadeemilist tundi. Teemad, mida kursusel läbitakse [19]:

- elektriolt, elektriavariid;
- elektriohutusalased nõuded, õigusaktid ja juhised elektritööde ohutuks korraldamiseks, isikute vastutus;
- ohutud töövahendid ja isikukaitsevahendid;
- pingevabad tööd;
- tööd pingestatunud osade läheduses;
- pingetööd;
- esmaabi (põletuste, löikehaavade korral ning taaselustamise harjutamine).

4.4. Muud töökorralduslikud ettepanekud

Lähtudes Tallinna Tehnikakõrgkooli õppeaine tööõiguse, tööohutus ja töötervishoid lektor Priit Siitani õppematerjalidest pakun välja muud töökorralduslikud ettepanekud ohtude ennetamiseks ja vältimiseks, milleks oleks:

- Iga struktuuriüksuse juhi, tööde korraldaja ametijuhendis oleksid ära määratletud töötervishoiu ja tööohutuse alased kohustused ja vastutus;
- Ettevõttesiseselt kehtestatud pisitraumadest kui ka ohuolukordadest teavitamise kord ning nendest juhtumitest järelduste tegemine;
- Pidev järelevalve ja sihikindel nõudlikkus kehtestatud nõuete täitmise osas kõigil tasanditel;
- Tõhusam hoiatusreeglite rakendamine töötervishoiu ja tööohutuse juhendite nõuete rikkujate osas, milleks on rikkujalt seletuskirja võtmine ning võimalik suuline hoiatus või kirjalik hoiatus. Kirjalik hoiatus võib tähendada töösuhte lõpetamist tööandja algatusel rikkumise kordumisel hoiatusperioodi jooksul;
- Ohutuskoolituste läbiviimine töökohal: simuleeritakse tulekahju, „elektrilöök“ all oleva inimese päästmist, elektrolüüdi silma sattumist. Õppust viiakse läbi vähemalt kord aastas. Õppuse käigus mängitakse läbi olukord, vaadeldakse kas töötajad teavad, kus vajalikud esmaabivahendid asuvad ning kuidas neid kasutada.

KOKKUVÕTE

Töö teema pakkus välja Eesti Autoinseneride Liidu elektriajamiga autode töögrupp. Eesti Autoinseneride Liidu juhatuse poolt oli loodud riskianalüüsi töörühm, kuhu kaasati ka lõputöö autor.

Lõputöö teema on aktuaalne, kuna sisepõlemismootoriga sõidukeid müües peavad tootjad maksma trahvi, mistõttu eelistatakse elektri- ja hübriidautode müümist. See viib selliste sõidukite arvu kasvuni liikluses ja autoteenindustes, aga ka nendega seotud raskete tööõnnetusteni.

Töö elektrilise veojõuajamiga autoga või sõidukite kõrgepingekomponentidega eeldab vastava tootja kvalifikatsiooni kõrgepinges ja juhiste järgimist. Õppeasutused, kus õpitakse käidu- või autoelektrikuks, ei anna pädevusi ühegi tootja margi või mudeliga töötamiseks. Seal antakse üldised teadmised. Kuid ohuteadlikkuse tõstmiseks tuleks ohustatud isikutele teha elektriohutualaseid koolitusi.

Eesmärgi täitmiseks olid autori poolt täidetud järgnevad ülesanded:

- Kogutud andmeid töökeskkonnast ja tootjate tehasejuhistest;
- Välja selgitatud elektrilise veojõuajamiga sõiduki käitlemisel lisanduvad ohutegurid;
- Hinnatud lisanduvate ohutegurite riskitasemed;
- Riskianalüüs näidisblankett on analüüsitud ja dokumenteeritud;
- Näidis tegevuskava koostatud ühe konkreetse tootja näitel;
- Suheldud Tööinspektsiooni riskianalüüsi tööriista koostajaga ning tehtud ettepanek tööriista täiendamiseks elektriajamiga autode peatükiga;
- Autotootjate tehaseportaalide veebilingid kaardistatud.

Lõputööl on praktiline väärtus, sest töö käigus töötati välja riskianalüüsi blankett, mida automüügi- ja teenindustevõtted ning autoerialadele keskendunud õppeasutused saavad oma asutuste riskijuhtimises rakendada. Samuti töötati Tööinspektsioonile välja riskianalüüsi tööriista täiendus. Lisaks kaardistati Autoinseneride Liidu kodulehele autotootjate tehaseportaalide veebilingid. Riskianalüüsi põhi leiab kasutust Autoinseneride Liidu töögrupi 3. kohtumisel 04.05.2022 Tallinnas eesmärgiga pöörata tähelepanu elektriajamitega autode tööohutusele.

SUMMARY

This topic was proposed by the electric car working group of Estonian Association of Automotive Engineers. The members of the Governing Board of Estonian Association of Automotive Engineers created a risk analysis working group where the author of the graduation thesis also became involved. The task of the group was to find out additional risk factors due to electric powertrain vehicles and to analyze and evaluate them.

The topic of the graduation thesis is up-to-date as selling internal combustion engine vehicles the manufacturers have to pay a fine, so they prefer selling electric and hybrid cars. This, in turn, will increase the number of these cars in traffic and car services and this may result in serious accidents at work.

Work with electric powertrain vehicles or their high voltage components requires the compliance of the producer's qualification in high voltage and after service documents. Educational institutions teaching domestic or car electricity do not confer power to work with any car manufacturer's make or model, only general knowledge and skills are offered. People at risk should be provided electrical safety training to raise their threat awareness.

To achieve the goal the author fulfilled the following tasks:

- Collected data about the working environment and the manufacturers' factory guidelines;
- Found out the additional risk factors while handling electric powertrain vehicles;
- Evaluated the additional risk levels of hazard factors;
- Analyzed and documented the model template of risk analysis;
- Created a model action plan on the basis of one particular manufacturer;
- Mapped the web links of car manufacturers' factory portals;
- Communicated with the rapporteur of the risk assessment tool of Estonian Labour Inspectorate and proposed to complement the tool with the chapter of electric powertrain vehicles.

This graduation thesis has a practical value as in the course of the work the model template of risk analysis was developed that can be used in risk management by car sales and service enterprises, as well as by educational institutions offering vehicle engineering disciplines. The complement of the risk assessment tool for the Estonian Labour Inspectorate was worked out. The web links of car

manufacturers's factory portals were mapped on the home page of Estonian Association of Automotive Engineers. The template of risk analysis will be used on the third meeting of the working group of the Estonian Association of Automotive Engineers on 4 May, 2022 with the aim of paying attention to the safety at work of electric powertrain vehicles.

VIIDATUD ALLIKAD

- [1] R. Irle, „The Electric Vehicle World Sales Database,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.ev-volumes.com/country/total-world-plug-in-vehicle-volumes/>. [Kasutatud 25 03 2022].
- [2] Euroopa Komisjon, „Sõiduautode ja kaubikute CO₂-heite standardid,“ [Võrgumaterjal]. Available: https://ec.europa.eu/clima/eu-action/transport-emissions/road-transport-reducing-co2-emissions-vehicles/co2-emission-performance-standards-cars-and-vans_en. [Kasutatud 25 03 2022].
- [3] K. Luuk, „Tervise Arengu Instituut,“ 11 02 2022. [Võrgumaterjal]. Available: <https://tai.ee/et/uudised/tervise-ja-heaolu-edendamisest-tookohtadel>. [Kasutatud 29 03 2022].
- [4] „Töötervishoiu ja tööohutuse seadus,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.riigiteataja.ee/akt/77618>. [Kasutatud 2022].
- [5] Rahandusministeerium, „Riskijuhtimine,“ 2013. [Võrgumaterjal]. Available: https://www.rahandusministeerium.ee/et/system/files_force/document_files/riskijuhtimine.pdf?download=1. [Kasutatud 01 04 2022].
- [6] Euroopa Tööohutuse ja Töötervishoiu Agentuur, „Riskihindamisjuhend,“ 2006. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.digar.ee/arhiiv/et/download/21970>. [Kasutatud 01 04 2022].
- [7] Tööinspeksioon, „Riskianalüüs,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.tooelu.ee/et/79/riskianaluus#riskide-hindamine-ja-ohjamine>. [Kasutatud 25 02 2022].
- [8] „Riskianalüüsi koostamine – kuidas, kellele ja millal?,“ MediHub, [Võrgumaterjal]. Available: <https://medihub.ee/riskianaluusi-koostamine-kuidas-kellele-ja-millal/>. [Kasutatud 30 03 2022].

- [9] Sotsiaalminister, „Raskuste käsitsi teisaldamise töötervishoiu ja tööohutuse nõuded,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.riigiteataja.ee/akt/117072018002?leiaKehtiv>. [Kasutatud 05 05 2022].
- [10] Tööinspektsioon, „Töökeskkond 2021. aasta aruanne,“ [Võrgumaterjal]. Available: https://www.ti.ee/sites/default/files/dokumendid/Meedia_ja_statistika/Toeokeskkonna_uel_evaated/2022/tookeskkond_2022_ee_a4_web.pdf. [Kasutatud 13 04 2022].
- [11] „Honda Eesti kodulehekül,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://cars.honda.ee/>. [Kasutatud 15 03 2022].
- [12] T. Denton, Electric and Hybrid Vehicles, Oxon: Routledge, 2020.
- [13] Kia, „Kia Media,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.kiamedia.com/us/en>. [Kasutatud 15 04 2022].
- [14] Porsche AG, „Porsche Taycan Spec,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.porsche.com/international/models/taycan/taycan-models/taycan-turbo/>. [Kasutatud 05 05 2022].
- [15] „Hybrid Technology,“ EureTech, 23 03 2022. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.eurecar.org/en/technical-newsletter>. [Kasutatud 16 04 2022].
- [16] „Electrical Vehicle,“ 23 03 2022. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.eurecar.org/en/technical-newsletter>. [Kasutatud 16 04 2022].
- [17] Majandus- ja taristuminister, „Elektripaigaldise käidule ja elektritööle esitatavad nõuded,“ 2015 07 01. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.riigiteataja.ee/akt/128062015008>. [Kasutatud 2022 04 02].
- [18] Pärnumaa Kutsehariduskeskus, „Tööohutus elektriauto hooldamisel,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://sites.google.com/hariduskeskus.ee/elektriauto/t%C3%B6%C3%B6ohutus-elektriautoga-t%C3%B6%C3%B6tamisel>. [Kasutatud 25 04 2022].

- [19] „SFS 6002 ELEKTRIOHUTUS,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://verkkokoulu.com/verkkokurssit/sfs-6002-sahkotyoturvallisuus/>. [Kasutatud 23 04 2022].
- [20] Honda, „Honda koolitus 2019 Health & Safety High Voltage,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.ecom.honda-eu.com/>. [Kasutatud 25 02 2022].
- [21] Siseministeerium, „Tuleohutuse seaduse käsiraamat,“ 2013. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.rescue.ee/files/2018-09/tuleohutuse-seaduse-kasiraamat-2013.pdf?f254088d05>. [Kasutatud 24 04 2022].
- [22] „Risks of working with E&HVs,“ Health and Safety Executive, [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.hse.gov.uk/mvr/topics/electric-hybrid.htm#risks>. [Kasutatud 24 04 2022].
- [23] „Eesti Standardimis- ja akrediteerimiskeskus EVS-IEC 60479-1:2020,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.evs.ee/et/evs-iec-60479-1-2020>. [Kasutatud 07 04 2022].
- [24] „Tervishoiu Akadeemia,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://tervishoiuakadeemia.ee/elektritrauma/>. [Kasutatud 07 04 2022].
- [25] „Medscape - Electrical Injuries in Emergency Medicine,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://emedicine.medscape.com/article/770179-overview?reg=1>. [Kasutatud 07 04 2022].
- [26] Tesla, „Emergency Response Guide - 2016+,“ [Võrgumaterjal]. Available: https://www.tesla.com/sites/default/files/downloads/2016_Model_S_Emergency_Response_Guide_en.pdf. [Kasutatud 04 05 2022].
- [27] „Koolitus ohutusnõuded elektri- ja hübriidautodega töötamisel,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://psa.csod.com/ui/lms-learning-details/app/course/4dbad84d-2824-45c1-b43a-bc4950902f2a>. [Kasutatud 31 03 2022].
- [28] KIA, „Electrical system precautions,“ 2021.
- [29] Honda, „Electric Powertrain Service Precautions,“ 2021.
- [30] „Nissan Leaf EV Battery System,“ Nissan, 2014.

- [31] Stellantis, „Ohutus- ja puhtussoovitused,“ 31 01 2022. [Võrgumaterjal]. Available: <https://servicebox.mpsa.com/pages/frames/loadPage.jsp>. [Kasutatud 03 03 2022].
- [32] Elektro Partner, „Service Bulletin no. 7217 - Hyundai Kona risk of HV battery overheating,“ Elektro Partner, [Võrgumaterjal]. Available: [https://ddtsb.autofrontal.com/bulletins/car\(modal:bulletins/7217\)](https://ddtsb.autofrontal.com/bulletins/car(modal:bulletins/7217)). [Kasutatud 18 03 2022].
- [33] Stellantis, „Tõstelaud,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://servicebox.mpsa.com/docapvpr/affiche.do?ref=SPE&refaff=1600006658&noFct=1>. [Kasutatud 05 05 2022].
- [34] Škoda Auto A.S., „Skoda Enyaq Workshop manual,“ Skoda, 2021.
- [35] „Mitsubishi Tehniline Informatsioon,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.mitsubishitechinfo.eu/>. [Kasutatud 23 04 2022].
- [36] „Toyota information system,“ Toyota, [Võrgumaterjal]. Available: <https://techinfo.toyota.com/>. [Kasutatud 24 04 2022].
- [37] Nissan, „EuroNCAP EuroRescue Renault Zoe,“ 18 02 2022. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.euroncap.com/en/vehicle-safety/the-ratings-explained/adult-occupant-protection/rescue-and-extrication/>. [Kasutatud 22 04 2022].
- [38] C. Bruce, „Smoking BMW i8 Dumped In Water By Firefighters,“ *Motor1*, 2019.
- [39] K. Tigas, „Elektriauto põles laadimise ajal abilinnapea küünis ära,“ *Õhtuleht*, 2012.
- [40] A. Pau, „Enneolematu kindlustusjuhtum: äike lõi Harjumaal elektriautosse,“ *Postimees*, 15 09 2017.
- [41] „United states Department of Transportation,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.nhtsa.gov/vehicle/2019/HYUNDAI/KONA%20ELECTRIC/SUV/AWD#recalls>. [Kasutatud 02 04 2022].
- [42] S. Abuelsamid, „Forbes- LG Chem Commits \$4.5 Billion To Expand EV Battery Production In U.S.,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.forbes.com/sites/samabuelsamid/2021/03/11/lg-chem-commits-45b-to-expand->

- ev-battery-production-capacity-in-us-by-70-gwh/?sh=113ef9efa026. [Kasutatud 04 04 2022].
- [43] J. DIAZ, „Porsche cargo ship fire, Lamborghini sinks,“ 01 03 2022. [Võrgumaterjal]. Available: <https://ustimetoday.com/porsche-cargo-ship-fire-lamborghini-sinks/>. [Kasutatud 16 04 2022].
- [44] A. Nedelea, „InsideEvs,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://insideevs.com/news/544255/jaguar-ipace-charging-fire-hungary/>. [Kasutatud 04 04 2022].
- [45] K. A. G. Paul A Sibley, „National Library of Medicine,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23937760/>. [Kasutatud 03 04 2022].
- [46] Advanced Health & Hand Therapy Blog, „Hands: External Expression Of Who We Are Inside,“ 05 09 2018. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.ahht.com.au/blog/hands>. [Kasutatud 2022 05 05].
- [47] T. Herm, „Rakveres toimus raske tööõnnetus,“ 15 03 2019. [Võrgumaterjal]. Available: <https://virumaateataja.postimees.ee/6545884/rakveres-toimus-raske-tooonnetus>. [Kasutatud 24 04 2022].
- [48] VITS, „Riskianalüüsi alus,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://app.vits.ee/docs/word/Riskianal%C3%BC%C3%BCsi%20alus.doc>. [Kasutatud 02 05 2022].
- [49] Nissan North America, „2022 LEAF First Responder’s Guide,“ 2021.
- [50] „Maanteameti sõidukite statistika,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.mnt.ee/et/ametist/statistika/soidukite-statistika>. [Kasutatud 03 2022].
- [51] „Peugeot ja Citroën lähevad elektri- ja vesinikuteed,“ Postimees, 07 01 2022. [Võrgumaterjal]. Available: <https://tehnika.postimees.ee/7425120/peugeot-ja-citroen-lahevad-elektri-ja-vesinikuteed>. [Kasutatud 23 02 2022].

- [52] „Natural Fire Protection Association,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.nfpa.org/Training-and-Events/By-topic/Alternative-Fuel-Vehicle-Safety-Training/Emergency-Response-Guides>. [Kasutatud 20 02 2022].
- [53] „Tööelu portaal,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.tooelu.ee/et>. [Kasutatud 03 03 2022].
- [54] „Tööinspeksioon,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.ti.ee/et>. [Kasutatud 07 03 2022].
- [55] „OEM Automotive Service Information Websites,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.aa1car.com/library/oemwebsites.htm>. [Kasutatud 01 04 2022].
- [56] „Riskianalüüsi alus,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://app.vits.ee/docs/word/Riskianal%C3%BC%C3%BCsi%20alus.doc>. [Kasutatud 2022 02 20].
- [57] Siseministeerium, „Raskustekäsitsi teiseldamise,“ 27 02 2001. [Võrgumaterjal]. Available: https://www.riigiteataja.ee/aktiis/0000/0008/4808/SOM_m26_lisa.pdf. [Kasutatud 21 02 2022].

LISAD

Lisa 1. Elektri- ja hübriidautode esmaregistreerimised

Lisa 2. Elektriajamiga autode jaotus

Lisa 3. Autotootjate infoportaalid

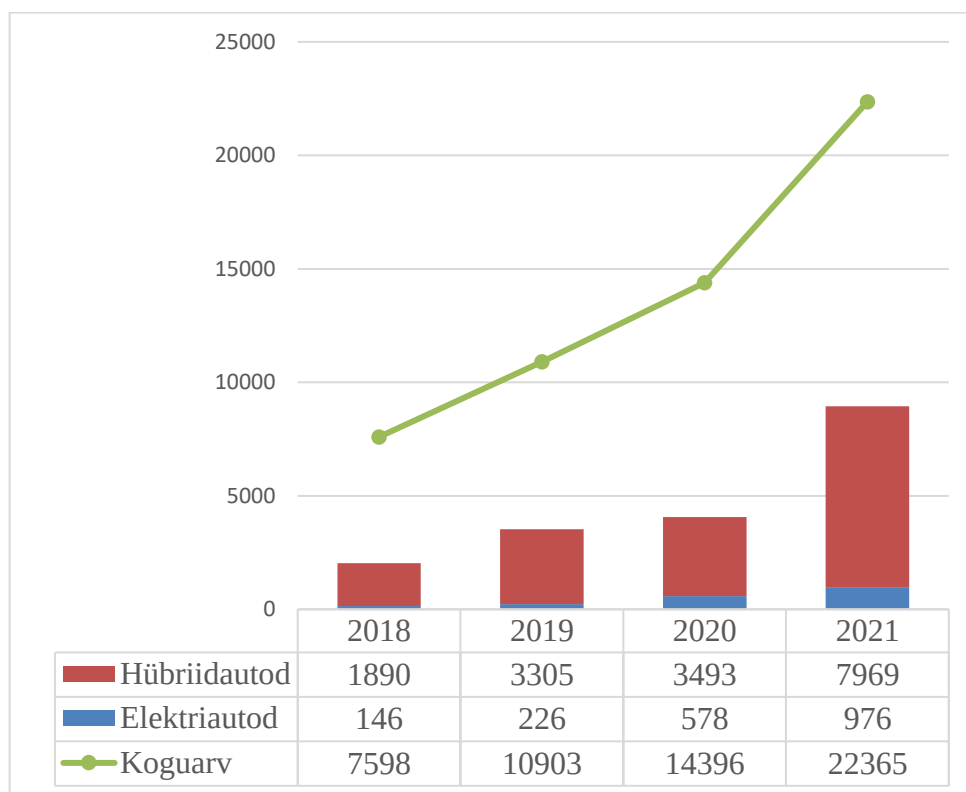
Lisa 4. EuroNCap EuroRescue Renault Zoe juhised

Lisa 5. Elektriajamitega auto riskianalüüsi peatükk

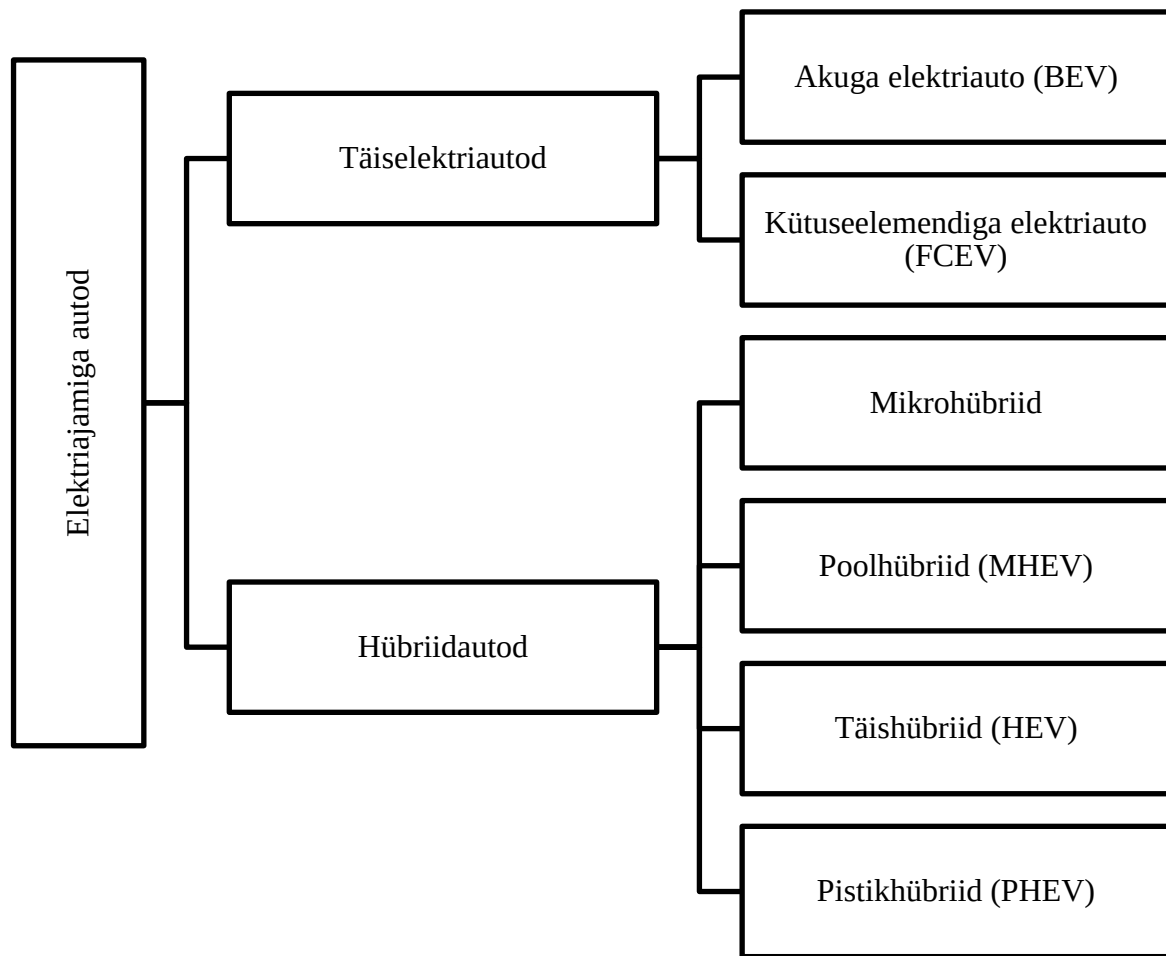
Lisa 6. Riskianalüüsi meetodika

Lisa 7. Juhend terviseriski hindamiseks raskuste käsitsi teisaldamisel

Lisa 1. Elektri- ja hübriidautode esmaregistreerimised



Lisa 2. Elektriajamiga autode jaotus



Lisa 3. Autotootjate infoportaaliid

Autotootja	Infoportaaliid
Audi	https://erwin.audi.com/erwin/showHome.do
BMW	http://www.bmwtechinfo.com/
Bentley	https://erwin.bentleymotors.com/erwin/showHome.do
Chrysler, Dodge, Jeep, FIAT, RAM	http://www.techauthority.com/
Chevrolet, Cadillac, Hummer, Saab	https://www.acdelcotds.com/subscriptions
Ford	https://www.motorcraftservice.com/Home/Index
Honda	https://techinfo.honda.com/rjanisis/logon.aspx
Hyundai	https://www.hyundaitechinfo.com/
Jaguar, Land Rover	https://topix.jaguar.jlrext.com/topix/vehicle/lookupForm
KIA	https://kiatechinfo.snapon.com/default.aspx
Lexus	http://techinfo.lexus.com
Mazda	https://www.mazdaserviceinfo.com/electronic-service
Mercedes-Benz	http://www.startekinfo.com/
MINI	http://www.minittechinfo.com/
Mitsubishi	https://www.mitsubishitechinfo.eu/
Nissan	https://www.nissan-techinfo.com/
Peugeot, Citroen, Opel	https://public.servicebox.peugeot.com/pages/index.jsp
Porsche	https://www.porsche.com/international/accessoriesandservice/porscheservice/additionalinformation/independentworkshops/
Renault, Dacia	https://asos.renault.com/#/presentation
Seat	https://erwin.seat.com/erwin/showHome.do
Skoda	https://erwin.skoda-auto.cz/erwin/showHome.do
Subaru	http://techinfo.subaru.com
Suzuki	https://www.genuinesuzukimanuals.com/
Toyota	http://techinfo.toyota.com/
Tesla	https://service.tesla.com/
Volkswagen	https://erwin.volkswagen.com/erwin/showHome.do
Volvo	https://tis.volvocars.biz/main.do

Lisa 4. EuroNCap EuroRescue Renault Zoe juh

< Renault ZOE Renault Zoe 50



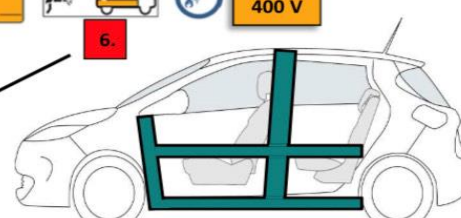
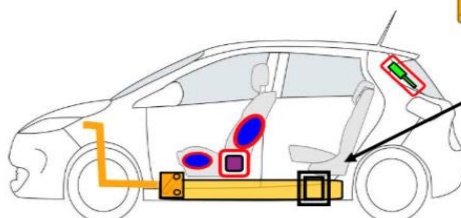
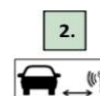
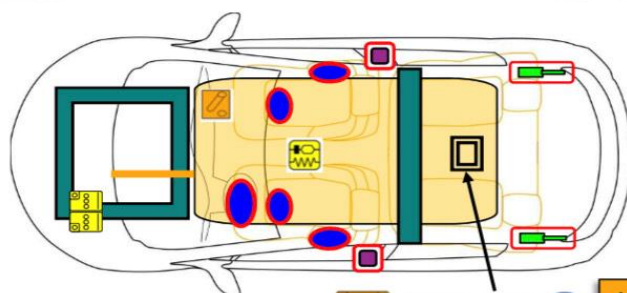
RENAULT
ZOE 50
(2019 -)



In consultation with



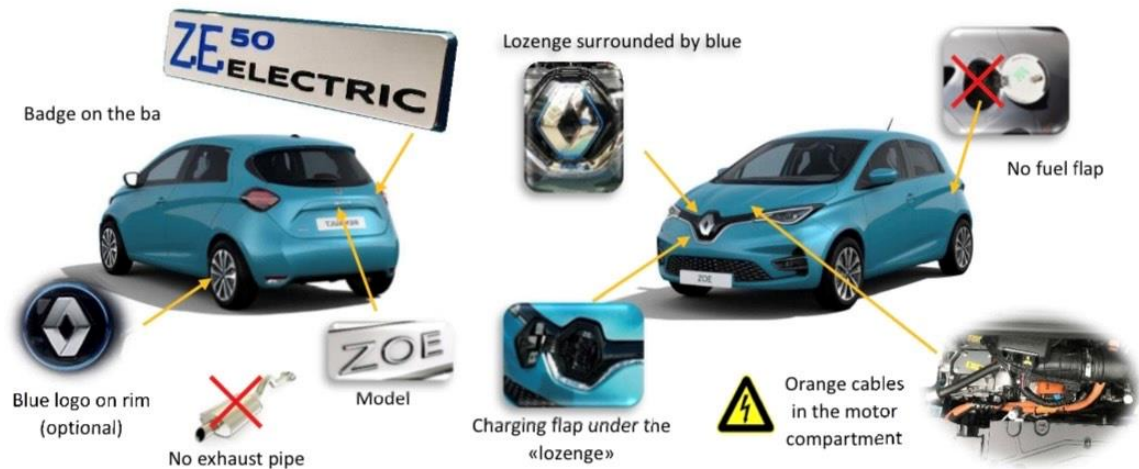
MINISTÈRE DE L'INTÉRIEUR



	Airbag		Stored gas inflator		Seat belt pretensioner		SRS control unit		Pedestrian protection active system
	Automatic rollover protection system		Gas strut / Preloaded spring		High strength zone		Zone requiring special attention		
	Battery low voltage		Ultra-capacitor, low-voltage		Fuel tank		Gas tank		Safety valve
	Battery pack, high-voltage		High voltage power cable		High voltage component		Fuse box disabling high voltage		High voltage ultra-capacitor

Brand	Model	Phase	Year of launch	Internal reference	Creation date	Update date	Version	Page
RENAULT	ZOE 50	1	2019	RSE-FAD-B10-2019-2	18/02/2020	21/08/2020	2	1 / 4

1. Identification / recognition



2. Immobilisation / stabilisation / lifting



3. Disable direct hazards / safety regulations

ENGINE BONNET CATCH ACCESS



Brand	Modele	Phase	Year of launch	Internal reference	Creation date	Update date	Version	Page
RENAULT	ZOE 50	1	2019	RSE-FAD-B10-2019-2	18/02/2020	21/08/2020	2	2 / 4

12 Volts Battery

Engine compartment



- 1- Switch off the ignition
- 2- Disconnect the negative terminal (-)

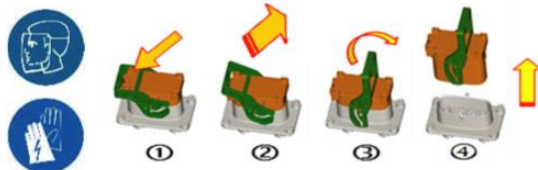
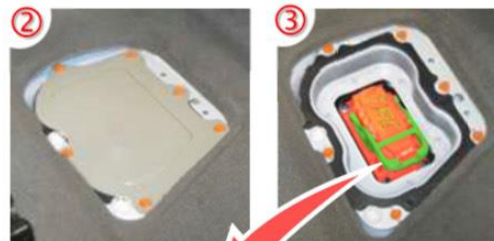
400 Volts battery

Only if cutting operation is necessary :

Disconnection of the 400 Volts battery by removing the service plug.



- 1 Remove the «carpet» cover
- 2 Pulling off the metal plate with a hose spanner or other tool
- 3 Disconnect the Service plug



1 & 2 Press the orange release tab while lifting the green lever

3 & 4 Pull the lever to remove the service plug

5. Stored energy / liquids / gases / solids

	Lithium-ion	52,2 kW.h	400 V
---	-------------	-----------	-------

Brand	Modele	Phase	Year of launch	Internal reference	Creation date	Update date	Version	Page
RENAULT	ZOE 50	1	2019	RSE-FAD-B10-2019-2	18/02/2020	21/08/2020	2	3 / 4

6. In case of fire

Extinguishing a traction battery fire propagation



Tailgate gas struts



Risk of missile effect of tailgate gas struts

7. In case of submersion



The occupants can be helped, including if the vehicle is still in the water.



By precaution, during an intervention on a totally or partially immersed electrical vehicle, and in a general way in wet environment, don't touch directly 400V orange cables, 400V components, traction battery.
The 400V disconnection of the electrical vehicle is possible only after having removed the vehicle of the water.

10. Explanation of pictograms used

Electric Vehicle				Remove smart key	
Electrical protection gloves	Electrical protection gloves	Breathing apparatus (BA)	Use thermal Infrared camera	Use water to extinguish the fire	Special battery access
Don't brake, nor open		Flammable		Dangerous voltage	

Brand	Model	Phase	Year of launch	Internal reference	Creation date	Update date	Version	Page
RENAULT	ZOE 50	1	2019	RSE-FAD-B10-2019-2	18/02/2020	21/08/2020	2	4 / 4

Lisa 5. Elektriajamitega auto riskianalüüsi peatükk

AUTOETTEVÕTTE RISKIANALÜÜSI ELEKTRIAJAMIGA AUTO PEATÜKK

Riskianalüüsi näidise versioon nr 1 väljatöötamise töörühmas osalesid:

- Sander Rosenbaum;
- Henri Vennikas ;
- Lauri Ert ;
- Raul Aava ;
- Ilja Semjonov .

Koostamise aeg ja koht: 03.05.2022, Tallinn

SISSEJUHATUS

Alljärgneva riskianalüüsi peatüki eesmärgiks oli:

- selgitada välja töökeskkonna ohutegurid seoses elektriajamiga autosid käitlevat ettevõtte töökohtadel ja tööruumides;
- hinnata ohutegurite mõju töötajate tervisele, teha soovitusi töökeskkonna parandamiseks ning töökeskkonna ohutegurite mõõtmiseks.

Käesolev riskianalüüs koostati Töötervishoiu- ja tööohutuse seaduses sätestatud nõuete alusel ja seadusest tulenevate määruste nõuete alusel ja riski hindamisel kasutati Briti Standard 8800 riskihindamistabelit. Antud riskianalüüsi tulemused on abiks elektri- ja hübriidautosid ja nende varuosasid käitlevat ettevõtte tööohutuse ja töötervishoiu tegevuskava koostamisel ning aluseks jätkuvale töökeskkonna arendusprotsessile.

TÖÖKOJA RISKIANALÜÜS ELEKTRIAJAMIGA AUTODE KÄITLEMISEL

FÜÜSIKALISED OHUTEGURID

Oht	Ohustatud isikud (vajadusel), ohu iseloomustus	Tervisemõju	Ennetusmeetmed/ tegevused	Riskitase
Elektrilöögioht	Ohustatud: (kirjuta siia ametinimetused, kes võivad puutuda tööloiguga kokku). Allikas: kokkupuude pingestatud kõrgepinge komponendiga (näiteks kõrgepingeaku, kaablid, laadimispistik, veojõumootorid, kliimakompressor, pingemuundur, ...). Allikas: elektrijamiga auto, mida on tootja nõudeid eirates modifitseeritud (näiteks eemaldatud või rikutud sõiduki ohutuskomponente). Allikas: mitu inimest töötab korraga ühe sõidukiga (nt üks töötaja lülitab kõrgepinge sisse teist teavitamata; väiksemas töökojas klient viibib töö teostamise ajal sõidukis või sõiduki lähedal).	Põletushaavad, südamerütmihäired, elektritraumad, sisemised põletused, välimised põletused, surm	Elektrijamiga autode töid teeb isik, kellel on vajalik juhendamine ja vastava tootjapoolne väljaõpe. Tööd teostatakse vastava tootja poolt ettenähtud nõuetele ja juhistele. Kasutatakse tootja poolt ettenähtud isikukaitsevahendeid. (Loetle vastava tootja isikukaitsevahendid: ...). Järgitakse tootja nõudeid töökojale, territooriumile ning elektrijamiga auto töökohale. Elektrijamiga autode tööd teostatakse selleks ettenähtud spetsiaalsete tööriistade, mõõtevahenditega. Kõrgepinge kaablid ja pistikud on tähistatud oranžiga. Töö tegemisel järgitakse tootja poolt paigaldatud ohutusmärke sõiduki kõrgepingekomponentidel.	IV
	Allikas: Isolatsioonitakistuse tester.		Tutvuda isolatsioonitakistuse testri juhendiga, et seda ohutult kasutada mõõtmiste teostamisel.	

Oht	Ohustatud isikud (vajadusel), ohu iseloomustus	Tervisemõju	Ennetusmeetmed/ tegevused	Riskitase
	Allikas: Avariiline, uppunud, põlenud või muul moel tugevalt kahjustunud elektriajamiga auto.		Avariilist, põlenud, uppunud ja muul moel tugevalt kahjustunud elektriajamiga sõidukit hoiustatakse, käideldakse vastavalt tootja juhiste. (Näiteks sõiduk tähistakse "Kõrgepinge" ohutussildiga, erinevatel tootjatel erinevad nõuded). Tootjate juhised saadaval EuroNCap EuroRescue rakenduses.	
Tuleoht	Ohustatud: Kõik töötajad Allikas: aku sisemine rike (kõrgepingeakusse salvestunud energia isesüttimine) Allikas: lühisega kaasnev elektriik, kus sädeme tekkimisel võib olla kokkupuude nt süttiva vedeliku, gaasi või tolmu. Allikas: lahtise tule kokkupuude tuleohtliku vedelikuga (nt elektrolüüdiga)	Põletusvigastuse, surm, toksiline gaasist tingitud hingamisärritus, surm	Tuleohutusel järgitakse tuleohutusnõudeid ja tulekahju puhkedes ettevõtte tuleohutusjuhendit.² (Ettevõtte tuleohutuse juhend peab olema koostatud vastavalt tuleohutuse seadusele ja vastava tootja nõuetele, mida teenindatakse). Sobiva tulekustutite olemasolu ja nende regulaarne kontroll. Evakuatsioonipäasud peavad olema märgistatud. Tuleohutuse alane juhendamine tuleohu riskid vastaval töökohal ja kustutusvahendite kasutamine. Kord aastas teostatakse evakuatsiooni ja tulekahju õppus.	IV
	Allikas: Avariiline, uppunud, põlenud või muul moel tugevalt kahjustunud elektriajamiga auto.		Avariilist, põlenud, uppunud ja muul moel tugevalt kahjustunud elektriajamiga sõidukit hoiustatakse, käideldakse vastavalt tootja juhiste. Tootja juhised saadaval EuroRescue rakenduses.	
	Allikas: laadimine äikese ajal; rikke korral; laadimisel vooluadapterite, harupesade, pikendusjuhtmete kasutamine.		Elektri- ja pistikhübriidautot laetakse vastavalt tootja juhistele.	

² Ennetusmeetmed on koostatud vastavalt Siseministeeriumi „Tuleohutuse seaduse käsiraamatule“.

Oht	Ohustatud isikud (vajadusel), ohu iseloomustus	Tervisemõju	Ennetusmeetmed/ tegevused	Riskitase
	Allikas: Kõrgepingeaku hoiustamine		Kõrgepingeakut hoiustatakse vastavalt tootja eeskirjadele.	
Elektro- magnetvälja mõju	Ohustatud: meditsiiniseadmega isikud (Meditsiiniseadmed näiteks insuliinipump, südamestimulaator, kuuldeaparaat) Allikas: Elektriajamiga auto veojõumootori magnetväli. Allikas: Elektriauto laadimisel pardalaadija tekitatud magnetväli.	Meditsiiniliste abiseadmete töö häirimine ja selle tagajärjel töötajale tekkiv tervisekahju. ³	Elektriajamiga autode töid teostab isik, kellel puuduvad meditsiinilised abiseadmed. Nõutud vahemaa ohuallika ja meditsiiniseadme vahel on meditsiiniseadme kasutusjuhendis. <u>Hindamine on vajalik kui on töötajaid, kellel on siirdatud aktiivsed meditsiiniseadmed või kehal kantavad meditsiiniseadmed.</u>	III
Eemale paiskuvad osakesed/ sädemed	Ohustatud: (kirjuta siia ametinimetused, kes võivad puutuda tööloiguga kokku) Allikas: Isoleerimata metallist objekt puutub kokku isoleerimata kõrgepingeallikaga (näiteks taskust kukub välja tööriist).	Silmade vigastused, põletused	Järgitakse tootja isikukaitsevahendite, tööriietuse ja muude aksessuaaride (elektroonikaseadmed, sõrmused, kellad, võrud jmt) kandmise eeskirju. Töötaja juhendatakse tööle asudes.	IV
Kokkupõrke oht	Ohustatud: kõik töötajad Allikas: Elektriajamiga sõidukiga manööverdamine	Erinevad kehavigastused, muljumine, käte, jalgade traumad, luumurrud, peavigastus, surm	Liikudes olla tähelepanelik nii sõitja kui jalakäija. Ettenähtud töökohtade ja liikumisteede järgmine. Vajadusel helisignaali andmine. Piiratud nähtavusega alal sõites lülitada sisse ohutuled.	I

³ Töötervishoiu ja tööohutuse nõuded elektromagnetväljadest mõjutatud töökeskkonnale, elektromagnetväljadega kokkupuute piirnormid ja rakendusväärtused ning elektromagnetväljade mõõtmise kord.

Oht	Ohustatud isikud (vajadusel), ohu iseloomustus	Tervisemõju	Ennetusmeetmed/ tegevused	Riskitase
Muljumis, vahelejäämise oht	Ohustatud: (kirjuta siia ametinimetused, kes võivad puutuda tööloiguga kokku) Allikas: riide kinni jäämine seadmete osade külge (nt jahutusventilaatorite, ...) Allikas: sõiduki komponendid võivad käivituda iseenesest ka välja lülitatud mootoriga	Sõrme- ja käevigastused.	Järgitakse tootja poolt ettenähtud riietumis nõudeid ja eeskirju. Järgitakse tootja poolt paigaldatud ohutussilte sõiduki mootoriruumis.	I
Kukkuvad esemed	Ohustatud: (kirjuta siia ametinimetused, kes võivad puutuda tööloiguga kokku) Allikas: alla kukkuvad kõrgepingekomponendid (nt kõrgepingekomponent võib alla kukkuda tõstevahendilt)	Erinevad kehavigastused, jalavigastused, peavigastused, luumurrud	Tööd teostatakse vastavalt tootja poolt ettenähtud remondijuhistele. Kasutatakse tootja poolt ettenähtud isikukaitsevahendeid. Kasutatakse tootja poolt ettenähtud tõstevahendeid. Töötaja juhendatakse raskuste käsitsi teisaldamise osas ning tagatakse tehnilised abivahendid.	III

KEEMILISED OHUTEGURID

Oht	Ohustatud isikud (vajadusel), ohu iseloomustus	Tervisemõju	Ennetusmeetmed/ tegevused	Riskitase
Gaasileke	Ohustatud: (kirjuta siia ametinimetused, kes võivad puutuda töölõiguga kokku) Allikas: kõrgepinge aku laadimine rikke korral (elektrolüüdi aur)	Hingamisärritus, silmade ärritus, mürgitus.	Elektri- ja pistikhübridautosid laetakse vastavalt tootja nõuetele. Järgitakse vastava tootja ruumide ventilatsiooni nõudeid. Käitutakse vastavalt tootja poolt ettenähtud ohutusjuhiste. (nt evakueeruda reostatud alalt töötajad värske õhu kätte,...)	III
Elektrolüüdi- leke oht (vedelik)	Ohustatud: (kirjuta siia ametinimetused, kes võivad puutuda töölõiguga kokku) Allikas: Elektriajamiga auto kõrgepingeaku elektrolüüdi vedeliku leke. (Näiteks avarii, kõrgepinge aku tugeva löögi tagajärjel või kõrgepingeaku pistikute, tihendite rike...)	Nahaärritus, silmade ärritus, mürgitus.	Kasutatakse tootja poolt ettenähtud isikukaitsevahendeid reostuse likvideerimisel. (Loetle isikukaitsevahendid: ...) Lekke korral käitutakse vastavalt tootja juhistele. Tööandaja tagab tootja nõutud puhastusvahendite olemasolu ning töötajate juhendamine nende kasutamiseks.	III

FÜSIOLOOGILISED OHUTEGURID

Oht	Ohustatud isik (vajadusel), ohu iseloomustus	Tervisemõju	Ennetusmeetmed/ tegevused	Riskitase
Raskuste teisaldamine	Ohustatud: (kirjuta siia ametinimetused, kes võivad puutuda tööloiguga kokku) Allikas: Kõrgepingekomponendid libisevad käest (näiteks veojõuaku, pingemuundur, mootor....) Teisaldatav objekt ja mass: elektriauto veojõuaku kaalub alates 200 kilogrammist; hübriidauto kõrgepingeaku kaalub 30-200kg Riskitaseme määramise arvutus 40kg hübriidauto aku puhul: $10+4+0*1=14$ ehk II (Lisa 2) (Elektriauto aku puhul käsitsi tõstmist vältida.)	Füüsiline ülekoormus, seljavigastused, käte ja randmete vigastused, muljumine, luumurrud.	Kasutakse tootja poolt ettenähtud tõstevahendeid (Tõstevahendid näiteks tõstelaud, tõstekraana...). Käsitsi tõstmisel järgitakse õigeid kehaasendeid tõstmisel.⁴ Töötajat juhendatakse raskuste käsitsi teisaldamise osas ning tagatakse sobilikud tehnilised abivahendid.⁵	II

⁴ Euroopa Tööohutuse ja Töetervishoiu Agentuuri Raskuste käsitsi teisaldamisega seotud ohud ja riskid töökohal.

⁵ Sotsiaalministri määrus Raskuste käsitsi teisaldamise töetervishoiu ja tööohutuse nõuded.

Lisa 6. Riskianalüüsi metoodika

Riskianalüüsi käigus on:

- teostatud töökeskkonna vaatlused;
- töötajatega viidud läbi vestlusi.
- töörühma arutelud.

Mõisted:

Riskianalüüs - protsess, mis hõlmab piirväärtuste ja piirnormide määramist, ohtude väljaselgitamist ja riski suuruse hindamist. Riski suurust hinnatakse tagajärje raskuse ja kahju tekkimise tõenäosuse suhtes. Riskianalüüsil tuleb hinnata nii iga üksiku riski suurust kui ka summaarse riski (erinevate riskide) suurust.

Ohutegur – vigastuse või tervisekahjustuse võimalik põhjustaja nt füüsilised ohutegurid

Oht - põhjus või olukord, mis võib tekitada kahju vigastuse või põduruse, omandikahjustuse, töökeskkonna halvenemise või nende kombinatsioonina

Risk - määratletud ohtliku sündmuse toimumise tõenäosuse ja tagajärje (tagajärgede) kombinatsioon

Sisekontroll - on süstemaatiline tegevus, mis on kavandatud tagamaks ettevõtte igakülgse tegevuse planeerimist, organiseerimist, korraldamist ja ülevaatamist vastavalt töökeskkonda reguleerivatele õigusaktidele.

Tegevuskava - töökeskkonnaalaste tegevuste dokumenteerimine, kus on välja toodud avastatud puudus, puuduse likvideerimise tähtaeg ja puuduse likvideerimise eest vastutaja.

Riskianalüüsi 5 sammu:

I samm: Selgitatakse välja töökeskkonnas esinevad ohutegurid

II samm: Selgitatakse välja, kes on ohustatud ja kuidas

III samm: Hinnatakse riski suurust ja otsustatakse, kas olemasolevad ettevaatusabinõud on piisavad või peaks neid täiendama

IV samm: Pannakse kirja oma tegevus

V samm: Analüüsitakse hindamise tulemusi ja tehke vajalikud korrektiivid

Käesolevas riskianalüüsis kasutatakse Briti Standard 8800 riskihindamistabelit.

Riski suurus (tase) = ohuteguri esinemise tõenäosus ja tagajärje raskusaste

↓	→			
	TÕENÄOSUS	TAGAJÄRG		
		Väheohtlik	Ohtlik	Eriti ohtlik
	Väga ebatõenäoline	Väga madal risk (I)	Väga madal risk (I)	Kõrge risk (IV)
	Ebatõenäoline	Väga madal risk (I)	Keskmine risk (III)	Väga kõrge risk (V)
	Võimalik	Madal risk (II)	Kõrge risk (IV)	Väga kõrge risk (V)
	Väga võimalik	Madal risk (II)	Väga kõrge risk (V)	Väga kõrge risk (V)

Tõenäosus:

- Väga võimalik – õnnetus juhtub kuue kuu jooksul;
- Võimalik – esineb vähemalt kord viie aasta jooksul;
- Ebatõenäoline – esineb kord tööstaaži jooksul;
- Väga ebatõenäoline – võimalus on vähem kui 1%, et tööstaaži jooksul juhtub õnnetus.

Tagajärg:

	Väheohtlik	Ohtlik	Väga ohtlik
Tervis	Tervisekahjustus, mis tekitab ajutist ebamugavust (kõhulahtisus)	Dermatiit, osaline kuulmislangus, jäsemete kahjustus, vähene töövõime langus, astma	Akuutsed ohtlikud haigused, eluaega lühendavad haigused, oluline töövõime kaotus
Ohutus	Nt kerged marrastused, pindmised vigastused, silmade ärritus tolmust	Põletused, rebendid, põrutused, nihestused, kerged luumurrud	Rasked luumurrud, amputatsioon, rasked haavad, mürgistus, kuulmislangus, vähk, surm

Riskide vähendamise planeerimine :

- Väga madal (I)– risk on aktsepteeritav (ei ole vaja rakendada lisameetmeid)
- Madal (II)– ei ole vaja lisakontrolli, kui just seda riski ei saa väga madalaks viia. Vajadusel teostada sisekontrolli
- Keskmine (III)– kontrollida süstemaatiliselt (sisekontrolli teostamine)
- Kõrge (IV)- peab riski vähendama (tegevuskava punkt)
- Väga kõrge (V)– risk ei ole aktsepteeritav, vajalik puuduste likvideerimine ja ohutu töökeskkonna loomine.

Lisa 7. Juhend terviseriski hindamiseks raskuste käsitsi teisaldamisel

1. Teisaldustöö kestuse hinnang

Regulaarselt korduv raskuste teisaldamine	Raskuste hoidmise või kandmise summaarne aeg	Aja hinnang (palli)
10 korra vahetuses	30 min	1
10–40 korda vahetuses	30 min – 1 tund	2
40–200 korda vahetuses	1 tund – 3 tundi	4
200–500 korda vahetuses	3 tundi – 5 tundi	6
≥ 500 korda vahetuses	≥ 5 tundi	8

2. Teisaldatava raskuse massi hinnang

Teisaldatava raskuse mass (mehed)	Teisaldatava raskuse mass (naised)	Massi hinnang (palli)
10 kg	5 kg	1
10–20 kg	5–10 kg	2
20–30 kg	10–15 kg	4
30–40 kg	15–25 kg	7
≥ 40 kg	≥ 25 kg	10

3. Kehaasendi hinnang

Selgitav joonis	Kehaasend	Asendi hinnang (palli)
	– püstasend, ülakeha ei ole pööratud ega kallutatud – raskus toetub vastu keha – seistakse või tehakse mõned sammud	1
	– ülakeha kallutatud ette kuni 30° või pööratud – raskus toetub vastu keha – istumine, seismine või pikem kõndimine	2
	– ülakeha kallutatud ette üle 30° või kummargil asend – raskust ei saa keha vastu toetada või seda tõstetakse õlgadest kõrgemale – istumine või seismine	4
	– pööratud ülakeha kallutatud kaugele ette – raskust ei saa keha vastu toetada – seismine ebakindlal alusel, põlvitamine või kükitamine	8

4. Töökeskkonna tingimuste hinnang

Töökeskkonna ergonoomilised tingimused	Tingimuste hinnang (palli)
– tööks on piisavalt ruumi – põrand on tasane ja mittelibe – hea valgustatus	0
– tööks vähe ruumi: tööpinda alla 1,5 m ² , madal lagi vms – kehaasend ebastabiilne: põrand libe, ebatasane või kaldus	1

5. Arvutus

Tabelitesse kantakse vastavad hinnagud pallides ja tehakse arvutus.

$$\begin{array}{c} \boxed{\text{(massi} \\ \text{hinnang)}} \\ + \\ \boxed{\text{(asendi} \\ \text{hinnang)}} \\ + \\ \boxed{\text{(tingimuste} \\ \text{hinnang)}} \\ = \\ \boxed{\text{(summa)}} \end{array} \cdot \boxed{\text{(aja} \\ \text{hinnang)}} = \boxed{\text{(riskihinne)}}$$

6. Riskitaseme määramine

Riskihinde alusel määratakse riskitase ning sellele vastav edasine tegevus.

Riskihinne	Riskitase	Terviseriski kirjeldus ja vajalik tegevus
10	1	koormus vähene, terviserisk tühine
10–25	2	– koormus mõõdukas – teatud töötajate kategoorial ² võib tekkida ülekoormus, mistõttu nende töökorraldust on vaja muuta ja töökoht ergonoomiliselt ümber kujundada
25–50	3	– koormus suur – võimalik füüsilise ülekoormuse tekkimine ka füüsiliselt tugeval töötajal – vajalik töökorralduse muutmine ja töökoha ergonoomiline ümberkujundamine ³
≥ 50	4	– koormus liiga suur – füüsiline ülekoormus on ilmne – töökorralduse muutmine ja töökoha ergonoomiline ümberkujundamine on hädavajalik – töö lõpetada kuni ümberkorralduste tegemiseni