

Mikko Laari & Ville Venäläinen

**SÄHKÖ- JA HYBRIDITEKNIIKAN KOULUTUKSEN KEHITTÄMINEN AJONEU-
VOTEKNIIKAN PERUSTUTKINNOSSA**

SÄHKÖ- JA HYBRIDITEKNIIKAN KOULUTUKSEN KEHITTÄMINEN AJONEU- VOTEKNIIKAN PERUSTUTKINNOSSA

Mikko Laari & Ville Venäläinen
Opinnäytetyö (ylempi AMK)
Syksy 2025
Autoalan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
YAMK-tutkinto, autoalan tutkinto-ohjelma

Tekijät: Mikko Laari ja Ville Venäläinen

Opinnäytetyön nimi: Sähkö- ja hybriditekniikan koulutuksen kehittäminen ajoneuvotekniikan perustutkinnossa

Työn ohjaaja: Janne Ilomäki

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: syksy 2025

Sivumäärä: 30 + 6 liitettä

Euroopan unioni päätti lokakuussa 2022, että polttomoottoriajoneuvojen myynti loppuu vuonna 2035. Tämä tarkoittaa sitä, että sähköautot tulevat yleistymään vauhdikkaasti myös Suomessa. Kuopion seudun autokorjaamoilta oli tullut palautetta Savon ammattiopistolle opiskelijoiden sähköajoneuvotietämyksen puutteesta. Opinnäytetyössä selvitettiin, millaista osaamista työelämä vaatii ja haluaa sähköisistä ajoneuvoista ajoneuvotekniikan opiskelijoilta heidän tullessaan opintojen aikana työharjoitteluun sekä opintojen jälkeen työsuhteeseen. Lisäksi selvitettiin, miten opetusta kehitettäisiin vastaamaan todellisia työelämän tarpeita. Työn tilaajana oli Savon ammattiopisto.

Tietoperustassa perehdyttiin ilmastomääräyksiin, ajoneuvotekniikan nykytilanteeseen, sähkötyöturvallisuusvaatimuksiin sekä ajoneuvotekniikan opetussuunnitelmaan. Opiskelijoiden tämän hetken osaamistasoa selvitettiin Kuopion alueen korjaamon henkilöstölle lähetetyllä sähköpostikyselyllä. Kyselyyn vastasi 20 henkilöä ja lisäksi haastateltiin kolmea korjaamon edustajaa. Tärkeimpinä puutteina esiin nousivat sähkötyöturvallisuus sekä sähkö- ja hybridiajoneuvojen komponenttien tuntemus.

Opinnäytetyön tutkimusten perusteella Savon ammattiopiston autoalalle hankittiin sähköautosimulaattori ja suunniteltiin siihen korkeajännitekomponenttien tunnistustehtävä sekä jokaiselle opiskelijalle tehtäväksi korkeajänniteajoneuvon jännitteettömäksi tekeminen. Opiskelijat ovat ottaneet tehtävät positiivisesti vastaan.

Asiasanat: sähköajoneuvo, korkeajännite, sähkötyöturvallisuus

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Master's Degree Programme in Automotive engineering

Authors: Mikko Laari, Ville Venäläinen

Title of thesis: Development of electric and hybrid technology education in the basic degree programme in automotive engineering

Supervisor: Janne Ilomäki

Term and year when the thesis was submitted: Autumn 2025

Number of pages: 30 + 6 appendices

The European Union decided in October 2022 to end the sale of combustion engine vehicles by 2035, which will accelerate the adoption of electric vehicles in Finland as well. Local repair shops in the Kuopio had provided feedback to Savon ammattiopisto regarding students' insufficient knowledge of electric and hybrid vehicles. The aim of this thesis was to investigate what kind of competencies the automotive industry requires from vehicle technology students during their studies and later in employment, and how teaching should be developed to meet real workplace needs. The commissioning party of the thesis was Savon ammattiopisto.

The study was based on a review of climate regulations, the current state of vehicle technology, electrical safety requirements, and the existing curriculum in automotive education. The current skill level of students was examined through an email survey sent to staff at repair shops in the Kuopio area, with 20 responses received, and through interviews with three representatives of local workshops. The most significant gaps identified were in electrical safety and knowledge of electric and hybrid vehicle components.

As a result of the research, Savon ammattiopisto automotive department acquired new teaching equipment, designed a component identification exercise, and introduced a mandatory task for each student to safely de-energize a high-voltage vehicle. These measures have already had a positive impact, as students have welcomed the new tasks and shown improved engagement with electric vehicle training.

Keywords: electric, hybrid, electrical safety, high-voltage vehicle

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
1.1	Opinnäytetyön tavoitteet ja tutkimuskysymykset	8
1.2	Tutkimusmenetelmät	9
1.3	Aineiston kerääminen	9
1.4	Aineiston analyysi ja tutkimuksen luotettavuus	10
1.5	Tutkimuksen rakenne	10
2	AJONEUVOTEKNIIKAN OSAAMISALAN KEHITTÄMISTARPEET SÄHKÖTEKNIIKAN YLEISTYESSÄ	11
3	TUTKIMUSTEHTÄVÄN KUVAUS, KYSELY JA SAADUT TULOKSET	14
3.1	Kysely	14
3.2	Kyselyn tulokset	17
3.3	Avoimet haastattelut	21
3.4	Yhteenvedo haastatteluista	21
4	LUODUT HARJOITTEET JA KEHITYKSET	23
4.1	Simulaattorit ja harjoitteet	23
4.2	Kehityskohteet	26
5	POHDINTA	28
5.1	Yhteinen pohdinta	28
5.2	Villen pohdinta	29
5.3	Mikon pohdinta	29
	LÄHTEET	31
	LIITTEET	33

1 JOHDANTO

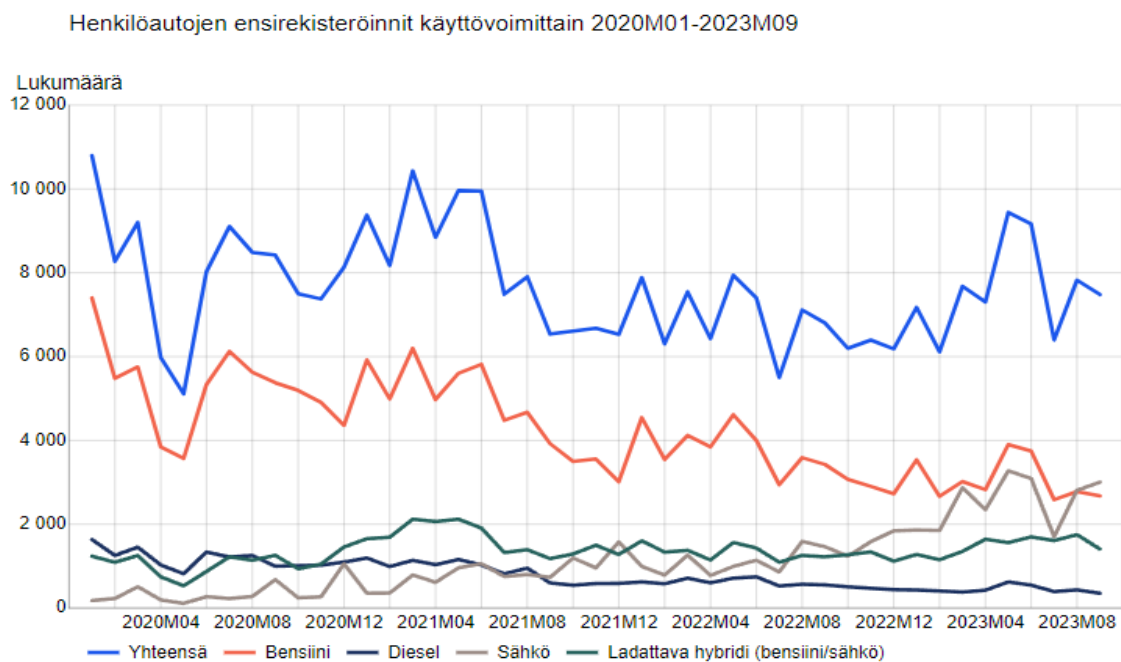
Tässä opinnäytetyössä perehdytään sähkö- ja hybriditeknikan koulutuksen kehittämiseen Savon koulutuskuntayhtymässä. Sähkö- ja hybriditeknikka on tullut jo kovaa vauhtia markkinoille autojen mukana ja vaatii yhä enemmän opiskelijoilta. Koulutuksen kehittäminen tämän osalta vaatii huomiota, jotta opiskelijoilla olisi hyvät perustaidot aloittaa työelämä ammattikoulutuksen jälkeen. Työnantajat vaativat nykyään yhä enemmän osaamista työntekijöiltään. Tämän työn tarkoituksena on myös tarjota työnantajille heidän haluamaansa aineistoa.

Pariisin ilmastopöytäkirjan hyväksymisen jälkeen julkaistiin marraskuussa 2016 ajoneuvoalan ensimmäinen ilmastostrategia. Autoala, liikenne- ja viestintäministeriö sekä ympäristöministeriö solmivat vapaaehtoisen ilmastopöytäkirjan 22.11.2018. Sopimuksella tähdätään liikenteen hiilidioksidipäästöjen vähentämiseen. Tuolloin allekirjoitettu Green deal -sopimus on samalla osa kestävä kehityksen yhteiskuntasitoumusta. Autoalan ilmastopöytäkirja eli Green deal perustuu keskipitkän aikavälin ilmastosuunnitelmaan, jonka mukaan liikenteen päästöjä tulisi vähentää puoleen, vuoteen 2030 mennessä. Sopimuksen tavoitteena on vähentää ensirekisteröityjen henkilö- ja pakettiautojen keskimääräisiä hiilidioksidipäästöjä vähintään neljä prosenttia vuodessa ja lisätä korkeille biopolttoaineosuuksille soveltuvien autojen osuutta erityisesti raskaassa kalustossa. Tavoitteena on myös edistää muiden vaihtoehtoisia käyttövoimia hyödyntävien autojen yleistymistä siten, että niiden osuus ensirekisteröidyistä kasvaa yhteensä vähintään 25 prosenttiin vuoden 2025 loppuun mennessä ja alentaa autokannan keski-ikää ja henkilöautojen keskimääräistä romutusikää 1,5 prosenttia vuodessa. Suomessa monelle eri alalle neuvotellaan parhaillaan kestävä kehitystä ja ympäristötavoitteita edistävää Green deal -sopimusta. (Liikenne ja viestintävirasto 22.11.2018.)

Opinnäytetyön toimeksiantajana on Savon ammattiopisto. Savon ammattiopisto on Pohjois-Savossa sijaitseva ammatillinen oppilaitos, joka tarjoaa monipuolisia koulutusmahdollisuuksia. Oppilaitoksessa voi opiskella ammatillisia perustutkintoja, täydennyskoulutuksia ja lyhyitä kottikoulutuksia. Kampukset sijaitsevat Kuopiossa, Varkaudessa ja Iisalmessa. Ajoneuvotekniikan toimipaidat ovat Kuopiossa ja Varkaudessa. Savon ammattiopistossa on noin 15 000 opiskelijaa, joista ajoneuvotekniikkaa opiskelee noin 250 (Sakky 2025.) Henkilöstöä ajoneuvotekniikan alalla on 15, joista opettajia on 13 sekä 2 ammatinohjaajaa.

Vuonna 2022 päivittyi ajoneuvoalan perustutkinnon opetussuunnitelma, joka sisältää myös sähköajoneuvoihin liittyvää opetusta. Korkeajänniteajoneuvojen tekniikan opetus valmistaa oppilaita tulevaisuuden työmarkkinoille ja edistää samalla kestäväää kehitystä. Opetuksen kehittäminen tällä osa-alueella on myös välttämätöntä Savon ammattiopiston vetovoimaisuuden kannalta.

Euroopan unionin ja autovalmistajien etujärjestön päätökset ohjaavat autoteollisuutta ekologisempaan suuntaan. Euroopan unioni on linjannut lokakuussa 2022, että polttomoottorikäyttöisten ajoneuvojen myynti loppuu Euroopassa vuonna 2035. Kuvasta 1 nähdään, että sähkö- ja hybridikäyttöisten ajoneuvojen ensirekisteröinnit Suomessa ovat jo lukumäärissä suuremmat kuin bensiini ja diesel käyttöisten ajoneuvojen.



KUVA 1. Tilastokeskus, moottoriajoneuvojen ensirekisteröinnit (Tilastokeskus 2023)

Yhteensä syyskuussa 2023 rekisteröitiin 7 481 ajoneuvoa. Näistä bensiinikäyttöisiä oli 2 676 kappaletta ja dieselkäyttöisiä 353 kappaletta. Syyskuun eniten myydyllä automerkillä, Toyotalla, on mallistossaan ei-ladattavia hybridejä, jotka luokitellaan bensiinautoiksi, joten todellisuudessa sähkö- ja hybriditekniikkaa omaavia autoja on vieläkin enemmän. (Autoalan tiedotuskeskus.) Toistaiseksi suuntana ajoneuvokannan kehityksessä on syyskuun kaltainen, eli sähkökäyttöiset ajoneuvot tulevat jatkamaan kasvuaan myös tulevaisuudessa.

Kuopion alueella ajoneuvojen sähköistyminen näkyy kehittyvänä latausinfrastruktuurina sekä julkisessa liikenteessä. Kuopiossa paikallisliikennettä operoiva Koiviston Auto on tuonut katukuvaan jo

useita täyssähköisiä linja-autoja. Myös henkilöautokorjaamoilla sähköajoneuvot yleistyvät jatkuvasti.

Ammatillisen koulutuksen reformin myötä uudet toimintatavat, lainsäädäntö sekä säädökset tulivat voimaan vuonna 2018. Reformissa todetaan, että koulutusta uudistetaan asiakaslähtöiseksi sekä osaamisperusteiseksi. Myös työpaikalla tapahtuvaa oppimista lisätään, joten opinnäytetyön aihe on ajankohtainen sekä yhteiskunnallisesti merkittävä jotta pystymme vastaamaan tulevaisuudessakin koulutustarpeisiin sekä tarjoamaan osaavaa työvoimaa, joustavuutta ja nopeaa reagointikykyä alueemme yrityksiin (Karusaari 2020, 88.) Sähköautojen tekniikan opetus on tärkeää myös siksi, että se edistää sähköautojen yleistymistä ja niiden hyötyjä ilmastolle ja ympäristölle. Sähköisten ajoneuvojen määrän otaksutaan tulevaisuudessa vain lisääntyvän, joten autoalan yritykset tarvitsevat tulevaisuudessa lisää sähköosaamista. (Kuljettaja.fi, 2023). Mekaanikkojen sähköosaaminen takaa korjaustoiminnan sujuvuuden ja turvallisuuden. Valtioneuvosto on tehnyt toukokuussa 2021 päätöksen kotimaan liikenteen kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi. Tavoitteeksi on asetettu, että Suomessa on vuonna 2030 liikenteessä 700 000 sähkökäyttöistä henkilöautoa, ja niistä vähintään puolet täyssähköautoja. (Valtioneuvosto, 2021.) Vuoden 2023 lopussa sähkökäyttöisiä henkilöautoja oli Suomessa liikennekäytössä 219 000 (Autoalan tiedotuskeskus, 2025.) Tämä tarkoittaa, että tulevan viiden vuoden aikana ladattavat ajoneuvot lähes kolminkertaistuvat, jolloin sähköosaaminen tulee vaikuttamaan myös uusien asentajien rekrytointeihin.

1.1 Opinnäytetyön tavoitteet ja tutkimuskysymykset

Opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää Kuopion seudun autokorjaamoilta mitä he toivovat ajoneuvotekniikan opiskelijoiden osaavan tullessaan työharjoitteluun sekä myöhemmin valmistuttuaan töihin. Tavoitteena on kehittää Savon ammattiopiston ajoneuvotekniikan osaamisalan opetusta vastaamaan työelämän tarpeita.

Tutkimuskysymykset, joihin työssä vastataan, ovat seuraavat:

1. Millaista sähköautoteknistä osaamista työpaikat toivovat opiskelijoilta tullessaan työharjoitteluun
2. Millaista sähköautoteknistä osaamista työpaikat toivovat opiskelijoilta valmistumisen jälkeen töihin tullessaan.

1.2 Tutkimusmenetelmät

Tutkimusmenetelmät on perinteisesti jaettu kahteen menetelmään, määrällisiin (kvantitatiivisiin) sekä laadullisiin (kvalitatiivisiin). Ojasalon, Moilasan ja Ritalahden mukaan tyypillisesti lomakekysely, jota tässäkin työssä käytetään, on määrällinen menetelmä, jossa kysytään samoja asioita määrätellyltä joukolta vastaajia (Ojasalo, Moilanen & Ritalahti, 2014, 104–105.) Koska tutkimuskohteenä olevaa asia täytyy myös ymmärtää tutkimustulosten pohjalta mahdollisimman hyvin, apuna käytetään myös laadullista tutkimusmenetelmää (Tuomi & Sarajärvi, 2018, 13–16.) Laadulliseksi menetelmäksi valittiin haastattelut, joita ei ole etukäteen käsikirjoitettu, vaan tarkoituksena on käydä avointa ja vuorovaikutuksellista keskustelua. Tätä kutsutaan avoimeksi haastatteluksi (Ojasalo, Moilanen & Ritalahti, 2014, 106–109.) Koska keskustelu ei ole tiukasti strukturoitu, voidaan löytää uusia näkökulmia ja oivalluksia, joita ei ehkä olisi muuten huomattu. Tällä tavalla myös löydetään haastateltavien vastauksista yhteneväisyyksiä, joita voidaan nostaa esiin opinnäytetyössä. Lähestymistavan valintaan vaikuttaa käyttäjäkeskeisyys sekä kokemuksellisuutta korostava ajattelu- ja toteutusmalli, joten luontevinta työssä on käyttää palvelumuotoilun lähestymistapaa. (Ojasalo, Moilanen & Ritalahti, 2014, 37–39.)

1.3 Aineiston kerääminen

Tiedonhaussa käytettiin EU- ja kansallisten lainsäätäjien verkkosivuja. Lisäksi tekniikkaan ja lainsäädäntöön liittyvää materiaalia on täydennetty Traficom -sivustolta sekä Autoalan keskusliiton verkkosivuilta. Opetuksen sisältöön ja opetussuunnitelmaan liittyvät tiedot on haettu e-perusteista. Traficom on kotimaamme Liikenne- ja viestintävirasto, joka varmistaa toimivat, turvalliset ja kohtuuhintaiset liikenteen ja viestinnän yhteydet ja palvelut Suomessa sekä toimii palvelevana lupa-, rekisteri ja valvontaviranomaisena (Traficom.) Autoalan keskusliitto on autoalan yritysten taloudellisia ja työmarkkinaetuja ajava ja palveluja tuottava yhdistys, jonka tehtävänä on edistää jäsenyritystensä toimintaedellytyksiä. Autoalan keskusliitto tuottaa myös muun muassa tilasto- ja tutkimuspalveluita (Autoalan keskusliitto.) E-perusteet on Suomen Opetushallituksen ylläpitämä verkkopalvelu, joka tarjoaa kattavat tiedot valtakunnallisista opetussuunnitelmien, tutkintojen ja koulutusten perusteista. Palvelusta löytyy myös paikallisia opetussuunnitelmia ja toteutussuunnitelmia, joita koulutuksen järjestäjät voivat julkaista. Työturvallisuuteen liittyen SFS 6002 -standardi ohjaa ope-
tusta ajoneuvotekniikan korkeajännitetöitä harjoitellessa.

Aineistonkeruumenetelmänä käytettiin Forms -kyselyä, jolla oli tarkoituksena kerätä Kuopion alueen isoilta ja pieniltä autoalan yrityksiltä kokemusperäistä ja ajankohtaista tietoa siitä, millaista tietoa ja taitoja he haluavat opiskelijoilta työharjoitteluun sekä myöhemmin työelämään siirtyessään. Kysely lähti yhteensä 120 henkilölle ja vastaukset saatiin 20 henkilöltä.

Tutkimuskysymykset muotoiltiin niin, että kysymykset olisivat puolueettomia sekä vastaukset olisivat todellisia ja kaikenkokoiset yritykset huomioon ottavia. Tärkeää oli myös, että vastaajat joutuisivat miettimään vastauksia omien kokemusten pohjalta ja vastaukset antaisivat kokemusperäistä tietoa tutkimuskohteesta. (Tuomi & Sarajärvi, 2018, 84; Valli, 2018, 81).

1.4 Aineiston analyysi ja tutkimuksen luotettavuus

Opinnäytetyöhön käytettävää kirjallista materiaalia lähdettiin tutkimaan Suomen tämän hetken tilanteiden kautta. Muun muassa sähkökäyttöisten ajoneuvojen määrät ja kasvuennusteet selvitettiin. Kun lukuisten selvitysten jälkeen tämänhetkinen tilanne oli hahmottunut, kerättiin aineistoa myös Kuopion alueen korjaamoilta kyselyn sekä avoimien haastattelujen kautta. Tutkimusaineisto analysoitiin ja sieltä saatiin kokemusperäistä sekä ajankohtaista tietoa tämän hetken tilanteesta.

Avoimet kysymykset analysoitiin sisällönanalyysi menetelmillä, eli tutkimusaineisto pelkistettiin ja sieltä karsittiin epäolennaiset tiedot pois. Tämän jälkeen tärkeimpien asioiden pohjalta muodostettiin yhteenveto. Avoimet haastattelut tukivat jo aiemmin saatuja tuloksia sekä auttoivat ymmärtämään paremmin vastaajan näkemyksiä.

1.5 Tutkimuksen rakenne

Työn ensimmäisessä luvussa kuvataan työn tutkimustavoitteet, rakenne ja menetelmät. Toisessa luvussa käydään läpi sähkö- ja hybridiajoneuvojen korjausta koskevia ja ohjaavia lakipykälä ja vaatimuksia. Luvussa 3 kuvataan kehittämis-/tutkimustehtävä, empiria ja prosessi kyselyineen ja haastatteluineen. Neljännessä luvussa mietitään kehityskohteita ja tapoja korkeajänniteajoneuvojen opetuksen kehittämiseen. Viidennessä luvussa pohditaan opinnäytetyön kulkua, tuloksia sekä tulevaisuutta.

2 AJONEUVOTEKNIIKAN OSAAMISALAN KEHITTÄMISTARPEET SÄHKÖ- TEKNIIKAN YLEISTYESSÄ

Ajoneuvotekniikan opetussuunnitelma uudistui elokuussa 2022. Tämä toi mukanaan paljon uutta sisältöä korkeajänniteajoneuvoihin liittyen. Konkreettisenä esimerkkinä on korkeajänniteajoneuvon jännitteettömäksi tekeminen työsuorituksesta vastaavan henkilön ohjaamana (E-perusteet, 2022). Myös valinnaisia kursseja sähkö- ja hybriditekniikkaan on valittavissa huoltoon sekä korjaukseen liittyen. Liitteessä 1 on ote Sähköjärjestelmän kunnon määrittäminen -tutkinnon osasta, joka on osa pakollisesti suoritettavia kursseja. Liitteissä 2 ja 3 on vaatimukset kahdelle valinnaiselle kurssille, joita ajoneuvotekniikan opiskelijan on mahdollista valita kerryttääkseen kokemusta korkeajänniteajoneuvoista.

Korkeajänniteajoneuvojen kanssa toimiessa toimintaa ohjaa myös yleiset lait, säädökset sekä standardit. Korkeajänniteajoneuvoiksi lasketaan ajoneuvot, joissa tasajännite ylittää 120 V tai vaihtojännite on yli 50 V (Sähkötyöturvallisuuslaki 1135/2016.) Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että kaikkien sähkö- ja hybridiajoneuvojen kanssa täytyy noudattaa sähkötyöturvallisuus SFS 6002 -standardia. Opetussuunnitelmaan kuuluu kyseinen sähkötyöturvallisuuskoulutus pakollisena osana ensimmäistä pakollista kurssia. Myös työnantajat vaativat, että koulutus on suoritettu hyväksytysti ennen korjaamolle harjoitteluun menemistä. SFS 6002 -koulutus ei kuitenkaan opasta itse jännitetöiden tekemiseen, vaan turvalliseen toimimiseen korkeajänniteajoneuvojen kanssa.

Sähkötyöturvallisuusstandardi SFS 6002 uudistui vuoden alkuvuodesta 2025. Standardi sisältää opastavia ja velvoittavia liitteitä. Aiempaan verrattuna ajoneuvojen sähkötoihin liittyviä opastavia ja velvoittavia liitteitä on lisätty. Aiemmin Liite U oli kansallinen ohjeistava, mutta nyt se on kansallinen velvoittava. Standardin mukaan sähköajoneuvolla tarkoitetaan sähkö- tai hybridiajoneuvoa tai työkonetta, jossa nimellisjännite on yli 120 V tasajännitettä tai 50 V vaihtojännitettä (SFS 6002, Liite U.1.) Liite käsittelee sähköajoneuvojen korjaamisen työturvallisuutta. Koska sähköajoneuvoja käytetään liikenteessä, on työn lopputuloksen turvallisuus varmistettava huolehtimalla riittävästä laadunvalvonnasta, tekijöiden ammattitaidosta, ohjeistuksesta ja koulutuksesta sekä siitä, että käytössä on asianmukaiset työkalut ja tilat (SFS 6002:2025, 68.)

Kohdassa U.2 kerrotaan ajoneuvon merkitsemisestä vaarallisesta jännitteestä kertovalla varoituskilvellä, joka on sijoitettava näkyvälle paikalle, esimerkiksi ajoneuvon katolle. Myös lippusiiman käyttöä suositellaan (SFS 6002:2025, 69.) Liitteessä on myös merkittävä uudistus ajoneuvojen opetukseen liittyen. Liitteessä kerrotaan, että sähköautojen korjaamista koulutettaessa esimerkiksi toisen asteen oppilaitoksessa voidaan valmistajan ohjeista poiketa esimerkiksi koulutusvaatimusten osalta, jotta oppilaat pääsevät harjoittelemaan sähkötyötä ajoneuvossa. Vastuu työturvallisuudesta on tällöin oppilaitoksella ja opettajalla (SFS 6002:2025, 69.)

Liitteessä U.3 kerrotaan henkilöstön koulutuksesta. Kaikille sähköajoneuvojen huolto- ja korjaustoimenpiteitä tekeville on annettava sähkötyöturvallisuuskoulutus sekä liitteen X.7 mukainen ensiapukoulutus. Liitteessä X.7 kerrotaan, että ensiapukoulutuksen tulee sisältää palovammat, ruhje- ja viiltohaavat sekä puhallus ja paineluelvytyksen. Ensiapukoulutus on uusittava kolmen vuoden välein (SFS 6002:2025, 81.) Sähkötyöturvallisuuskoulutus on voimassa 5 vuotta (SFS 6002:2025, 69.) Liitteessä kerrotaan myös, että ne korjaamohallissa työskentelevät, jotka eivät osallistu sähköajoneuvojen huolto- tai korjaustöihin, eivät tarvitse varsinaista sähkötyöturvallisuuskoulutusta. Heille riittää perehdytys sähkön vaaroihin ja toimintaan onnettomuustilanteessa (SFS 6002:2025, 70.)

Liitteessä T.3 kerrotaan akkutöistä ja niiden riskien arvioinnista. Arvioinnissa ja työn suunnittelussa on otettava huomioon ainakin seuraavat viisi asiaa:

- akun rakenteeseen liittyvät vaarat
- akun ylivirtasuojat ja mahdollisuus ylivirtasuojan ohituskytkentään
- virhekytkennän mahdollisuudet
- sähköiskunvaarat: mikäli johtavat eri potentiaalissa olevat osat ovat kosketettavissa samanaikaisesti, on työ tehtävä jännitetyönä asianmukaisine suojava-rusteineen
- riskien mahdollinen pienentäminen jakamalla akku osiin avaamalla liitoksia, jolloin järjestelmän jännite pienenee.

Myös liitteen T.3 mukaan vähintään suojalaseja ja vaikeasti syttyvää asua on käytettävä silloin, kun töihin liittyy pienenergisenkin valokaaren vaara (SFS 6002:2025, 66.)

Standardissa T.4 kerrotaan valmistajan ohjeiden noudattamisesta, suojavaatetuksesta sekä paloturvallisuudesta. Mikäli 40 J/cm² ylittyy, on akkutöissä käytettävä ATPV valokaarisuoja-asua, jännitetyökäsineitä ja soveltuvaa kasvojen suojainta, joka suojaa myös hiuksia. Akkuja on käsiteltävä

niin, että lämpöryntäysvaara ja siihen liittyvä tulipalon vaara on otettu huomioon. Akkutyöt on suoritettava niihin soveltuvissa tiloissa, ja kaikki tiloissa työskentelevät henkilöt on koulutettava toimimaan lämpöryntäys- ja tulipalotilanteessa. Toimintaa on myös harjoiteltava säännöllisesti (SFS 6002:2025, 67.)

3 TUTKIMUSTEHTÄVÄN KUVAUS, KYSELY JA SAADUT TULOKSET

Opinnäytetyön aiheeseen päädyttiin, koska opettajien kiertäessä työpaikoilla opiskelijoiden ohjauksessa ja keskustellessa korjaamon edustajien kanssa on ajoittain päädytty keskustelemaan opetuksesta ja sen laajuudesta sähköautojen osalta. Havainnot osoittavat, että korjaamoilla on erilaisia toiveita opetuksesta ja tässä opinnäytetyössä haluttiin koota ajatuksia yhteen ja kehittää opetusta sen pohjalta. Aiheen valinnan jälkeen prosessi jatkui sähköautoiluun ja sen kehitykseen sekä opetussuunnitelmaan perehtymällä, jonka jälkeen alettiin valmistelemaan korjaamon edustajille lähetettävää kyselyä.

3.1 Kysely

Opinnäytetyössä haluttiin selvittää todellisia työelämän tarpeita, joten tästä syystä päädyttiin tekemään kyselyn Kuopion ja sen lähialueen korjaamoiden henkilökunnalle. Kohdehenkilöiksi valikoitui mekaanikkoja, huoltoneuvoja, työnjohtajia sekä korjaamopäälliköitä. Kysely haluttiin pitää lyhyenä mutta ytimekkäänä sekä helppona vastata. Kyselyssä haluttiin kokemuksia niin merkkikorjaamoiden kuin monimerkkikorjaamoidenkin työntekijöiltä. Mukaan haluttiin myös raskaankaluston toimijoita koska Kuopion alueella liikkuu myös täyssähköistä raskasta kalustoa.

Kyselystä haluttiin saada mahdollisimman paljon aineistoa, mutta pitää kysely kuitenkin nopeana vastata, koska se parantaa vastausprosenttia ja tekee osallistumisesta käyttäjäystävällisempää (Surveypal.) Tästä syystä kysely koostuu määrällisistä monivalintakysymyksistä sekä laadullisista avoimista kysymyksistä. Tutkimuskysymykset pyrittiin muotoilemaan puolueettomiksi ja niin, että vastaukset olisivat todellisia sekä kaiken kokoiset yritykset huomioon ottavia. Vastauksiin haluttiin kokemuseräistä tietoa tutkimuskohteista.

Kysely koostui neljästä monivalintakysymyksestä ja kahdesta avoimesta kysymyksestä. Kuvan 2 monivalintakysymyksessä kysyttiin vastaajan työtehtävää.

1. Valitse parhaiten sinua kuvaava työtehtävä *

- Mekaanikko
- Korjaamopäällikkö
- Huoltoneuvoja
- Työnjohtaja
- Varaosamyymä
- Automyymä
- Asiakaspalvelija
- Muu

KUVA 2. Ensimmäinen monivalintakysymys

Kuvan 3 kysymyksessä kartoitetaan korjaamolla asioivaa korkeajänniteajoneuvojen määrää.

2. Kuinka paljon teidän yrityksen asiakaskunnasta on sähkö/hybridiautoilijoita? *

- 0 %
- 25 %
- 50 %
- 75 %
- 100 %
- Muu

KUVA 3. Toinen monivalintakysymys

Kuvan 4 kysymyksessä pohditaan opiskelijoiden mielenkiintoa korkeajänniteajoneuvoihin. Uuden oppiminen vaatii mielenkiintoa ja tästä syystä tämä on tärkeää tiedostaa.

3. Kuinka suurella määrällä teillä olleista opiskelijoista on mielestänne mielenkiintoa sähkö/hybridi autoja kohtaan *

0 %

25 %

50 %

75 %

100 %

Muu

KUVA 4. Kolmas monivalintakysymys

Kuvan 5 kysymyksessä tiedustellaan opiskelijoiden nykyistä taitotasoa korkeajänniteajoneuvoista. Oppinäytetyön tavoitteena on kehittää tätä osa-aluetta, joten nykyisen tason tiedostaminen on tärkeässä osassa.

4. Mikä on mielestänne yleinen taitotaso viimeisen vuosikurssin opiskelijoiden suhteen sähkö/hybridiautoihin liittyen? *

Huono

Tyydyttävä

Hyvä

Erinomainen

Muu

KUVA 5. Neljäs monivalintakysymys

Kuvan 6 kysymys on ensimmäinen avoin kysymys, jonka tavoitteena on löytää tärkeimpiä työelämässä esille nousseita asioita, joita koululla täytyisi opettaa ennen työharjoittelun alkamista.

5. Listatkaa tärkeimmät sähkö/hybridiauton korjauksiin liittyvät asiat, joita opiskelijoiden on syytä tietää ennen työpaikalle tuloa. *

Kirjoita vastaus

KUVA 6. Ensimmäinen avoin kysymys

Kuvan 7 kysymyksessä vastaaja sai avoimesti kertoa muita mielestään tärkeitä asioita korkeajännitetöihin liittyen.

6. Mitä muita asioita opiskelijan olisi mielestänne hyvä tietää nykyisiin sähkö/hybridiautokoulutuksiin liittyen, jotta opiskelija olisi valmiimpi työpaikalle tullessaan? *

Kirjoita vastaus

KUVA 7. Toinen monivalintakysymys

Kuvan 8 kysymys oli vapaaehtoinen. Vastaaja sai halutessaan jättää omat yhteystiedot avointa haastattelua varten, jossa käytäisiin yhdessä läpi ajatuksia sähkö- ja hybridiajoneuvoihin ja niiden kouluttamiseen liittyen.

7. Jos haluatte osallistua haastatteluun opintojen kehittämisestä, jätä yhteystiedot alle.

Kirjoita vastaus

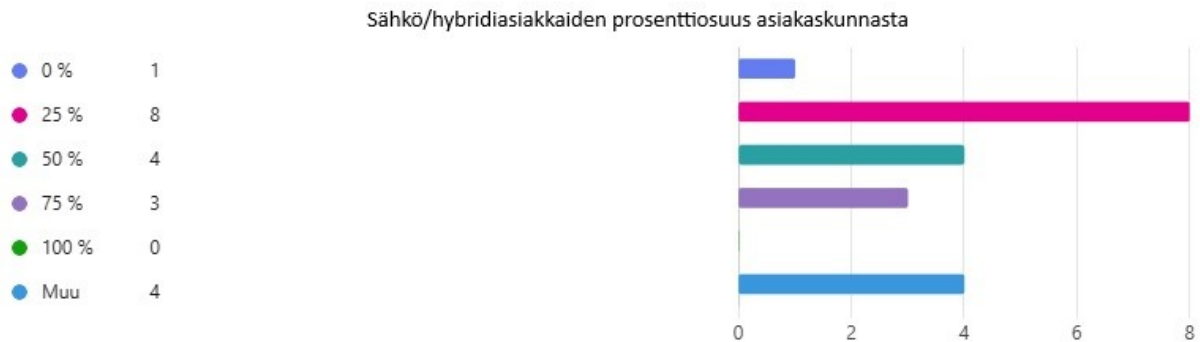
KUVA 8. Vapaaehtoinen yhteystietolomake

Tavoitteena monivalintakysymyksillä oli kartoittaa näkökulma, jonka pohjalta vastaaja antaa omat vastauksensa ja avoimilla kysymyksillä selvittää työelämän ajatuksia ja tarpeita.

3.2 Kyselyn tulokset

Kysely lähetettiin 112 henkilölle, joista 20 vastasi. Vastaajista seitsemän oli mekaanikkoja, seitsemän korjaamopäällikköjä, yksi huoltoneuvoja, yksi työnjohtaja sekä neljä ”Muu” vaihtoehdon valin-

nutta. Yksi näistä on yrittäjä, toinen liiketoiminnan esimies, kolmas myyntipäällikkö ja neljäs korimekaanikko. Kuvassa 9 on esitetty prosenttiosuus vastaajien edustamien yritysten asiakaskunnasta.



KUVA 9. Sähkö/hybridiautoilijoiden prosenttiosuus vastaajien asiakaskunnasta

Tuloksista käy ilmi, että noin 40 %:lla korjaamoista käy asiakkaana henkilöitä, joilla vähintään joka toisella on sähkö/hybridiajoneuvoja. Yksi vastaaja on kertonut, että heillä ei ole korkeajänniteajoneuvoja ollenkaan. Hyötyajoneuvokorjaamoissa on vähäinen osuus korkeajänniteajoneuvoja, yksi hyötyajoneuvomekaanikko sekä yksi hyötyajoneuvokorjaamon korjaamopäällikkö ovat vastanneet, että vain ykkös- prosentteja heidän asiakkaistaan käyttää korkeajänniteajoneuvoa. Yleisin korkeajänniteajoneuvojen osuus Kuopion seudun korjaamoilla on 25 %.

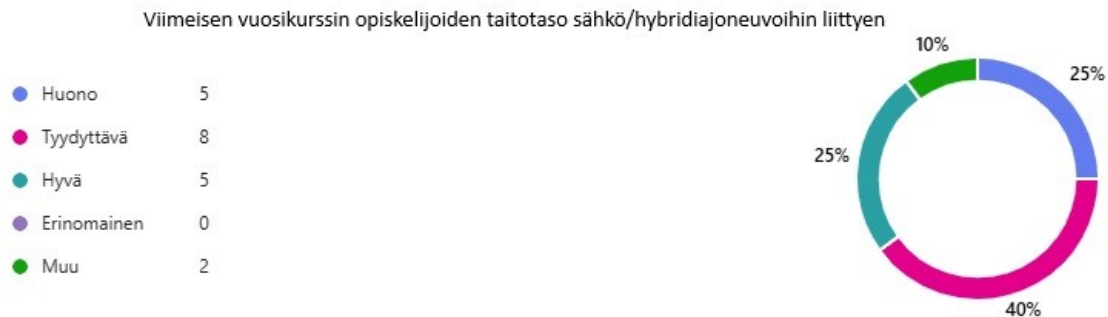
J. Dirkesin mukaan motivaatio ja mielenkiinto on edellytys oppimiselle. Kuvassa 10 nähtävien vastausten mukaan suurimmalla osalla opiskelijoista työpaikalle tullessaan on hyvin mielenkiintoa korkeajänniteajoneuvoja kohtaan.



KUVA 10. Opiskelijoiden mielenkiinto sähkö/hybridiajoneuvoja kohtaan

Yli puolet vastaajista kokee, että vähintään joka toisella opiskelijalla riittää mielenkiinto opiskella korkeajännitteitä.

Kuvan 11 monivalintakysymys koski kolmannen lukuvuoden opiskelijoiden taitotasoa korkeajänniteajoneuvoihin liittyen.



KUVA 11. Opiskelijoiden taitotaso

Tuloksista käy huolestuttavasti ilmi, että suurin osa vastaajista kokee heillä olleiden opiskelijoiden taitotason olevan tyydyttävällä tasolla ja jopa joka neljäs kokee taitotason olevan huono.

Ensimmäinen avoin kysymys koski tärkeimpiä korkeajänniteajoneuvojen asioita, joita opiskelijoiden pitää osata ennen työpaikalle saapumista. Kyselyyn vastanneiden vastaukset sisälsivät seuraavia:

- tärkeimpinä asioina eristysvastusmittaus ja irtikytkentä
- yleiset toimintaperiaatteet ja turvallisuusprosessit
- myynnin puolelta vaikea sanoa tähän asiaan mitään, mutta se olisi hyvä tietää, että sähkö/hybridiautojen korjauksissa pitää olla erityisen varovainen koska jännitteitä/sähkövirtaa kulkee autossa huomattavasti enemmän bensa ja dieseliin verrattuna.
- tunnistaa onko ladattavasta autosta kysymys, tunnistaa mitä autolle voidaan tehdä ilman virrattomaksi tekemistä sekä vikadiagnostiikan käyttö ja tulkitseminen
- turvallisuusmääräykset ja yleistoiminta periaate
- miten toimia, jos sähköauto on "eristetty" nauhalla sekä perustekniikka olisi hyvä olla hallussa
- hengenvaarallisuus
- jännitetyöt, virrattomaksi teko, turvallisuus

- omin päin autoihin ja varsinkaan komponentteihin ei saa koskea, sähköturvallisuus asioihin oltava tietoa, loput asiat käydään läpi työpaikalla
- turvallisuus, kuka saa tehdä ja mitä
- auton jännitteettömäksi tekemisen merkitys, johtojen ja liitoksien käsittely, työskentely hybridautojen kanssa
- työturvallisuus ja suojavälineiden yleistieto
- SFS 6002 koulutus, työturvallisuus ja protokollat, toimintatavat
- hengenvaarallisuus
- sähköön liittyvät lait, määräykset, SFS 6002, ymmärtää vaarat ja vastuut
- turvallisuus liittyen korkeajännitteisiin, taito lukea virtakaavioita, vikoihin liittyvät mitaukset, testaukset ja niiden oikea järjestys
- ensimmäisenä työ/sähköturvallisuuteen liittyvät asiat
- turvallisuus, järjestelmien ja voimalinjojen toimintaperiaatteet yleistasolla
- työturvallisuus ja virrattomaksi tekeminen
- SFS 6002 suorittaminen, erotella mitkä huoltotoimet kuuluvat jännitetöihin ja mitkä ovat niin sanottuja normaaleja huoltokohteita.

Vastauksista erottuu selkeästi turvallisuus ja sähkön vaarat.

Toisena avoimena kysymyksenä oli listata muita tärkeitä asioita korkeajänniteajoneuvojen kanssa toimimiseen. Kyselyyn vastanneiden vastaukset sisälsivät seuraavia:

- ammatti sanasto paremmin haltuun, komponenttien sijainnin opettelua
- merkkiliikkeissä valmistaja yleensä määrää mallikohtaisen koulutuksen, ennen kuin mitään saa tehdä
- sähköauton tekniikka on varsin yksinkertainen ja niissä on ehkä vähemmän liikkuvia ja vaihdettavia osia kuin bensa sekä dieselautoissa, myynnin puolella sähkö/hybrid autojen akuston kunto vaihtoautoissa olisi hyvä tietää, koska kyseinen osa on autoissa todella arvokas, mikäli sen joutuu vaihtamaan
- tunnistaa mitä autolle voidaan tehdä ilman virrattomaksi tekemistä
- millaiset ovat yleiset huoltokohteet sähköautoissa, myös nostokohdat tärkeitä
- aika harvoin vielä pakettiautoissa on sähköä, että ei oikein osuva kysymys
- halu ja kiinnostus autoja kohtaan, asenne.

- kuinka tapahtuu vanhojen osien kuljetusluokittelu sekä viallisten osien säilytys
- työturvallisuus hybridautojen kanssa työskennellessä
- testerin käyttäminen mittauksien tekemisessä ja auton virrattomaksi sekä virralliseksi tekemisessä
- peruseräajoneuvon saattamiseksi jännitteettömäksi, dokumentointi, toiminta korkeajännitekomponentin vaihtamisessa (kontaktien putsaus rasvasta yms.)
- vaikea sanoa
- asennoituminen sähkö/hybridautoihin, kyseessä on oikeasti vaaran mahdollisuus, jos ei tiedosta mitä tehdään
- tutustua tarkemmin erilaisiin hybridauto variaatioihin
- sähkö/hybridi autojen toimintaperiaatteet ja perusteet auton jännitteettömäksi tekemisestä ennen korjauksia
- tiedot ja taidot yleisesti sähköön liittyen, yleismittari ja oskilloskooppi paremmin haltuun
- smr -releiden tarkoitus sekä huoltoerottimen tarkoitus
- ihan perustiedot: latauslaitteiston, akuston ja sähkömoottorien toiminta, lisäksi tärkeää tietää miten sähköautojen sisätilojen lämmitysjärjestelmät toimivat (esimerkiksi erilaiset sähkövastuksella tai ilmalämpöpumpulla toimivat ratkaisut).

Vastauksista on eroteltavissa kaksi aihealuetta: sähkötyöturvallisuus sekä tekniset ratkaisut. Viimeinen kysymys oli vapaaehtoinen, jossa vastaaja pystyi jättämään omat yhteystietonsa avointa haastattelua varten.

3.3 Avoimet haastattelut

Kyselyssä oli mahdollisuus jättää omat yhteystiedot avoimeen haastatteluun liittyen sähkö- ja hybridi ajoneuvojen korjaukseen. Yhteystiedot jätti neljä henkilöä, joista yksi kuitenkin perui haastattelun. Haastateltavista kaksi oli korjaamopäälliköitä sekä yksi yrittäjä. Haastattelut löytyvät liitteistä.

3.4 Yhteenveto haastatteluista

Selkeimpänä asiana nousi haastatteluissa esille turvallisuus ja komponenttien tunnistus. Ohjeiden lukeminen ja niiden sisäistäminen pitäisi olla jokaisella opiskelijalla selkeästi mielessä sähköauton korjaukseen alkaessa. Yleisesti ottaen merkkiliikkeissä on jokaisesta autosta selkeät ja testatut

ohjeet saatavilla hyvinkin helposti. Jokainen erikoistyökalu ja tarkentava ohje yleensä löytyy ennen kuin työtä on edes aloitettu. Kun taas monimerkki korjaamolta ohjeet kyllä yleensä löytyivät, mutta niitä saattoi joutua soveltamaan tai jopa ratkomaan asioita itse, tämä tietenkin vaati jo asentajalta hieman enemmän, mutta kokenut asentaja tietää mitä tekee ja milloinkin. Samoin erikoistyökalujen kanssa saatettiin joutua soveltamaan ja tekemään esim. tarvittavat nostimet itse. Kaikki tämä tietenkin pitää myös dokumentoida, eli asentaja on velvollinen pitämään lokikirjaa mitä on milloinkin tehnyt tai mitannut. Näin ollen vältytään tekemästä väärää osaa jännitteelliseksi ja voidaan varmistaa, että kaikki tarvittavat mittaukset ennen purkua ovat tehtynä. Monesti esiin nousseet sanat ohjeiden oikomisesta tai tiettyjen tarkistusvaiheiden ylihyppääminen saattaa aiheuttaa vaaratilanteita. Myös osien tunnistus ja niiden toiminta pääpiirteittäin olisi hyvä tietää, kun osia aletaan vaihtamaan. Silloin ajatus on, ettei vahinkoja satu mahdollisen virrallisen osan käsittelyn kanssa. Tämä kaikki tarvitaan turvalliseen sähköauton korjaamiseen.

4 LUODUT HARJOITTEET JA KEHITYKSET

Opetuksen kehittämistä alettiin miettimään kyselyn vastausten pohjalta. Olimme käyneet jo aiemmin tutustumassa Turun ammatti-instituutin ajoneuvotekniikan tiloihin ja heidän opetuksessaan käytettäviin simulaattoreihin. Heillä oli käytössään Autoedu -merkkisiä simulaattoreita polttomootoreiden ja polttoainejärjestelmien korjaukseen ja tuotteet vaikuttivat hyvin laadukkailta. Myöhemmin Autoedun tuotevalikoimasta löytyi kuvan 12 sähköautosimulaattori, joka on tehty Nissan Leaf auton komponenteista.



KUVA 12. Autoedu sähköautosimulaattori (Autoedu 2025)

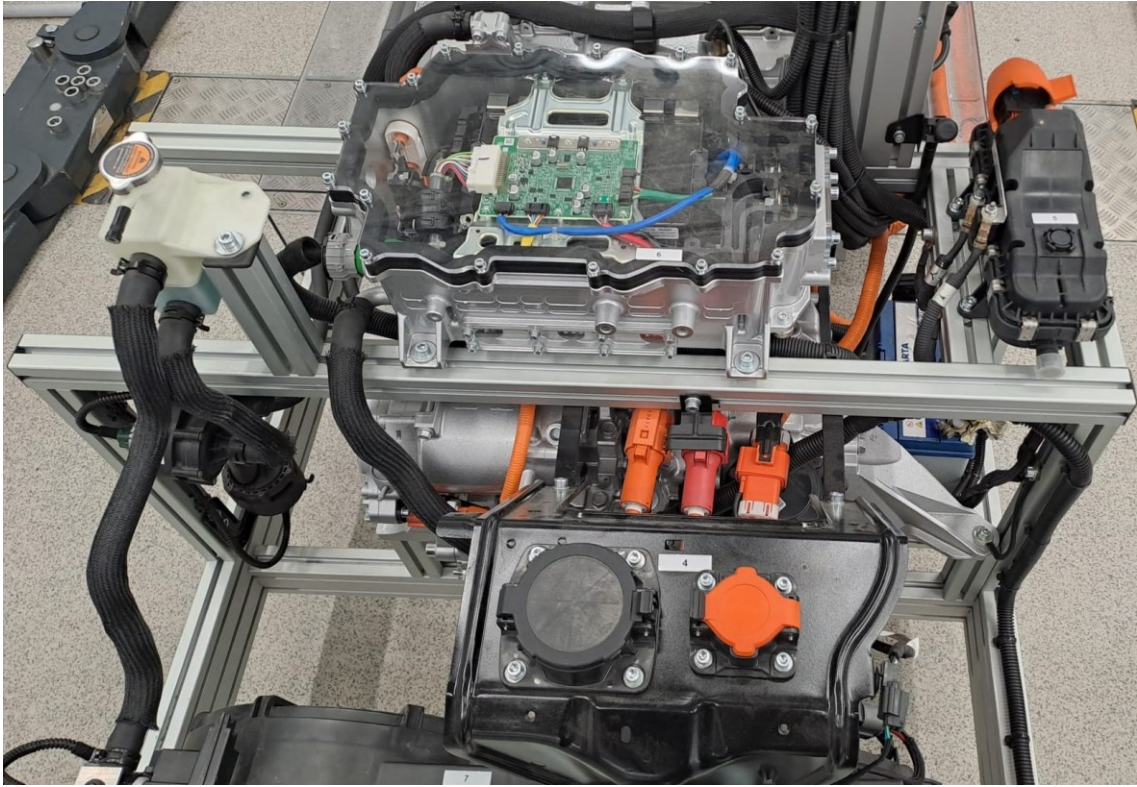
4.1 Simulaattorit ja harjoitteet

Simulaattorista kaikki sähköauton korkeajännitekomponentit mukaan lukien kuvan 13 akku sekä ohjeita järjestelmän kanssa toimimiseen. Idea sai hyväksynnän ja simulaattori päätettiin hankkia.



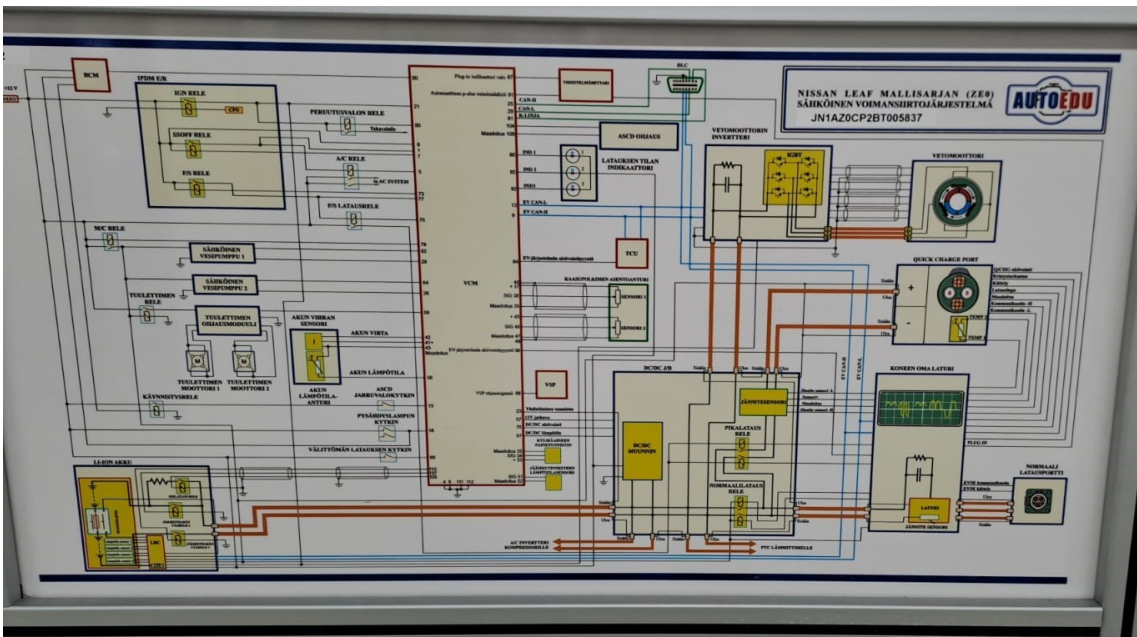
KUVA 13. Korkeajänniteakusto

Kyselyssä ja avoimissa haastatteluissa tuli ilmi työturvallisuus ja komponenttien tunnistaminen. Kyseisen simulaattorin kanssa päätimme panostaa komponenttien tunnistamiseen. Jokainen korkeajänniteosa numeroitiin kuvassa 14 näkyvällä tavalla ja näin opiskelijoiden kanssa pystytään opiskelemaan, miltä mikäkin komponentti näyttää.



KUVA 14. Simulaattorin osien numerointeja

Myös komponenttien kytkentöjä toisiinsa voidaan tutkia kuvassa 15 näkyvän simulaattorin kytkentäkaavion avulla.



KUVA 15. Simulaattorin kytkentäkaavio

Simulaattorissa on myös OBD diagnoosiliitäntä, joka mahdollistaa muun muassa ohjainlaitteiden vikamuistien ja reaaliaikaisen datan lukemisen. Testerillä voidaan tarkastaa esimerkiksi akun kennojen jännitteet tai sähkömoottorin pyörintänopeus.

Turvallisuutta ja siihen liittyvää ohjeiden lukemista ja noudattamista lähdettiin kehittämään ohjatulla jännitteettömäksi tekemisellä. Tämä haluttiin toteuttaa oikeaan autoon ja koulun valikoimasta löytyikin tähän tarkoitukseen sopiva kuvassa 16 näkyvä Volvo S90 -hybridiajoneuvo. Volvon omalta diagnoositesterialta Vidalta löytyy Volvon omat korjausohjeet ajoneuvon jännitteettömäksi tekemiseen. Jännitteettömäksi tekeminen toteutetaan työn suorituksesta vastaavan perehdyttämän henkilön valvomana yksi opiskelija kerrallaan. Näin varmistutaan siitä, että jokainen opiskelija joutuu lukemaan ja sisäistämään ohjeet. Molemmat tehtävät on sisällytetty ajoneuvoalan perustutkinnon sähköjärjestelmän kunnon määrittäminen kurssiin, joka on osa pakollisia tutkinnon osia.



KUVA 16. Hybridiajoneuvon jännitteettömäksi tekeminen

4.2 Kehityskohteet

Opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää Savon ammattiopiston ajoneuvotekniikan osaamisalan opetusta vastaamaan nykypäivän työelämän tarpeita korkeajänniteajoneuvojen osalta. Ensimmäisenä tutkimuskysymyksenä oli selvittää millaista sähköautoteknistä osaamista työpaikat toivovat opiske-

lijoilta tullessaan työharjoitteluun sekä toisena, millaista sähköautoteknistä osaamista työpaikat toivovat opiskelijoilta valmistumisen jälkeen töihin tullessaan. Tärkeimpinä esiin nousi sähkötyöturvallisuus sekä tekninen osaaminen.

Opinnäytetyön tuloksena saatiin korkeajänniteajoneuvojen opetuksen kehittämiseen kaksi uutta ideaa. Teknisiä ratkaisuja opetetaan sähköautosimulaattorin avulla, jossa tunnistetaan komponentteja ja tutkitaan kytkentöjä. Jokainen opiskelija opettelee sähkötyöturvallisuutta tekemällä Volvo S90 -hybridiajoneuvon jännitteettömäksi ohjaajan tai opettajan opastuksella noudattaen valmistajan ohjeita. Jännitteettömäksi tekemistä edellytetään jo ajoneuvoalan tutkinnon perusteissakin, mutta teknisten ratkaisuiden hahmottaminen tukee turvallista työskentelyä. Molemmat tehtävät ovat osoittautuneet toimiviksi ja ovat saaneet opiskelijoilta positiivista palautetta.

5 POHDINTA

5.1 Yhteinen pohdinta

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää Savon ammattiopiston opiskelijoiden nykyistä sähkö- ja hybriditekniiikan tasoa sekä toivottavaa tasoa Kuopion seudun autokorjaamoilta. Selvitys päätettiin toteuttaa suljettuina ja avoimina kysymyksinä kyselyn kautta, jotta se toisi mahdollisimman kattavasti vastauksia. Kysely lähti 112 henkilölle ja vastauksia tuli 20 kappaletta, vastausprosentin ollessa 18 %. Avoimeen haastatteluun osallistui 3 henkilöä. Varsinkin nämä avoimet haastattelut antoivat paljon näkökulmia niin yrittäjän kuin korjaamopäälliköidenkin näkökulmista. Saatujen tulosten perusteella kehitettiin uusia opetustehtäviä.

Kysely pyrittiin ajoittamaan korjaamoille niin, että heillä olisi aikaa vastata kyselyyn. Kysely lähetettiin 11.10.2024 ja vastausaikaa oli kolme viikkoa. Noin viikkoa ennen määräaikaa lähetettiin vielä muistutus vastausajan päättymisestä. Olisimme toivoneet vastauksia hieman enemmän mutta ehkä nykyisen tiukan taloustilanteen ja sen aiheuttaman kiireen takia vastaajia ei tullut aivan toivottua määrää.

Ennen kumpaakin harjoitusta tulee opiskelijan olla suorittanut SFS 6002-koulutus, jotta hänellä on lakisääteiset vaatimukset kunnossa sekä pohjatietoa korkeajännitteiden vaaroista. Simulaattoritehtäviä sekä jännitteettömäksi tekoa on nyt testattu yhden vuosiryhmän kanssa ja palaute on ollut positiivista. Pääsääntöisesti opiskelijat eivät ole aiemmin nähneet miltä komponentit näyttävät fyysisesti, joten tästä jäänee jonkinlainen muistijälki.

Jännitteettömäksi tekeminen on ollut myös meidän resursseillemme sopivaa. Yhden opiskelijan työaika on noin 60 minuuttia. Työ sitoo yhden ohjaajan mutta olemme todenneet sen olevan välttämätöntä, koska opiskelija saattaa tehdä jotain arvaamatonta, johon emme ole osanneet varautua. Tutkimustuloksia voidaan pitää luotettavina, sillä kaikki vastauslinkin saaneet ovat tavalla tai toisella tekemisissä korkeajänniteajoneuvojen kanssa ja ovat alansa ammattilaisia. Kerättyjen ja analysoitujen vastausten perusteella toiminnan kehittämistä jatketaan myös tulevaisuudessa.

5.2 Villen pohdinta

Opinnäytetyö aloitettiin heti syksyllä 2023 avoimen ammattikorkean opintojen alettua. Aihe tuli valituksi hyvinkin nopeasti koska työelämästä saatujen kommenttien perusteella oli opiskelijoilla selvästi havaittavissa korkeajänniteajoneuvojen tiedon puutetta. Opinnäytetyön tekemisen aikana pääsin käymään korkeajännitekoulutuksissa kahteen kertaan, ensimmäinen oli keväällä 2024 Toyotan koulutuskeskuksessa Vantaalla ja toinen kerta oli juuri ennen joulua Diagonn tiloissa Vantaalla. Lisäksi suoritin jännitetyökoulutuksen 2025 keväällä Oulun ammattikorkean tiloissa. Näistä kaikista on jäänyt paljon uutta käteen ja etenkin Toyotan koulutuksesta sai paljon hyviä ideoita, joiden avulla opinnäytetyötä saatiin vietyä eteenpäin ja kohdistettua perustutkintoon opiskeleville opiskelijoille.

Kokopäivätyön ohella opiskelu on aina haastavaa, mutta viiden kuukauden mittainen vanhempainvapaa tässä tapauksessa auttoi ajankäytön kanssa ja sainkin melkein joka arkipäivä käytettyä aikaa opinnäytetyön parissa. Tämä ehdottomasti edisti työn valmistumista. Selkeää työnjakoa meillä ei ollut, mutta pidimme aktiivista yhteyttä Mikon kanssa, jolloin olimme molemmat jatkuvasti ajan tasalla, missä mennään ja mitä seuraavaksi täytyy tehdä. Omasta mielestäni työt jakaantuivat tasapuolisesti molempien osapuolten kesken.

Jos aloittaisin opinnäytetyön tekemisen uudestaan, valitsisin ehdottomasti saman parin ja aiheen, mutta tarkentaisin ja muotoilisin korjaamoille lähetetyt kysymyksen hieman paremmin, valmistautuisin haastatteluihin paremmin miettimällä tarkentavia kysymyksiä kyselyn vastauksiin liittyen, sekä pyrkisin tekemään työn nopeammalla aikataululla. Tämän työn tekemisessä saattoi välillä mennä muutamakin kuukausi, ettei työ edennyt ollenkaan, mutta välillä työtä tehtiin hyvinkin aktiivisesti eteenpäin. Loppujen lopuksi olen erittäin tyytyväinen työn lopputulokseen.

5.3 Mikon pohdinta

Minun omakohtainen kokemukseni sähköautojen parissa työskentelystä on ollut todella vähäistä, mutta tämän projektin myötä kiinnostus näitä autoja kohtaan on kasvanut suuresti. Vaikka olen työskennellyt autojen parissa jo useita vuosia, en ole päässyt tarkastelemaan sähkö- ja hybridiautoja tarkemmin lähituntumasta. YAMK Sähkö- ja hybridi voimansiirtojärjestelmät -kurssi oli itselle

todella mielenkiintoinen ja aiheellinen ajankohtaan nähden, kun näistä autoista puhuminen on yleistyntä todella paljon. Kurssilla sain paljon hyödyllistä tietoa ja oppeja siitä, mitä sähköautot pitää sisällään ja tietenkin tietoa tulevaan, jota voin sitten jakaa omille oppilaille eteenpäin. Aloitimme tämän opinnäytetyön jo aikaisessa vaiheessa, joten tietämys on vain kasvanut tämän koulutuksen myötä. Näin jälkikäteen ajateltuna se mitä matkan varrella on oppinut ja saanut tietoa lisää eri lähteistä on helpottanut tämän opinnäytetyön tekemistä. Paras ja hyödyllisin osuus oli, kun saimme haastatella kysymysten lisäksi muutamien korjaamoiden edustajia aiheeseen liittyen. Paljon olen siis oppinut ja paljon on tullut lisää asiaa tähän opinnäytetyöhön.

Mielestäni työn ajallinen käyttö meillä oli hyvin onnistunut, etenkin kun mitään tarkempaa ajankoh-
taa opinnäytetyön valmistumiselle ei ollut asetettu. Opinnäytetyötä olisi voinut tehdä huomattavasti
ripeämmin, mutta erinäisien asioiden takia ajankäyttö juuri tähän on välistä vaatinut ponnisteluja,
mutta kaikesta huolimatta en tekisi mitään toisin. Mielestäni opinnäytetyö on onnistunut hyvin ja
tuloksia pystytään hyödyntämään monipuolisesti opintojen parissa jokaisen vuosikurssilaisen
kanssa.

LÄHTEET

Autoalan keskusliitto. AKL. Hakupäivä 23.11.2023. <https://akl.fi/akl/>

Autoalan tiedotuskeskus. Ensirekisteröityjen autojen käyttövoimatilastot. Hakupäivä 6.11.2023. https://www.aut.fi/tilastot/ensirekisteroinnit/ensirekisteroinnit_kayttovoimittain

Autoalan tiedotuskeskus. Liikennekäytössä olevien ladattavien autojen määrä. Hakupäivä 25.3.2025. https://www.aut.fi/tilastot/autokannan_kehitys/sahkoautojen_maaran_kehitys

Autoedu 2025. Electric Vehicle Educational Training Stand MSEV02. Hakupäivä 4.12.2025. <https://autoedu.com/product/electric-vehicle-training-stand-msev02-autoedu/>

Dirksen, J. 2016. Design for how people learn. Indianapolis: New Riders.

Eperusteet 2022. Ajoneuvoalan perustutkinto. Hakupäivä 22.11.2023. <https://eperusteet.opintopolku.fi/#/fi/toteutussuunnitelma/4328510/ammattillinen/sisalto/4328258>

Euroopan parlamentti 2022. Uusien bensiini- ja dieselautojen myyntikielto – mitä vuosi 2035 tuo mukanaan? Hakupäivä 23.10.2023 <https://www.europarl.europa.eu/news/fi/headlines/economy/20221019STO44572/uusien-bensiini-ja-dieselautojen-myyntikielto-mita-vuosi-2035-tuo-mukanaan>

Karusaari, R. 2020. Asiakaslähtöisyys osaamisperusteisessa ammatillisessa koulutuksessa. Väitöskirja. Lapin yliopisto. Kasvatustieteiden tiedekunta. Acta electronica Universitatis Lapponiensis 273. Hakupäivä 25.3.2025. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-337-189-7>

Kuljettaja.fi 2023. Autokorjaamoilla lisätarvetta sähköosaajista. Hakupäivä 31.3.2025. [Autokorjaamoilla lisätarvetta sähköosaajista | Kuljettaja.fi](https://kuljettaja.fi/autokorjaamoilla-lisatarvetta-sahkoosaajista)

Liikenne ja viestintävirasto. Autoalan ilmastopimus Green deal. Hakupäivä 7.8.2025 <https://lvm.fi/-/194055633/suomen-autoala-ja-valtio-tekivat-ilmastopimuksen>

Ojasalo, Katja, Moilanen, Teemu. & Ritalahti, Jarmo. 2014. Painot 2020. Kehittämistyön menetelmät. Uudenlaista osaamista liiketoimintaan. Helsinki: Sanoma Pro.

Sakky 2025. Kestävän tulevaisuuden tekijä. Hakupäivä 4.12.2025. <https://sakky.fi/tietoa-meista>

SFS 6002:2025. Sähkötyöturvallisuus. 2025. SFS Suomen Standardit ry, Helsinki. Hakupäivä 5.6.2025. Vaatii lisenssin. <https://online.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFSsahko/SFS/ID2/6/1343754.html.stx#>

Surveypal. Saatteen merkitys verkkokyselyn onnistumisessa – Miten saavuttaa korkea vastausprosentti? Hakupäivä 11.4.2025. [Saatteen merkitys verkkokyselyn onnistumisessa - Miten saavuttaa korkea - Surveypal](#)

Sähkötyöturvallisuuslaki 1135/2016. Hakupäivä 22.11.2023. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2016/20161135>

Tilastokeskus 2023. Syyskuussa 2023 ensirekisteröitiin 7 481 uutta henkilöautoa. Tiedote 5.10.2023. Hakupäivä 30.10.2023. <https://www.stat.fi/julkaisu/cl8cr8fvd7n7v0cupbkm34v3a>

Traficom 2023. Tietoa Traficomista. Hakupäivä 23.11.2023. <https://www.traficom.fi/fi/traficom/tieto-trafficomista>

Tuomi, J. & Sarajärvi, A. 2018. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. Uudistettu laitos. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi.

Valli, R. 2018. Ikkunoita tutkimusmetodeihin 2. Jyväskylä: PS-Kustannus.

Valtioneuvosto 2021. Tuettujen sähköautojen latausvalmiuksien määrä nousee 35 000 kappaleeseen – avustusehdot muuttuvat ensi vuonna. Hakupäivä 21.3.2025. [Tuettujen sähköautojen latausvalmiuksien määrä nousee 35 000 kappaleeseen – avustusehdot muuttuvat ensi vuonna - Valtioneuvosto](#)

LIITTEET

Perustutkinnon vaatimukset sähköjärjestelmän kunnon määrittäminen -tutkinnon osassa liite 1

Sähkö- ja hybridi-ajoneuvon huoltotyö -tutkinnon osan vaatimukset liite 2

Ajoneuvojen korkeajännitejärjestelmän korjaustyö liite 3

Haastattelu yritys 1 liite 4

Haastattelu yritys 2 liite 5

Haastattelu yritys 3 liite 6

Opiskelija tekee ajoneuvon korkeajännitejärjestelmän jännitteettömäksi

Opiskelija

- tekee ehjän ajoneuvon korkeajännitejärjestelmän jännitteettömäksi valmistajan ohjeen mukaisesti työsuorituksesta vastaavan henkilön ohjaamana

Opiskelija hyödyntää autoalan töissä tarvittavaa osaamista

Opiskelija

- osaa lukea sähkökaavioita
- laskee toimilaitteen tehon, jännitteen ja virrankulutuksen muiden suureiden avulla
- osaa sähkötöihin liittyvien fysikaalisten ja kemiallisten ilmiöiden vaikutukset
- käyttää työssään englanninkielistä materiaalia
- käyttää tieto- ja viestintäteknikan laitteita ja ohjelmistoja sekä valmistajan ohjeita
- ylläpitää työkykyään ja työskentelee ergonomisesti
- suorittaa ensiapukoulutuksen
- läpäise autoalan SFS 6002 -sähkötyöturvallisuuskoulutuksen ja loppukokeen

SÄHKÖ- JA HYBRIDIAJONEUVON HUOLTOTYÖ -TUTKINNON OSAN VAATIMUKSET

LIITE 2

Opiskelija tekee sähkö- tai hybridiajoneuvon ajoneuvon huollon

Opiskelija

- käyttää turvallisesti ja tarkoituksen mukaisesti työssä tarvittavia suojaimia, työvälineitä, materiaaleja ja työmenetelmiä
- osaa lajitella syntyneet jätteet ja tuntee ajoneuvoalanalan uusiokäytön periaatteet
- tekee valmistajan huolto-ohjeen mukaisten osien vaihdon
- tekee valmistajan ohjeen mukaisten nesteiden vaihdon
- huoltaa jarrujärjestelmän valmistajan ohjeen mukaisesti
- tekee ohjeen mukaiset tarkastukset ajoneuvoon
- huoltaa sähkö- ja hybridiajoneuvon ilmastointijärjestelmän
- tarkistaa ajoneuvon korkeajänniteakun kunnan diagnoosilaitteella
- lukee diagnoosilaitteella vikakoodit
- asettaa uudelleen huoltovälin osoittimen ja päivittää huoltokirjan
- tekee huoltotyöhön liittyvän lisämyyntikartoituksen asiakkaan kanssa
- luovuttaa ajoneuvon asiakkaalle ja käy tehdyt työt läpi asiakkaan kanssa
- huolehtii työympäristönsä siisteydestä ja turvallisuudesta
- varmistaa korjattujen osioiden oikean toiminnan

Opiskelija hyödyntää autoalan töissä tarvittavaa osaamista

Opiskelija

- käyttää työssään englanninkielistä materiaalia
- tunnistaa korkeajännitejärjestelmien jäähdytyksen ja ilmastoinnin nesteiden erityispiirteet
- huomioi työssään kuljettajaa avustavat järjestelmät
- käyttää tieto- ja viestintätekniikan laitteita ja ohjelmistoja sekä valmistajan ohjeita
- ylläpitää työkykyään ja työskentelee ergonomisesti
- läpäisee ajoneuvojen ilmastointilaittealan koulutuksen ja pätevyyskokeen
- läpäisee autoalan SFS 6002 -sähkötyöturvallisuuskoulutuksen ja loppukokeen

Opiskelija valmistautuu ajoneuvon korkeajännitejärjestelmän korjaustyöhön

Opiskelija

- noudattaa työaikoja
- edistää toiminnallaan työyhteisön työssä viihtymistä
- suojaa ajoneuvon töiden ajaksi
- huomioi valmistajan takuu ehdot, moottoriajoneuvojen korjausehdot ja ajoneuvoalan säädäntöjen vaikutukset työssään
- tunnistaa sähkö- ja hybridikäyttöisen ajoneuvon tekniikan ja siihen liittyvät apulaitteet sekä rakenteet
- varmistuu työsuorituksesta vastaavan henkilön paikalla olosta
- merkitsee työtilan ja ajoneuvon lainsäädännön mukaisesti
- tekee ajoneuvon vianhaun valmistajan ohjeen mukaisesti
- testaa korkeajännitejärjestelmän toiminnan diagnoositestillä
- tarkistaa informaatiojärjestelmän viestit

Opiskelija tekee ajoneuvoon jännitteettömän korkeajännitejärjestelmän korjaustyön

Opiskelija

- käyttää turvallisesti ja tarkoituksen mukaisesti työssä tarvittavia suojaimia, työvälineitä, materiaaleja ja työmenetelmiä
- osaa lajitella syntyneet jätteet ja tuntee autoalan uusiokäytön periaatteet
- tekee ajoneuvon jännitteettömäksi työsuorituksesta vastaavan henkilön ohjaamana
- kytkee irti ja mittaa ajoneuvon korkeajännitejärjestelmän komponentin ohjeen mukaisesti
- tarkastaa ajoneuvon järjestelmän toiminnan työn jälkeen
- tarkastaa diagnoosilaitteella korkeajännitejärjestelmän toiminnan
- käyttää eristysvastusmittaria
- huoltaa sähkö- ja hybridiajoneuvon ilmastointi- ja lämmönhallintajärjestelmän
- hoitaa työhön liittyvät asiakaspalvelutilanteen ja ymmärtää yrittäjyyden merkityksen ajoneuvoalan töissä
- huolehtii työympäristönsä siisteydestä ja turvallisuudesta

Opiskelija hyödyntää autoalan töissä tarvittavaa osaamista

Opiskelija

- käyttää työssään englanninkielistä materiaalia
- käyttää tieto- ja viestintätekniikan laitteita ja ohjelmistoja sekä valmistajan ohjeita
- ylläpitää työkykyään ja työskentelee ergonomisesti
- läpäisee ajoneuvojen ilmastointilaittealan koulutuksen ja pätevyyskokeen
- läpäisee autoalan SFS 6002 -sähkötyöturvallisuuskoulutuksen ja loppukokeen

27.11.2024 haastateltiin ensimmäisen merkkikorjaamoyrityksen korjaamopäällikköä. Haastateltava kertoi, että brändillä ei ole vielä ollut kauaa täyssähköautoja, vaan korjaamo asiakaskunnasta suurin osa ajaa hybridiajoneuvoilla. Kuitenkin haastateltava osasi nostaa esiin myös paljon hyviä asioita täyssähköajoneuvoihin liittyen. Tärkeimpänä opiskelijoille opetettavana asiana haastateltava piti sähkön vaaroja. Vaarat ovat todelliset ja ovat läsnä jatkuvasti sähkö- ja hybridiajoneuvojen kanssa työskennellessä. Hyvänä nostona tuli esiin myös vauriokorjauksessa olevat riskit. Opiskelijoiden tulisi myös tiedostaa kuka saa tehdä, mitä saa tehdä ja missä saa tehdä korkeajännitejärjestelmien kanssa.

Vaarioihin liittyen haastateltava mainitsi komponenttien tunnistamisen ja niiden toiminnan tuntemisen. Hänen mukaansa tulisi tiedostaa millaisia komponentteja korkeajänniteajoneuvoista löytyy ja mitä vaaroja komponentit aiheuttavat. Myös varoitusmerkkejä tulisi opetella. Haastateltava piti myös tärkeänä ohjeiden lukemista ja varsinkin niiden sisäistämistä. Ongelmana yleensä on, että ohjeita ei täysin noudateta, vaan ohjeissa hypitään asioiden ylitse, jolloin jää mahdollisesti tarkastamatta ja tekemättä turvallisuuden kannalta tärkeitä asioita.

Yleisesti kuitenkin yrityksellä olevat opiskelijat suhtautuvat sähköautoihin positiivisesti ja ovat kiinnostuneita uudesta tekniikasta. Opiskelijat, joille pystyy antamaan itsenäisiä töitä muutenkin, pystyy antamaan myös hybridiautoja huollettavaksi itsenäisesti. Brändillä on tulossa keväällä myös 1,2 ja 3 tason mekaanikot, joka tarkoittaa käytännössä sitä, että 1 tason työntekijät saavat tehdä töitä vain 12 voltin jännitetöitä. 2 tason mekaanikot saavat tehdä virrattomia töitä ja 3 tason mekaanikot virrallisia töitä. Tämä tarkoittaa sitä, että opiskelijat eivät saa itsenäisesti tehdä 2 ja 3 tason töitä. Myöskään 3 tason töitä tehdessä ohjaaja ei saa ottaa avuksi opiskelijaa.

Haastateltavan mukaan vaaratilanteita korjaamolla ei ole vielä ollut korkeajänniteajoneuvoihin liittyen, ja toivottavasti ei tulekaan.

3.12.2024 Haastattelimme toisen yrityksen yrittäjää. Haastateltava kertoi, että heillä sähköautojen korjaukset ovat yleistyneet paljon ja odottaakin nyt tulevan vuoden aikana korjattavaksi tulevien autojen tuplaantuvan. Heillä myös tällä hetkellä pieni varasto sähköautojen akkujen osille, mutta tulevaisuus näyttää tarvitseeko talo lisää tilaa varaosille, jotta voitaisiin taata nopea toiminta asiakkaalle. Haastateltava mainitsi, että tällä hetkellä heillä myös nopeasti pinnalle nousseen automerkin Teslan korjaus ja huolto, jonka eteen he ovat tehneet paljon töitä.

Haastateltavalla oli nostaa esille paljon opetettavia asioita, joita olisi opiskelijoiden syytä osata tai tiedostaa ennen sähköautoihin kajoamista, tässä niistä muutamia tärkeimpiä. Monesti esiin nousi taulukointi, on kirjattava ylös mitä oli tehty ja miksi. Pitää osata lukea ja noudattaa ohjeita ja myös jos ohjeita ei ole niin kuin useimmiten haastateltavan mukaan on ollut, osata soveltaa jo tiedossa olevia ohjeita järkevästi korjattavaa kohdetta ajatellen. Esiin nousi myös tärkeimpänä asiana eristysvastusmittaukset, miksi niitä tehdään ja miten niitä pitää tehdä. Suurin prosentti sähköautojen vioista haastateltavan mukaan koostuu juuri eristysvastusvioista, näitä komponentteja oikein mitaamalla saa asentaja rajattua vian oikeaan paikkaan. Haastateltavan mielestä on erittäin harvinaista, että sähköautosta saisi sähköiskua, vaikka jännite olisikin vuotanut jostain kotelarakenteeseen, ohjeita noudattamalla vikatilanteetkin ovat turvallista hoitaa. Haastateltava painotti paljon asentajan asennetta sähköautoja kohtaa, mielenkiintoa pitää olla, jotta homma toimisi.

Yrityksellä ei vielä ole ollut harjoittelijoita juurikaan, mutta työvoimapula on huutava ja osaavia sähköautoasentajia tarvitaan tulevaisuudessa lisää. Haastateltavan mukaan myöskään vaaratilanteita ei vielä ole sattunut sähköautojen parissa työskennellessä, suurimpana riskinä haastateltava mainitsi akun painon, jolloin nosturilla olevan auton painosuhte saattaa muuttua ja vaarana on auton tippuminen nosturilta. Myös painavien akkukennojen massa on huomioitava pois nostettaessa, ettei sattuisi minkäänlaisia vaaratilanteita.

Haastateltava hieman toivoi, että Tukesin määräykset tulisivat voimaan myös sähköautojen korjauksien pariin. Tällä hetkellä korjauksien valvominen on hyvinkin vähäistä. Yrityksellä on tällä hetkellä kaksi kolmannen tason asentajaa, joiden koulutuksesta huolehtii Diagno.

4.12.2024 Kävimme haastattelemassa kolmannen merkkikorjaamoyrityksen korjaamopäällikköä. Haastateltava totesi heti alkuun, ettei heillä tehdä vaativampia sähköautojen akku tai invertterien vaihtoja, vaan ne siirtyvät korjaamolta toiselle paikkakunnalle keskitettyyn merkkihuoltopaikkaan. Brändi tarjoaa kuluttajilleen vain täyssähköautoja, nykyään on tullut markkinoille myös otto- moottorilla varustettuja malleja, joissa moottori vain lataa akkua eikä näin ollen osallistu suoraan auton liikuttamiseen, niin kuin usein hybridi malleissa on tapana.

Haastateltava kertoi, että heillä asentajat käyvät mestarimekaanikko koulutuksen, jota ylläpidetään aina viiden vuoden välein uusintakoulutuksella. 3. tason mestarimekaanikko kykenee tekemään vaativimpiakin sähköauton huolto- ja korjaustöitä. Haastateltava myös mainitsi, että juuri heidän edustamansa merkki tarjoaa sähköautoille akkujen yksityiskohtaisi varaosia aina erillisistä kennoista lähtien.

Kun puhetta tuli opiskelijoiden suhtautumisesta sähköautojen huoltoihin haastateltava ei osannut nostaa esille mitään huomioitavaa, vaan kaikki heillä käyneet opiskelijat suhtautuvat samalla tavalla niin sähkö- kuin polttomoottori autoihin. Haastateltava korosti, niin kuin kaikki edellä haastattelemamme henkilöt, ohjeiden tärkeyttä sähköautojen parissa. Ohjeiden noudattaminen takaa turvallisen etenemisen sähköautojen korjaamisessa, ohjeiden tärkeyttä ei voi olla korostamatta liikaa sähköautojen parissa työskenneltäessä.

Opiskelijat saavat haastateltavan mukaan vain seurata sähköautojen korjausta sivusta, mutta saavat olla aidatun alueen sisäpuolella. Sähköautojen perushuoltoja pystytään kyllä teettämään opiskelijoilla heidän kykyjensä mukaan. Tässä kohtaa haastateltava korosti sähköautojen nostokohtien varmistamista, ettei asentaja nosta auton vahingossa väärästä kohtaa ja näin ollen vaurioita akkukotelo. Haastateltava puhui myös akkukoteloiden painaumista ja niihin tulleista naarmuista, joita katsastuksessa aina aika ajoin tulee esille hylkäyksen muodossa. Nämä akkukotelo vauriot heidän merkeissään katsotaan aina tapauskohtaisesti.

Mielenkiintoisimpana asiana haastateltava nosti esiin sähköautojen voimansiirron tai tarkemmin niiden vaihdelaatikon tai välityksen muutoksen toimintaperiaatteet. Näitä on nykyisissä merkeissä montaa eri vaihtoehdolla toteutettua mallia ja tyyliä. Näitä asioita olisi myös siis hyvä yleismaallisesti kertoa opiskelijoille, jotta opiskelijat tiedostaisivat sähköautojen tekniikkaa myös moottorin ympäriltä enemmän.