

Rainer Frondelius

**AUTOALAN SÄHKÖTYÖTURVALLISUUSKOULUTUKSEN TARVEKARTOITUS
JA KEHITTÄMINEN**

AUTOALAN SÄHKÖTYÖTURVALLISUUSKOULUTUKSEN TARVEKARTOITUS JA KEHITTÄMINEN

Rainer Frondelius
Opinnäytetyö
Kevät 2023
Autoala, YAMK
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Master tutkinto, autoala

Tekijä: Rainer Frondelius

Opinnäytetyön nimi: Autoalan sähkötyöturvallisuuskoulutuksen tarvekartoitus ja kehittäminen

Työn ohjaaja: Hannu Heikkilä

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: kevät 2023

Sivumäärä: 54 + 2 liitettä

Autoliikenne tulee sähköistymään erittäin nopealla aikataululla. Ilmastotavoitteet ohjaavat kehitystä tähän suuntaan. Valtioneuvoston 2021 tekemän päätöksen mukaan kotimaan liikenteen päästöt pyritään puolittamaan vuoteen 2030 mennessä vuoteen 2005 verrattuna. Näin ollen sähkö- ja hybridiautojen osuus autokorjaamoilla tulee lisääntymään nopeassa tahdissa.

Opinnäytetyön päätavoitteena oli kartoittaa Itä-Uudellamaalla toimivien vapaiden auto- ja konekorjaamoiden mekaniikoilta ja työnjohtajilta vaadittava koulutustaso korjattaessa ja huollettaessa sähkö- ja hybridiajoneuvoja. Kartoituksessa selvitettiin autoalan sähkötyöturvallisuuskoulutus SFS 6002:n, ensiapu- ja jännitetyökoulutuksen suorittaneiden määrä. Verrokkina tehtiin kartoitus saman talousalueen merkkikorjaamoihin. Osatavoitteena oli selvittää kiinnostus ja tarve osallistua SFS 6002 sähkötyöturvallisuuskoulutukseen, ensiapu- ja jännitetyökoulutukseen sekä sähkö- ja hybriditeknikan koulutukseen. Tutkimus toteutettiin kvantitatiivisena kyselytutkimuksena.

Tässä tutkimuksessa perehdyttiin ilmastotavoitteiden saavuttamiseksi säädettyihin lakeihin ja poliittisiin päätöksiin sekä selvitettiin eri tilastoista sähkö- ja hybridiajoneuvokannan kehitystä. Työssä perehdyttiin laajasti lainsäädännön vaatimuksiin ja seikkoihin, joita tulee huomioida huollettaessa ja korjattaessa sähkö- ja hybridiajoneuvoja.

Työhön kootusta tietoperustasta muokataan tietopaketti, jota hyödynnetään koulutusmateriaalina niin ammatillisessa perusopetuksessa kuin mahdollisissa koulutustilaisuuksissa yrityksille.

Tutkimus osoitti selvästi, ettei läheskään kaikilla vapailla korjaamoilla ole valmiutta tehdä huoltoja ja korjauksia sähkö- ja hybridiajoneuvojen korkeajännitejärjestelmiin. Lisäksi oli havaittavissa, ettei osalla korjaamoista ole tietoa siitä, mitä lainsäädännöllisiä vaatimuksia pitää huomioida korjattaessa ja huollettaessa sähkö- ja hybridiajoneuvoja. Huomattavaa koulutustarvetta ja kiinnostusta ilmeni niin SFS 6002:n sähkötyöturvallisuuskoulutukseen, ensiapu- ja jännitetyökoulutukseen sekä sähkö- ja hybridiajoneuvotekniikan koulutukseen.

Asiasanat: työturvallisuuslaki, sähköturvallisuuslaki, SFS 6002, sähkö- ja hybridiajoneuvot.

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Masters degree, Degree Programme in Automotive Engineering Technology

Author: Rainer Frondelius

Title of thesis: Needs assessment and development of electrical safety training in the automotive sector

Supervisor: Hannu Heikkilä

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2023

Number of pages: 54 + 2 appendices

Mobility and transport with cars will be electrified on a very fast schedule. Climate targets steer development in this direction. According to the Government's decision of 2021, the aim is to halve transport emissions by 2030 compared to 2005. Therefore, the share of electric and hybrid cars in car repair shops will increase at a rapid pace.

The aim of the thesis was to map out the level of training of working mechanics and foremen and the need for training in brand's unaffiliated car repair shops operating in Itä-Uusimaa; electrical safety training in SFS 6002, first aid and electrical and hybrid technology. As a comparison, a more limited survey was carried out for branded repair shops in the same economic area. Research was carried out as a quantitative survey.

The work examined the climate targets guiding development, the electric and hybrid vehicle fleet developments as well as legal requirements and considerations for the maintenance of electric vehicles and when making repairs.

The knowledge base explored in the work is utilized as educational material both in basic education and in possible training sessions for companies.

The study clearly showed that not all brand's unaffiliated car repair shops are prepared to do maintenance and repairs to high-voltage systems in electric and hybrid vehicles. There is a considerable need for education and interest in electrical work safety with SFS 6002, first aid and even in terms of tension work training.

Keywords: occupational safety and health law, electrical safety law, SFS 6002, electric and hybrid vehicles.

SISÄLLYS

SISÄLLYS.....	5
1 JOHDANTO.....	7
1.1 Tutkimuksen tavoite	8
1.2 Tutkimuksen menetelmät, lähestymistapa ja rakenne.....	8
2 LAIT JA VAATIMUKSET SÄHKÖ- JA HYBRIDIAJONEUVOJEN HUOLTAMISESSA JA KORJAAMISESSA	10
2.1 Työturvallisuuslaki 738/2002	10
2.2 Sähköturvallisuuslaki 1135/2016	11
2.3 SFS 6002 -standardi	11
2.4 Ensiapukoulutus.....	13
2.5 Autovalmistajien vaatimukset	14
3 SÄHKÖN VAARAT	15
4 ILMASTOTAVOITTEET.....	18
5 SÄHKÖ- JA HYBRIDIAUTOJEN MÄÄRÄ SUOMESSA.....	20
6 SÄHKÖ- JA HYBRIDIAJONEUVOT	23
6.1 Sähköajoneuvojen historiaa	23
6.2 Sähkö- ja hybridiajoneuvojen rakenne	25
6.2.1 Mikrohybridi.....	26
6.2.2 Kevythybridi, MHEV	26
6.2.3 Täyshybridi, HEV	26
6.2.4 Lataushybridi, PHEV	26
6.2.5 Täyssähköajoneuvo, BEV.....	26
7 AKKUTEKNIikka	27
8 TUTKIMUSTEHTÄVÄ JA PÄÄTUTKIMUSKYSYMYKSET	28
9 KYSELYN TOTEUTUS.....	30
10 TULOKSET.....	32
10.1 Vastaukset kyselyyn.....	32
10.2 Eettisyyden huomiointi tutkimuksessa.....	42
11 YHTEENVETO.....	43
11.1 SFS 6002 sähkötyöturvallisuuskoulutuksen tilanne	44

11.2 Jännitetyökoulutuksen tilanne.....	45
11.3 Ensiapukoulutuksen tilanne	46
11.4 Kiinnostus koulutuksiin	47
11.5 Toivottu koulutusmuoto.....	48
12 POHDINTA	49
LÄHTEET.....	51
LIITTEET	55

1 JOHDANTO

Elämme aikaa, jossa ilmaston suojeleminen ja päästöjen vähentäminen ohjaavat kehitystä ja tulevaisuuden autotekniikkaa. Liikenne tuottaa päästöjä, ja näiden päästöjen vähentämiseksi EU:ssa on tehty merkittäviä päätöksiä liikenteen päästöjen vähentämiseksi niin, että kaikki EU:ssa uutena myytävät henkilö- ja pakettiautot olisivat päästöttömiä vuonna 2035 (Euroopan parlamentti 2022).

Suomessa valtioneuvoston vuonna 2021 tekemän päätöksen mukaan kotimaan liikenteen päästöt pyritään puolittamaan vuoteen 2030 mennessä vuoteen 2005 verrattuna (Liikenne- ja viestintäministeriö 2021). Henkilö- ja pakettiajoneuvokanta tulee sähköistymään ja nopeasti tapahtuva voimalinjamuutos aiheuttaa uusia haasteita korjaamoille. Autoalan kehitys ja muutosvauhti ovat nyt nopeampia kuin koskaan aiemmin sitten auton keksimisen jälkeen. Sähkö-, hybridi- ja mitä luultavimmin myös polttokennoautojen osuus autokorjaamoilla tulee lisääntymään nopeassa tahdissa. Näiden ajoneuvojen korkeajännitejärjestelmät ja muut uudet teknisesti haastavat järjestelmät aiheuttavat haasteita ja koulutustarpeita korjaamoille ja yrityksen koko henkilöstölle, ei pelkästään mekaanikoille.

Toimin autoalan ammatillisena opettajana ammattioppilaitoksessa. Myös oppilaitoksissa ja opetussuunnitelmassa on pysyttävä ajan hermolla. Siksi onkin erityisen tärkeää, että myös opettajat päivittävät uuden sähkö- ja hybriditekniikan osaamistaan. Autoalan opetussuunnitelmassa autoalan sähköturvallisuuskoulutus SFS 6002 on pakollisena kaikissa tutkinnon osissa (ePerusteet 2022).

Meistä kenelläkään, niin oppilaitoksissa kuin korjaamoillakaan, ei ole vielä pitkän ajan kokemusta sähkö-, hybridi- ja vetäjäajoneuvojen käytöstä ja korjaamisesta. Siksi onkin erityisen tärkeää, että yhteistyö oppilaitosten ja yrityselämän välillä on toimivaa ja molemminpuolista. Käydessäni korjaamoilla opiskelijoidemme työssäoppimisjaksojen aikana on tullut esiin kysymyksiä ja toiveita, jotka selvästi viittaavat siihen, että korjaamoilla olisi tarve saada lisäkoulutusta sähköturvallisuudesta ja uudesta sähkö- ja hybridi-ajoneuvojen tekniikasta. Toiveita on ilmennyt etenkin pienemmissä merkiriippumattomissa ja korjaamoketjuihin kuulumattomissa, ns. vapaissa korjaamoissa. Tähän toiveeseen ja lisäkoulutus tarpeeseen pyrin omalta osaltani vastaamaan tämän työn puitteissa.

Tämän työn tarkoituksena on edistää ja kehittää yhteistyötä oppilaitoksen sekä oppilaitokselle työssäoppimispaikkoja tarjoavien korjaamoiden kesken. Opinnäytetyössä kartoitetaan Itä-Uudellamaalla sijaitsevien oppilaitoksen yhteistyökorjaamoiden SFS 6002 sähkötyöturvallisuuskoulutus tilanne ja tarve sekä sähkö- ja hybridiajoneuvotekniikan koulutustarve. Työssä selvitetään lakeja ja vaatimuksia, jotka ohjaavat sähkö- ja hybridiajoneuvojen korjaamista ja huoltamista turvallisesti, sekä tarkastellaan seikkoja, jotka ovat johtaneet autokannan voimalähteiden muutokseen. Työssä perehdytään sähköajoneuvojen historiaan, tekniikoiden rakenteeseen ja akkutekniikkaan.

1.1 Tutkimuksen tavoite

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on selventää vaatimuksia, joita sähkö- ja hybridiajoneuvojen korjaaminen korjaamolta vaatii, sekä kartoittaa oppilaitoksemme yhteistyökorjaamoiden koulutustilanne sähkötyöturvallisuus SFS 6002:n, ensiapu- ja jännitetyökoulutuksen osalta. Tämän pohjalta rakennetaan tulevaisuudessa mahdollisesti koulutuspaketti yhteistyökorjaamoille. Koulutusaiheita olisivat muun muassa autoalan sähkötyöturvallisuus SFS 6002, ensiapu- ja jännitetyökoulutus sekä sähkö- ja hybridiajoneuvotekniikka.

Työn tavoitteiden saavuttamiseksi tutkimuskysymykset ovat seuraavat:

1. Onko korjaamoilla tarvetta SFS 6002 sähkötyöturvallisuuskoulutukselle?
2. Onko korjaamoilla tarvetta sähkö- ja hybridiajoneuvotekniikan koulutukselle?
3. Onko korjaamolla valmiutta tehdä korjauksia sähkö- ja hybridiajoneuvojen korkeajännitejärjestelmiin?
4. Onko korjaamolla valmiutta tehdä korjauksia sähkö- ja hybridiajoneuvojen korkeajännite akustoontoon?

1.2 Tutkimuksen menetelmät, lähestymistapa ja rakenne

Tutkimus toteutetaan määrällisenä eli kvantitatiivisena tutkimuksena, jossa tutkittavaa kohdetta kuvataan ja tulkitaan tilastojen ja numeroiden avulla. Aineisto kootaan kyselytutkimuksena ja se toteutetaan Google Formsilla ja henkilökohtaisilla haastatteluilla. Kysely ja haastattelut kohdennetaan pääasiassa Itä-Uudellamaalla sijaitseville yhteistyökorjaamoille, jotka tarjoavat oppilaitokselle autoalan työssäoppimispaikkoja.

Työn ensimmäisessä luvussa kuvataan tutkimuksen tavoitteet, menetelmät ja rakenne. Luvussa 2 käydään läpi sähkö- ja hybridiajoneuvojen korjaamista ohjaavia lakeja, standardeja ja vaatimuksia. Luvussa 3 käsitellään sähkötoihin liittyviä vaaroja sekä vaadittavia suojavälineitä. Luvussa 4 käydään läpi keinoja ilmastotavoitteisiin pääsemiseksi, ja luvussa 5 tarkastellaan sähkö- ja hybridiajoneuvojen määrää suomessa. Luvussa 6 käydään läpi sähkö- ja hybridiajoneuvojen historiaa sekä rakenteita, ja luvussa 7 perehdytään akkutekniikkaan. Luvussa 8 syvennytään tutkimustehtävään, kysymyksiin- ja menetelmään sekä luvussa 9 kyselyn toteutukseen. Luvussa 10 käsitellään tuloksia, ja luvussa 11 yhteenvetoa tuloksista. Luvussa 12 suoritetaan pohdinta.

2 LAIT JA VAATIMUKSET SÄHKÖ- JA HYBRIDIAJONEUVOJEN HUOLTAMISESSA JA KORJAAMISESSA

Aina työtä tehdessä on ensiarvoisen tärkeää, että noudatetaan annettuja lakeja ja säädöksiä. Työskenneltäessä sähköjärjestelmien kanssa on erityisesti huomioitava työ- ja sähkötyöturvallisuus. On tiedostettava työssä läsnä olevat vaarat, jotka voivat aiheuttaa sähköiskun tai valokaaren. Ajoneuvoissa, joissa jännitteet ylittävät tasajännitteellä 120 V ja vaihtojännitteellä 50 V, on huomioitava jännitetyötä koskevat lait ja vaatimukset (SFS 6002). Sähkö- ja hybridiajoneuvojen korkeajännitejärjestelmien korjaamista ja huoltamista ohjaavat työturvallisuuslaki, sähköturvallisuuslaki sekä sähköturvallisuusstandardi SFS 6002.

Ilman huolellista suunnittelua ja turvallisia työskentelymenetelmiä, sähkö voi aiheuttaa monenlaisia vaaroja työympäristössä. Sähköiskuun tai oikosulusta syntyneeseen valokaareen liittyy aina suuri loukkaantumisen, jopa kuoleman riski. On ensiarvoisen tärkeää, että työntekijä suoriutuu työstään vaarantamatta omaa tai muiden terveyttä.

Kaikissa työtehtävissä vastuullisen ja turvallisen toiminnan lähtökohtana on oltava oikean ja päivitetyn tiedon noudattaminen, riittävä ammattitaito ja erittäin tärkeänä tekijänä oikea asenne. Valitettavan usein väärällä asenteella mitätöidään muut turvalliseen työn tekemiseen tähtäävät toimenpiteet.

2.1 Työturvallisuuslaki 738/2002

Työturvallisuuslain tarkoituksena on työtapaturmien ennaltaehkäisy ja torjunta. Työnantajan on huolehdittava työntekijän työturvallisuudesta sekä ensiavun järjestämisestä. (Työturvallisuuslaki 738/2002.)

Suoritettaessa huolto- ja korjaustöitä sähkö- ja hybridiajoneuvojen korkeajännitejärjestelmiin, voidaan todeta, että työnantajan vastuulla on huolehtia SFS 6002 koulutuksesta, mallikohtaisesta koulutuksesta, sopivista työkaluista ja mittalaitteista sekä tarvittavista suojavälineistä (Työturvallisuuslaki 738/2002).

2.2 Sähköturvallisuuslaki 1135/2016

Sähköturvallisuuslain tarkoituksena on taata turvallinen sähkölaitteiden käyttö, estää sähkömagneettiset häirtävaikutukset sekä turvata oikeudet henkilölle, jolle on tapahtunut sähkövahinko. Sähköturvallisuuslain perusvaatimuksena on, että henkilö on perehtynyt tai opastettu tehtävään ja sähköturvallisuusvaatimukseen. Sähköturvallisuuslain 55§ esitetystä vaatimuksesta sähkötyön johtajan ilmoitusvelvollisuuden ja toiminnan aloituksen suhteen saadaan poiketa lain 56 § mukaan, kun sähkö- ja hybridiajoneuvojen korkeajännitejärjestelmiin huoltoja ja korjauksia tekevä henkilö on riittävästi perehtynyt tai perehdytetty kyseisen ajoneuvomallin sähköjärjestelmään ja sähkön vaaroihin. Samalla perusteella korkeajännitetöitä ajoneuvoihin tekevät yritykset on vapautettu ilmoitusvelvollisuudesta Tukesin urakoitsijarekisteriin sekä sähköpätevyyden omaavan sähkötyöiden johtajan nimeämisvelvollisuudesta. Työn tekijän on tällöin huolehdittava työnaikaisesta sähkötyöturvallisuudesta. (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016, 1:1.1 §. 4:55.1 §. 4:56.1 §.)

2.3 SFS 6002 -standardi

Suomessa noudatettava SFS 6002 standardi perustuu CENELECin eurooppalaiseen standardiin EN 50110-1. Siinä määritellään vaatimukset ja käytännöt turvalliseen sähkötyön tekemiseen. (Vesa Linja-aho 2021, 85.) Standardiin on lisätty autoalaa koskeva liite U vuonna 2014, jossa määritellään tarkemmin sähkö- ja hybridiajoneuvojen korkeajännitejärjestelmiin huoltoja ja korjauksia tekevän henkilöstön koulutus vaatimuksia sekä korjaamotilojen merkintä ym. vaatimuksia (SFS 6002).

Standardin SFS 6002 mukainen koulutus vaaditaan sähkö- ja hybridiajoneuvojen korkeajännitejärjestelmiä korjaavilta mekaniikoilta, työnjohtolta ja muulta työtä opastavalta henkilöstöltä. Suorittamalla SFS 6002 koulutuksen hyväksytysti, voidaan todeta, että henkilö on perehtynyt riittävästi sähkön vaaroihin. Tämän lisäksi vaaditaan ajoneuvokohtainen koulutus tai perehtyneisyys. Ajoneuvokohtaisen koulutuksen toteuttamistapaa ei ole tarkemmin määritelty. Muu henkilöstö, joka ei osallistu sähkö- ja hybridiajoneuvojen huolto- ja korjaustöihin, tulee muulla tavoin perehdyttää sähkön vaaroihin ja toimintaan korjaamalla. Heiltä ei vaadita SFS 6002 koulutuksen suorittamista. SFS 6002 pätevyys on voimassa kerrallaan 5 vuotta. (SFS 6002.)

Silloin kun ajoneuvossa suoritetaan korkeajännitejärjestelmiin liittyvää sähkötyötä, tulee ajoneuvon ympäristö eristää lippusiimalla tai huomiovärisellä ketjulla. Kuvassa 1 on esimerkki ajoneuvon ympäristön eristämisestä. Muita henkilöitä tulee varoittaa kuvan 2 tyyppisellä varoituskilvellä, joka kertoo kohteesta olevasta vaarallisesta jännitteestä. Korjaamo- ja sosiaalitulat on varustettava ensiapuhjetauluilla, sekä kaikki korjaamon henkilökulkutiet on merkittävä kilvillä, joissa varoitetaan vaarallisesta jännitteestä. Korjaamotiloihin pääsy on myös kielletty asiattomilta henkilöiltä ja se on ilmaistava selkeästi. (SFS 6002.)



Kuva 1. Työtilan eristäminen (Kangas 2020)



Kuva 2. Jännitetyö (Turvakilvet)

2.4 Ensiapukoulutus

Työturvallisuuslain 36 § pykälän mukaan työnantajalla on velvollisuus huolehtia ensiavun saamisesta työntekijöille ja muille työpaikalla oleville henkilöille, työn luonteen, työntekijöiden lukumäärän ja työolosuhteiden vaatimalla tavalla. Työntekijöille on ohjeistettava toimintatapa ensiavun saamiseksi tapaturma- tai sairastumistilanteissa. Ensiapuvälineitä on myös oltava saatavilla. (Työturvallisuuslaki 2:36§.) SFS 6002 sähkötyöturvallisuusstandardin liite X tarkentaa määritelmää ensiavusta seuraavasti (SFS 6002).

Sähköalan töissä on erityisesti huolehdittava ensiapuvalmiudesta sähköön aiheuttamien tapaturmien varalta. Sähkötöitä tehdään usein vaihtuvissa työpaikoissa yksin tai pienessä työryhmässä. Tämän takia kaikille ammattitaitoa vaativiin sähkötöihin osallistuville sähköalan ammattihenkilöille työnjohdon ja käytönjohdon henkilöt mukaan luettuna sekä näissä töissä avustamaan opastetuille henkilöille pitää antaa ensiapukoulutus, joka käsittää ainakin palovammoihin sekä ruhje- ja viiltohaavoihin annettavan ensiavun sekä puhallus- ja painanta-elvytyksen opettamisen ja niitten käytännön harjoittamisen. (SFS 6002.)

Sähköiskun seurauksena henkilö on voinut saada sydänkammiovärinän ja on tajuton. Defibrillaattorin avulla pyritään poistamaan sydänpysähdyksen aiheuttanut rytmihäiriö, ja laitteen käytön opiskelu on siksi tärkeää. Laitteen tulisi kuulua jokaisen korjaamon sekä autoliikkeen varustukseen.

2.5 Autovalmistajien vaatimukset

Autovalmistajilla on omat merkkikohtaiset koulutusvaatimukset suoritettaessa huolto- ja korjaustöitä sähkö- ja hybridiajoneuvojen korkeajännitejärjestelmiin. Merkistä riippuen koulutuksen määrä ja sisältö voi olla hyvinkin erilainen. Käytettävät työvälineet ovat usein merkkikohtaisia ja on tärkeää, että käytetään työohjeissa nimettyjä työvälineitä. Mikäli käytettävissä ei ole merkkikohtaisia työvälineitä, on vastaavuuksien kanssa oltava tarkkana, että vältetään työtaturmilta.

Aina kun tehdään huolto ja korjaustoimia sähkö- ja hybridiajoneuvojen korkeajännitejärjestelmiin, niin täytyy olla hallussa merkkikohtainen tieto ja taito sekä käytettävissä ajan tasalla olevat työohjeet, joihin sisältyy ohje ajoneuvon jännitteettömäksi tekemiseksi.

3 SÄHKÖN VAARAT

Sähköiskussa ja valokaaren syntyessä on vaarana vakavan loukkaantumisen tai mahdollisen tulipalon riski. Sähköiskussa kehon läpi kulkeva sähkövirta voi vammauttaa ja tuhota kudoksia lämmittämällä. Kehon läpi kulkiessaan sähkövirta voi häiritä sydämen sähköistä toimintaa ja siten aiheuttaa sydämenpysähdyksen tai vaurioittaa sydänlihasta. Sähkövirran kulkiessa aivojen hermokeskuksen läpi keskus voi lamautua ja hengitys voi pysähtyä. Valokaari voi aiheuttaa vakaviakin palovammoja, ja sähköiskun seurauksena henkilö voi pudota tai kaatua ja vammautua sen seurauksena. (Terveyskirjasto 2022.)

Vaihtosähkö aiheuttaa voimakkaita lihaskouristuksia, ja sen seurauksena sähkölähteestä irrottautuminen voi olla hyvin hankalaa. Henkilön irrottamisessa tulee käyttää oikeita apuvälineitä, ettei itse joudu alltiiksi sähköiskulle. Ei ole olemassa yksiselitteistä vastausta siihen, mikä jännitteen tai virran taso on vaarallinen. Vaikuttavia tekijöitä on muun muassa kosteus, sähköiskun vaikutusaika, kosketuspinta-ala ja jännitteen ja virran kulkutie kehossa. (Terveyskirjasto 2022.)

Aina kun suoritetaan huolto- ja korjaustöitä ajoneuvon korkeajännitepiirissä, on ajoneuvo tehtävä jännitteettömäksi (Vesa Linja-aho 2021, 91.) Korkeajännitettä voi esiintyä ainakin seuraavissa komponenteissa:

- korkeajänniteakusto
- korkeajännitekaapelit ja liittimet
- sähkömoottori
- invertteri
- dc/dc muunnin
- erilaiset pumput ja ilmastoinnin kompressori
- sähköiset lämmityselementit. (Peltonen 2022.)

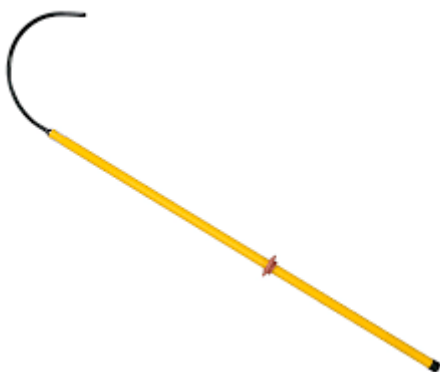
Työ- ja suojavälineet

Toimittaessa jännitteisten osien ja laitteiden kanssa, myös käytettävät työkalut ja mittalaitteet tulee olla suunniteltu ja hyväksytty tähän käyttöön. Standardissa IEC 60900 määritellään jännitetyössä käytettävien työkalujen vaatimuksia (IEC60900). Jännitetyössä on aina käytettävä suojavälineitä ja jännitetyökaluja. Esimerkkejä työ- ja suojavälineistä on kuvassa 3.



Kuva 3. Työ- ja suojavälineitä (Finnparttia 2022)

Mikäli henkilö on jäänyt kiinni sähkövirralliseen kohteeseen, tulee hänet irrottaa kohteesta kuvassa 4 nähtävää pelastussauvaa apuna käyttäen.



Kuva 4. Pelastussauva (Perel Oy 2022)

Jännitetyövälineet merkataan kaksoiskolmiosymbolilla (Sähkötyövälineet 2022). Ajoneuvojen korjauksessa tulee käytössä olla ainakin seuraavat työkalut ja suojavälineet:

- jännitetyökalut, joiden jännitteenkesto on 1000 V
- suojakäsineet IEC 60903/1000V
- jännitteenkoetin tai mittari CAT III tai CAT IV ja jännitteenkesto 600V /1000V
- kasvosuojain EN 166. (Peltonen 2022).

Jännitetyövälineet on aina pidettävä puhtaina ja kuivina sekä estettävä vaurioiden syntyminen kuljetuksen ja säilytyksen aikana. Säilytykseen soveltuu erinomaisesti jännitetyökalusalkku tai vaunu. Niin käytössä kuin säilytyksessäkin on noudatettava valmistajan ohjeita ja jännitetyökalujen ja käsineiden kunto tulee tarkistaa aina ennen niiden käyttöä. Eristeissä ei saa olla vaurioita ja käsineet on tarkistettava oikea oppisesti. Käsineet on suojattava erityisesti auringon UV säteilyltä, koska se haurastuttaa käsineet nopeasti käyttökelvottomiksi. Pelastussauva on oltava paikassa, josta se on helposti saatavilla. (Peltonen 2022.)

4 ILMASTOTAVOITTEET

EU:ssa myytävien uusien henkilö- ja pakettiautojen on oltava päästöttömiä vuodesta 2035 eteenpäin. Tavoitteena on, että liikenne olisi hiilineutraalia vuoteen 2050 mennessä. (Euroopan parlamentti 2022.) Suomen kunnianhimoisena tavoitteena on puolittaa liikenteen päästöt jo vuoteen 2030 mennessä. Liikenteen kasvihuonekaasujen puolittamisen tavoite vuoteen 2030 mennessä vuoteen 2005 verrattuna määriteltiin Sipilän hallituksen energia- ja ilmastostrategiassa vuonna 2016 osana Suomen sitoumusta EU:n päästövähennystavoitteissa. Vuoteen 2045 mennessä liikenne tulee olla nollapäästöistä. (Liikenne- ja viestintäministeriö 2022.) Kuvassa 5 kuvataan keinoja tieliikenteen päästöjen vähentämiseksi.

Fossiilittoman liikenteen tiekartta – keinot tieliikenteen päästöjen vähentämiseksi



Kuva 5. Fossiilittoman liikenteen tiekartta (Liikenne- ja viestintäministeriö 2022)

Keinoja päästöjen vähentämiseksi

Ajoneuvojen tuottamien päästöjen vähentämisessä vallitsevana keinoina tällä hetkellä on fossiilisia polttoaineita käyttävien polttomoottoriajoneuvojen korvaaminen sähkö- ja hybridiajoneuvoilla. Valtioiden tukipolitiikka niin Suomessa kuin koko Euroopassakin ohjaa kehitystä voimakkaasti tähän suuntaan.

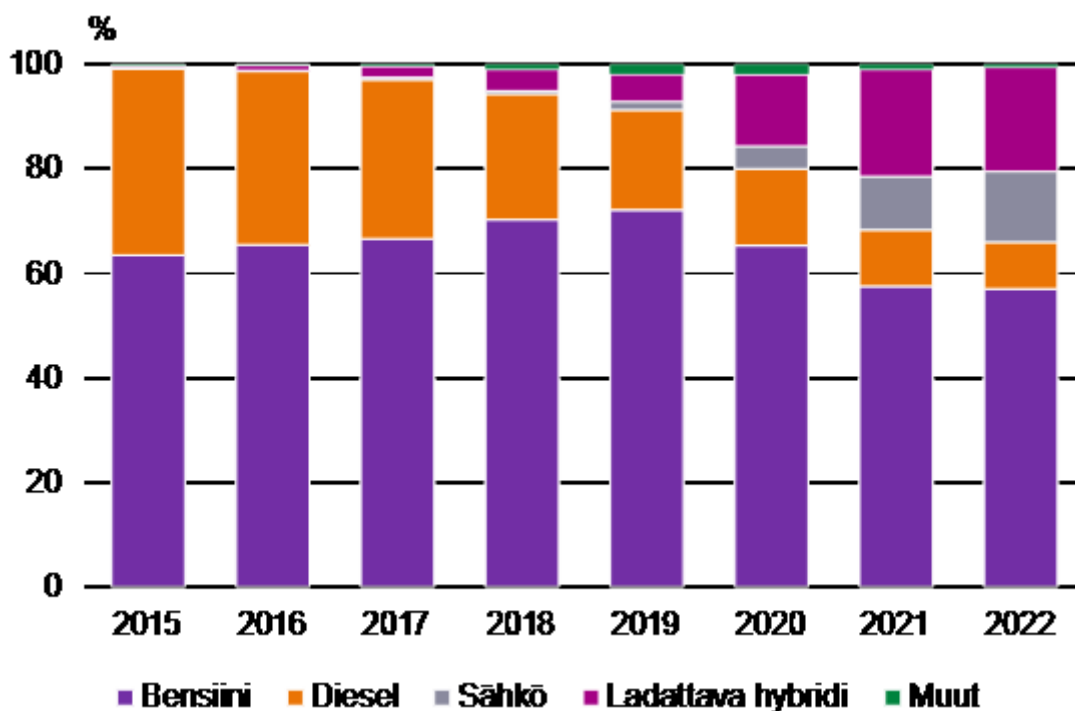
Biopolttoaineiden ja maa- tai biokaasun käyttöä polttomoottoreissa pyritään lisäämään. Myöhemmin myös Power-to-x, lyhyemmin P2X, polttoaineet voivat tulla valikoimaan mukaan. P2X polttoaine on synteettistä polttoainetta, joka valmistetaan uusiutuvalla tuuli- tai aurinkosähköllä ilmassa olevasta hiilidioksidista ja tuestä sekä vedestä sähkövirran avulla tuotetusta vedystä. Polttoaineksi saadaan näin tuotettua metaania, metanolia ja dimetyylieetteriä, joita voidaan käyttää jo olevissa polttomoottoreissa ja jakeluverkostoa on myöskin valmiina. (LUT University 2023.) Nämä polttoaineet voisivat olla yhtenä ratkaisuna raskaan kaluston päästöjen vähentämiseksi, koska akkuteknologiaa ei ainakaan tällä hetkellä nähdä sopivaksi ratkaisuksi akkujen suuresta hyötykuormasta syövästä massasta johtuen.

Vedellä toimiva polttokennoajoneuvo niin kevyessä kuin raskaassakin ajoneuvokalustossa tulee varmaankin olemaan yhtenä vaihtoehtona tulevaisuudessa, mutta tällä hetkellä vedyn tuotanto ja jakeluinfrastruktuuri Suomessa ei ole sillä tasolla, että se olisi vielä varteenotettava vaihtoehto. Saksassa vetyautoja on jo yleisessä myynnissä ja vedyn jakeluverkostoakin on jo olemassa ja sitä kehitetään siellä jatkuvasti. Euroopassa oli vuonna 2021 vain 136 vetytankkausasemaa, ja eurokansanedustajat ovat tehneet ehdotuksen, että vuonna 2028 kaikilla EU:n pääteillä tulisi olla vetytankkausasema 100 km:n välein. (Euroopan parlamentti 2022.) Tämä on tietysti vasta ehdotus, mutta antaa viitteitä siitä, että myös vedystä halutaan saada varteenotettava liikennepolttoaine EU:ssa.

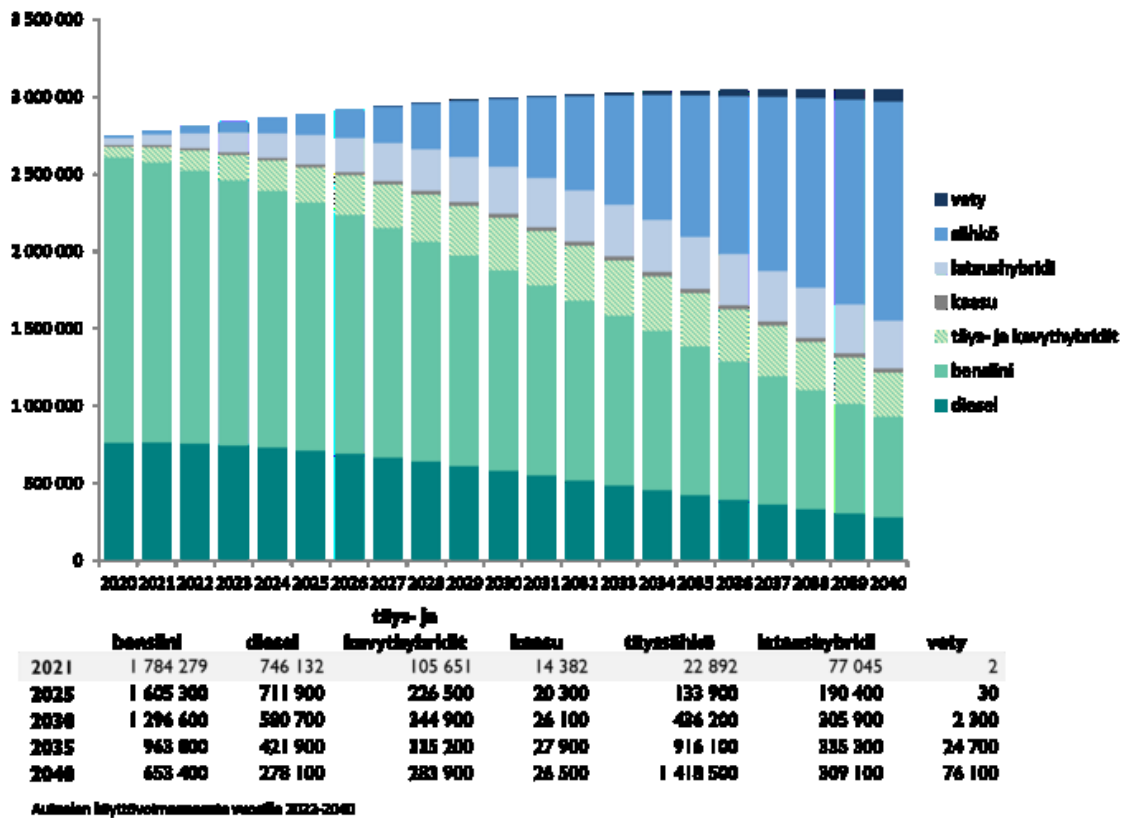
5 SÄHKÖ- JA HYBRIDIAUTOJEN MÄÄRÄ SUOMESSA

Sähkö- ja hybridautojen osuus Suomen autokannasta on lisääntynyt huomattavasti parin viime vuoden aikana. Vuonna 2021 ensirekisteröidyistä henkilöautoista sähköautoja oli 10 prosenttia ja ladattavia hybridejä oli 20 prosenttia. Hybridautoissa ladattavien hybridien osuus on kasvanut voimakkaasti. (Tilastokeskus 2022.) Uusimpien ennusteiden mukaan liikenteen sähköistyminen tulee olemaan nopeampaa kuin aiemmin uskottiin. Keväällä 2022 arvioitiin, että uusien henkilöautojen ensirekisteröinneistä ladattavia hybridejä olisi noin 23 prosenttia ja täyssähköautoja noin 17 prosenttia. Näin ollen ladattavien henkilöautojen osuus uusien henkilöautojen rekisteröinneistä olisi noin 40 prosenttia. (Autoalan tiedotuskeskus a.)

Arvioidaan että vuoteen 2025 mennessä noin 32 prosenttia uusista henkilöautojen ensirekisteröinneistä olisi täyssähköautoja ja ladattavia hybridejä 24 prosenttia. Yhteenlaskettu osuus olisi 56 prosenttia ensirekisteröinneistä. (Autoalan tiedotuskeskus a.) Kuvassa 6 on tämän hetkinen tilanne moottoriajoneuvojen käyttövoimien jakautumisen suhteen ja kuvassa 7 on nähtävissä ennusteet tuleville vuosille.



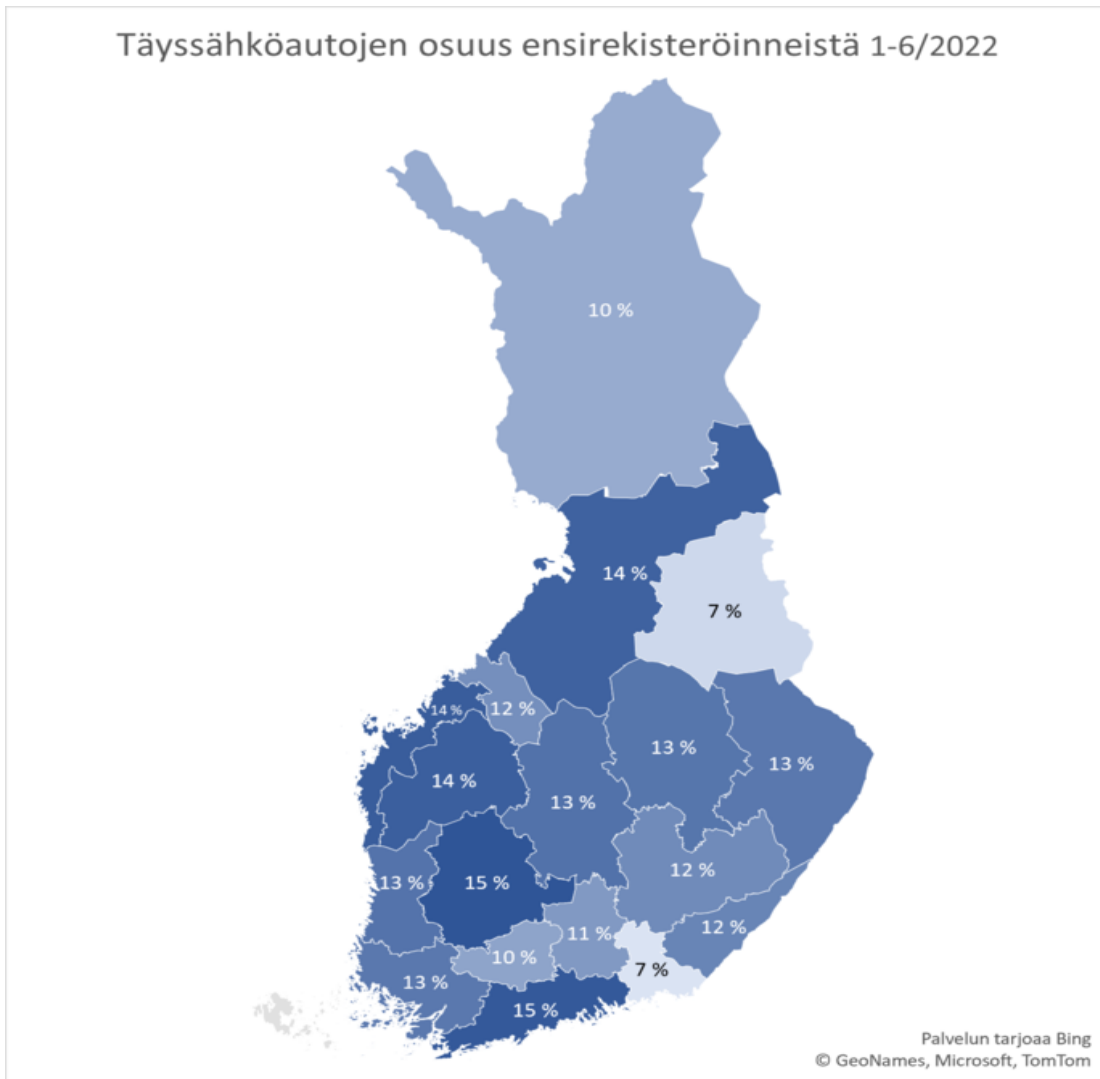
Kuva 6. Tilastokeskus, moottoriajoneuvojen ensirekisteröinnit 2015–2022 (Tilastokeskus 2022)



Kuva 7. Autoalan käyttövoimaennuste vuosille 2022-2040 (Autoalan tiedotuskeskus a)

Sähkö- ja hybridautojen jakauma maakunnittain

Täyssähköajoneuvojen jakaantumista tarkasteltaessa valtakunnallisesti, voidaan havaita, että iso osa sähköautoista sijaitsee etelä- ja keski-suomessa ja suurimmissa kaupungeissa. Vaikuttavana tekijänä on väestötiheys ja päivittäinen ajosuorite. Täyssähköisistä henkilöautoista 38 prosenttia oli rekisteröity pääkaupunkiseudulla. (Helsinki, Espoo, Vantaa) Tampereella 1260, Turussa noin 1000 ja Oulussa 730 sähköautoa. (Tilastokeskus 2022). Kuvassa 8 nähdään täyssähköautojen jakaantuminen valtakunnallisesti.



Kuva 8. Täyssähköautojen osuudet ensirekisteröinneistä maakunnittain 1.1 – 30.6.2022
(Autoalan tiedotuskeskus b)

6 SÄHKÖ- JA HYBRIDIAJONEUVOT

6.1 Sähköajoneuvojen historiaa

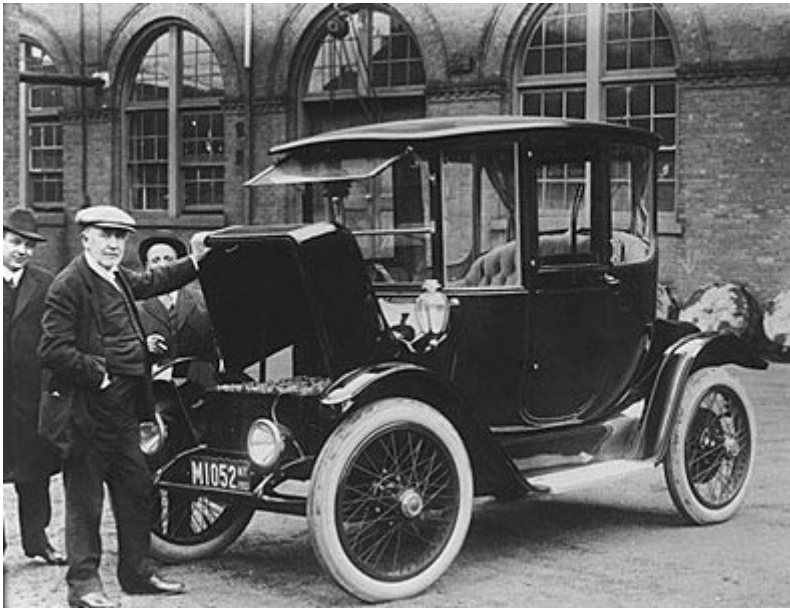
Autojen yleistyessä 1900-luvun alussa oli sekä polttomoottoriautoja sekä täyssähköautoja. Aivan autoilun alkutaipaleella sähköauto oli jopa suosittumpi etenkin Yhdysvalloissa. Ne olivat hiljaisia, helpompia käyttää ja hajuttomia, toisin kuin sen ajan polttomoottoriautot. New Yorkissa sähköautovalmistaja Electric Vehicle Company käytti sähköajoneuvoja taksiliikenteessä. Vuonna 1899 belgialainen Camille Jenatzen rikkoi sähköautolla 100 km/h haamurajan kuvassa 9 näkyvällä ajoneuvolla.



Kuva 9. Camille Jenatzenin sähköajoneuvossa (Sähköautot 2022)

Vuonna 1914 autotehtaan omistaja Henry Ford ja keksijä Thomas Edison aloittivat yhteistyön, ja tarkoituksena oli kehittää yhdessä sähköauto ja sen käyttämiseen tarvittava infra. Suunnitelmissa oli koteihin asennettavat sähkögeneraattorit, latauspisteet kaupungeissa ja huoltoasemaverkosto, joissa voisi vaihtaa muutamassa minuutissa autoon täyteen ladatun akun pidemmällä matkoilla. Yhdellä latauksella toimintasäde olisi ollut noin 100 km.

Hankkeessa Edison olisi toiminut akkuvalmistajana ja autot olisi valmistettu Fordin tehtailla. Pääomaa oli kerätty nykyrahassa 350 miljoonaa dollaria ja kohtuuhintaisia jokamiehen sähköautoja oli tarkoitus valmistaa Fordin tehtailla 150 000 kappaletta vuonna 1915. Kuvassa 10 Edison ja sähköauto vuodelta 1913. (Sähköautot 2022.)



Kuva 10. Edison ja sähköauto vuodelta 1913. (Sähköautot 2022)

Suunnitelmat eivät kuitenkaan koskaan toteutuneet, kitkaa aiheuttivat henkilökohtaiset erimielisyydet akuista ja lopullisen takaiskun hankkeelle aiheutti Edisonin laboratoriotiloissa riehunut raivoisa tulipalo. Palossa tuhoutuivat monien vuosien tutkimus ja laboratorio työt ja vaikka osa dokumenteista ja akuista saatiinkin pelastettua, niin tulipalon aiheuttama katastrofi oli liikaa jo 70-vuotiaalle keksijä Edisonille ja niin hanke tyrehtyi. Olisi siis täysin mahdollista, että sähköautot olisivat alkaneet yleistyä jo silloin 1900 luvun alussa ja ajoneuvot ja liikenne infra olisi hyvinkin erilaista. (Sähköautot 2022.)

Edellä mainittujen tapahtumien ja historiassa tehtyjen valintojen sekä öljyteollisuuden ja jake-
luinfran kehittyessä sekä polttoaineiden halventuessa polttomoottoriautot kuitenkin kasvattivat
suosiotaan ja kun polttomoottoriautot kehittyivät yhä luotettavimmiksi ja helppokäyttöisemmiksi
niin se lisäsi entisestään niiden suosiota. (Sähköautot 2022.) Toisaalta sähköautojen määrän vä-
henemiseen vaikutti suurelta osin kalliimpi hankinta hinta ja niiden lyhyt toimintasäde yhdellä la-

tauksella. Myös ensimmäinen maailmansota muutti merkittävästi kehityksen kulkua, koska polttomootoriautot soveltuivat huomattavasti paremmin sotilaskäyttöön pidemmän toimintasäteen ja helpommin toteutettavan polttoainejakelun suhteen. (Motiva 2022.)

6.2 Sähkö- ja hybridiajoneuvojen rakenne

Sähkö- ja hybridiajoneuvoja on useita eri rakennevaihtoehtoja. Täyssähköajoneuvossa on vain sähkömoottori ja se saa energiansa ladattavasta akusta, ja akku on selkeästi suurempi kapasiteetiltaan kuin hybrideissä. Sähkömoottorin laajasta vääntökäyrästä johtuen perinteistä monivälityksistä vaihteistoa ei tarvita, vaan voimansiirrossa käytetään yleensä alennusvaihdetta ja tasauspyörästöä.

Hybridiajoneuvoja on sekä ladattavia ja ei ladattavia ja niissä on sekä polttomoottori ja sähkömoottori, rakenteen mukaan sähkömoottorin teho vaihtelee suurestikin. Sekä täyssähkö- että hybridiajoneuvoissa energia syötetään invertterin kautta akustolta sähkömoottorille. Hybrideissä on käytössä kahden tyyppistä voimansiirron perusrakennetta, hybridisointiasteesta ja voimalinjan toteutustavasta riippuen, sarjahybridi ja rinnakaishybridi. Sarjahybridissä voimansiirto on toteutettu niin, että polttomoottori käyttää ainoastaan generaattoria eikä polttomoottorista ole lainkaan mekaanista yhteyttä voimansiirtoon. Tämä rakenne antaa vapauksia sijoittaa polttomoottori mihin kohtaan tahansa ajoneuvossa, kun mekaanista yhteyttä voimansiirtoon ei tarvita. Polttomoottorin käyttöalue voidaan optimoida mahdollisimman taloudelliselle alueelle ja siten parantaa kokonaisyhteyttä. Tällainen rakenne ei ole kovinkaan yleinen autoissa, mutta esimerkiksi sähködieselvetureissa ja laivoissa sen käyttö on suosittua. (Linja-aho 2021, 54-55.)

Rinnakaishybridissä sekä polttomoottori että sähkömoottori ovat yhteydessä voimansiirtoon, ja liikuminen voi tapahtua joko pelkästään toisen voimanlähteen avulla tai kummankin moottorin voimin. Sarja- ja rinnakaishybriditekniikka yhdistämällä hyödynnetään molempien tekniikoiden parhaat puolet, tällöin puhutaan sarja-rinnakaishybridistä. Rakenteen heikkoutena on sen monimutkaisuus, mikä taas lisää kustannuksia. (Linja-aho 2021, 56). Sähkö- ja hybridiajoneuvoja luokitellaan myöskin hybridisaatioasteen perusteella seuraavasti.

6.2.1 Mikrohybridi

Ajoneuvot, jotka ovat varustettuja jarrutusenergian talteenotolla sekä start-stop käynnistysautomaatiikalla, ajoneuvossa vain polttomoottori (Vesa Linja-aho 2021, 56).

6.2.2 Kevythybridi, MHEV

Ajoneuvot, joissa polttomoottori ja sähkömoottori. Ajoneuvolla ei voi ajaa pelkällä sähkömoottorilla, mutta sähkömoottori avustaa kiihdytyksessä yhdessä polttomoottorin kanssa. (Autoalan tiedotuskeskus 2023.)

6.2.3 Täyshybridi, HEV

Ajoneuvot, joissa polttomoottori ja sähkömoottori. Ajoneuvolla voidaan ajaa itsenäisesti sähkömoottorilla lyhyitä matkoja tai pelkästään polttomoottorilla. Akustoa ei voi ladata muuta kuin ajon aikana jarrutusenergiaa talteen ottamalla. Kiihdytyksissä ja suuremmissa nopeuksissa voidaan käyttää kumpaakin moottoria samaan aikaan. (Autoalan tiedotuskeskus 2023.)

6.2.4 Lataushybridi, PHEV

Ajoneuvot, joissa polttomoottori ja sähkömoottori. Ajoneuvolla voidaan ajaa itsenäisesti sähkömoottorilla jopa noin 100 km tai pelkästään polttomoottorilla. Akustoa voidaan ladata myös erillisellä latauslaitteella ajoneuvon ollessa pysäköitynä. Kiihdytyksissä ja suuremmissa nopeuksissa voidaan käyttää kumpaakin moottoria samaan aikaan. (Autoalan tiedotuskeskus 2023.)

6.2.5 Täyssähköajoneuvo, BEV

Ajoneuvossa on vain sähkömoottori, yksi tai useampia. Ajoneuvo saa kaiken energiansa ladattavasta akusta. (Autoalan tiedotuskeskus 2023).

7 AKKUTEKNIikka

Lyijyakku on ollut käytössä jo vuodesta 1859 saakka, ja edelleen se löytyy lähes kaikista ajoneuvoista. Sähköajoneuvoissa 12 voltin järjestelmä saa virran edelleen 12 voltin lyijyakulta. Ajoneuvon liikuttamiseen ja energiavarastona käytetään täyssähköajoneuvoissa ja ladattavissa hybrideissä pääasiassa litiumioniakkuja. Tällä hetkellä litiumioniakun energiasisältö suhteessa massaansa on paras saatavilla oleva vaihtoehto, mutta huonona puolena on akuston korkea hinta. Akusto on myös arka ylläpidolle ja vaatii näin ollen kennokohtaisen jännitteen valvonnan. Ei ladattavissa hybrideissä käytetään pääasiassa nikkelimetallihybridiaakkuja. Niiden energiatiheys on huonompi kuin litiumioniakun, mutta hinta on huomattavasti halvempi. Kennokohtaista jännitteen valvontaa ei tarvita, koska akusto ei vaurioidu helposti ylläpidossa. Nämä kaksi akkutekniikkaa ovat tämän hetken vallitsevat tekniikat, mutta jatkuvasti etsitään uusia ratkaisuja suuremman energiatheyden saavuttamiseksi. (Autodata 2022.)

Akku koostuu useista sarjaan kytketyistä akkukennoista ja yhden akkukennon jännite on noin 4 voltia. Uusimmissa sähköautoissa akkujännite on jo 800 voltia. (Korhonen ym. 2019, 21-22.) Akuston kapasiteetti ei ladattavissa hybrideissä on noin 1 kWh, ladattavissa noin 10 kWh ja täyssähköautoissa noin 20–100 kWh. Energian kulutus on noin 10–30 kWh/100 km ja uusimmilla tämän päivän täyssähköautoilla, jotka on varustettu mallisarjan isoimmilla akuilla, toimintasäde yhdellä latauksella optimiolosuhteissa on yleisesti jo yli 500 km. Akustojen elinikä Suomessa, jossa viileä ilmasto hidastaa akkujen kalenteri-ikäntymistä on noin reilu 10 vuotta. (Korhonen ym. 2019, 14.) Hyvin monilla auton valmistajilla akkutakuu on 8 vuotta tai 150 000–200 000 kilometriä. Tämän hetken yksi parhaista akkutakuista on Toyotan uudessa BZ4X täyssähköautossa, 10 vuotta / 1 miljoona kilometriä (Toyota 2023).

Akustoissa käytettäville metalleille ja mineraaleille etsitään jatkuvasti korvaavia tuotteita, koska ne ovat kalliita eikä niiden hankinta ole aina ympäristöystävällisesti kestävä.

Uusista innovaatioista StoraEnson kehittämään ligniinipohjaiseen biohiileen kohdistuu tällä hetkellä suuri mielenkiinto, sillä voitaisiin mahdollisesti korvata nykyisiä akkumateriaaleja. Biohiilellä korvataisiin akuissa tällä hetkellä anodimateriaalina käytettävää grafiittia, jota tuotetaan joko kaivoksista louhimalla tai synteettisesti. Ligniini on puun sidosaine ja noin kolmasosa puusta on ligniiniä. Kahden kännykän akkuun tarvittava akkumateriaali saataisiin jo yhdestä laadukkaasta havupuukilosta. (Stora Enso 2023.) Tämä jos mikä olisi ympäristöystävällistä.

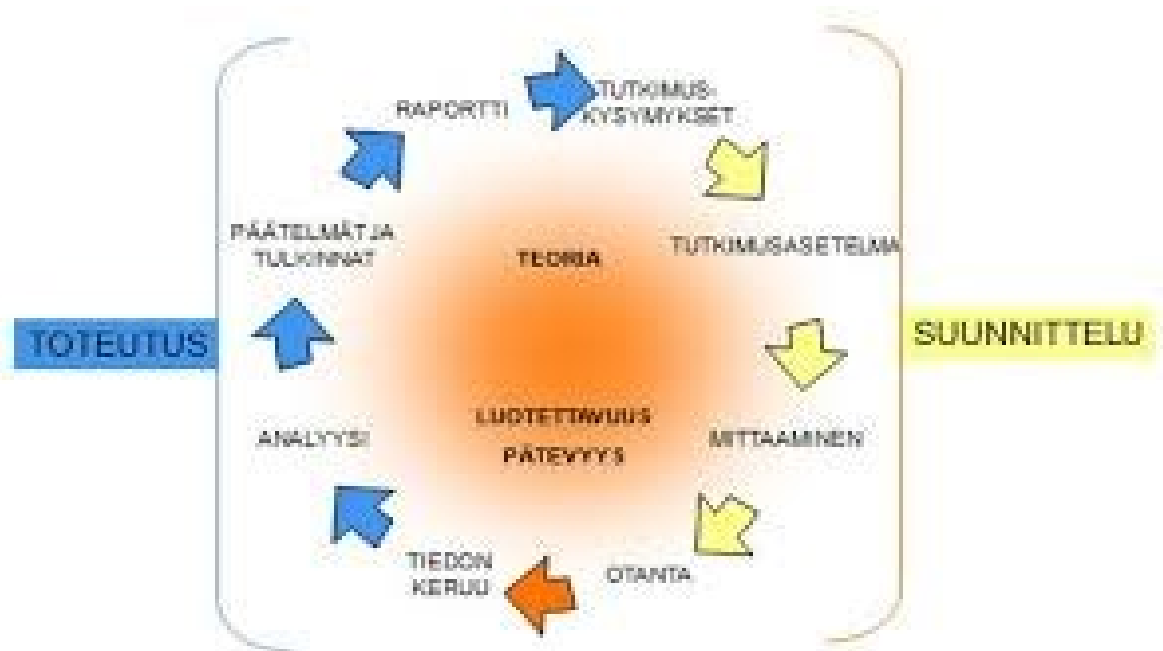
8 TUTKIMUSTEHTÄVÄ JA PÄÄTUTKIMUSKYSYMYKSET

Tämän työn tavoitteena on kartoittaa oppilaitoksemme yhteistyökorjaamoiden SFS 6002 sähkötyöturvallisuuskoulutuksen tilanne ja tarve sekä sähkö- ja hybridiajoneuvotekniikan koulutustarvetta. Tutkimustapa on kvantitatiivinen (määrällinen). Kartoitus toteutetaan kyselytutkimuksena sekä henkilökohtaisilla haastatteluilla korjaamoihin, joissa oppilaitoksemme opiskelijat suorittavat työssäoppimisjaksoja. Kyselyn ja haastatteluiden avulla haetaan vastauksia seuraaviin päätutkimuskysymyksiin:

1. Onko korjaamoilla tarvetta SFS 6002 sähkötyöturvallisuuskoulutukselle?
2. Onko korjaamoilla tarvetta sähkö- ja hybridiajoneuvotekniikan koulutukselle?
3. Onko korjaamolla valmiutta tehdä korjauksia sähkö- ja hybridiajoneuvojen korkeajännitejärjestelmiin?
4. Onko korjaamolla valmiutta tehdä korjauksia sähkö- ja hybridiajoneuvojen korkeajännite akustoontoon?

Tutkimusmenetelmä

Tutkimusmenetelmänä on kvantitatiivinen eli määrällinen tutkimus. Tutkimuksen avulla pyritään selvittämään tutkittavaa asiaa lukumääriin ja prosenttiosuuksiin sekä kartoittamaan vallitseva tilanne. Vastauksia haetaan mm. seuraaviin kysymyksiin. Kuinka moni, kuinka usein, missä. (Kvantitatiivinen tutkimus 2023.) Kuvassa 11 kuvataan prosessin kulkua.



Kuva 11. Tutkimussuunnitelman osat. (Kvantitatiivinen tutkimus JAT2LUO16 2023)

9 KYSELYN TOTEUTUS

Kysely toteutettiin maaliskuussa 2023 Itä-Uudenmaan talousalueen korjaamoihin, joissa opilaitoksemme opiskelijat suorittavat työssäoppimisjaksoja. Kysely toteutettiin Google Forms kyselynä sekä henkilökohtaisena haastatteluna. Tutkimuskysymykset laadin niin että saan vastaukset luvussa 8 esitettyihin päätutkimuskysymyksiin.

Kysely koostui seuraavista tutkimuskysymyksistä:

1. Kuinka monta asentajaa / töiden vastaanottajaa korjaamolla työskentelee?
2. Kuinka moni asentaja / töiden vastaanottaja on suorittanut SFS 6002 :sen?
3. Miten yrityksessänne toteutettiin autoalan SFS 6002 koulutus?
4. Kuinka tarpeellisena pidät SFS-6002 koulutusta?
5. Onko korjaamollanne tehty korjauksia sähkö- tai hybridiajoneuvojen korkeajännitejärjestelmiin?
6. Miten ajoneuvovalmistajien merkkikohtaisia työohjeita on saatavilla?
7. Miten tai mistä hankitte korkeajännityössä tarvittavat ajoneuvovalmistajien merkkikohtaiset työohjeet?
8. Onko korjaamollanne tehty sähkö- tai hybridiajoneuvojen korkeajänniteakkuihin sisäisiä korjauksia?
9. Kuinka moni mekaanikko / töiden vastaanottaja on suorittanut korkeajänniteakkujen sisäisiin korjauksiin vaadittavan jännitetyökoulutuksen?
10. Kuinka moni mekaanikko / töiden vastaanottaja on suorittanut sähköön vaaroihin perehdyttävän ensiapukoulutuksen?
11. Kuinka tärkeänä pidät ensiapukoulutusta?
12. Onko korjaamolla defibrillaattoria? Defibrillaattori on laite, jonka avulla pyritään poistamaan sydänpysähdyksen aiheuttanut rytmihäiriö, ja laitteen käytön opiskelu on siksi tärkeää. Kuinka moni asentaja / töiden vastaanottaja on suorittanut hätä / ensiapu 1 kurssin
13. Kuinka tarpeellisena pidät, että defibrillaattori on saatavilla?
14. Oletteko kiinnostuneet autoalan SFS 6002 koulutuksesta?
15. Oletteko kiinnostuneet sähkö- ja hybridiajoneuvotekniikan koulutuksesta?
16. Mikäli olette kiinnostuneet em. koulutuksista, millainen koulutustapa olisi teille sopivin?
17. Oletteko kiinnostuneet ensiapukoulutuksesta?

18. Vapaa palaute ja kokemuksesi tämän hetkisestä sähkö- ja hybridiajoneuvojen sähkötyö-
turvallisuus tilanteesta sekä käyttövoima muutoksesta tai anna kommentti kyselystä.
Kaikki mielipiteet ovat tervetulleita ja arvokkaita.

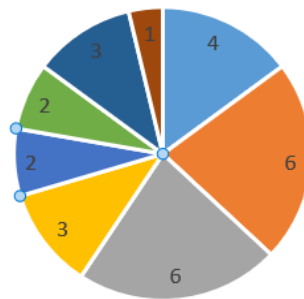
10 TULOKSET

Tutkimuksen kyselyyn osallistui kaikkiaan 27 Itä-Uudenmaan auto- ja konekorjaamoja. Osa korjaamoista oli ns. ketjukorjaamoita ja osa täysin vapaita korjaamoita. Mekaanikkoja / töiden vastaanottajia, jotka olivat kohderyhmänä, työskenteli yrityksissä kaikkiaan 107 henkilöä. Kyselyyn ja henkilökohtaiseen haastatteluun vastasi korjaamon vastuhenkilö. Verrokkina on tehty myös suppeampi kysely kolmeen merkkiliikkeen korjaamoon. Niissä työskenteli yhteensä 42 mekaanikkoa ja töiden vastaanottajaa. Verrokkikyselyn tuloksia käsitellään yhteenveto osiossa luvussa 11.

10.1 Vastaukset kyselyyn

Haastattelututkimuksessa esitetyt kysymykset ja kysymysten vastaukset. Vastausten analysoinnissa kohderyhmä on yhtä kuin kuinka monta mekaanikkoa ja töiden vastaanottajaa.

1. Kuinka monta mekaanikkoa / töiden vastaanottajaa yrityksessä työskentelee? Kuvassa 12 vastausten jakauma.

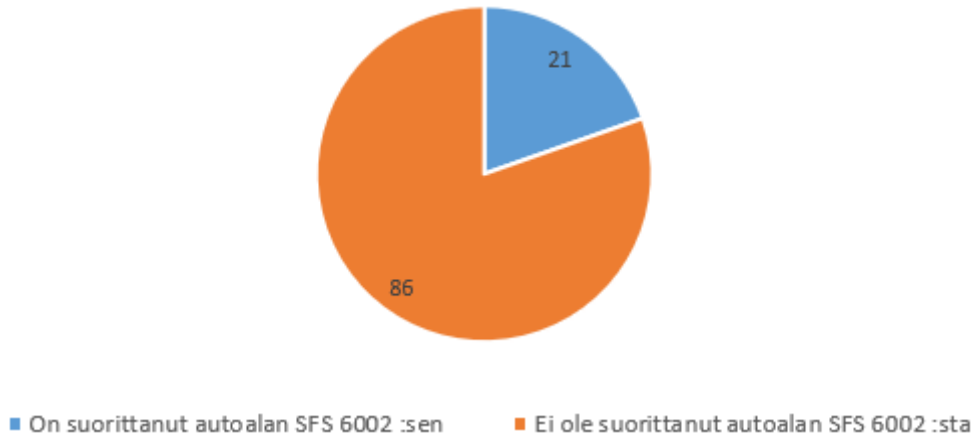


- 1 mekaanikko / töiden vastaanottaja
- 2 mekaanikkoa / töiden vastaanottajaa
- 3 mekaanikkoa / töiden vastaanottajaa
- 4 mekaanikkoa / töiden vastaanottajaa
- 5 mekaanikkoa / töiden vastaanottajaa
- 6 mekaanikkoa / töiden vastaanottajaa
- 7 mekaanikkoa / töiden vastaanottajaa
- 18 mekaanikkoa / töiden vastaanottajaa

Kuva 12. Vastanneiden vastuhenkilöiden vastauksien jakauma kysymyksen 1

Yrityksissä työskenteli yhteensä 107 mekaanikkoa / töiden vastaanottajaa. Tällä kysymyksellä haluttiin selvittää otannan kokonaismäärä, jolla on suuri merkitys johtopäätösten luotettavuuteen.

2. Kuinka moni mekaanikko ja töiden vastaanottaja on suorittanut autoalan SFS 6002:n? Kuvassa 13 vastausten jakauma.



Kuva 13. Vastanneiden vastuuhenkilöiden vastausten jakauma kysymykseen 2

Kohderyhmästä 21 henkilöä oli suorittanut SFS 6002 koulutuksen, joka on 19,6 % kokonaisotannasta. Tällä kysymyksellä haluttiin selvittää koulutuksen suorittaneiden määrä ja tämä tieto oli yksi tärkeimmistä asioista, jota tutkimuksessa haluttiin selvittää.

3. Miten yrityksessänne toteutettiin autoalan SFS 6002 koulutus? Kuvassa 14 vastausten jakauma.



Kuva 14. Vastanneiden vastuuhenkilöiden vastausten jakauma kysymykseen 3

Yrityksissä kymmenessä SFS 6002 koulutus oli toteutettu lähiopetuksena ja kahdessa verkkokoulutuksena. Viidessätoista yrityksessä koulutusta ei oltu toteutettu lainkaan. Tällä kysymyksellä haluttiin selvittää koulutustapa.

4. Kuinka tarpeellisena pidät SFS-6002 koulutusta? Kuvassa 15 vastausten jakauma.

● Erittäin tarpeellisena	4
● Tarpeellisena	10
● En osaa sanoa	6
● En kovinkaan tarpeellisena	6
● En lainkaan tarpeellisena	1



Kuva 15. Vastanneiden vastuuhenkilöiden vastauksien jakauma kysymykseen 4

Vastuuhenkilöistä suurin osa piti SFS 6002 koulutusta erittäin tarpeellisena tai tarpeellisena (14 vastaajaa) ja noin neljäsosa (7 vastaajaa) ei tarpeellisena. Alle neljäsosa (6 vastaajaa) ei osannut sanoa kantaansa. Tällä kysymyksellä haluttiin selvittää koulutuksen tarpeellisuutta.

5. Onko korjaamollanne tehty korjauksia sähkö- tai hybridiajoneuvojen korkeajännitejärjestelmiin? Kuvassa 16 vastausten jakauma.

● Kyllä	3
● Ei	24



Kuva 16. Vastanneiden vastuuhenkilöiden vastauksien jakauma kysymykseen 5

Korjaamoista suurimmalla osalla (24 korjaamoa) ei oltu tehty korjauksia sähkö- tai hybridiajoneuvojen korkeajännitejärjestelmiin, vain kolmella oli tehty korjauksia sähkö- tai hybridiajoneuvojen korkeajännitejärjestelmiin. Tällä kysymyksellä haluttiin selvittää korjaamoilla tehtyjen korjauksien määrä sähkö- tai hybridiajoneuvojen korkeajännitejärjestelmiin.

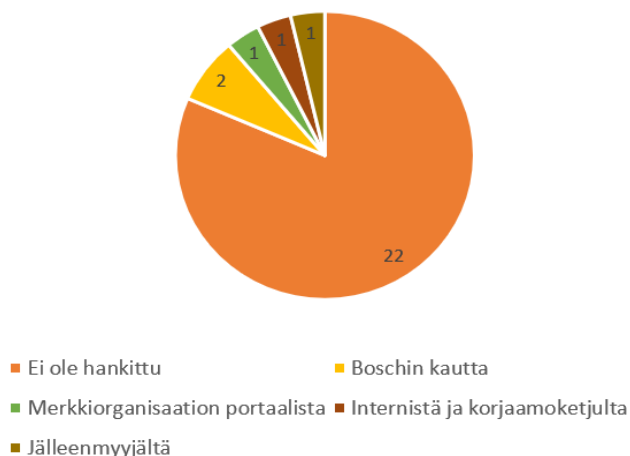
6. Miten ajoneuvovalmistajien merkkikohtaisia työohjeita on saatavilla? Kuvassa 17 vastausten jakauma.



Kuva 17. Vastanneiden vastuuhenkilöiden vastauksien jakauma kysymykseen 6

Vastuuhenkilöistä yli puolet (15 vastaajaa) koki että merkkikohtaisia ohjeita on melko huonosti saatavilla, hieman alle kolmasosa (8 vastaajaa) koki että merkkikohtaisia ohjeita on melko hyvin saatavilla. Tällä kysymyksellä haluttiin selvittää merkkikohtaisten työohjeiden saatavuus.

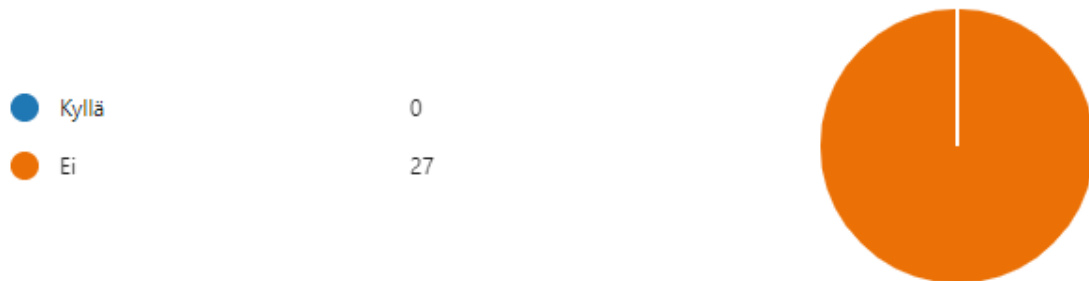
7. Miten tai mistä hankitte korkeajännityössä tarvittavat ajoneuvovalmistajien merkkikohtaiset työohjeet? Kuvassa 18 vastausten jakauma.



Kuva 18. Vastanneiden vastuuhenkilöiden vastauksien jakauma kysymykseen 7

Vastuuhenkilöistä suurin osa (22 vastaajaa) totesi että korkeajännityössä tarvittavia ajoneuvovalmistajien merkkikohtaiset työohjeita ei ole haettu, viisi vastaajaa oli hankkinut työohjeet eri portaaleista. Tällä kysymyksellä haluttiin selvittää korkeajännityössä tarvittavien ajoneuvovalmistajien merkkikohtaisten työohjeiden hankinta tapa.

8. Onko korjaamollanne tehty sähkö- tai hybridiajoneuvojen korkeajänniteakkuihin sisäisiä korjauksia? Kuvassa 19 vastausten jakauma.



Kuva 19. Vastanneiden vastuuhenkilöiden vastauksien jakauma kysymykseen 8

Vastaajista kaikki (27 vastaajaa) vastasivat että korjaamolla ei ole tehty korkeajänniteakkuihin sisäisiä korjauksia. Tällä kysymyksellä haluttiin selvittää korkeajänniteakkuihin tehtyjen sisäisten korjausten määrää.

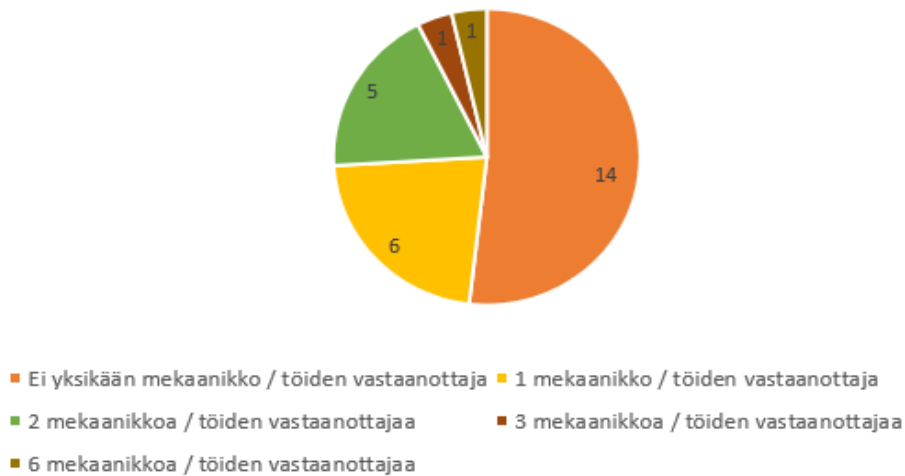
9. Kuinka moni mekaanikko / töiden vastaanottaja on suorittanut korkeajänniteakkujen sisäisiin korjauksiin vaadittavan jännitetyökoulutuksen? Kuvassa 20 vastausten jakauma.



Kuva 20. Vastanneiden vastuuhenkilöiden vastauksien jakauma kysymykseen 9

Kohdehenkilöistä kukaan ei ollut suorittanut jännitetyökoulutusta. Tällä kysymyksellä haluttiin selvittää korkeajänniteakkujen sisäisiin korjauksiin vaadittavan jännitetyökoulutuksen suorittaneiden määrää.

10. Kuinka moni mekaanikko / töiden vastaanottaja on suorittanut sähkön vaaroihin perehdyttävän ensiapukoulutuksen? Kuvassa 21 vastausten jakauma.



Kuva 21. Vastanneiden vastuuhenkilöiden vastausten jakauma kysymykseen 10

Kohdehenkilöistä 12 % (13 henkilöä) oli suorittanut sähkön vaaroihin perehdyttävän ensiapukoulutuksen. Tällä kysymyksellä haluttiin selvittää sähkön vaaroihin perehdyttävän ensiapukoulutuksen suorittaneiden määrää.

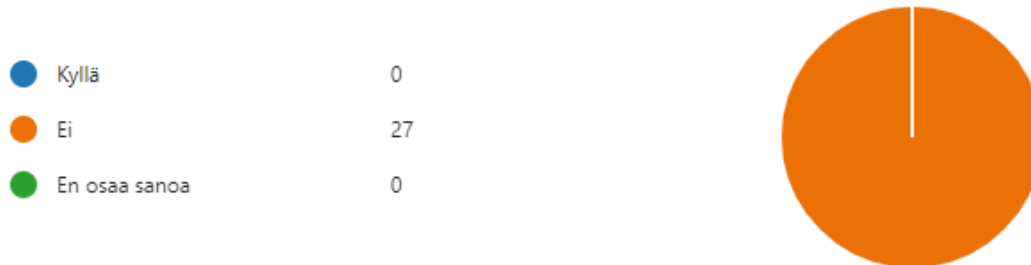
11. Kuinka tärkeänä pidät ensiapukoulutusta? Kuvassa 22 vastausten jakauma.



Kuva 22. Vastanneiden vastuuhenkilöiden vastausten jakauma kysymykseen 11

Vastuuhenkilöistä lähes kaikki (26 vastaajaa) pitivät ensiapukoulutusta tärkeänä tai erittäin tärkeänä. Vain yksi vastaaja ei pitänyt ensiapukoulutusta tärkeänä. Tällä kysymyksellä haluttiin selvittää ensiapukoulutuksen tärkeys.

12. Onko korjaamolla defibrillaattoria? Defibrillaattori on laite, jonka avulla pyritään poistamaan sydänpysähdyksen aiheuttanut rytmihäiriö, ja laitteen käytön opiskelu on siksi tärkeää. Kuvassa 23 vastausten jakauma.



Kuva 23. Vastanneiden vastuuhenkilöiden vastauksien jakauma kysymykseen 12

Yhdelläkään korjaamolla ei ollut defibrillaattoria. Tällä kysymyksellä haluttiin selvittää defibrillaattorien määrä korjaamoilla.

13. Kuinka tarpeellisena pidät, että defibrillaattori on saatavilla? Kuvassa 24 vastausten jakauma.



Kuva 24. Vastanneiden vastuuhenkilöiden vastauksien jakauma kysymykseen 13

Vastuuhenkilöistä yli puolet (15 vastaajaa) ei pitänyt defibrillaattoria lainkaan tarpeellisena ja seitsemän vastaajaa piti melko tarpeellisena. Tällä kysymyksellä haluttiin selvittää defibrillaattorin saatavuuden tärkeys.

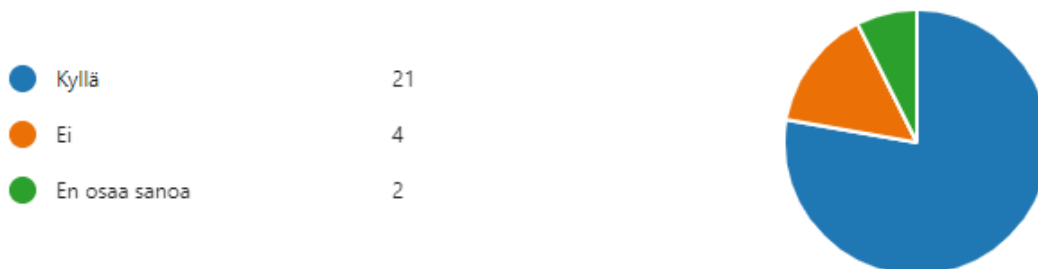
14. Oletteko kiinnostuneet autoalan SFS 6002 koulutuksesta? Kuvassa 25 vastausten jakauma.



Kuva 25. Vastanneiden vastuuhenkilöiden vastauksien jakauma kysymykseen 14

Vastuuhenkilöistä suuri osa (18 vastaajaa) totesi että yritys on kiinnostunut SFS 6002 koulutuksesta. Kuusi vastaajaa ilmoitti, etteivät ole kiinnostuneet SFS 6002 koulutuksesta. Tällä kysymyksellä haluttiin selvittää kiinnostus SFS 6002 sähköyöturvallisuus koulutuksesta.

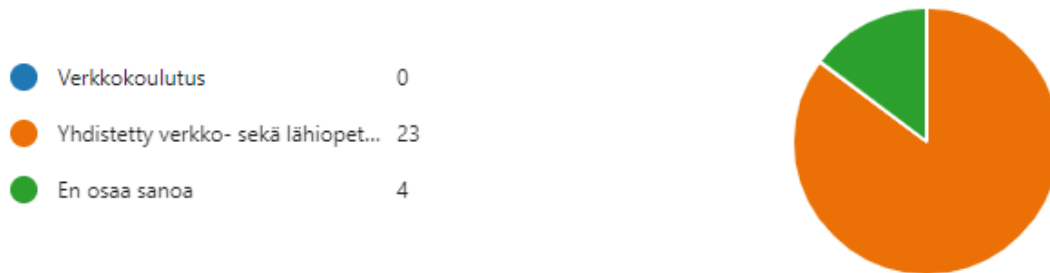
15. Oletteko kiinnostuneet sähkö- ja hybridiajoneuvotekniikan koulutuksesta? Kuvassa 26 vastausten jakauma.



Kuva 26. Vastanneiden vastuuhenkilöiden vastauksien jakauma kysymykseen 15

Vastuuhenkilöistä suuri osa (21 vastaajaa) totesi että yritys on kiinnostunut sähkö- ja hybridiajoneuvotekniikan koulutuksesta. Neljä vastaajaa ilmoitti, etteivät ole kiinnostuneet sähkö- ja hybridiajoneuvotekniikan koulutuksesta. Tällä kysymyksellä haluttiin selvittää kiinnostus sähkö- ja hybridiajoneuvotekniikan koulutuksesta.

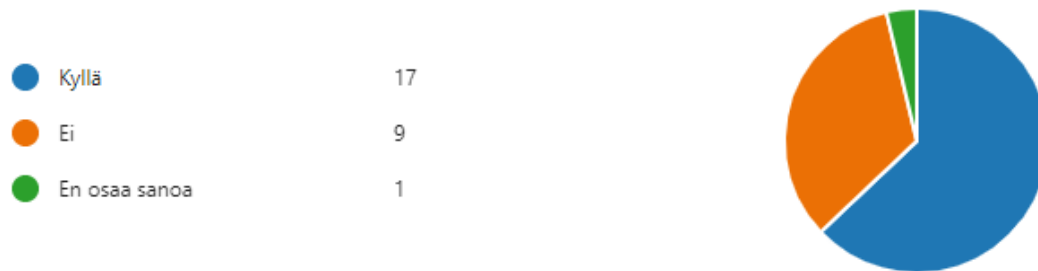
16. Mikäli olette kiinnostuneet em. koulutuksista, millainen koulutustapa olisi teille sopivin? Kuvassa 27 vastausten jakauma.



Kuva 27. Vastanneiden vastuuhenkilöiden vastauksien jakauma kysymykseen 16

Vastuuhenkilöistä suuri osa (23 vastaajaa) totesi että yhdistetty verkko- sekä lähiopetus olisi sopivin koulutustapa. Tällä kysymyksellä haluttiin selvittää sopivin koulutustapa.

17. Oletteko kiinnostuneet ensiapukoulutuksesta? Kuvassa 28 vastausten jakauma.



Kuva 28. Vastanneiden vastuuhenkilöiden vastauksien jakauma kysymykseen 17

Vastuuhenkilöistä suuri osa (17 vastaajaa) totesi että yritys on kiinnostunut ensiapukoulutuksesta, yhdeksän vastaajaa totesi, etteivät ole kiinnostuneet ensiapukoulutuksesta. Tällä kysymyksellä haluttiin selvittää kiinnostus ensiapukoulutuksesta.

18. Vapaa palaute ja kokemuksesi tämän hetkisestä sähkö- ja hybridiajoneuvojen sähkötyöturvallisuus tilanteesta sekä käyttövoima muutoksesta tai anna kommentti kyselystä. Kaikki mielipiteet ovat tervetulleita ja arvokkaita. Seuraavassa luettelossa olevat mielipiteet ovat suoria lainauksia kyselyn vapaa palaute osiosta.

Henkilökohtaisesti en aio hankkia sähköajoneuvoa ainakaan pitkään aikaan. Tekniikka vielä kehitysvaiheessa.

Hybriditekniikka ok, täyssähkötekniikka liian haasteellista tässä kohtaa. Latausverkosto ym. keskeneräinen.

Ajat muuttuvat ja on mentävä kehityksen mukana halusi tai ei.

Kannatamme polttokennoautoja.

Idea hyvä, mutta erittäin vaativaa saada lyhyessä ajassa pätevyys kyseisiin korjauksiin. Ongelmia tulee valitettavasti.

Sähkö on huono juttu.

Kehitys ja muutos liian nopeaa, ei tunnu kauhean järkevälle tämä sähköautobuumi.

Ensiapukurssin voimassaoloaika liian lyhyt. Onneksi pääsen eläkkeelle ennen kuin tämä sähköhässäkkä räjähtää käsiin

Täyssähkö akkutekniikka ei ole oikea ratkaisu tulevaisuutta ajatellen. Kysely tärkeä.

Turhaa romua maailmaan. Sähköbuumi ei mietitty loppuun, ei vähennä päästöjä, jos lasketaan kaikki vaikutukset mukaan.

Vältämme loppuun asti täyssähkö ja hybridiautojen korjaamista, kustannukset ja koulutusvaatimukset liian suuret tässä kohtaa.

Tämä hybridi ja sähkötekniikka ei ole kuin välivaiheen tekniikka, vety ja polttokenno tulevaisuutta. Nyt pitäisi rauhassa seurata muutosta eikä hosua etupainotteisesti. Kysely ihan tärkeä.

Akkujen valmistuksen ja hävittämisen suhteen päästöjen väheneminen ei ole todellista vaan politiikkaa ja väärää informaatiota sekä vihreää vääristynyttä ideologiaa. Polttomoottoreita on mahdollista käyttää pitkään päästöttömillä tulevaisuuden polttoaineilla.

Sähkötobuumi on yliampuvaa vouhotusta, ei ole mietitty loppuun asti päästöjen ym. kannalta. Kysely ihan ok.

Surkeita laitteita täyssähkökikkareet. Ei järkevä kehityssuunta!

Lisää stressiä tällä hetkellä.

Korkeajännite ja akku järjestelmien suunnittelu ja kehitys keskeneräinen, tuodaan markkinoille keskeneräisenä, ei hyvä.

Peli pitäisi puhaltaa poikki, järki käteen sähköbuumin suhteen. Ok kysely.

Kysely ok. Sähköhässäkkä älytöntä.

Sähköautokehitys vaiheessa, turhan kiire.

Yritetään pysyä kehityksen mukana. Järkevä kysely.

Kesken eräisiä autoja ja väärä tyyli tuoda niitä markkinoille(pakko!!!)

Sähköautoja tippuu kuin sieniä sateella. Polttomoottorit ovat kuitenkin mielestäni ainoa oikea vaihtoehto.

En aio korjata sähköautoja.

Jäämme kohta eläkkeelle, emme korjaa sähköautoja. Kysely ihan hyvä.

Tässä kohtaa ei vielä tarvetta suorittaa em. koulutuksia, sähköautot korjataan vielä pitkään merkiliikkeissä. Myöhemmin kyllä. Ihan valaiseva kysely.

Tulevaisuudessa on varmaankin pakko hankkia 6002 ym. koulutusta, jos näitä hommia meinaa jatkaa. Liian kiireellä mennään sähköautoihin, infra ym. ei läheskään valmista. Välivaiheen ratkaisu, vety tulossa. Hyvää keskustelua kyselyn tekijän kanssa.

Vapaalla palautteella haluttiin tietoon ajatuksia ja kokemuksia tämän hetkisestä sähkö- ja hybridiajoneuvojen sähkötyöturvallisuus tilanteesta sekä käyttövoima muutoksesta sekä kyselyn tarpeellisuudesta.

10.2 Eettisyyden huomiointi tutkimuksessa

Eettisyys huomioitiin tutkimuksessa ja ketään kyselyyn vastanneista henkilöistä tai heidän edustamiaan yrityksistä ei voinut tunnistaa vastauksista. Kaikki kyselyssä saatu tieto ja kyselyn aikana käydyt keskustelut olivat luottamuksellisia.

11 YHTEENVETO

Opinnäytetyön päätavoitteena oli saada vastaukset seuraaviin päätutkimuskysymyksiin:

1. Onko korjaamoilla tarvetta SFS 6002 sähkötyöturvallisuuskoulutukselle?
2. Onko korjaamoilla tarvetta sähkö- ja hybridiajoneuvotekniikan koulutukselle?
3. Onko korjaamolla valmiutta tehdä korjauksia sähkö- ja hybridiajoneuvojen korkeajännitejärjestelmiin?
4. Onko korjaamolla valmiutta tehdä korjauksia sähkö- ja hybridiajoneuvojen korkeajännite akustoontoon?

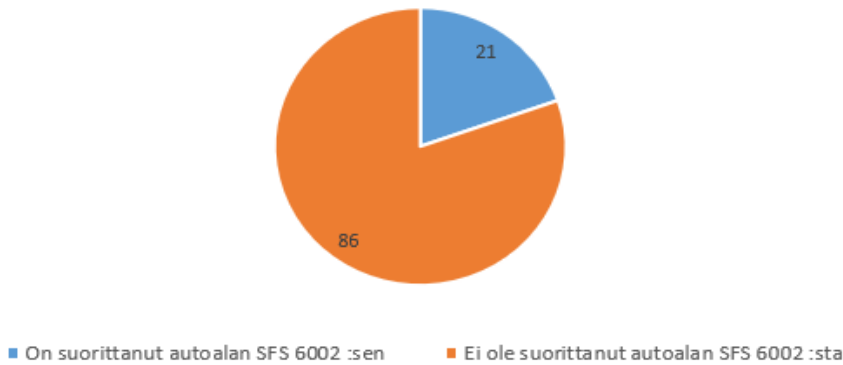
Päätutkimuskysymyksistä johdetuilla tutkimuskysymyksillä selvitettiin Itä-Uudellamaalla toimivien vapaiden korjaamoiden mekaanikkojen ja työnjohtajien valmiutta huoltaa ja korjata sähkö- ja hybridiajoneuvojen korkeajännitejärjestelmiä. Työssä kartoitettiin kyselyn ja henkilökohtaisten haastatteluiden avulla SFS 6002:n, ensiapu- ja jännitekoulutuksen suorittaneiden mekaanikkojen ja töiden vastaanottajien määrä sekä tarve ja halukkuus osallistua em. aihealueiden koulutuksiin. Kysely toteutettiin Google Forms kyselynä.

Kyselyyn osallistui 27 Itä-Uudenmaan vapaata, ei merkkisidonnaista auto- ja konekorjaamoa ja niissä työskenteli yhteensä 107 mekaanikkoa ja töiden vastaanottajaa. Verrokkina tehtiin suppeampi kysely, johon osallistui kolme merkiliikkeen korjaamoa. Niissä työskenteli yhteensä 42 mekaanikkoa ja töiden vastaanottajaa.

11.1 SFS 6002 sähkötyöturvallisuuskoulutuksen tilanne

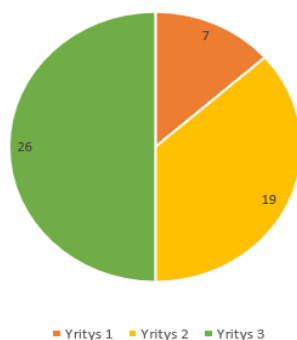
Suomessa noudatettava standardi SFS 6002 perustuu CENELECin eurooppalaiseen standardiin EN 50110-1 (Linja-aho 2021, 85). Siinä määritellään vaatimukset ja käytännöt turvalliseen sähkötyön tekemiseen. Vapailla korjaamoilla sadasta seitsemästä (107) mekaanikosta ja töiden vastaanottajasta 21 henkilöä, siis 19.6 % kohderyhmästä oli suorittanut SFS 6002 sähkötyöturvallisuuskoulutuksen. (Kuva 29.) Verrokkina olevien merkkiliikkeiden 52 mekaanikosta ja töiden vastaanottajasta kaikki olivat suorittaneet SFS 6002:n, suoritusprosentti oli 100 %. (Kuva 30.)

Kuinka moni mekaanikko / töiden vastaanottaja on suorittanut autoalan SFS 6002 :sen?



Kuva 29. SFS 6002 sähkötyöturvallisuuskurssin suorittaneiden määrä vapaalla korjaamolla

Kuinka moni mekaanikko / töiden vastaanottaja on suorittanut autoalan SFS 6002 :sen?



Kuva 30. SFS 6002 sähkötyöturvallisuuskurssin suorittaneiden määrä merkkikorjaamolla

11.2 Jännitetyökoulutuksen tilanne

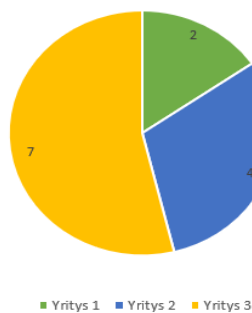
Vapailla korjaamoilla sadasta seitsemästä (107) mekaanikosta ja töiden vastaanottajasta yksikään henkilö ei ollut suorittanut akkujen sisäisiin korjauksiin vaadittavaa jännitetyökoulutusta. (Kuva 31.) Verrokkina olevien merkiliikkeiden 52 mekaanikosta ja töiden vastaanottajasta 13 henkilöä, siis 25 % oli suorittanut akkujen sisäisiin korjauksiin vaadittavan jännitetyökoulutuksen. (Kuva 32.)

Kuinka moni mekaanikko / töiden vastaanottaja on suorittanut korkeajänniteakkujen sisäisiin korjauksiin vaadittavan jännitetyökoulutuksen?



Kuva 31. Jännitetyökoulutuksen suorittaneiden määrä vapaalla korjaamolla

Kuinka moni mekaanikko / töiden vastaanottaja on suorittanut korkeajänniteakkujen sisäisiin korjauksiin vaadittavan jännitetyökoulutuksen?



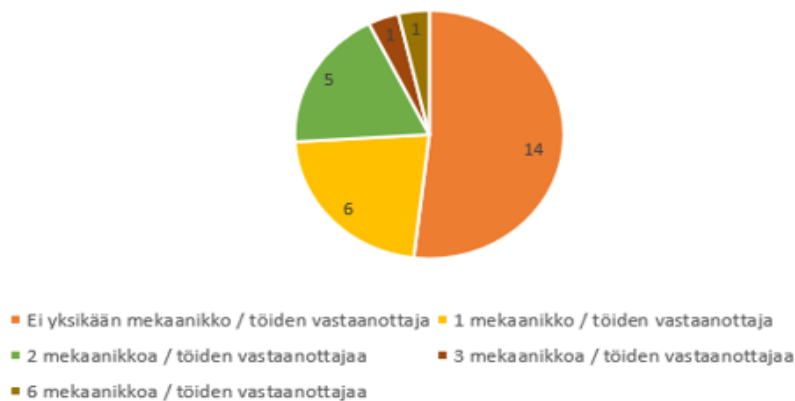
Kuva 32. Jännitetyökoulutuksen suorittaneiden määrä merkki korjaamolla

11.3 Ensiapukoulutuksen tilanne

Sähköalan töissä on erityisesti huolehdittava ensiapuvalmiudesta sähkön aiheuttamien tapaturmien varalta. Kaikille ammattitaitoa vaativiin sähkötyihin osallistuville sähköalan ammattihenkilöille työnjohdon ja käytönjohdon henkilöt mukaan luettuna sekä näissä töissä avustamaan opastetuille henkilöille pitää antaa ensiapukoulutus, joka käsittää ainakin palovammoihin sekä ruhje- ja viiltohaavoihin annettavan ensiavun sekä puhallus- ja painanta elvytyksen opettamisen ja niiden käytännön harjoittelemisen. (SFS 6002.)

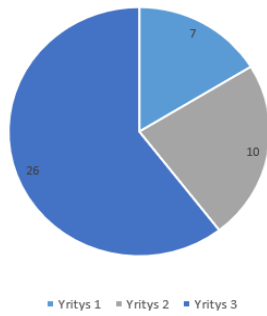
Ensiapukoulutuksen osalta koulutustilanne oli samansuuntainen kuin SFS 6002:n suhteen. Vapailla korjaamoilla sadasta seitsemästä (107) mekaanikosta ja töiden vastaanottajasta 13 henkilöä, siis 12 % oli suorittanut sähkön vaaroihin perehdyttävän ensiapukoulutuksen. (Kuva 33.) Verrokina olevien merkkiliikkeiden 52 mekaanikosta ja töiden vastaanottajasta 43 henkilöä, siis 82,6 % oli suorittanut sähkön vaaroihin perehdyttävän ensiapukoulutuksen. (Kuva 34.)

Kuinka moni mekaanikko / töiden vastaanottaja on suorittanut sähkön vaaroihin perehdyttävän ensiapukoulutuksen?



Kuva 33. Ensiapukoulutuksen suorittaneiden määrä vapaalla korjaamolla

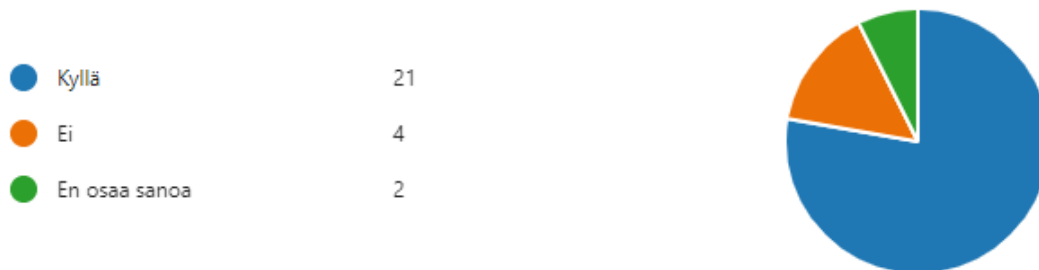
Kuinka moni mekaanikko / töiden vastaanottaja on suorittanut sähkö-
vaaroihin perehdyttävän ensiapukoulutuksen?



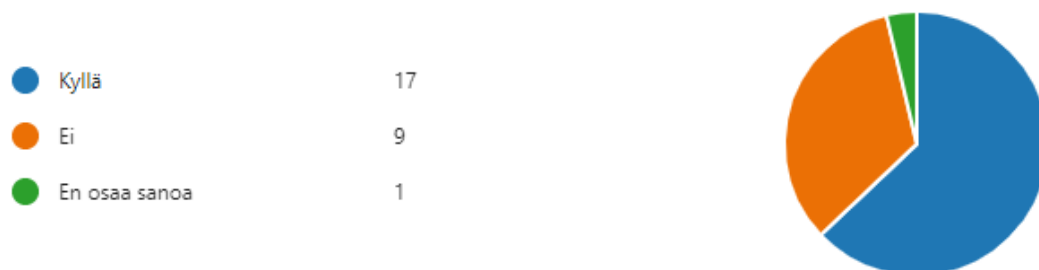
Kuva 34. Ensiapukoulutuksen suorittaneiden määrä merkkikorjaamolla

11.4 Kiinnostus koulutuksiin

Vapailla korjaamoilla kiinnostus osallistua koulutuksiin oli suuri niin sähkö- ja hybriditeknikan kuin ensiavunkin osalta. 77,7 % vastaajista ilmoitti yrityksensä oleva kiinnostunut sähkö- ja hybridiajoneuvotekniikan koulutuksista. (Kuva 35.) 62,9 % vastaajista ilmoitti yrityksensä olevan kiinnostunut ensiapukoulutuksesta. (Kuva 36.) Merkkikorjaamoilta ei kysytty kiinnostusta koulutuksiin.



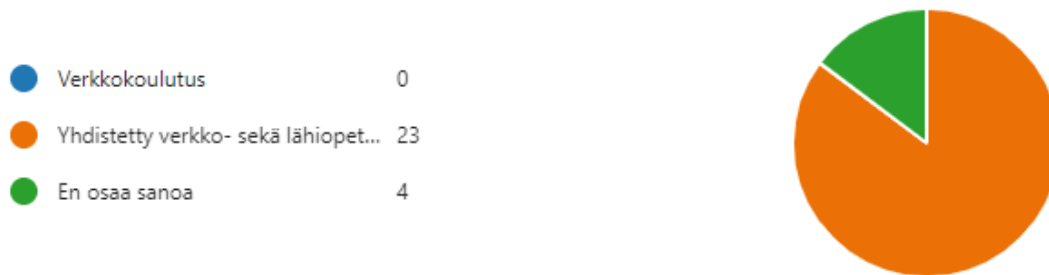
Kuva 35. Kiinnostunut sähkö- ja hybridiajoneuvotekniikan koulutuksesta



Kuva 36. Kiinnostunut ensiapukoulutuksesta

11.5 Toivottu koulutusmuoto

Kysyttäessä toivottua koulutusmuotoa vapailta korjaamoilta em. koulutustilaisuuksiin, tuli selkeästi ilmi niin keskustelujen kuin kysymyksen vastauksienkin kautta, että ehdottomasti toivotuin koulutusmuoto on yhdistetty verkko- ja lähiopetus. Opetustilanteisiin toivottiin konkreettisia käytännön mittaustehtäviä ja harjoituksia. (Kuva 37.)



Kuva 37. Toivottu koulutusmuoto

12 POHDINTA

Sähkö- ja hybridiajoneuvokanta lisääntyy voimakkaasti, ja se aiheuttaa korjaamoille aivan uudenlaisia haasteita ja koulutustarpeita. Tilanne koulutuksen sekä henkilöstö- ja taloudellisten resursien suhteen voi olla hyvin erilainen vapailla korjaamoilla verrattuna merkkikorjaamoihin.

Käydessäni korjaamoilla opiskelijoidemme työssäoppimisjaksojen aikana, esiin tuli kysymyksiä ja toiveita, jotka selvästi viittasivat siihen, että korjaamoilla olisi tarve saada lisäkoulutusta sähkötyöturvallisuudesta ja uudesta sähkö- ja hybridiajoneuvojen tekniikasta. Näitä toiveita ilmeni etenkin pienemmissä merkkiriippumattomissa ja korjaamoketjuihin kuulumattomissa, ns. vapaissa korjaamoissa. Tämän toiveen täyttämiseksi ja tilanteen kartoittamiseksi opinnäytetyöni aiheeksi valikoitui autoalan sähkötyöturvallisuuskoulutuksen tarvekartoitus ja kehittäminen.

Opinnäytetyön päätavoitteena oli selvittää Itä-Uudellamaalla toimivien vapaiden korjaamoiden mekaanikkojen ja työnjohtajien valmiutta huoltaa ja korjata sähkö- ja hybridiajoneuvojen korkeajännitejärjestelmiä. Työssä kartoitettiin kyselyn ja henkilökohtaisten haastatteluiden avulla SFS 6002:n, ensiapu- ja jännitekoulutuksen suorittaneiden mekaanikkojen ja töiden vastaanottajien määrä sekä tarve ja halukkuus osallistua em. aihealueiden koulutuksiin. Verrokkina edellä mainitulle kyselylle tehtiin suppea kysely saman talousalueen merkkikorjaamoille

Kyselyn tavoitteet täyttyivät ja sain vastaukset päätutkimuskysymyksiin. Läheskään kaikilla korjaamoilla ei ole valmiutta tehdä huoltoja ja korjauksia sähkö- ja hybridiajoneuvojen korkeajännitejärjestelmiin. Lisäksi on havaittavissa, että osalla korjaamoista ei ole tietoa siitä, mitä lainsäädännöllisiä vaatimuksia pitää huomioida sähkö- ja hybridiajoneuvojen huolloissa ja korjauksissa. Tutkimus vahvistaa käsitystäni siitä, että vapailla korjaamoilla SFS 6002 sähkötyöturvallisuuden, ensiapu- ja sähkö- ja hybridiajoneuvotekniikan koulutuksille on selkeää tarvetta ja kiinnostus niitä kohtaan on suurta. Tutkimuksen perusteella merkkikorjaamoilla tilanne koulutuksien suhteen on selkeästi parempi ja vaikuttavana tekijänä siihen on ajoneuvovalmistajien ja maahantuojien vaatimukset.

Vaadittavat koulutukset ja laitehankinnat korjattaessa sähkö- ja hybridiajoneuvoja aiheuttavat korjaamoille huomattavia koulutus ja laiteinvestointi tarpeita. Tästä johtuen osa korjaamoista ei tule panostamaan sähkö- ja hybridiajoneuvojen korkeajännitejärjestelmien korjauksiin, vaan ne tulevat keskittymään perinteisen tekniikan korjauksiin. Tämä seikka tulee tutkimuksessa selkeästi ilmi.

Aina kun tehdään huolto ja korjaustoimia sähkö- ja hybridiajoneuvojen korkeajännitejärjestelmiin, niin täytyy olla hallussa merkkikohtainen tieto ja taito sekä käytettävissä ajan tasalla olevat työohjeet, joihin sisältyy ohje ajoneuvon jännitteettömäksi tekemiseksi. Kyselyn perusteella merkkikohtaisten ajoneuvovalmistajien omien työohjeiden saaminen ja löytäminen koettiin melko haasteelliseksi vapailla korjaamoilla. Tämä on seikka, johon tulisi kiinnittää huomiota ja pyrkiä löytämään keinoja tilanteen helpottamiseksi.

On myös hyvin mielenkiintoista ja tämän hetken moottoritekniikan kehitystilanteen haastavuutta kuvaavaa se, että miten syksyllä 2022 tehdyt päätökset polttomootoreiden käyttökiellosta vuoden 2035 jälkeen eivät enää olekaan niin ehdottomia. Polttomootorikielto on otettu EU-komissiossa uudelleen käsittelyyn, kun Italian, Puolan, Romanian, Saksan, Slovakian, Tšekin ja Unkarin liikenneministerit kieltäytyivät ratifioimasta sitä. Näillä näkymin polttomootorit olisivat edelleen sallittuja, ehtona on kuitenkin se, että vuoden 2035 jälkeen polttoaineena sallittaisiin vain sähköpolttoaineet. (Moottori 2023.) Sähköpolttoaineista on kerrottu tarkemmin tutkimuksen kappaleessa 4.1.

Haastattelujen lomassa käydyt keskustelut korjaamon edustajien ja asentajien kanssa olivat erittäin mielenkiintoisia ja vallitsevaa tilannetta avartavia. Työssä selvitettyä tietoperustaa hyödynnetään koulutusmateriaalina niin perusopetuksessa kuin mahdollisissa koulutustilaisuuksissa yrityksille.

LÄHTEET

Autoalan tiedotuskeskus a. 2023. Autoalan käyttövoimaennuste vuosille 2020-2040. Hakupäivä 06.05.2023. https://www.aut.fi/ymparisto/autoalan_tiekartta_tulevaisuuden_kayttovoimista

Autoalan tiedotuskeskus b. 2022. Täyssähköautojen osuudet ensirekisteröinneistä maakunnittain 1.1 – 30.6.2022. Autoalan tiedotuskeskus 2022. Hakupäivä 16.11.2022. https://www.aut.fi/tilastot/ensirekisteroinnit/ensirekisteroinnit_kayttovoimittain/henkiloautojen_kayttovoimatilastot

Autoalan tiedotuskeskus 2023. Hybridautot yleistyvät. Hakupäivä 05.01.2023 https://www.aut.fi/tieliikenne/polttoaineet_ja_kayttovoimat/hybridautot.

Autodata 2022. 12 voltin akkutekniikka. Hakupäivä 08.11.2022 <https://www.autodata-group.com/fi/uutiset/toimiala/12-voltin-akkutekniikka/>

Eero, Korhonen, Vesa, Linja-aho, Jukka, Mäkinen, Matti Orrberg. 2019. Sähköautot ja latausjärjestelmät. 3 painos. Tampere: Grano Oy

Eetu, Peltonen. 2022. Sähkö- ja hybridaajoneuvokoulutus. Moniste. Koulutustilaisuus 9.5.2022 Taitotalossa Helsingissä

ePerusteet 2022. Tutkinnon muodostuminen. Hakupäivä 28.11.2022. [https://www.ajoneuvoalanperustutkinto-ePerusteet\(opintopolku.fi\)](https://www.ajoneuvoalanperustutkinto-ePerusteet(opintopolku.fi))

Euroopan parlamentti 2022. Uusien bensiini- ja dieselautojen myyntikielto – mitä vuosi 2035 tuo mukanaan? Hakupäivä 10.11.2022 <https://www.europarl.europa.eu/news/fi/headlines/economy/20221019STO44572/uusien-bensiini-ja-dieselautojen-myyntikielto-mita-vuosi-2035-tuo-mukanaan>.

Euroopan parlamentti 2023. Vaihtoehtoisia polttoaineita autoille. Hakupäivä 06.01.2023 <https://www.europarl.europa.eu/news/fi/headlines/economy/20221013STO43019/vaihtoehtoisia-polttoaineita-autoille-niiden-kayton-lisaaminen>.

Finnparttia 2022. Jännitetyökalut. Hakupäivä 14.12.2022 <https://www.finnparttia.fi/Tyoekalut/Jaenitetyoekalut>

IEC 60900 International standard. Hakupäivä 05.05.2023 <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/22275/b879c6924a3840beaf7df094db340180/IEC-60900-2018.pdf>

Kangas, Seppo 2020. Valokuva. Artikkelissa Anne Mattila. Sähköauton korjaaminen vaatii erikoisosaamista ja -työkalut – virhe korkeajännitekomponenttien kanssa voi olla jopa hengenvaarallinen. Kalajokilaakso. Hakupäivä 22.2.2023. <https://www.kalajokilaakso.fi/uutinen/593395>.

Kvantitatiivinen tutkimus 2023. Hakupäivä 08.02.2023. <http://www.tilastollinentutkimus.fi/1.TUTKIMUSTUKI/KvantitatiivinenTutkimus.pdf>.

Liikenne- ja viestintäministeriö 2022. Fossiilittoman liikenteen tiekartta Hakupäivä 10.11.2022 <https://www.lvm.fi/-/hallitus-paatti-tieliikenteen-paastojen-vahennyskeinoista-paastot-puoleen-2030-mennessa-1293954>.

Liikenne- ja viestintäministeriö 2022. Hallitus päätti tieliikenteen päästöjen vähennyskeinoista – päästöt puoleen 2030 mennessä. Hakupäivä 10.11.2022 <https://www.lvm.fi/-/hallitus-paatti-tieliikenteen-paastojen-vahennyskeinoista-paastot-puoleen-2030-mennessa-1293954>.

LUT University. Power-to-x. Hakupäivä 06.01.2023 <https://www.lut.fi/fi/artikkelit/power-x-p2x-mitase-tarkoittaa-ja-miten-se-mullistaa-energian-ja-ruoantuotannon>.

Moottori 2023. Mäntämoottorille mahdollisuus nyt myös EU:sta-Saksa sai taivuteltua tietyt synteettiset polttoaineet sallituiksi 2035 jälkeenkin. Hakupäivä 07.05.2023 <https://moottori.fi/liikenne/juttu/mantamoottorille-mahdollisuus-nyt-myos-eusta-saksa-sai-taivuteltua-tietyt-synteettiset-polttoaineet-sallituiksi-2035-jalkeenkin/>

Motiva 2022. Sähköautot. Hakupäivä 28.12.2022 https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava_liikenne_ja_liikkuminen/valitse_auto_viisaasti/ajoneuvotekniikka/moottoritekniikka/sahkoautot.

Perel Oy 2022. Pelastussauva. Hakupäivä 19.12.2022 <https://www.perel.fi/tuote/v124637960/sfe-tp1245kv/pelastussauva-45-kv/122642699>.

SFS 6002 Sähkötyöturvallisuus. 4 painos 2018. Sesko ry

Stora Enso. Puupohjaista hiiltä sähköautojen akkuihin. Hakupäivä 11.01.2023 <https://www.storaensometsa.fi/puupohjaista-hiilta-sahkoautojen-akkuihin/>.

Sähköautot 2022. Historia. Hakupäivä 27.12.2022 <http://www.sahkoautot.fi/wiki:historia>

Sähköt.fi 2022. Sähkötyövälineet. Hakupäivä 29.12.2022 <https://sahkot.com/wp-content/uploads/2019/10/J%C3%A4nnitety%C3%B6-SFS6002-mukaan.pdf>.

Sähköturvallisuuslaki 1135/2016. Hakupäivä 24.11.2022. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2016/20161135#L4P82>.

Terveyskirjasto 2022. Sähkön aiheuttamat vammat. Hakupäivä 28.12.2022 <https://www.terveyskirjasto.fi/dlk00334>

Tilastokeskus 2022. Moottoriajoneuvojen ensirekisteröinnit 2015 – 2022. Hakupäivä 15.11.2022. <https://www.stat.fi/tietotrendit/artikkelit/2022/sahkoautojen-ensirekisteroinnit-kasvussa-mutta-sahkoautoja-viela-harvoilla/>.

Tukes 2023. Sähkölaitteistojen turvallisuutta ja sähkötyöturvallisuutta koskevat standardit (Luettelo S10-2023) Hakupäivä 25.01.2023. <https://tukes.fi/documents/5470659/8178747/Luettelo+S10-2023+S%C3%A4hk%C3%B6laitteistojen+turvallisuutta+ja+s%C3%A4hk%C3%B6ty%C3%B6turvallisuutta+koskevat+standardit.pdf/c590f409-f6b8-83ce-08a3-bcfff12ae1b8/Luettelo+S10-2023+S%C3%A4hk%C3%B6laitteistojen+turvallisuutta+ja+s%C3%A4hk%C3%B6ty%C3%B6turvallisuutta+koskevat+standardit.pdf?t=1672732633144>.

Turvakilvet 2022. Kuvakaappaus. Jännitetyö. Hakupäivä 16.01.2023. <https://www.turvakilvet.fi/Saehkoeala/Varoitusmerkit>.

Tutkimussuunnitelman osat 2023. Kvantitatiivinen tutkimus JAT2LUO16. Hakupäivä 09.01.2023. <https://myy.haaga-helia.fi/~taaak/jat2lu016/tutkimussuunnitelma.pdf>.

Toyota 2023. Toyotan sähköautot. Hakupäivä 20.01.2023 <https://www.toyota.fi/autot/bz4x>.

Työturvallisuuslaki 738/2002. Hakupäivä 24.11.2022. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738#L2P8>.

Vesa, Linja-aho 2021. Sähkö- ja hybridaajoneuvojen sähkötyöturvallisuus. 3 uudistettu painos. Tuusula: Hansaprint Oy

AUTOALAN SÄHKÖTYÖTURVALLISUUSKYSELY

Itä-Uudenmaan auto- ja konekorjaamot

Tervehdys

Tämän kyselyn päätavoitteena on selvittää Itä- Uudenmaan auto- ja konekorjaamoiden koulutustilannetta sähkötyöturvallisuuden sekä sähkö- ja hybriditekniiikan osalta. Kysely on osa Rainer Frondeliuksen Oulun ammattikorkeakoulussa suorittamaa autoalan ylemmän ammattikorkeakoulun opinnäytetyötä. Kysely on kohdistettu korjaamon vastuuhenkilölle.

Standardin SFS 6002 mukainen autoalan sähkötyöturvallisuuskoulutus vaaditaan sähkö- ja hybridiajoneuvojen korkeajännitejärjestelmiä korjaavilta mekaniikoilta, työnjohdolta ja muulta työtä opastavalta henkilöstöltä. Tämän lisäksi vaaditaan ajoneuvokohtainen koulutus tai perehtyneisyys ja ajantasaiset työohjeet. Koulutus on uusittava viiden vuoden välein. SFS 6002 koulutuksen suorittaneen henkilön on lisäksi suoritettava sähkön vaaroihin perehdyttävä ensiapukoulutus.

Kenenkään yksittäisen vastaajan antamia vastauksia ei toimiteta muille osapuolille eikä tuloksista voi tunnistaa yksittäisten vastaajien vastauksia. Kyselyyn vastaaminen kestää noin 10 minuuttia.

Merkittää jokaisen kysymyksen kohdalla omaa näkemystäsi parhaiten vastaava vaihtoehto. Sanallisessa palautteessa vastaus kirjoitetaan sille varattuun tilaan.

1. Kuinka monta mekaniikkaa / töiden vastaanottajaa yrityksessä työskentelee ? *

Kirjoita vastaus

2. Kuinka moni mekaniikko / töiden vastaanottaja on suorittanut autoalan SFS 6002 :sen ? *

Kirjoita vastaus

3. Miten yrityksessänne toteutettiin autoalan SFS 6002 koulutus ? *

- Koulutus toteutettiin verkkokoulutuksena
- Koulutus toteutettiin lähiopetuksena
- Koulutus toteutettiin sekä verkossa että lähiopetuksena.
- Yrityksessä ei ole toteutettu SFS 6002 koulutusta

4. Miten yrityksessänne toteutettiin autoalan SFS 6002 koulutus ? *

- Koulutus toteutettiin verkkokoulutuksena
- Koulutus toteutettiin lähiopetuksena
- Koulutus toteutettiin sekä verkossa että lähiopetuksena.
- Yrityksessä ei ole toteutettu SFS 6002 koulutusta

5. Kuinka tarpeellisena pidät SFS 6002 sähkötyöturvallisuuskoulutusta ? *

- Erittäin tarpeellisena
- Tarpeellisena
- En osaa sanoa
- En kovinkaan tarpeellisena
- En lainkaan tarpeellisena

6. Onko korjaamollanne tehty korjauksia sähkö- tai hybridi ajoneuvojen korkeajännitejärjestelmiin ? *

- Kyllä
- Ei

7. Miten ajoneuvovalmistajien merkkikohtaisia työohjeita on saatavilla? *

- Hyvin saatavilla
- Melko hyvin saatavilla
- En osaa sanoa
- Melko huonosti saatavilla
- Erittäin huonosti saatavilla

8. Miten tai mistä hankitte korkeajännityössä tarvittavat ajoneuvovalmistajien merkkikohtaiset työohjeet ? *

Kirjoita vastaus

9. Onko korjamollanne tehty sähkö- tai hybridiajoneuvojen korkeajänniteakkuihin sisäisiä korjauksia ? *

Kyllä

Ei

10. Kuinka moni mekaanikko / töiden vastaanottaja on suorittanut korkeajänniteakkujen sisäisiin korjauksiin vaadittavan jännitetyökoulutuksen ? *

Kirjoita vastaus

11. Kuinka moni mekaanikko / töiden vastaanottaja on suorittanut sähköön vaaroihin perehdyttävän ensiapukoulutuksen ? *

Kirjoita vastaus

12. Kuinka tärkeänä pidät ensiapukoulutusta ? *

Erittäin tärkeänä

Melko tärkeänä

En lainkaan tärkeänä

En osaa sanoa

13. Onko korjaamalla defibrillaattoria ? Defibrillaattori on laite, jonka avulla pyritään poistamaan sydänpysähdyksen aiheuttanut rytmihäiriö, ja laitteen käytön opiskelu on siksi tärkeää. *

- Kyllä
- Ei
- En osaa sanoa

14. Kuinka tarpeellisena pidät että defibrillaattori on saatavilla ? *

- Erittäin tarpeellisena
- Melko tarpeellisena
- En lainkaan tarpeellisena
- En osaa sanoa

15. Oletteko kiinnostuneet autoalan SFS 6002 koulutuksesta ? *

- Kyllä
- Ei
- En osaa sanoa

16. Oletteko kiinnostuneet sähkö- ja hybridiajoneuvotekniikan koulutuksesta ? *

- Kyllä
- Ei
- En osaa sanoa

17. Mikäli olette kiinnostuneet em. koulutuksista, millainen koulutustapa olisi teille sopivin ? *

- Verkkokoulutus
- Yhdistetty verkko- sekä lähiopetus
- En osaa sanoa

18. Oletteko kiinnostuneet ensiapukoulutuksesta ? *

- Kyllä
- Ei
- En osaa sanoa

19. Vapaa palaute ja kokemuksesi tämän hetkisestä sähkö- ja hybridi ajoneuvojen sähkötyöturvallisuus tilanteesta sekä käyttövoima muutoksesta tai anna kommentti kyselystä.
Kaikki mielipiteet ovat tervetulleita ja arvokkaita.
KIITOS VAIVANNÄÖSTÄSI! *

Kirjoita vastaus

AUTOALAN SÄHKÖTYÖTURVALLISUUSKYSELY

Itä-Uudenmaan merkkikorjaamot

Tervehdys

Tämän kyselyn päätavoitteena on selvittää Itä-Uudenmaan autoalan merkkikorjaamoiden koulutustilannetta sähkötyöturvallisuuden sekä sähkö- ja hybriditeknikan osalta. Kysely on osa Rainer Frondeliuksen Oulun ammattikorkeakoulussa suorittamaa autoalan ylemmän ammattikorkeakoulun opinnäytetyötä. Kysely on kohdistettu korjaamon vastuuhenkilölle.

Standardin SFS 6002 mukainen autoalan sähkötyöturvallisuuskoulutus vaaditaan sähkö- ja hybridiajoneuvojen korkeajännitejärjestelmiä korjaavilta mekaanikoilta, työnjohdolta ja muulta työtä opastavalta henkilöstöltä. Tämän lisäksi vaaditaan ajoneuvokohtainen koulutus tai perehtyneisyys ja ajantasaiset työohjeet. Koulutus on uusittava viiden vuoden välein. SFS 6002 koulutuksen suorittaneen henkilön on lisäksi suoritettava sähkön vaaroihin perehdyttävä ensiapukoulutus.

Kenenkään yksittäisen vastaajan antamia vastauksia ei toimiteta muille osapuolille eikä tuloksista voi tunnistaa yksittäisten vastaajien vastauksia. Kyselyyn vastaaminen kestää noin 5 minuuttia.

1. Kuinka monta mekaanikkoa / töiden vastaanottajaa yrityksessä työskentelee ?

Kirjoita vastaus

2. Kuinka moni mekaanikko / töiden vastaanottaja on suorittanut autoalan SFS 6002 :sen ?

Kirjoita vastaus

3. Kuinka moni mekaanikko / töiden vastaanottaja on suorittanut korkeajänniteakkujen sisäisiin korjauksiin vaadittavan jännitetyökoulutuksen ?

Kirjoita vastaus

4. Kuinka moni mekaanikko / töiden vastaanottaja on suorittanut sähkön vaaroihin perehdyttävän ensiapukoulutuksen ?

Kirjoita vastaus