



jamk

Sähkökäyttöinen kuorma-auto logistiikan ammatillisessa koulutuksessa

Jussi Mutanen

Opinnäytetyö, AMK
Elokuu 2023
Logistiikan tutkinto-ohjelma

Mutanen, Jussi

Sähkökäyttöinen kuorma-auto logistiikan ammatillisessa koulutuksessa

Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Elokuu 2023, 64 sivua.

Logistiikan tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö AMK.

Julkaisun kieli: suomi

Julkaisulupa avoimessa verkossa: kyllä

Tiivistelmä

Opinnäytetyön taustalla oli sähkökäyttöisten kuorma-autojen tuleminen markkinoille ja niiden yleistyminen logistiikan tavarankuljetuksissa. Opinnäytetyön tehtävänä oli lisätä tietoisuutta sähkökuorma-autoista. Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää, miten sähkökuorma-auton poikkeava käyttövoima huomioitiin logistiikan perustutkinnon tutkinnon osien koulutuksessa ja hankitun osaamisen arvioinnissa. Opinnäytetyön tilaajana toimi Pohjois-Karjalan koulutuskuntayhtymä Riveria, joka hankki vuoden 2022 lopulla koulutus-käyttöönensä sähkökuorma-auton.

Opinnäytetyön toteutettiin toimeksiantajalle laadullisena tapaustutkimuksena. Opinnäytetyössä tarkasteltiin sitä, miten kuorma-auton sähkökäyttövoima huomioitiin logistiikan perustutkinnon kolmen tutkinnon osan ammattitaitovaatimuksissa. Jokaiseen ammattitaitovaatimukseen, johon sähkökäyttövoima vaikutti, kirjattiin vaikutus ylös. Löydetyt tulokset luokiteltiin laadullisesti ala- ja yläluokkiin sisällönanalyysillä. Opinnäytetyön kirjallisuuskatsauksen osiossa esiteltiin yleisimpien kuorma-autonvalmistajien sähköistä mallistoa, sähkökuorma-auton tekniikkaa sekä sähkökuorma-auton hankinnan ja käytön haasteita. Lisäksi sähkökäyttövoimaa verrattiin muihin käyttövoimiin.

Opinnäytetyössä saatiin selville, että kuorma-auton sähkökäyttövoima tuli huomioida logistiikan perustutkinnon tutkinnon osien ammattitaitovaatimusten mukaisessa koulutuksessa ja hankitun osaamisen arvioinnissa eri tavalla kuin kuorma-auton perinteinen dieselkäyttövoima. Sähkökuorma-autolla toteutettavassa koulutuksessa ja hankitun osaamisen arvioinnissa tuli kiinnittää huomiota sisällönanalyysin yläluokkien mukaisesti sähkökäyttövoimaan, kuljettamiseen ja turvallisuuteen. Sähkökuorma-auton hankinnan ja käytön suurimmaksi haasteeksi osoittautui puuttuva latausinfrastruktuuri. Tutkimuksella oli merkitystä toimeksiantajalle, koska opinnäytetyön tuloksia voitiin hyödyntää sähkökuorma-autolla toteutettavassa ammatillisessa koulutuksessa ja hankitun osaamisen arvioinnissa.

Avainsanat (asiasanat)

Ammatillinen koulutus, ammatilliset tutkinnot, autonkuljettajat, kuorma-autot, logistiikka, sisällönanalyysi, sähköajoneuvot, sähkökuorma-autot, tapaustutkimus

Muut tiedot (salassa pidettävät liitteet)

-

Mutanen, Jussi

Electric truck in logistics vocational training

Jyväskylä: JAMK University of Applied Sciences, August 2023, 64 pages.

Degree Programme in Logistics. Bachelor's thesis.

Permission for free access publication: Yes

Language of publication: Finnish

Abstract

The background of the thesis was the arrival of electric trucks on the market and their becoming more common in logistics goods transport. The task of the thesis was to raise awareness about electric trucks. The aim of the thesis was to find out how the electric drive of a truck was considered when educating vocational qualification units and assessing competence in upper secondary qualification of planning. The client of the thesis was North Karelia Municipal Education and Training Consortium Riveria, which acquired an electric truck for education at the end of 2022.

The thesis was done as a quantitative case study for the client. The thesis examined how the electric propulsion of a truck was considered in the vocational skills requirements of three competence units in the vocational qualification in logistics. Each vocational competence requirement that was affected by electric propulsion was recorded as having an effect. The received results were qualitatively classified by content analysis into lower and upper categories. The literature review of the thesis introduced the electric range of most common truck manufacturers, the technology of electric truck, and challenges of purchasing and using them in transport. In addition, electric drive was compared to other heavy traffic fuels on the market.

In the thesis, it was found out that the electric drive of a truck had to be considered in a different way than the traditional diesel-power of trucks when educating and assessing competence in accordance with the vocational skills requirements in the upper secondary vocational qualification in logistics. According to the upper categories of content analysis, attention in education and assessment of competence had to be paid to electric drive, transport, and safety. The biggest challenge in purchasing and operating an electric truck turned out to be the lack of charging infrastructure. The research was relevant to the client, because the results of the thesis could be used in the education and assessment of vocational competence when an electric truck was used.

Keywords/tags (subjects)

Case study, content analysis, electric trucks, electric vehicles, logistics, lorries, professional driver, vocational education and training, vocational upper secondary qualifications

Miscellaneous (Confidential information)

-

Sisältö

1	Johdanto	3
2	Tutkimuksen tarkoitus	4
2.1	Opinnäytetyön tausta	4
2.2	Opinnäytetyön toimeksiantaja.....	5
2.3	Tutkimuskysymykset	7
2.4	Opinnäytetyön rajaaminen	7
2.5	Opinnäytetyön lopputulos	8
3	Sähkökuorma-auto	8
3.1	Sähkökuorma-auton määritelmä	8
3.2	Sähkökuorma-auton tekniikka	9
3.3	Sähkökuorma-auton käyttäminen	19
3.4	Sähkökuorma-auton hankinnan ja käytön haasteita	21
3.5	Sähkökäyttövoiman vertaaminen muihin käyttövoimiin.....	23
3.6	Sähkökuorma-automallisto keväällä 2023.....	24
3.7	Ammattioppilaitoksen sähkökuorma-auto	28
4	Ammatillisen tutkinnon perusteet	29
4.1	Ammatillisen tutkinnon osat.....	30
4.2	Logistiikan perustutkinto.....	30
5	Tutkimuksen toteuttaminen	33
5.1	Laadullinen tutkimus.....	33
5.2	Aineiston keruu ja kuvaus	33
5.3	Aineiston analyysi.....	34
6	Tutkimuksen tulokset	35
6.1	Sähkökäyttövoiman vaikutukset ammattitaitovaatimukseen	35
6.2	Sisällönanalyysi.....	36
6.3	Kirjallisuuskatsauksen analyysi.....	41
7	Pohdinta	42
7.1	Tulosten merkitys toimeksiantajalle	43
7.2	Tulosten merkitys toimialalle ja yhteiskuntaan	43
7.3	Luotettavuus ja eettisyys	43
7.4	Jatkotutkimuskohteet	44

Lähteet	45
Liitteet	48
Liite 1. Kuorma-auton kuljettajana työskentely, 35 osp (106947)	48
Liite 2. Kappaletavaran kuljettaminen, 35 osp (106948)	50
Liite 3. Lämpösäädelyjen elintarvikkeiden kuljettaminen, 35 osp (106949)	52
Liite 4: Kuorma-auton kuljettajana työskentely.....	54
Liite 5. Kappaletavarakuljetukset	58
Liite 6. Lämpösäädelyjen elintarvikkeiden kuljettaminen	61
 Kuviot	
 Kuvio 1. Volvo FE -sähkökuorma-auton rakenne.....	10
Kuvio 2. Volvo FE -kuorma-auton sähkö-, diesel- ja kaasumoottorien teho- ja vääntökäyrät... 13	
Kuvio 3. Kuorma-auton eri käyttövoimien vertailu	24
Kuvio 4. Sisällönanalyysi.....	37
 Taulukot	
 Taulukko 1. Logistiikan perustutkinnon rakenne.....	32
Taulukko 2. Tutkimusmenetelmät	34

1 Johdanto

Monet kuorma-auton valmistajat tarjoavat markkinoille sähkökäyttöisiä kuorma-autoja eri kokoluokkiin ja -käyttötarkoituksiin. Sähkökuorma-autojen kehittämisen taustalla ovat Euroopan unionin ilmastotavoitteet, joihin sisältyy liikenteen päästöjen vähentäminen. Sähkökuorma-autot eivät vielä yleisty nopeasti, koska niiden käyttöä rajoittavat ajoneuvon kantama ja yhteiskunnasta puuttuva raskaan liikenteen latausinfrastruktuuri. Tulevaisuudessa kuitenkin yhä useampi raskaan liikenteen kuljettaja tulee suorittamaan kuljetuksia sähkökuorma-autolla. Sähkökuorma-auton hankinta nähtiinkin tarpeellisena logistiikan alan ammatilliseen koulutukseen.

Opinnäytetyön aihe syntyi ammattioppilaitoksen hankkiessa sähkökuorma-auton. Opinnäytetyöllä haluttiin tutkia sitä, miten kuorma-auton poikkeava käyttövoima huomioidaan logistiikan perustutkinnon ammattitaitovaatimusten mukaisessa koulutuksessa ja hankitun osaamisen arvioinnissa. Aiemmin oppilaitoksessa käytettiin logistiikan koulutukseen vain dieselkäyttöisiä kuorma-autoja. Opinnäytetyön tarkoituksena oli ohjeistaa opetus- ja ohjaushenkilöstöä sekä työpaikkaohjaajia kuorma-auton sähkökäyttövoimaan.

Opinnäytetyössä sähkökuorma-auton ominaisuuksia verrattiin kolmen logistiikan perustutkinnon tutkinnon osan ammattitaitovaatimukseen. Niiden ammattitaitovaatimusten kohdalle, joihin sähkökäyttövoima vaikutti, kirjattiin sähkökäyttövoiman vaikutus ylös. Sähkökäyttövoiman vaikutuksista ammattitaitovaatimukseen tehtiin sisällönanalyysi. Sisällönanalyysissä poikkeavan käyttövoiman vaikutukset luokiteltiin samankaltaisuuksien mukaan ensiksi alaluokkiin ja toiseksi yläluokkiin. Opinnäytetyön kirjallisuuskatsauksen osiossa esiteltiin yleisimpien kuorma-autovalmistajien sähköinen mallisto, sähkökuorma-auton tekniikkaa ja -käyttöä sekä niiden hankinnan haasteita. Kuorma-auton sähkökäyttövoimaa verrattiin myös muihin markkinoilla oleviin käyttövoimiin.

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Pohjois-Karjalan koulutuskuntayhtymä Riveria. Oppilaitoksen logistiikka-ala hankki vuoden 2022 lopulla koulutuskäyttöönä Scania 25P -sähkökuorma-auton. Oppilaitoksen sähkökuorma-autoa suunniteltiin käytettävän logistiikan perustutkinnon tutkinnon osien opetukseen ja C-luokan ajokorttikoulutukseen. Ajoneuvo oli Suomessa ensimmäinen pelkästään koulutuskäyttöön hankittu sähkökuorma-auto. Opinnäytetyötä kirjoitettaessa keväällä 2023 sähkökuorma-autoja oli Suomessa ammattimaisessa liikenteessä noin 20 kappaletta.

2 Tutkimuksen tarkoitus

Opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia, miten kuorma-auton sähkökäyttövoima vaikuttaa logistiikan perustutkinnon kolmen tutkinnon osan ammattitaitovaatimusten mukaiseen koulutukseen ja hankitun osaamisen arviointiin näytöillä. Kuorma-auton sähkökäyttövoima aiheuttaa tiettyjä eroja tutkinnon osien ammattitaitovaatimusten opettamiseen ja hankitun osaamisen arviointiin verrattuna aiempaan pelkästään dieselkuorma-autoilla toteutettuun koulutukseen ja näyttöjen arviointeihin. Opinnäytetyössä poikkeavan käyttövoiman vaikutuksia nostetaan esille, jotta niihin voidaan kiinnittää huomiota kouluttamisessa ja osaamisen arvioinnissa. Opinnäytetyössä esitellään lisäksi yleisimpien kuorma-autovalmistajien tämänhetkinen sähköinen mallisto, sähkökuorma-autojen tekniikkaa, sähkökuorma-autolla ajamista ja sähkökuorma-auton käytön sekä hankinnan haasteita. Kuorma-auton sähkökäyttövoimaa verrataan myös muihin markkinoilla oleviin käyttövoimiin.

2.1 Opinnäytetyön tausta

Opinnäytetyön taustalla on ilmastonmuutoksesta johtuva liikenteen ja kuljetusten päästöjen vähentäminen sekä ajoneuvokannan sähköistyminen. Uusista kuorma-autoista yhden kolmasosan tulisi olla sähkökäyttöisiä tai päästöttömiä vuoteen 2030 mennessä, jotta Pariisin ilmastotavoitteet voitaisiin saavuttaa. Euroopan komission 14.2.2023 asetusehdotuksen mukaan raskaan liikenteen päästöjä tulisi vähentää asteittain. Vuonna 2030 uusien Euroopan unionin alueella ensirekisteröitävien raskaiden ajoneuvojen päästöjen tulisi keskimäärin olla 45 prosenttia pienemmät kuin nykyisin. Tämänhetkinen raskaiden ajoneuvojen päästöjen vähennystavoite vuoteen 2030 mennessä on 30 prosenttia. Lisäksi Euroopan komissio ehdottaa, että raskaiden ajoneuvojen päästöjä vähennettäisiin 65 prosenttia vuoteen 2035 ja 90 prosenttia vuoteen 2040 mennessä. Päästöjen vähennystavoitteet ohjaavat kuorma-auton valmistajia päästöttömien täyssähkö- ja vetyajoneuvojen kehittämiseen, tuotantoon ja myyntiin. (Hallitus kannattaa tiukennuksia raskaan kaluston CO₂-päästöihin – biokaasu huomioitava 2023.)

Maantiekuljetuksissa ladattavat sähkökuorma-autot ovat lähivuosina edellytyksenä päästöjen vähentämiselle, koska sähköajoneuvot vähentävät suoraan lähipäästöjä ilmaan. Käytettäessä kuorma-auton voimanlähteenä sähköä jäävät dieselpolttoaineen tuotannosta syntyvät päästöt pois. Kun energia-ala vähitellen irtautuu hiilestä ja siirtyy uusiutuviin energialähteisiin, niin myös

sähköntuotannon päästöt vähenevät. (Electric trucks essential to meeting Paris goals – government study 2018.)

Tulevaisuudessa vetyajoneuvot voivat korvata ladattavat sähköajoneuvot. Vetyajoneuvot ovat myös sähköajoneuvoja, koska niiden tarvitsema sähköenergia tuotetaan vedyllä. Vetykuorma-autojen on arvioitu yleistyvän vasta 2030-luvulla. Suomessa ei tällä hetkellä ole käytössä vetykuorma-autoja, koska vedyn tuotanto- ja tankkausverkostoa ei ole. Keski-Euroopassa ja Kiinassa on käytössä joitakin vetykuorma-autoja. Ladattavien sähkökuorma-autojen suosiota Keski-Euroopassa lisäävät kaupunkikeskustojen matalien päästöjen ja alhaisen melun alueet. Tulevaisuudessa nämä alueet voivat muuttua nollapäästöjen alueiksi. (Jukkara 2023.)

2.2 Opinnäytetyön toimeksiantaja

Riverian logistiikka-ala

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Pohjois-Karjalan koulutuskuntayhtymä Riverian logistiikka-ala. Opinnäytetyö perustuu oppilaitoksen hankkimaan täyssähköiseen Scania 25P -kuorma-autoon. Riveria on yksi Suomen suurimmista ammatillisen koulutuksen järjestäjistä. Riverian ensisijainen tehtävä on huolehtia ammattitaitoisen työvoiman saatavuudesta Pohjois-Karjalan alueella. Riverialla on järjestämislupa yli sataan eri ammatilliseen tutkintoon. Riverian koulutuksissa opiskelee vuosittain noin 17 000 opiskelijaa. Riverian koulutusyksiköt sijaitsevat Joensuussa, Kiteellä, Lieksassa, Nurmeksessa, Valtimolla ja Outokummussa. Riverialla työskentelee noin 700 henkilöä. Riverian omistavat pohjoiskarjalaiset kunnat. (Mikä on Riveria 2023.)

Riverian logistiikka-ala toimii Joensuussa Jukolankadun kampuksella järjestäen logistiikan perustutkinnon ja kuljetusalan ammattitutkinnon koulutuksia sekä logistiikka-alan työvoimakoulutuksia. Riverialla logistiikan perustutkinnossa voi opiskella kuorma-auton, linja-auton ja yhdistelmäajoneuvon kuljettajaksi tai palvelulogistiikkatyöntekijäksi. Logistiikan perustutkinnossa Riverialla aloittaa joka syksy noin 40 peruskoulun päättäneitä kuljettajaksi opiskelevaa oppivelvollista nuorta. Lisäksi jatkuvan haun ja työvoimakoulutusten kautta aloittaa vuoden aikana useita logistiikka-alan opiskelijaryhmiä. Palvelulogistiikkatyöntekijöitä oppilaitos kouluttaa joka toinen vuosi. (Logistiikka-ala 2023.)

Riverian logistiikka-alan koulutuskalusto koostui ennen sähkökuorma-auton hankintaa noin kymmenestä dieselkäyttöisestä kuorma-autosta. Lisäksi koulutuskäytössä on henkilöautoja, pakettiautoja, linja-auto ja työkoneita kuten trukkeja, pyöräkoneita sekä traktoreita. Oppilaitoksen kuorma-autoja käytetään C- ja CE-ajokorttiluokkien kouluttamiseen, logistiikan perustutkinnon tutkinnon osien opettamiseen ja ammattiosaamisen osoittamiseen näytöillä oikeassa työympäristössä, mikäli työpaikan ajoneuvokalustoa ei ole käytettävissä. Osa oppilaitoksen koulutuskalustosta on yhteiskäytössä Riverian rakennusalan perustutkinnon maarakennuskoneenkuljettajakoulutuksen kanssa. Logistiikka-ala vastaa myös maarakennuskoneenkuljettajaksi opiskelevien C-luokan ajokorttikoulutuksesta. (Kuokka 2023.)

ILO- ja Resurssiviisas kuljettaja -hanke

Riverian logistiikka-alan viimeisin uuden kuorma-auton hankinta keväällä 2023 oli sähkökäyttöinen Scania 25P. Hankinta oli osa ILO – Ilmastoystävällinen logistiikka-alan osaamiskeskittymä -investointihanketta, joka toimi ajalla 1.8.2020-31.3.2022. Investointihanketta rahoitti Euroopan aluekehitysrahasto ja Suomen valtio. Investointihankkeen avulla oppilaitoskäyttöön hankittiin sähkökuorma-auto ja liikuteltava luokkatilaperävaunu. Sähkökuorma-auton arvonlisäverottomaksi hankintahinnaksi tuli 421 800 euroa, josta oppilaitoksen omarahoitusosuus oli 30 prosenttia (Yhtymähallitus 2023). Sähkökuorma-auto ja luokkatilaperävaunu mahdollistivat hankkeen aikana Pohjois-Karjalan alueen kuljetusyrityksissä työskentelevien kouluttamisen sähkökuorma-auton tekniikkaan ja -käyttöön. Sähkökuorma-auton hankinta oppilaitokselle nähtiin tärkeänä kilpailutekijänä tulevaisuuden opiskelijahankinnan kannalta. Sähkökuorma-autolla Riveria pystyy kouluttamaan tulevaisuuden logistiikan ammattilaisia myös vaihtoehtoisille käyttövoimille. (ILO – Ilmastoystävällisen logistiikka-alan osaamiskeskittymä 2023.)

ILO-investointihankkeeseen liittyi lisäksi Riverian Resurssiviisas kuljettaja -kehittämishanke ajalla 1.1.2021-31.12.2023. Hankkeen tavoitteena oli kehittää oppilaitoksen logistiikka-alan opiskelijoille ja kuljetusalalla työskenteleville ekologisen kuljettajan koulutustuote. Koulutustuotteen avulla kuljettajan ajotapa voitiin tehdä näkyväksi datan avulla ja siten valmentaa kuljettajaa taloudellisempaan ajamiseen. Hankkeessa työskenteli yksi kokoaikainen projektiasiantuntija ja yksi osa-aikainen projektityöntekijä. (Mt.)

2.3 Tutkimuskysymykset

Opinnäytetyön tutkimuskysymykset ovat:

- Miten sähkökuorma-auton poikkeavan käyttövoiman vaikutukset huomioidaan logistiikan perustutkinnon ammattitaitovaatimusten mukaisessa koulutuksessa ja hankitun osaamisen arvioinnissa?
- Mitä haasteita sähkökuorma-auton hankintaan ja käyttöön liittyy?
- Mikä on sähkökuorma-autojen tämänhetkinen mallisto ja sen rajoitteet?

Ensimmäisen tutkimuskysymyksen analysointiin käytetään sisällönanalyysiä. Toiseen ja kolmannen tutkimuskysymyksiin saadaan vastaukset kirjallisuuskatsauksella.

2.4 Opinnäytetyön rajaaminen

Opinnäytetyö rajataan koskemaan logistiikan perustutkinnon kuljetuspalvelujen kolmea tutkinnon osaa. Tutkinnon osat ovat kuorma-auton kuljettajana työskentely, kappaletavaran kuljettaminen ja lämpösäädelyjen elintarvikkeiden kuljettaminen. Kuorma-auton kuljettajana työskentely on pakollinen tutkinnon osa kuorma-auton kuljettajaksi opiskelevalla. Kappaletavaran kuljettaminen ja lämpösäädelyjen elintarvikkeiden kuljettaminen ovat valinnaisia tutkinnon osia sekä kuorma-auton kuljettajaksi että yhdistelmäajoneuvon kuljettajaksi opiskelevilla. Opinnäytetyön tutkinnon osien rajaaminen tehdään siksi, koska oppilaitoksen sähkökuorma-auto hankittiin ja varusteltiin ensisijaisesti kyseisten tutkinnon osien kouluttamiseen.

Opinnäytetyön kirjallisuuskatsaus rajataan koskemaan kolmea Suomessa eniten uutena ensirekisteröityä kuorma-automerkkiä yli 16 tonnin painoluokassa. Vuodesta 2015 vuoteen 2022 kolme eniten rekisteröityä kuorma-automerkkiä yli 16 tonnin painoluokassa olivat Mercedes-Benz, Scania ja Volvo. Scania ja Volvo sijoittuivat ensirekisteröinneissä ensimmäiselle ja toiselle sijalla lähes vuoden perään eri vuosina. Mercedes-Benz sijoittui tasaisesti kolmanneksi. Vuonna 2023 eurooppalaisia sähkökuorma-auton valmistajia olivat lisäksi ainakin DAF, MAN, Volvo-konserniin kuuluva Renault ja Ivecon omistama Nikola-yhtiö. Kiinalaisista sähkökuorma-automerkeistä BYD oli toistaiseksi tullut Suomessa tunnetuksi vain sähkölinja-autojen toimittajana pääkaupunkiseudun ja

Turun joukkoliikenteeseen (IAA: BYD tuo kaksi sähkökuorma-autoa Eurooppaan 2022). Opinnäytetyössä käsitellään ainoastaan alusta alkaen vain sähkökäyttöön suunniteltuja kuorma-automalleja. Opinnäytetyön ulkopuolelle jäävät konversiokuorma-autot. (Yli 16 tonnin kuorma-autojen ensirekisteröinnit merkeittäin 2023.)

2.5 Opinnäytetyön lopputulos

Opinnäytetyön lopputuloksena syntyy selvitys siitä, miten sähkökuorma-auton poikkeava käyttövoima vaikuttaa logistiikan perustutkinnon kolmen tutkinnon osan ammattitaitovaatimuksiin ja miten sähkökäyttövoiman vaikutukset huomioidaan kyseisten tutkinnon osien osaamisen hankkimisessa sekä osoittamisessa. Työelämän kannalta opinnäytetyöllä on merkitystä logistiikka-alan opetus- ja ohjaushenkilöstölle sekä logistiikka-alan yrityksissä työskenteleville työpaikkaohjaajille. Opetus- ja ohjaushenkilöstö voi hyödyntää opinnäytetyötä suunnitellessaan ja toteuttaessaan logistiikka-alan opetusta, jossa käytetään sähkökuorma-autoa. Opettajat ja työpaikkaohjaajat voivat hyödyntää opinnäytetyön tuloksia arvioidessaan opiskelijan osaamista sähkökuorma-auton käyttämisessä oppilaitoksessa sekä työpaikalla toteutettavassa koulutuksessa ja ammattiosaamisen näytöissä. Kuljetusalan yrityksissä opinnäytetyötä voidaan hyödyntää suunniteltaessa sähkökuorma-auton hankintaa ja käyttöä.

3 Sähkökuorma-auto

3.1 Sähkökuorma-auton määritelmä

Akkusähköajoneuvoksi määritellään henkilöautot, kuorma-autot, linja-autot ja muut ajoneuvot, joiden ainoana voimanlähteenä on sähkövoima. Akkusähköajoneuvot eivät vaadi toimiakseen ollenkaan fossiilisia polttoaineita. Sähköajoneuvon toiminta perustuu ladattaviin akkuihin, joilta yksi tai useampi sähkömoottori muuntaa sähköenergiaa mekaaniseksi liike-energiaksi. Täyssähköajoneuvosta käytetään yleensä lyhennettä BEV, joka tulee englanninkielisistä sanoista battery electric vehicle. (Battery electric vehicle (BEV) 2023.)

Ajoneuvolaissa ajoneuvot on luokiteltu ajoneuvoperusluokkiin ja niiden alaluokkiin. N2- ja N3-luokan ajoneuvoja ovat kuorma-autot. Kuorma-auto on ensisijaisesti valmistettu tavaroiden kuljetta-

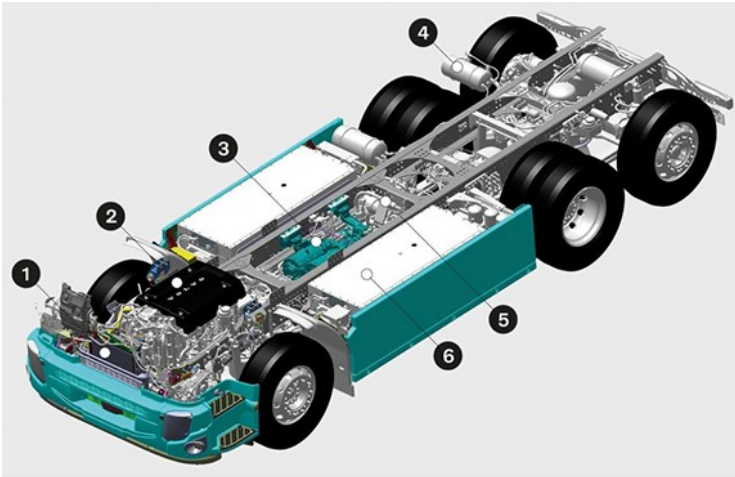
miseen. Kuorma-auto on kokonaismassaltaan yli 3,5 tonnia painava ajoneuvo. N2-luokkaan kuuluvan kuorma-auton kokonaismassa on yli 3,5 tonnia, mutta enintään 12 tonnia. N3-luokan ajoneuvon kokonaismassa on yli 12 tonnia. Tämänhetkinen Mercedes-Benzin, Scanian ja Volvon sähkökuorma-automallisto sijoittuu kokonaismassaltaan N3-ajoneuvoluokkaan. (Ajoneuvoluokat 2023.)

Suomessa myytävät tunnettujen eurooppalaisten kuorma-auton valmistajien sähkökuorma-autot ovat alusta alkaen vain täyssähkökäyttöön suunniteltuja kuorma-automalleja. Suomessa on käytössä lisäksi joitakin konversiokuorma-autoja. Konversiokuorma-autoksi kutsutaan kuorma-autoa, joka on muunnettu yleensä käytetystä dieselkuorma-autosta kokonaan sähkökäyttöisiksi. (Jukkara 2023.)

3.2 Sähkökuorma-auton tekniikka

Sähkökuorma-auton rakenne

Sähkökuorma-auton rakenne poikkeaa polttomoottorikäyttöisestä kuorma-autosta sähkö- ja akkutekniikan komponenttien sijoittelun osalta (Törnquist 2019). Isoista kuorma-auton valmistajista Scania- ja Volvo-sähkökuorma-autojen perusrakenteet ovat hyvin lähellä toisiaan. Scania- ja Volvo-sähkökuorma-autoissa ajoneuvon runko, jäähdytyslaitteisto, etu- ja taka-akseli, nivelakseli, tasauspyörästö sekä vetoakselit ovat perinteiset ja sijaitsevat tavanomaisilla paikoillaan. Mercedes-Benz-sähkökuorma-auton rakenne eroaa voimalinjan osalta Scanian ja Volvon rakenteesta (Mercedes-Benz Truck launches series-production model of eActros electric heavy-duty truck 2021). Kuviossa 1 on esitettyä Volvo FE -sähkökuorma-auton rakenne. Kuvioon 1 on merkitty numeroin yhdestä kuuteen jäähdytyslaitteisto, modulaarinen tehoyksikkö, vaihteisto ja kaksi sähkömoottoria, ePTO, kompressori ja neljä ajoakkaa.



1. Jäähdytyslaitteisto
2. Modulaarinen tehoyksikkö (sis. tehoelektronikan ja 24 V:n akut)
3. Volvon kaksivaihteinen vaihteisto ja kaksi sähkömoottoria
4. ePTO
5. Kompressori
6. Neljä akkua

Kuvio 1. Volvo FE -sähkökuorma-auton rakenne (Ammattilehti koeajaa: Volvo FE Electric ja FL Electric - Vaikuttavia täyssähköautoja kuorma-autoluokkaan 2020)

Kuviosta 1 nähdään, että sähkökuorma-auton moottoritunnelissa dieselmoottorin tilalla sijaitsee modulaarinen tehoyksikkö. Modulaarinen tehoyksikkö sisältää muun muassa sähkökeskuksen, latauksen ja jäähdytyksen ohjainyksikön, vaihtosuuntaajan sekä tasavirtamuuntajan. Volvo-sähkökuorma-autojen modulaarisessa tehoyksikössä on lisäksi 24 voltin akut ja vaihtovirtamuuntaja (Törnquist 2019). Scania-sähkökuorma-autossa 24 voltin akut sijaitsevat tavanomaisella paikallaan etupyörän takana. Mikäli ajoakkuja on pariton määrä ja kuorma-auton ohjaamo on riittävän korkea, niin ajoakuista yksi sijaitsee yleensä ohjaamon alla (Jukkara 2023).

Sähkötekniikan komponenteista vaihtosuuntaajan tehtävänä on muuntaa ajoakuilta saatava tasavirta ajomoottorien käyttämäksi vaihtovirraksi. Tasavirtamuuntaja puolestaan muuntaa korkeajännitesähköjärjestelmän akuilta tasavirtaa matalasähköjärjestelmän akuille. Volvo-sähkökuorma-autossa vaihtovirtamuuntaja toimii ajoneuvon sisäisenä laturina, mikäli ajoneuvoa ladataan mistä tahansa tyyppin 2-vaihtovirtalatauspistokkeesta. Sähkökuorma-autoja ladataan yleisemmin ulkoisella tasajännitelatausasemalla. Sähkökuorma-autosta löytyy lisäksi sähköllä toimiva paineilma-kompressori, joka tuottaa paineen paineilmajarruille sekä ilmajousitukselle. ePTO tarkoittaa voiman sähköistä ulosottoa. Voiman sähköinen ulosotto voi sijaita sähkökuorma-auton takaosassa tai

etusosan modulaarisen tehoyksikön yhteydessä. Voiman sähköinen ulosotto on erillinen sähkömoottori, jolla tuotetaan sähkövoimaa kuorma-auton päällirakenteen lisälaitteille kuten esimerkiksi kuormakorin lämmönsäätölaitteelle. Volvo FL Electric -mallissa voiman sähköisen ulosoton jatkuva-aikainen enimmäisteho on 70 kilowattia. (Mt.)

Ulkoisesti sähkökuorma-auton tunnistaminen uudesta dieselkuorma-autosta ei välttämättä onnistu ensisilmäyksellä, vaan vaatii ajoneuvon tarkempaa tarkastelua. Jukkara (2023) luettelee, että sähkökuorma-auton tunnistaa muutamista asioista. Sähkökuorma-auton sivuilla ei ole diesel- ja ureasäiliötä, vaan niiden tilalla ovat akkupaketit. Sähkökuorma-auton kyljet ovat akkupakettien takia suojattuina umpinaisilla alleajosuojilla. Akkupaketit näkyvät ajoneuvon sivulta yläviistosta katsottuna alleajosuojien takaa. Ajoneuvon runkoa tarkasteltaessa sähkökuorma-auton tunnistaa oranssin värisistä korkeajännitekaapeleista. Lisäksi kaikki korkeajännitetekniikkaan liittyvät kotelot on merkitty kolmion muotoisilla vaarallinen jännite -varoituserkeillä. (Jukkara 2023.)

Sähkökuorma-auton voimalinja

Sähkökuorma-auton toiminta perustuu roottorin pyörimiseen sähkömoottorissa. Kun sähkömoottorille syötetään sähköenergiaa, niin sähköenergia luo pyöriviä magneettikenttiä, mikä saa roottorin pyörimään. Roottorin pyöriminen tuottaa mekaanista energiaa. Mekaaninen liike-energia välitetään Volvossa ja Scaniassa vaihdelaatikon, vetoakselin, tasauspyörästä ja vetoakselien välityksellä vetäviin pyöriin. Scanian ja Volvon sähköisissä malleissa voimalinja vetoakselilta vetäviin pyöriin on vastaava kuin dieselkäyttöisissä kuorma-autoissa. Scanian ja Volvon sähkömoottorit ovat öljyjäähdytteisiä. (Jukkara 2023; Törnquist 2019.)

Scania-sähkökuorma-autoissa sähkömoottori sijaitsee kuorma-auton runkopalkkien keskellä etu- ja taka-akselin välillä. Scania käyttää sähkömoottorista, vaihteistosta ja tehoelektronikasta nimitystä sähkökone. Scania-sähkökuorma-automalleissa on yksi sähkömoottori, joka on kestomagneetoitu vaihtovirtamoottori. Vaihteisto on sijoitettuna voimalinjassa sähkömoottorin jälkeen. Vaihteisto on sähkökuorma-autoon suunniteltu automaattinen kaksivaihteinen vaihteisto.

Kaksivaihteisessa vaihteistossa kuljettaja ei pysty valitsemaan käytettävää vaihdetta vaihteen valitsimesta, vaan vaihteen valitsimessa on ainoastaan ajoasento, vapaa-asento ja peruutusasento.

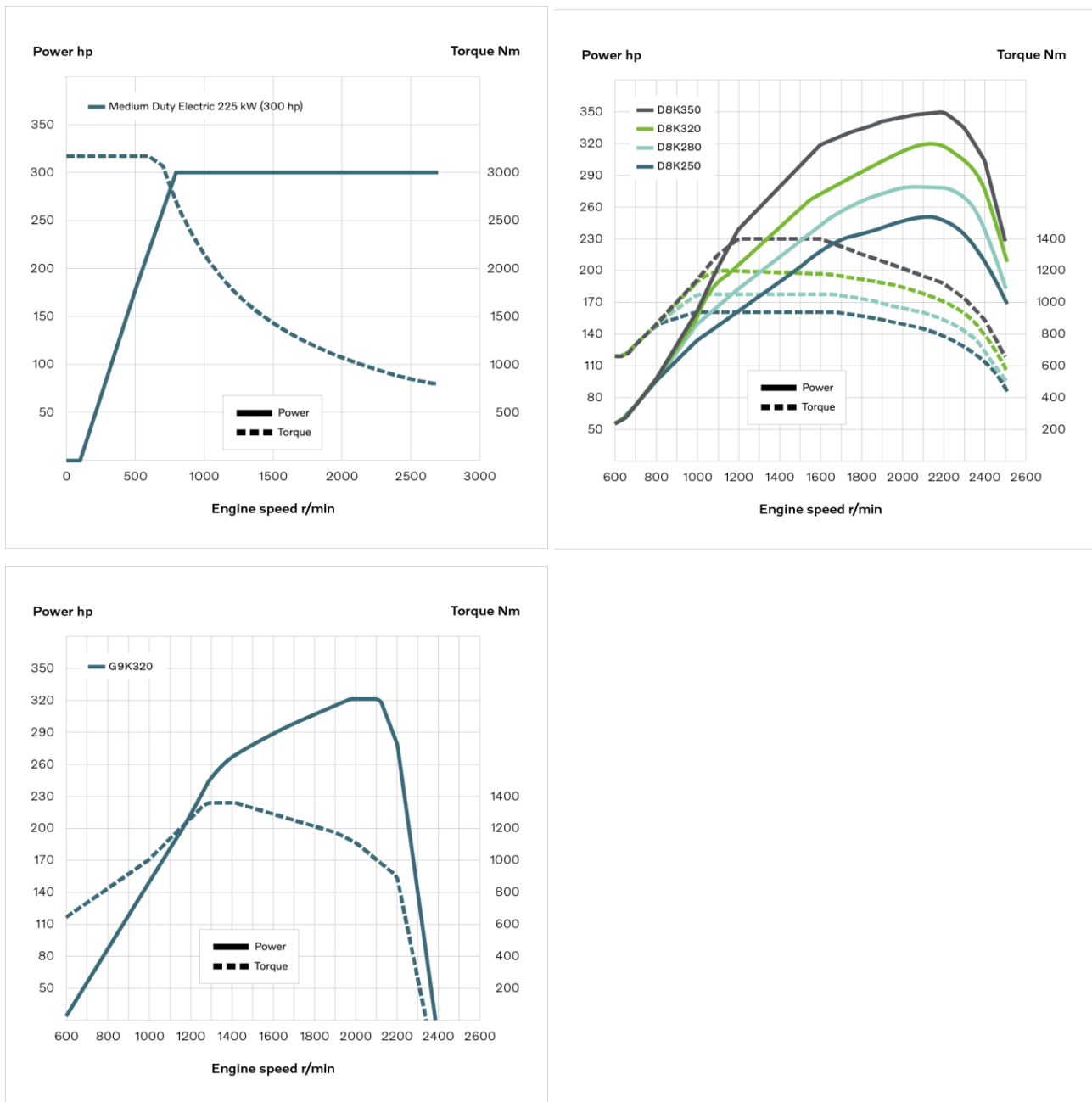
Kaksivaihteisessa vaihteistossa myös peruutusvaihteita on kaksi. Peruutusasento kytkeytyy sähkömoottorissa päälle siten, että positiivisen ja negatiivisen navan virransyöttö vaihtuu päinvastoin. Tällöin roottorin pyörimissuunta muuttuu päinvastaiseksi. (Jukkara 2023.)

Volvo-sähkökuorma-autoissa sähkömoottori tai -moottorit ovat sijoitettuina Scanian tapaan runkopalkkien keskelle etu- ja taka-akselin väliin. Myös vaihteisto sijaitsee voimalinjassa moottorin jälkeen. Volvo-sähkökuorma-autossa sähkömoottoreita on mallista riippuen yksi, kaksi tai kolme. Volvo käyttää kevyemmissä sähkökuorma-autoissaan kaksi vaihteista automaattista vaihteistoa, mutta raskaammissa malleissaan 12-vaihteista I-Shift-robottivaihteistoa. (Kaikki kuorma-automallit. Täyssähköisinä 2023.)

Mercedes-Benzin sähkökuorma-autot eroavat Scaniasta ja Volvosta voimalinjan osalta. Mercedes-Benzin voimalinja perustuu ePowertrain-alustaan, joka tarkoittaa jäykkää sähköistä taka-akselia. Taka-akselin keskelle on suoraan integroitu kaksi sähkömoottoria ja kaksinopeuksinen vaihteisto. Mercedes-Benzin mukaan akseliin integroidun sähkömoottorin etuina ovat enemmän asennustilaa akuille ja suoran voimansiirron tarjoama tehon lisäys. Mercedes-Benzin sähkömoottorit ovat nestejäähdytteisiä. (Mercedes-Benz Truck launches series-production model of eActros electric heavy-duty truck 2021.)

Sähkömoottorin teho ja vääntö verrattuna diesel- ja kaasumoottoriin

Kuorma-auton sähkömoottorien teho- ja vääntökäyrät eroavat diesel- sekä kaasumoottorin teho- ja vääntökäyrästä samansuuntaisesti riippumatta moottorin teholuokasta. Kuvio 2 esittää keskiraskaan Volvo FE -kuorma-auton sähkö-, diesel- ja kaasumoottorien teho- ja vääntökäyriä. Kuvion 2 jokaisen kuvaajan vasemmanpuoleisilta pystyakseleilta on luettavissa moottorin teho hevosvoimissa (Power hp) ja oikeanpuoleisilta vääntö newtonmetreissa (Torque Nm). Kuvaajissa vaaka-akseleilla ovat moottorien kierrokset yksikössä kierrosta minuutissa (r/min). Kuvaajissa yhtenäisillä viivoilla esitetään moottorin tehoa (Power). Katkoviivat kuvaavat vääntöä (Torque). Vasemmanpuoleinen ylempi kuvaaja esittää 300 hevosvoimaisen sähkömoottorin ja oikeanpuoleinen kuvaaja 250, 280, 320 ja 350 hevosvoimaisten dieselmoottorien tehoa ja vääntöä. Vasemmanpuoleinen alempi kuvaaja kuvaa 320 hevosvoimaisen kaasumoottorin tehoa ja vääntöä. (Volvo trucks – moottorivalikoima 2023.)



Kuvio 2. Volvo FE -kuorma-auton sähkö-, diesel- ja kaasumoottorien teho- ja vääntökäyrät (Volvo trucks – Moottorivalikoima 2023)

Kuvion 2 vasemmanpuoleisen ylemmän kuvaajan katkoviivasta nähdään, että sähkömoottori tuottaa täyden väännön heti moottorin pienimmistä kierroksista alkaen. Sähkömoottorin kierrosten kasvaessa sen vääntökäyrä pysyy aluksi tasaisesti vakiona, kunnes moottorin kierrosluvun ollessa noin 750 kierrosta minuutissa sähkömoottorin vääntö alkaa vähitellen laskea. Oikeanpuoleisesta kuvaajasta nähdään katkoviivoilla dieselmoottorien eri tehoversioiden vääntökäyrät. Dieselmoottorien vääntökäyrät kasvavat aluksi nopeasti. Ne tasaantuvat kierrosalueelle 1000–1700 kierrosta

minuutissa, jonka jälkeen dieselmoottorien väännöt alkavat laskea. Vasemmalla alemmassa kuvaajassa kaasumoottorin vääntökäyrä puolestaan kasvaa aluksi dieselmoottorin tapaan saavuttaen suurimman väännön noin 1300 kierroksella minuutissa. Kaasumoottorin vääntö alkaa laskea dieselmoottoria aiemmin jo arvolla 1400 kierrosta minuutissa. Kaasumoottorin vääntökäyrän lasku on nopeampaa kuin dieselmoottorilla. Kaasumoottorin vääntö heikkeneekin erittäin nopeasti kierrosluvun 2200 kierrosta minuutissa -jälkeen. Kaasumoottorilla ei ole vääntöä ollenkaan 2300 kierroksen jälkeen.

Katsottaessa kuvion 2 kuvaajien tehokäyriä eli yhtenäisiä viivoja nähdään, että vasemmanpuoleisessa ylemmässä kuvaajassa sähkömoottorin teho kasvaa suoraviivaisesti moottorin kierrosten kasvaessa siihen saakka, kunnes sähkömoottori saavuttaa sille määritetyn suurimman jatkuvan tehon. Suurin jatkuva teho pysyy vakiona moottorin kierrosalueen loppuun saakka. Oikeanpuoleisessa kuvaajassa dieselmoottorien ja vasemmalla alhaalla kaasumoottorin tehokäyrät puolestaan kasvavat alussa melko tasaisesti. Yli 2100 kierrosta minuutissa -kierroksilla dieselmoottorien tehokäyrät tasaantuvat hetkeksi, jonka jälkeen tehot alkavat laskea. Kaasumoottorin tehokäyrä alkaa laskea jo kierroksilla 2100 kierrosta minuutissa. Kaasumoottorin tehon lasku on dieselmoottoria nopeampaa. Kaasumoottorilla ei ole tehoa ollenkaan enää 2400 kierroksen jälkeen.

Kuten kuvioista 2 nähdään, niin kuorma-autossa sähkömoottorin etuna diesel- ja kaasumoottoriin on sähkömoottorin tarjoama täysi vääntö heti pienimmistä kierroksista alkaen. Myös sähkömoottorin teho kasvaa alussa diesel- ja kaasumoottoria jyrkemmin pysyen vakiona moottorin kierrosten loppuun saakka. Sähkömoottorista voidaan lisäksi lyhytaikaisesti ottaa jatkuvaa tehoa ja -vääntöä suurempi huipputeho ja -vääntö. Riverian Scania 25P:n sähkömoottorin ilmoitettu jatkuva teho on 230 kilowattia, ja jatkuva vääntö on 1300 newtonmetria. Sähkömoottorin lyhytaikainen huipputeho on 295 kilowattia, ja huippuvääntö on 2200 newtonmetria. Huipputehoon ja -vääntöön käytävissä oleva aika on rajoitettu lyhyeksi, jottei sähkömoottorin käämityksen lämpötila nousisi liian korkeaksi. Kuvaajalla huipputeho ja -vääntö näkyisivät lyhytaikaisina teho- ja vääntöpiikkeinä. Sähkökuorma-autossa lisäteho aktivoidaan kaasupolkimen kick-down toiminnolla, jolloin kaasupoljin polkaistaan täysin pohjaan normaalin täyskaasuasennon ohi. (Jukkara 2023).

Sähköjärjestelmän jänniteluokat ja kaapelit

Sähkökuorma-auton sähköjärjestelmässä on kaksi eri jänniteluokkaa. Jänniteluokka A tarkoittaa 24 voltin matalajännitejärjestelmää, joka on toteutettu perinteiseen tapaan kahdella 12 voltin sarjaan kytketyllä akulla. Matalajännitejärjestelmä toimii ajoneuvon moottorinohjauksen, turvallisuusvarusteiden, valojen, paineilmakompressorin, ohjaamon lämmityksen ja ohjaamon elektroniikan virralähteenä. Jänniteluokka B tarkoittaa Mercedes-Benzissä 400 voltin korkeajännitejärjestelmää (Mercedes-Benz Truck launches series-production model of eActros electric heavy-duty truck 2021). Volvossa korkeajännitejärjestelmän jännite on 600 voltia (Törnquist 2019). Scanian korkeajännitejärjestelmässä on puolestaan 650 voltin jännite (Jukkara 2023). Korkeajännitejärjestelmään kuuluvat ajoakut, joilta sähkömoottori tai -moottorit saavat tarvittavan sähkövirran. Modulaarissa tehoyksikössä sijaitseva tasavirtamuuntaja muuntaa korkeajänniteakuilta tasavirtaa matalajänniteakuille ja voiman sähköiselle ulosotolle. Tasavirtamuuntaja varmistaa sähkövirran riittävyyden 24 voltin järjestelmälle, joten moottorin yhteyteen ei tarvita erillistä laturia. Mikäli korkeajännitesähköjärjestelmä menisi jostakin syystä virrattomaksi kesken ajon, niin kaikki ajoneuvon turvallisuuteen vaikuttavat toiminnot kuten valot, paineilmajarrut, ilmajousitus ja ohjaamon laitteet pysyvät toiminnassa. (Jukkara 2023; Mercedes-Benz Truck launches series-production model of eActros electric heavy-duty truck 2021.)

Korkeajännitekaapeleilla tarkoitetaan yleisesti yli 60 voltin jänniteluokan kaapeleita. Matalajännitekaapeleita ovat 0–60 voltin kaapelit. Ihmiskontaktia yli 60 voltin jännitteeseen pidetään tappavana. Korkeajännitekaapeleita koskeva ISO 6722-1-standardi määrittää laajasti, mitä korkeajännitekaapelin eristeen tulee kestää. Eristeen tulee kestää esimerkiksi tietty määrä hankausta, puristusta, vetämistä, taivuttamista, murskaamista ja eri kemikaaleja. Korkeajännitekaapelin eristeen saa valmistaa standardia suuremmilla mitoilla, jolloin paksummalla eristeellä voidaan parantaa sähköturvallisuutta ja vähentää jännitehäviötä kaapelissa. Paksumpi eriste tekee kaapelista jäykemmän pujottaa sähköajoneuvon rakenteessa. Sähköajoneuvoissa korkeajännitekaapelien ulkokuoren värin on oltava standardin mukaan oranssi, jotta korkeajännitekaapelit ovat helposti tunnistettavissa. Tällöin ajoneuvon kuljettaja, huoltaja tai pelastusviranomaiset erottavat oranssit korkeajännitekaapelit kuorma-auton rungosta, paineilmaletkuista ja muista sähkökaapeleista. (Cables 2021.)

Sähkökuorma-auton korkeajännitejärjestelmä kytkeytyy automaattisesti virrattomaksi, mikäli korkeajännitekaapeli menisi poikki. Täten ajoneuvon rungosta ei pitäisi saada korkeajännitteistä sähköiskua. Vaikka sähköajoneuvon korkeajännitekaapelit ovat muovikuorella eristettyjä, niin niihin ei tule tarpeettomasti koskea. Sähkökuorma-auton sähkö- ja korkeajännitejärjestelmään ei saa tehdä huolto- tai korjaustoimenpiteitä, mikäli ei ole suorittanut sähkötyöturvallisuusstandardin SFS 6002 -mukaista koulutusta. Muutoin kuljettaja ja asentaja voivat tehdä sähkökuorma-autolle tavanomaisia kuorma-auton huoltotoimenpiteitä, jotka eivät koske sähköjärjestelmää. (Jukkara 2023.)

Korkeajänniteakut ja akkumateriaalit

Korkeajännite- eli ajoakuista suurin osa sijaitsee sähkökuorma-auton etu- ja taka-akselin välissä rungon molemmilla puolilla. Yksi korkeajänniteakuista voi olla sijoitettuna kuorma-auton ohjaamon alle moottoritunneliin, mikäli ohjaamo on malliltaan riittävän korkea. Sähkökuorma-autoihin on tarjolla eri määriä korkeajänniteakkupaketteja kuorma-auton valmistajasta ja kuorma-automallista riippuen. Korkeajänniteakkujen määrää ei ole mahdollista lisätä sähkökuorma-autoon jälkikäteen. Korkeajänniteakuille olisi optimaalisinta, että ne kaikki sijaitisivat yhtä kaukana sähkömoottorista, mutta mahdollisimman lähellä sitä. Tällöin akuilta lähtevien samanpituisten johtimien ansiosta niiden keskinäinen virrankulutus ja lataus olisivat tasapainossa. Mahdollisimman lyhyet johtimet vähentävät niiden virtahäviötä. (Jukkara 2023.)

Sähkökuorma-autojen korkeajänniteakkuina käytetään litium-ioniakkuja, joita valmistetaan kahdesta eri materiaalista. Scania käyttää akkumateriaalina litium-nikkeli-mangaan-koboltti-oksidia, josta käytetään lyhennettä NMC (Jukkara 2023). Mercedes-Benz käyttää korkeajänniteakuissaan litium-rauta-fosfaatti-yhdistettä, joka tunnetaan lyhenteellä LFP (eActros ja sen palvelut 2023). Volvo käyttää pääasiassa NMC-akkuteknologiaa, mutta myös LFP-akkuja joissakin kuorma-automalleissaan (Törnquist 2019).

NMC-akkujen etuna on suurempi energiatiheys eli suorituskyky, kun taas LFP-akut ovat parempia energian varastoinnin kannalta. NMC-akut toimivat tasapainoisesti normaaleissa lämpötiloissa. LFP-akku toimii NMC-akkua paremmin korkeissa lämpötiloissa, mutta matalissa alle -20 celsiusasteen lämpötiloissa LFP-akun suorituskyky laskee alle puoleen alkuperäisestä. Täten LFP-akkuja ei suositella kylmille ilmastovyöhykkeille. Turvallisuuden kannalta LFP on akkumateriaalina parempi,

koska se ei pala tai räjähdä, kun taas NMC-akkujen tulipalon ja räjähdyksen mahdollisuus korkeissa lämpötiloissa on suuri. LFP-akun käyttöikä voi olla kaksinkertainen NMC-akkuun nähden. NMC-akku on raaka-aineiltaan noin 20 prosenttia LFP-akkuja kalliimpi valmistaa. LFP akut ovat hieman NMC akkuja kevyempiä. (LFP Battery VS NMC Battery: Who's the winner? 2023.)

Ajoakkujen kapasiteetti, käyttöikä ja sähkökuorma-auton jäännösarvo

Sähkökuorma-autonvalmistajat ilmoittavat korkeajänniteakkujen kapasiteetin nimelliskapasiteettina ja käytössä olevana kapasiteettina. Nimelliskapasiteetti tarkoittaa akun kokonaiskapasiteettia. Akun kokonaiskapasiteettia ei kuitenkaan ole järkevää käyttää kokonaan, koska tuolloin akku ladataisiin aivan täyteen ja purettaisiin ihan tyhjäksi. Tällainen käyttö lyhentäisi akun käyttöikää. Akun lataaminen ja purkaminen on täten rajoitettu akun käytössä olevan kapasiteetin alueelle. Akun käytössä olevasta kapasiteetista käytetään lyhennettä SoC, joka tulee englanninkielisistä sanoista state of charge. SoC-ikkunaksi kutsutaan akun varauksen aluetta, jolla akku käytetään ja ladataan. Scania 25P -sähkökuorma-autossa NMC-akkujen SoC on 73 prosenttia akun nimelliskapasiteetista. Nimelliskapasiteetiltaan 300 kilowattitunnin akkupaketista voidaan siis käyttää 219 kilowattiatuntia. (Jukkara 2023.)

Sähkökuorma-auton ajoakkujen käytössä oleva kapasiteetti tarkoittaa sitä, että ajoneuvon kantaman näyttäessä suurinta mahdollista tai nolaa ajoakut eivät ole aivan täynnä tai täysin tyhjiä. Mikäli Scania-sähkökuorma-auton ajoakkujen kantama ajetaan ajotietokoneen mukaan nolnaan, niin ajoneuvon kytkeytyy automaattisesti päälle rajoitettu tila. Rajoitetussa tilassa Scania-sähkökuorma-autolla voi vielä ajaa kolmesta viiteen kilometriä ajonopeudella 20 kilometriä tunnissa. Tämän jälkeen sähkökuorma-auto pysähtyy automaattisesti ja kytkee seisontajarrun päälle. Ajoneuvon automatiikka ei anna käyttää ajoakkuja enää tätä tyhjemmäksi. (Mt.)

NMC-akkujen arvioitu käyttöikä riippuu kuorma-auton vuosittaisesta kilometrisuoritteesta eli ajoakkujen purkamis- ja latausmääristä. NMC-akkujen arvioitu käyttöikä on parhaimmillaan kahdeksasta kymmeneen vuotta. Lyhimmillään akkujen käyttöikä on noin neljä vuotta. Akkujen käyttöikä voidaan pidentää lataamalla niitä pienemmällä latausvirralla. (Mt.)

Sähkökuorma-auton jäännösarvo tarkoittaa arvoa, joka sähkökuorma-autolla on sen suunnitellun käyttöiän lopussa. Sähkökuorma-autolle määritetään erikseen jäännösarvo kuorma-autolle ja ajoakuille. Kuorma-auton jäännösarvo sisältää päällirakenteen ja lisälaitteiden jäännösarvon. Ajoakujen jäännösarvo määritetään niiden mitatun kunnan ja arvioidun jäljellä olevan käyttöiän mukaan. Vaikka sähkökuorma-auton ajoakut olisi käytetty loppuun eli niiden rahallinen jäännösarvo olisi nolla euroa, niin kuorma-autolla on muutoin vielä jäännösarvoa. (Mt.)

Ajoakkujen lataaminen ja laturit

Sähkökuorma-auton latausliitin voi sijaita kuorma-auton valmistajasta ja kuorma-automallista riippuen joko ohjaamon edessä maskin alla tai ohjaamon takana. Mercedes-Benz, Scania ja Volvo käyttävät CCS-Combo-2-standardin mukaista latausliitintä. Liittimessä on yläpuolella tyyppin 2 AC-tasavirtaliitin, ja alapuolella on CCS DC -vaihtovirtaliitin. Mercedes-Benz (eActros ja sen palvelut 2023) ja Scania (Sähkökuorma-auto 2023) tukevat ainoastaan tasavirta- eli DC-latausta ulkoisella tasavirtalaturilla. Volvo-sähkökuorma-autoja voidaan ladata sekä ulkoisella tasavirtalaturilla että vaihtovirtalatauslaitteella hyödyntäen ajoneuvon sisäistä laturia (Kaikki kuorma-automallit. Täys-sähköisinä 2023). Kuorma-autojen tukikohtiin tasavirtalatureita on tarjolla laajalla 20–480 kilowatin latausteholla. Kiinteistölle tuleva sähköliittymä ja voimavirtapistokkeen sulakekoko voivat rajoittaa laturin tehoa. Tasavirtalaturien valmistajia ovat esimerkiksi Kempower ja ABB.

Tasavirtalaturi voi olla mallista ja teholuokasta riippuen joko liikuteltava tai kiinteä. (Jukkara 2023.)

Sähkökuorma-auton akkujen kyky vastaanottaa latausenergiaa on tällä hetkellä tasavirtalaturien tehoja alhaisempi. Esimerkiksi Scania ilmoittaa enimmäislataustehon olevan kaupunkiliikenteen malleissa 130 kilowattia 200 ampeerin tasavirralla. Scanian aluekuljetusten malleissa suurin latausteho 375 kilowattia 500 ampeerin tasavirralla. Kuorma-autojen valmistajat mainostavat täyslatauksen kestävän noin 90 minuuttia. Näin ollen puolet akun käyttökapasiteetista voidaan teoreettisesti ladata kuljettajan 45 minuutin lepotauon aikana. Kokonaislatausajat tasavirralla riippuvat kuitenkin laturin enimmäislataustehosta, akkujen kokonaiskapasiteetista ja akkujen kyvystä vastaanottaa energiaa. (Mt.)

Mikäli sähkökuorma-auto tukee vain tasavirtalatausta, niin ajoneuvon lataaminen on tällä hetkellä pääasiassa mahdollista vain ajoneuvon tukikohdassa omalla latausasemalla. Yksityisiä raskaan liikenteen latausasemia on rakennettu vain niiden kuljetusliikkeiden terminaaleihin, jotka ovat hankineet sähkökuorma-autoja käyttöönsä. Julkista raskaan liikenteen latausverkostoa Suomessa ei vielä ole. Jotkin huoltoasemat tarjoavat CCS-2-tasavirtalatausta, mutta latauspaikat eivät välttämättä sovi raskaalle liikenteelle, koska latausasemien pysäköintipaikat ovat yleensä mitoitettu henkilöautoille. Lisäksi yksittäisen latauspaikan enimmäislataustehoksi voidaan ilmoittaa 150 kilowattia, mutta se voi jäädä tätä pienemmäksi. Esimerkiksi huoltoaseman kahdeksan latauspaikan kokonaislatauskapasiteetin ollessa 600 kilowattia yksittäisen latauspaikan tehoksi jää 75 kilowattia, mikäli jokaisella paikalla latautuu ajoneuvo (Neste lataus Hankasalmi Jari-Pekka n.d.). Pienempi latausteho pidentää akkujen latausaikaa, joten kuorma-auton lataamista ei voida ajoittaa lyhyelle tauolle. (Jukkara 2023.)

Volvo-sähkökuorma-autojen vaihtovirtalataaminen on mahdollista niihin integroidun vaihtovirtalaturin avulla. Kaupallisia vaihtovirtalatausasemia on nykyisin esimerkiksi suurempien kauppojen ja monien huoltoasemien pihoissa. Vaihtovirtalatauksen teho on rajoitettu 22 tai 43 kilowattituntiin. Sähkökuorma-auton akkujen täyslataus 43 kilowattitunnin teholla kestää noin kymmenen tuntia. Täten vaihtovirtalataaminen ei ole kannattavaa lyhyiden taukojen aikana. Lisäksi vaihtovirtalatausasemien pysäköintipaikat eivät yleensä sovi kuorma-autoille. (Engdahl 2021.)

3.3 Sähkökuorma-auton käyttäminen

Scania-sähkökuorma-auto otetaan käyttöön sammuttamalla latauslaite ja irrottamalla latauskapeli ajoneuvon latauspistokkeesta. Scania 25P -mallissa latauspistoke sijaitsee kuljettajan paikalta katsottuna oikeanpuoleisen etumaskin alla. Scania-sähkökuorma-autossa on päävirtakatkaisin 24 voltin järjestelmälle ajoneuvon sisällä kojelaudassa ja ajoneuvon ulkopuolella vasemman etupyörän takana. Ajoneuvon ulkopuolisen 24 voltin päävirtakatkaisimen vieressä on myös päävirtakatkaisin 650 voltin järjestelmälle. Jotta ajoneuvo voidaan käynnistää, tulee virta olla kytkettynä päälle kaikista kolmesta päävirtakatkaisimesta. Scaniassa korkeajännitejärjestelmän päävirtakatkaisin on tarkoitettu vain huoltoja varten, joten kuljettajan ei työskennellessään tule koskea katkaisimeen. Kuljettajan täytyy kuitenkin ajoneuvon käytön ja turvallisuuden takia tietää, mistä korkeajännitejärjestelmän sähkövirran saa kytkettyä pois päältä ja takaisin päälle. Esimerkiksi

ajoneuvon huollon jälkeen korkeajännitejärjestelmä voi olla kytkettynä virrattomaksi katkaisijasta. (Jukkara 2023.)

Scania-sähkökuorma-auto käynnistetään ja sammutetaan avaimella ajoneuvon virtalukosta. Ajoneuvo käynnistyy 24 voltin akuilla, jotka kytkevät kontaktoreilla 650 voltin järjestelmän päälle. Mikäli 24 voltin akuissa ei ole riittävästi jännitettä, niin ajoneuvoa ei voida käynnistää. Kontaktorien ollessa kytkettyneenä 650 voltin järjestelmällä ladataan 24 voltin akkuja. Kun ajoneuvo sammutetaan virta-avaimesta, niin 24 voltin akkujen lataus jatkuu edelleen ennalta säädetyn ajan, joka voi olla Scaniassa enintään 30 minuuttia. Jotta 24 voltin akut latautuvat ajoneuvon sammuttamisen jälkeen, tulee molempien 24 voltin järjestelmän päävirtakatkaisimien olla päällä. Ajoneuvon seisossa pidempään täytyy huomioida 24 voltin akkujen lepovirrankulutus ja niiden tarvitsema ylläpitolataus. Myös ylläpitolatauksen aikana molempien 24 voltin päävirtakatkaisimien tulee olla kytkettyinä, jotta akkuja voidaan ladata. Scania-sähkökuorma-autoissa on valmiina ylläpitolaturi, joka kytkeytyy päälle liitettäessä latauskaapeli laturin pistokkeeseen ja verkkovirtaan. Ajon päätyttyä sähkökuorma-auton ajoakkujen latauskaapeli liitetään ajoneuvon latauspistokkeeseen, ja latauslaite kytketään päälle. (Mt.)

Sähkökuorma-autolla ajaminen ei paljoakaan eroa automaattivaihteisella kuorma-autolla ajamisesta. Myös sähkökuorma-autolla taloudellisin ajotapa on kiihdyttää ripeästi tavoitenopeuteen, hyödyntää ajoneuvon rullaamista ja välttää pysähtymistä. Sähkökuorma-auton vaihteisto vaihtaa uudempien robottiautomaattivaihteistojen tapaan vaihteen vapaalle rullattaessa, jolloin moottori ei jarruta. Sähkökuorma-autossa nopeuden hidastamiseen tulisi aina keliolosuhteiden salliessa käyttää hidastinta jarrun sijaan, koska hidastimen käyttö ei kuluta ajoneuvon sähköä. Scania-sähkökuorma-autossa hidastinvipua käytettäessä sähkökone toimii hidastimena tuottaen sähköä takaisin ajoakuille. Käyttäessä ajoneuvon jarruja jarrutusenergiaa varastoidaan ajoakkuihin. Jarrujen käyttö kuitenkin kuluttaa sähköä, koska jarrujen tarvitsema paineilma tuotetaan sähkötoimisella kompressorilla. (Mt.)

Talvella sähkökuorma-auton käytössä tulee huomioida pakkasen vaikutus sähkön kulutukseen ja siten ajoneuvon toimintasäteeseen. Suomen ilmastossa kylmä ei riko akkuja, vaan päinvastoin lämpimissä maissa yli 40 celsiusasteen lämpötilat tuhoavat NMC-akut. Akut lämpenevät tai jäähtyvät jäähdytysnesteellä silloin, kun niitä ladataan tai ajoneuvolla ajetaan. Mikäli lataus tai ajaminen

lopetetaan, niin myös akkujen jäähdyttäminen tai lämmittäminen päättyy. Akkujen oikea-aikaiseen lataukseen ja samanaikaiseen lämmitykseen on kehitetty älylatureita, jotka lataavat ja lämmittävät tai viilentävät akkuja oikea-aikaisesti ennen liikkeelle lähtöä. Jukkara (2023) esittää, että mikäli pakkasta on -30 celsiusastetta tai enemmän, niin ajoakut olisi parempi lämmittää ajamalla ennen kuin niiden tehokas lataus aloitetaan. (Mt.)

Ajettaessa sähkökuorma-autolla pakkasella sähkönkulutusta lisäävät sähkölaitteiden sisäisten vastusten kasvaminen, jäähdytysnesteen lämmittäminen ja ajoneuvon mekaanisten vastusten kasvaminen. Luminen tie, miinus viiden celsiusasteen pakkas ja vastatuuli voivat lyhentää sähkökuorma-auton toimintamatkaa 35–40 prosenttia. Hyvissä ajo-olosuhteissa Riverian Scania 25P:n suunniteltu toimintamatka kaupungissa on 250 kilometriä. Toimintamatkaan vaikuttavat kuljettajan ajotapa, kuorma-auton kokonaisuudessaan, päällirakenne ja päällirakenteen käyttö. Riverian sähkökuorma-autossa päällirakenteen käytöllä tarkoitetaan kuormakorin lämmönsäätölaitteen käyttöä. Lisäksi perälautanostimen käyttö lisää hetkellisesti sähkön kulutusta 24 voltin järjestelmästä, joiden akkuja ladataan korkeajänniteakueilta. (Mt.)

3.4 Sähkökuorma-auton hankinnan ja käytön haasteita

Raskaan liikenteen latausinfrastruktuuri

Sähkökuorma-auton ensimmäisenä hankinnan ja käytön haasteena on puuttuva latausinfrastruktuuri. Suomeen ei ole vielä rakennettu kaupallisesti toimivaa suurteholatausinfrastruktuuria raskaalle liikenteelle. Suurteholatausinfrastruktuurin puuttuminen rajoittaa sähkökuorma-auton käyttöä pidemmän matkan kuljetuksiin. Sähkökuorma-auton nähdään tällä hetkellä soveltuvan parhaiten jakeluajoon vakioreitille, jossa latauspaikat ja -ajat voidaan helposti suunnitella etukäteen. Tulevaisuudessa latausverkoston kehittyessä sähkökuorma-autoja voidaan mahdollisesti ladata terminaalien lisäksi asiakkaiden lastaus- ja purkupaikoilla, pääteiden raskaiden ajoneuvojen pysäköintialueilla, huoltoasemilla ja muissa julkisissa latauspisteissä. (Arvinen 2022.)

Euroopan komissio haluaa kehittää Euroopan unionin (EU) laajuista vaihtoehtoisten polttoaineiden jakeluinfrastruktuuria tukeakseen fossiilittoman liikenteen tiekartan tavoitteita. EU:n komission ehdotus ilmastopakelistä sitoo ja sääntelee suoraan EU:n jäsenmaita. Vuoden 2021 asetusehdotus

vaihtoehtoisten polttoaineiden infrastruktuurin käyttöönotosta on lyhenteeltään AFIR-asetus (Proposal for a Regulation on the deployment of alternative fuels infrastructure). AFIR-asetus koskee kaikkia liikennemuotoja ja edellyttää jäsenmaitaan merkittäviin panostuksiin sähkökäyttöisten ajoneuvojen latausinfrastruktuurin kehittämiseksi. EU:n uuden jakeluinfrastruktuuriasetuksen myötä vaatimukset latausverkostolle tiukentuvat merkittävästi. Uudessa ehdotuksessa EU:n TEN-T-ydinverkon varrella tulisi olla vuoteen 2025 mennessä latausasemia sekä henkilöautoille että ras-kaalle liikenteelle vähintään 60 kilometrin välein. TEN-T ydinverkkoon kuuluvat Suomessa valtatie 1 Helsingistä Turkuun, valtatie 7 Helsingistä Vaalimaalle ja valtatie 4 Helsingistä Keminmaalle jatkuen eurooppatie E8:na Tornioon (Euroopan laajuinen liikenneverkko TEN-T 2023). (Fossiilittoman liikenteen foorumin aiheena jakelu – sähköä, kaasua ja vetyä liikenteeseen 2021.)

Hankintahinta ja hankintatuki

Sähkökuorma-auton toisena hankinnan haasteena on niiden hankintahinta. Sähkökuorma-autot ovat kaksi-kolme kertaa kalliimpia vastaavan kokoiseen dieselkuorma-autoon verrattuna. Sähkökuorma-autojen ajoakut myydään kuorma-auton valmistajasta ja mallista riippuen 1–4 akun pake-teissa, joten akkupakettien lisääminen nostaa huomattavasti sähkökuorma-auton hankintahintaa. Sähkökuorma-auton ostajan tuleekin miettiä huolella ajoneuvon suunniteltuun kuljetustehtävään tarvittavaa akkukapasiteettia. Yksi ajoakkupaketti maksaa Scaniaan noin 20 000 euroa. Koska uu-den sähkökuorma-auton hankintahinta on vastaavanlaista dieselkuorma-autoa kalliimpi, niin myös sähkökuorma-auton jäännösarvo on vastaavaa dieselkuorma-autoa korkeampi. (Jukkara 2023.)

Suomessa Liikenne- ja viestintävirasto Traficom voi myöntää hankintatukea yritykselle viiden tai yksityiselle henkilölle yhden sähkökäyttöisen kuorma-auton hankintaan tai pitkäaikaiseen vuok-raukseen. Hankintatukea voi hakea ajalla 1.1.2022–31.12.2024. Hankintatuen määrä sähkökuorma-autolle on 6000–50 000 euroa riippuen ajoneuvon suurimmasta sallitusta massasta tielii-kenteessä ja ajoneuvoyhdistelmämassasta. Hankintatuen määrä voi olla enintään 40 prosenttia tukikelpoisista kustannuksista. Tukikelpoiset kustannukset osoitetaan maahantuojan tai myyjän antamalla todistuksella. (Hae hankintatukea sähkö- ja kaasukäyttöiselle kuorma-autolle n.d.)

Vaihtoehtoisten käyttövoimien aiheuttama lisämassa ja pituus

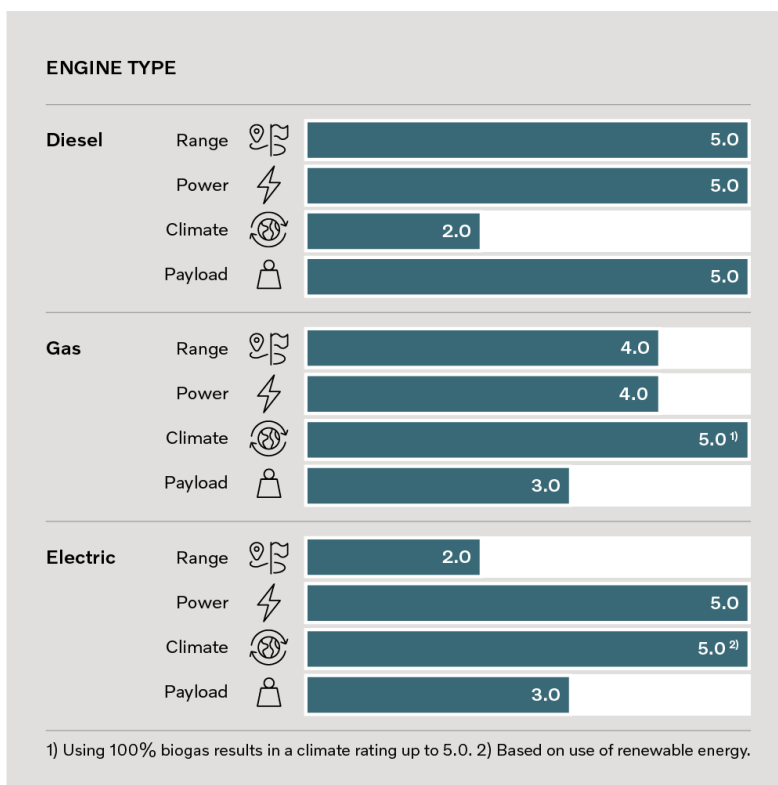
Kolmantena hankinnan haasteena joillekin suoritealoille on sähkötekniikan aiheuttama ajoneuvon massan lisäys ja akkupakettien vaikutus kuorma-auton akseliväliin, kokonaispituuteen sekä kääntyvyyteen. Sähkökuorma-autoon valittava akkupaketti vaikuttaa suoraan ja välillisesti ajoneuvon omamassaan. Scanialla yhden ajoakkupaketin paino on 257 kilogrammaa. Sähkökuorma-autojen valmistajat joutuvat huomioimaan sähkötekniikasta ja ajoakuista aiheutuvan ajoneuvon omamassan kasvun kuorma-auton akselien riittävänä teknisenä massana etenkin sähkökuorma-auton etuakselin osalta. Teknisesti vahvemmat akselit lisäävät omalta osaltaan ajoneuvon omamassaa. Lisäksi valittava akkupaketti määrittää sähkökuorma-auton lyhimmän mahdollisen akselivälin ja kokonaispituuden. Akseliväli vaikuttaa ajoneuvon kääntyvyyteen. (Jukkara 2023.)

Suomen tieliikennelain mukaan kaksiakselisen kuorma-auton suurin sallittu kokonaismassa on 18 tonnia, kolmeakselisen 28 tonnia ja neliakselisen 35 tonnia. Mikäli kuorma-auto käyttää vaihtoehtoisia polttoaineita ja on päästötön ajoneuvo, niin sen kokonaismassa saa olla Suomen tieliikenteessä suurinta sallittua kokonaismassaa suurempi. Kokonaismassan lisäys voi olla enintään 2000 kilogrammaa. Kuorma-auton valmistajan on pystyttävä osoittamaan kuorma-auton painonlisän johtuvan päästöttömän teknologian edellyttämästä lisäpainosta. Rekisteröintitodistuksen (2023) mukaan Riverian Scania 25P -sähkökuorma-auton vaihtoehtoisen käyttövoiman aiheuttamaksi painonlisäksi on hyväksytty 1615 kilogrammaa. Tällöin kyseisen kaksiakselisen sähkökuorma-auton suurin sallittu kokonaismassa tieliikenteessä on 19 615 kilogrammaa. Sähkökuorma-auton kokonaismassan kasvu voi aiheuttaa joillakin suoritealoilla haasteita painorajoitetuilla tieosuuksilla ja piha-alueilla. (Tieliikennelaki 729/2018.)

3.5 Sähkökäyttövoiman vertaaminen muihin käyttövoimiin

Tällä hetkellä suurimmat kuorma-auton valmistajat tarjoavat kuorma-autoja diesel-, kaas- ja sähkökäyttöisinä. Kuorma-auton ostajan on arvioitava ja vertailtava sitä, mikä käyttövoima soveltuisi parhaiten hankittavan ajoneuvon suunniteltuun käyttötarkoitukseen. Sähkökuorma-auton etuina verrattuna diesel- ja kaasukäyttöiseen kuorma-autoon ovat sähkömoottorin teho- ja vääntöominaisuudet, ajoneuvon hiljaisuus ja käyttövoiman päästöttömyys ympäristölle. Volvo FL Electric -sähkökuorma-auton ohiajomelu on kymmenen desibeliä vastaavaa dieselkäyttöistä mallia pienempi. Tyhjäkäynnillä ero sähkön ja dieselin välillä on jopa 40 desibeliä. Sähkökuorma-auton hiljainen ohjaamo on myös mukavuustekijä kuljettajalle. Ympäristölle sähkökuorma-autot eivät tuota ollenkaan lähipäästöjä. (Törnquist 2019.)

Volvo trucks – Moottorivalikoimassa (2023) on vertailtu kuorma-auton eri käyttövoimia kantaman, moottorin tehon, ilmastovaikutusten ja hyötykuorman osalta lukuarvoilla nollasta viiteen. Vertailu nähdään kuvioista 3. Vertailun mukaan dieselkäyttövoima (Diesel) on paras vaihtoehto kaukokuljetuksiin saaden kantamasta (Range) parhaan numeroarvon viisi. Kaasukäyttövoima (Gas) jää toiseksi arvolla neljä, ja sähkökäyttövoima (Electric) on kolmantena arvolla kaksi. Moottorin tehon (Power) osalta diesel ja sähkö saavat parhaan numeroarvon viisi. Kaasu jää niitä yhden numeron huonommaksi. Ympäristövaikutusten (Climate) osalta diesel häviää selvästi arvolla kaksi kärkisijoilla arvolla viisi oleville kaasulle ja sähkölle, mikäli käytettävä kaasu on biokaasua ja sähkö on tuotettu uusiutuvalla energialla. Hyötykuorman (Payload) osalta diesel saa parhaan arvon viisi, kun kaasu ja sähkö saavat hyötykuorman osalta arvon kolme. (Volvo trucks – Moottorivalikoima 2023.)



Kuvio 3. Kuorma-auton eri käyttövoimien vertailu (Volvo trucks – Moottorivalikoima 2023)

3.6 Sähkökuorma-automallisto keväällä 2023

Sähkökuorma-autojen mallisto on kasvanut nopeasti kahden edellisen vuoden aikana. Sähkökuorma-autoja on tarjolla monilla valmistajalla useissa eri kokoluokissa. Uutena hankittuja sähkökuorma-autoja oli keväällä 2023 ammattikäytössä Suomessa noin 20 kappaletta. Niitä käytettiin

pääasiassa kappaletavaran jakelukuljetuksiin. Tulevaisuudessa sähkökuorma-autoja ennustetaan tulevan käyttöön myös raskaisiin kuljetuksiin eri suoritealoille. Sähkökuorma-autojen hankinnasta ovat kiinnostuneita esimerkiksi kaivannais- ja metsäteollisuuden aloilla toimivat yritykset. Sähkökuorma-autojen käytöllä eri toimialat voivat osoittaa toimintansa olevan aiempaa ympäristövas-
tuullisempaa. (Jukkara 2023.)

Scania

Scania tarjoaa sähkökuorma-autoja kaupunkiliikenteeseen ja aluekuljetuksiin. Kaupunkiliikenteeseen on tarjolla alustavaihtoehtoina kaksiakselinen 4x2-alusta ja kolmeakseliset alustat 6x2 sekä 6x2*4, jossa kolmas akseli on ohjaava. Alustojen akseliväli on 3950–5750 millimetriä. Jatkuva-aikainen moottoriteho on 230 kilowattia 1300 newtonmetrin väännöllä. Akkuja on saatavilla viidestä yhdeksään kappaletta. Viiden akun kapasiteetti on 165 kilowattituntia ja yhdeksän akun 300 kilowattituntia. Isommalla akkupaketilla toimintamatka on enintään 250 kilometriä. Sähköisen ulosoton teho on 60 kilowattia. Yhdistelmämassa on enintään 29 tonnia. Ohjaamovaihtoehtoina ovat matalan sisäänkäynnin L-sarjan ohjaamo tai perinteisempi P-sarjan ohjaamo, jonka voi valita lyhyt-, päivä- tai makuuohjaamona. (Sähkökuorma-auto 2023.)

Aluekuljetuksiin Scania tarjoaa 6x2*4 alustaista kuorma-autoa ja 4x2 alustaista puoliperävaunun vetoautoa. Kuorma-auton akseliväli 4550 tai 4750 millimetriä. Perävaunun vetoauton akseliväli on 4150 millimetriä. Molemmissa malleissa jatkuva-aikainen moottoriteho on 410 kilowattia. Sähköisen ulosoton teho on 30–60 kilowattia. Mekaanisen ulosoton teho on 30–260 kilowattia. Ajoneuvoihin asennettu akkukapasiteetti kuudella akulla on 624 kilowattituntia, josta käytettävissä on 468 kilowattituntia. Tällä akkupaketilla ajoneuvoyhdistelmän toimintamatka on jopa 350 kilometriä 40 tonnin yhdistelmämassalla. Suurimmalla 64 tonnin yhdistelmämassalla toimintamatka on 250 kilometriä. Ohjaamovaihtoehtoina ovat R- ja S-sarjan korkeat ohjaamot eri kattokorkeuksilla sekä päivä- että makuuohjaamoina. (Mt.)

Volvo

Volvolla on tarjolla koko kuorma-automallisto täyssähköisenä kaupunki- ja aluekuljetuksiin. Kuorma-automallit ovat kokoluokassaan pienimmästä suurimpaan FL-, FE-, FM-, FMX- ja FH Electric -malleja. Tarjolla on mallin mukaan kuorma-autoja ja puoliperävaunun vetoautoja. Alustavaihtoehtoja kuorma-autoissa ovat 4x2, 6x2, 6x4, 8x2 ja 8x4, joista 6x4 ja 8x4 ovat telivetoisia. Vetoautoissa on tarjolla alustavaihtoehdot 4x2, 6x2 ja 6x4. Volvon pienimmän sähköisen FL Electric -mallin jatkuva-aikainen moottoriteho on 130 kilowattia ja suurimman FH Electric -mallin 490 kilowattia. FL Electricin kokonaismassa on enintään 16,7 tonnia. FH Electricin yhdistelmämassa on 44 tonnia. (Kaikki kuorma-automallit. Täyssähköisinä 2023.)

Volvo-sähkökuorma-automallistoon on saatavilla korkeajänniteakkuja kolmesta kuuteen kappaletta. Akkukapasiteetti kuudella akulla FL Electric -mallissa on 395 kilowattituntia ja FH Electric -mallissa 540 kilowattituntia. Volvo-sähkökuorma-auton toimintamatka on enimmillään 300–420 kilometriä kuorma-automallista ja siihen valitusta akkupaketista riippuen. Volvon pienimmän FL-sähkökuorma-auton neljän akun akkupaketin täyslataus kestää 11 tuntia 22 kilowatin vaihtovirtalaturilla ja kaksi tuntia 150 kilowatin tasavirtalaturilla. Volvo-kuorma-automalliston ohjaamokorkeudet ja -pituudet ovat mallikohtaisia. (Mt.)

Mercedes-Benz

Mercedes-Benzillä on tarjolla matalalla ohjaamolla oleva sähkökuorma-auto eEonic jätteenkeruuseen ja eActros kuorma-autoksi sekä puoliperävaunun vetoautoksi. eEonic mallin alusta on 6x2/4 ohjatulla teliakselilla. Alustan akseliväli on 4000 millimetriä. Suurin sallittu kokonaismassa on 27 tonnia. Jatkuva-aikainen moottoriteho on 330 kilowattia. Ajoneuvo on varustettu kolmella akulla, joilla saavutetaan enintään 150 kilometrin toimintamatka. Sähköisen ulosoton teho on enimmillään 52 kilowattia. Vaihteita on kaksi eteen ja kaksi taakse päin. (eEonic 2023.)

eActros -kuorma-auton alustavaihtoehdot ovat kaksi- ja kolmeakseliset 4x2 ja 6x2 -alustat. Puoliperävaunun vetoauton alusta on kaksiakselinen 4x2. Kaksiakselisen alustan suurin sallittu kokonaismassa on 19 tonnia ja kolmeakselisen alustan 27 tonnia. eActros-kuorma-auton ja puoliperävaunun vetoauton yhdistelmämassa on 40 tonnia. eActrosin akseliväli on 4000–5500 millimetriä. eActrosin jatkuva moottorin teho on 330 kilowattia. Ajoneuvo on hankittavissa kolmella tai neljällä

akulla akkujen yhteiskapasiteetin ollessa 336 tai 448 kilowattituntia. Kuorma-auton ajomatka pienemmällä akkupaketilla on enintään 300 kilometriä ja suuremmalla 400 kilometriä. Puoliperävaunun vetoauto on saatavilla vain pienemmällä akkupaketilla, jolloin sen toimintamatka on enimmillään 220 kilometriä. eActrosin vaihteistossa on kaksi vaihdetta eteenpäin ja yksi taaksepäin. (eActros ja sen palvelut 2023.)

Ajoneuvoyhdistelmät

Sähkökuorma-auton ja perävaunun ajoneuvoyhdistelmämassat asettuvat 40–64 tonnin välille. Suomen tieliikenteessä suurin sallittu yhdistelmämassa yhdellä vetävällä akselilla varustetulla kolmeakselisen kuorma-auton ja täysperävaunun yhdistelmällä on 68 tonnia sekä vetoauton ja puoliperävaunun yhdistelmällä 64 tonnia. Vetoauton, puoliperävaunun ja keskiakseliperävaunun yhdistelmällä voidaan saavuttaa 68 tonnin kokonaismassa. Ainoastaan telivetoisella kolme- tai useampi akselisella kuorma-autolla tai vetoautolla saavutetaan Suomessa suurin sallittu 76 tonnin yhdistelmämassa täysperävaunu- tai moduuliyhdistelmänä. (Kokonaismassat ja -mitat. Tasakuorma-autojen ja yhdistelmien suurimmat massat ja mitat Suomessa 21.1.2019 alkaen 2019; Kokonaismassat ja -mitat. Vetoautojen ja yhdistelmien suurimmat massat ja mitat Suomessa 21.1.2019 alkaen 2019).

Scania-sähkökuorma-autolla suurin sallittu yhdistelmämassa on 64 tonnia (Sähkökuorma-auto 2023), Volvo FH Electricillä 44 tonnia (Volvo FH Electric. Kaupungista toiseen mukavasti 2023) ja Mercedes-Benz eActrosilla 40 tonnia (eActros ja sen palvelut 2023). Yli 44 tonnin ajoneuvoyhdistelmät vaativat moottorilta vähintään 5 kilowatin tehon jokaista yhdistelmämassan tonnia kohti. Raskaampien Scania-- ja Volvo-sähkökuorma-autojen moottorivalikoima täyttää jatkuvan tehon osalta 76 tonnin yhdistelmän moottoritehovaatimuksen. Lisäksi Volvolla on tarjolla 69–76-tonnin yhdistelmien kokonaismassoihin vaadittava teliveto. Sähkökuorma-autojen yhdistelmämassojen rajoittumiseen 40–64 tonniin ei tässä opinnäytetyössä oteta enempää kantaa. Ajoneuvoyhdistelmän suurimpaan sallittuun kokonaismassaan vaikuttavat monet asiat kuten ajoneuvon rakenne, - akselimassat, -vetävälle akseleille kohdistuvat massat ja perävaunun rakenne. (Tieliikennelaki 729/2018.)

Yhteenveto

Sähkökuorma-autojen tämänhetkinen mallisto aiheuttaa sähkökuorma-auton neljännen hankinnan haasteen. Sähkökuorma-automallisto painottuu kaksi- ja kolmeakselisiin ajoneuvoihin. Telivedon ja neliakselisen alustan puuttuminen osalta kuorma-auton valmistajista rajoittavat sähkökuorma-auton hankintaa tietyille suoritealoille. Kolmeakselisena sähkökuorma-auton suurin sallittu kokonaismassa jää 25, 26 tai 28 tonniin ja neliakselisena 31 tai 35 tonniin, kun kokonaismassaan ei huomioida päästöttömän ajoneuvon teknologian aiheuttamaa kokonaismassan lisäystä. Suurimmat sallitut kokonaismassat riippuvat hankittavan ajoneuvon akselien, akselimassojen, jousituksen ja pyörien tietyistä edellytyksistä. Suoritealoilla, joissa kuljetetaan massaltaan painavia hyötykuormia, käytetään Suomessa myös viisiakselisia telivetoisia dieselkuorma-autoja. Viisiakselista 42 tonnin painoluokan sähkökuorma-autoa ei vielä ole saatavilla Mercedes-Benzillä, Scanialla tai Volvolla. (Tieliikennelaki 729/2018).

Sähkökuorma-auton hankintaa rajoittaa myös voiman ulosottoa tarvitsevien lisälaitteiden asennettavuus kevyempiin sähkökuorma-autoihin. Lisälaitteiden asennettavuus riippuu siitä, onko sähkökuorma-automalliin saatavilla sähköinen, sähkömekaaninen vai vaihteistoon asennettu mekaaninen voiman ulosoton. Moniin raskaampiin sähkökuorma-autoihin on saatavilla useita eri voiman ulosottoja, jolloin monien lisälaitteiden asentaminen on mahdollista. Esimerkiksi Volvo FH-, FM- ja FMX Electric malleihin on mahdollista asentaa samaan ajoneuvoon koukkulavalaite ja nosturi, jotka toimivat sähkömekaanisella sekä vaihteistoon asennetulla voiman ulosotolla (Volvo tarjoaa sähkökuorma-autoja, jotka soveltuvat hyvin kaupunkirakentamiseen 2023).

3.7 Ammattioppilaitoksen sähkökuorma-auto

Ammattioppilaitos Riverian hankkima sähkökuorma-auto on malliltaan kaupunkikuljetuksiin suunniteltu Scania 25P. Ajoneuvo rekisteröitiin käyttöön 29.12.2022. Kuorma-auto on kaksiakselinen 4x2-alustainen jakeluauto, jonka kokonaispituus on 9150 millimetriä ja akseliväli on 4550 millimetriä. Kuorma-auton ohjaamona on P-sarjan makuuohjaamo. Sähkökuorma-auto hankittiin malliston suurimmalla yhdeksän akun paketilla. Ajoakkujen yhteenlaskettu kapasiteetti on 300 kilowattituntia. Akut tuottavat kuorma-autolle 230 kilowatin jatkuvan tehon. Kuorma-auton toimintamatka kaupunkiajossa on enimmillään 250 kilometriä. Ajoneuvon rekisteriotteen mukainen omamassa on 12 660 kilogrammaa. Tieliikenteessä ajoneuvon suurimmaksi sallituksi kokonaismassaksi on hyväksytty 19 615 kilogrammaa. Vaihtoehtoisen käyttövoiman aiheuttamaksi hyväksytyksi painonlisäksi on määritetty 1615 kilogrammaa. (Rekisteröintitodistus 2023; Sähkökuorma-auto 2023.)

Kuorma-auton päällirakenteena on Fokor Oy:n valmistama kokosivuaukeava FRC-umpikori, joka on varustettu lämmönsäätölaitteella. FRC-umpikori tarkoittaa koneellisesti jäähdytettyä vahvasti eristettyä koria, jonka lämpötila-alue on -20 – +12 celsiusastetta (Koritehtailijat 2020). FRC-luokitus perustuu kansainväliseen ATP-sopimukseen helposti pilaantuvien elintarvikkeiden kuljettamisesta. FRC-umpikorissa on sähkötoiminen kaksialueinen lämmönsäätölaite, jolla kuormakorin etu- ja takaosaan voidaan säätää eri lämpötilat. Lämmönsäätölaite saa sähkövirtansa kuorma-auton sähköisestä ulosotosta. Lämmönsäätölaitteen valmistaja on Frigoblock. Ajoneuvon seisoessa terminaalissa lämmönsäätölaitteen saa kytkettyä maasähköön. Kuormakori on sisältä yksiosainen, mutta se voidaan jakaa kahteen osaan siirrettävällä kevytväliseinällä. Kevytväliseinä on rakenteeltaan presukankaalla verhoiltua eristelevyä. Kevytväliseinä mahdollistaa kahdessa eri lämpötilassa kuljetettavien elintarvikkeiden kuljettamisen. Ajoneuvo on lisäksi varustettu perälautanostimella. (Kuokka 2023.)

4 Ammatillisen tutkinnon perusteet

Opetushallitus päättää ammatillisten tutkintojen perusteista. Tutkinnon perusteet määräävät ammatillisen tutkinnon osaamisalat, tutkintonimikkeet, tutkinnon muodostumisen tutkinnon osista, tutkinnon osien ammattitaitovaatimukset, osaamistavoitteet ja osaamisen arvioinnin. Tutkinnon perusteet ohjaavat koulutuksen järjestäjiä koulutuksen toteuttamisessa ja opiskelijoiden henkilökohtaisten opintopolkujen suunnittelussa. (Tutkintojen perusteet 2023.)

Tutkinnon perusteissa on kuvattuna tutkinnossa vaadittava osaaminen. Ammatillisen perustutkinnon perusteet muodostavat kuvan alalla tarvittavista perusvalmiuksista ja työelämän eri osa-alueilla tarvittavasta erikostuneemmasta osaamisesta. Tutkinnon perusteet kuvaavat ammattitaitovaatimukset tai osaamistavoitteet, osaamisen arviointikriteerit ja ammattitaidon osoittamistavat. Opetushallitus valmisteleo tutkinnon perusteet ja kehittää niitä yhteistyössä koulutuksen järjestäjien, työ- ja elinkeinoelämän sekä muiden sidosryhmien kanssa. Myös työelämätoimikunnat osallistuvat eri alojen tutkinnon perusteiden kehittämistyöhön. Muutokset työelämässä ohjaavat tutkintojen kehittämistarpeita. Opetushallitus voi muokata tutkinnon osien sisältöjä, luoda kokonaan uusia tutkinnon osia tai muokata koko tutkinnon rakennetta. (Mt.)

4.1 Ammatillisen tutkinnon osat

Ammatilliset tutkinnon osat perustuvat osaamiseen, jota tarvitaan alan työtehtävissä. Tutkinnon osat on jaettu alan työprosesseihin ja tehtäväkokonaisuuksiin. Ammatilliset tutkinnon osat muodostuvat pakollisista ja valinnaisista tutkinnon osista. Pakollisilla tutkinnon osilla varmistetaan tutkinnon keskeinen osaaminen. Valinnaisilla tutkinnon osilla syvennyttään aiemmin opittuun tai laajennetaan osaamista eri työtehtäviin. Ammatilliset tutkinnon osat ovat pääasiassa tutkintokohtaisia, mutta kaikkiin perustutkintoihin on valinnaisena tarjolla myös yhteisiä valinnaisia ammatillisia tutkinnon osia. (Tutkintojen perusteet 2023.)

Ammatillinen perustutkinto on laajuudeltaan 180 osaamispistettä. Perustutkinto muodostuu 35 osaamispisteen yhteisistä tutkinnon osista ja 145 osaamispisteen ammatillisista tutkinnon osista. Pakolliset yhteiset tutkinnon osat ovat samoja kaikissa perustutkinnoissa. Yhteisillä tutkinnon osilla vahvistetaan työssä ja elämässä tarvittavia perustaitoja. Lisäksi niillä annetaan valmiudet opiskelijan jatko-opintoihin korkeakouluissa. (Mt.)

Tutkinnon osat on pisteytetty osaamispistemäärillä. Osaamispistemäärät osoittavat, kuinka merkittävää ja laajaa tutkinnon osan osaaminen on suhteessa koko tutkintoon. Osaamispistemäärät eivät kuitenkaan kuvaa tutkinnon osan opiskeluun käytettävää aikaa tai siihen annettavien opetus-tuntien määrää. Ammatillisten tutkinnon osien laajuudet ja määrät vaihtelevat eri tutkinnoissa. (Mt.)

Tutkinnon osille on määritetty arviointikriteerit, joita käytetään apuna opiskelijan osaamisen arvioinnissa tutkinnon osissa. Opiskelijan ammattitaitovaatimusten mukainen osaaminen arvioidaan viisiportaisella arviointiasteikolla arvosanoilla yhdestä viiteen. Ammattitaitonsa opiskelija osoittaa näytöllä käytännön työtilanteissa ja -tehtävissä. Tutkinnon perusteissa on määritetty se, millaisessa näyttöympäristössä ammattiosaaminen tulee osoittaa. (Mt.)

4.2 Logistiikan perustutkinto

Logistiikan perustutkinto on 180 osaamispisteen (osp) laajuinen ammatillinen tutkinto. Logistiikan perustutkinnon osaamisalat ovat kuljetuspalvelujen osaamisala, sisälogistiikan osaamisala ja lento-

asemapalvelujen osaamisala. Tutkintonimikkeitä ovat kuorma-auton kuljettaja, linja-auton kuljettaja, yhdistelmäajoneuvon kuljettaja, palvelulogistiikkatyöntekijä, kunnossapitotyöntekijä ja maapalvelutyöntekijä. (Logistiikan perustutkinto 2022, 1.)

Logistiikan perustutkinnon rakenne on nähtävissä taulukosta 1. Taulukossa 1 kaikille logistiikan perustutkinnon osaamisaloille on yksi pakollinen tutkinnon logistiikka-alan työympäristössä toimiminen 15 osp. Mikäli opiskelija hakeutuu kuljetuspalvelujen osaamisalle opiskelemaan kuorma-auton kuljettajaksi, niin opiskelijan muut pakolliset tutkinnon osat ovat kuorma-auton kuljettajana työskentely 35 osp ja kuljetusalan perustason ammattipätevyys 10 osp. Loput ammatilliset tutkinnon osat ovat vapaasti valittavia kuorma-auton kuljettajan tutkinnon sisältä. Ensimmäisestä valinnaisien tutkinnon osien osiosta opiskelijan valitsee tutkinnon osia vähintään 35 osaamispistettä ja toisesta osiosta vähintään 15 osaamispisteen verran. (Mts. 2–3.)

Taulukko 1. Logistiikan perustutkinnon rakenne (Logistiikan perustutkinto 2022, 2–3, muokattu)

<p>Pakolliset tutkinnon osat 145 osp</p> <ul style="list-style-type: none"> • Logistiikka-alan työympäristössä toimiminen 15 osp
<p>Kuljetuspalvelujen osaamisala 130 osp, kuorma-auton kuljettaja</p>
<p>Pakolliset tutkinnon osat 45 osp</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kuorma-auton kuljettajana työskentely 35 osp • Kuljetusalan perustason ammattipätevyys 10 osp
<p>Valinnaiset tutkinnon osat 35–70 osp</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kappaletavaran kuljettaminen 35 osp • Lämpösäädelyjen elintarvikkeiden kuljettaminen 35 osp • Maansiirtokuljetuksen suorittaminen 35 osp • Maatalouden tuotteiden kuljettaminen 35 osp • Betonipumppuauton käyttäminen 35 osp
<p>Valinnaiset tutkinnon osat 15–50 osp</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ajoneuvon huoltaminen, 25 osp • Dronen ohjaaminen, 5 osp • Kappaletavaranosturin käyttäminen 5 osp • Kuljetusalan perustason ammattipätevyyden laajennus, 15 osp • Kuormakorin vaihtaminen, 5 osp • Tavarankäsittelylaitteiden käyttö ja trukikuljettajana työskentely, 25 osp • Työkoneen kuljettajana työskentely, 25 osp • Työkoneen siirtokuljetuksen suorittaminen, 25 osp • Yhdyskuntajätteiden kuljettaminen, 25 osp • Huippuosajana toimiminen, 15 osp • Ilmastovastuullinen toiminta, 15 osp • Kansainvälisessä työympäristössä toimiminen, 15 osp • Työpaikkaohjaajaksi valmentautuminen, 5 osp • Yritystoiminnan suunnittelu, 15 osp • Yrityksessä toimiminen, 15 osp
<p>Paikallisiin ammattitaitovaatimuksiin perustuva tutkinnon osa 5–15 osp</p>
<p>Tutkinnon osa toisesta osaamisalasta tai tutkintonimikkeestä 0–35 osp</p>
<p>Tutkinnon osa ammatillisesta perustutkinnosta, ammattitutkinnosta tai erikoisammattitutkinnosta 5–15 osp</p>

Opinnäytetyö rajattiin koskemaan logistiikan perustutkinnon kuorma-auton kuljettajaksi opiskelevan kolmea tutkinnon osaa. Kolmesta tutkinnon osasta pakollinen tutkinnon osa on kuorma-auton

kuljettajana työskentely. Valinnaisia tutkinnon osia ovat kappaletavaran kuljettaminen ja lämpösäädelyjen elintarvikkeiden kuljettaminen. Kyseiset tutkinnon osat ovat nähtävissä taulukosta 1.

5 Tutkimuksen toteuttaminen

5.1 Laadullinen tutkimus

Opinnäytetyö perustui toimeksiantajalle tehtävään tapaustutkimukseen, jossa tutkittiin oppilaitokseen hankitun sähkökuorma-auton käyttöä. Opinnäytetyö toteutettiin laadullisena tutkimuksena, jossa kerättiin yksityiskohtaista tietoa aiheesta. Laadullisella tutkimuksella pyrittiin ymmärtämään ja selittämään ilmiötä sekä löytämään asioiden välisiä yhteyksiä. (Laadullisen tutkimuksen tekeminen n.d.)

5.2 Aineiston keruu ja kuvaus

Kehittämistyön aineistoa kerättiin tutkimalla aiemmin aiheesta selvitettyä, perehtymällä olemassa oleviin aineistoihin sekä osallistamalla koulutukseen sähkökuorma-autosta. Kehittämistyön aineistoa olivat logistiikan ammatillisen perustutkinnon tutkinnonperusteet, ammattipätevyyden jatkokoulutuspäivä Sähkökuorma-autot ja liikenteen sähköistyminen, kuorma-auton valmistajien verkkosivut ja uutiset sekä artikkelit aiheesta. Aineiston keruu tehtiin kevään 2023 aikana. Taulukossa 2 on esitettyä tutkimuskysymykset, aineiston keruumenetelmät ja aineiston analysointimenetelmät.

Taulukko 2. Tutkimusmenetelmät

	Kysymys	Aineiston keruumenetelmä(t)	Aineiston analysointimenetelmä
Tutkimuskysymys 1	Miten sähkökuorma-auton poikkeavan käyttövoiman vaikutukset huomioidaan logistiikan perustutkinnon ammattitaitovaatimusten mukaisessa koulutuksessa ja hankitun osaamisen arvioinnissa näytöillä?	Olemassa olevat tekstit ja ammattipätevyyden jatkokoulutuspäivä sähkökuorma-autoista ja liikenteen sähköistymisestä.	Sisällönanalyysi
Tutkimuskysymys 2	Mitä haasteita sähkökuorma-auton hankintaan ja käyttöön liittyy?	Olemassa olevat tekstit ja ammattipätevyyden jatkokoulutuspäivä sähkökuorma-autoista ja liikenteen sähköistymisestä.	Kirjallisuuskatsaus
Tutkimuskysymys 3	Mikä on sähkökuorma-autojen tämänhetkinen mallisto ja sen rajoitteet?	Olemassa olevat tekstit ja ammattipätevyyden jatkokoulutuspäivä sähkökuorma-autoista ja liikenteen sähköistymisestä.	Kirjallisuuskatsaus

Taulukosta 2 nähdään, että tutkimuskysymyksiin 2 ja 3 saatiin vastaukset kirjallisuuskatsauksella tutustumalla olemassa oleviin teksteihin ja osallistumalla ammattipätevyyden jatkokoulutuspäivään sähkökuorma-autoista ja liikenteen sähköistymisestä. Tutkimuskysymyksen 1 käsittelyyn käytetään analysointimenetelmänä sisällönanalyysia.

5.3 Aineiston analyysi

Kerätyn aineiston analysointitapana käytettiin laadullista sisällönanalyysia ja kirjallisuuskatsausta. Laadullinen sisällönanalyysi tarkoittaa sitä, että löydetty tieto kootaan yhteen ja lajitellaan eri teemojen mukaan ylä- ja alaluokkiin, joilla on tietyt suhteet toisiinsa (Vuori n.d). Opinnäytetyössä sisällönanalyysi tehtiin käsin ja sen esittämiseen käytettiin Microsoft Excel -ohjelmaa.

Kirjallisuuskatsauksen osiossa perehdyttiin jo olemassa olevaan aineistoon sähkökuorma-autojen mallistosta, -tekniikasta, -käytöstä ja niiden hankinnan haasteista. Kirjallisuuskatsauksen tyypiksi valittiin aihetta kuvaileva kirjallisuuskatsaus, jolla kartoitettiin aiheesta löytyvää aiempaa tietoa (Kirjallisuuskatsaukset 2021.) Kirjallisuuskatsauksessa esiteltiin myös työn tilaaja ja logistiikan perustutkinnon rakenne.

6 Tutkimuksen tulokset

Ensimmäisellä tutkimuskysymyksellä haluttiin selvittää se, miten sähkökuorma-auton poikkeavan käyttövoiman vaikutukset huomioidaan logistiikan perustutkinnon ammattitaitovaatimusten mukaisessa koulutuksessa ja hankitun osaamisen arvioinnissa näytöillä. Tutkimuksessa löydettiin sähkökäyttövoiman vaikutuksia, jotka tulee huomioida logistiikan perustutkinnon tutkinnon osien koulutuksessa ja arvioinnissa. Sähkökäyttövoiman vaikutuksista tehtiin sisällönanalyysi luokittelemaan eri vaikutuksia. Kirjallisuuskatsauksella selvitettiin sähkökuorma-auton hankintaan ja käyttöön liittyviä haasteita, esiteltiin sähkökuorma-autojen tämänhetkinen mallisto ja logistiikan perustutkinnon rakenne.

6.1 Sähkökäyttövoiman vaikutukset ammattitaitovaatimuksiin

Liitteen 4, 5 ja 6 taulukoiden ensimmäiseen ja toiseen sarakkeeseen koottiin tutkinnon osien kuorma-auton kuljettajana työskentely, kappaletavaran kuljettaminen ja lämpösäädelyjen elintarvikkeiden kuljettaminen työtehtävät ja ammattitaitovaatimukset. Taulukoiden kolmanteen sarakkeeseen kirjattiin ensimmäisen tutkimuskysymyksen mukaisesti se, miten sähkökuorma-auton poikkeavan käyttövoiman vaikutukset huomioidaan logistiikan perustutkinnon ammattitaitovaatimusten mukaisessa koulutuksessa ja hankitun osaamisen arvioinnissa. Sarakkeen kolme tietoihin tulee kiinnittää huomiota silloin, kun kyseisten tutkinnon osien osaamisen hankkiminen ja osoittaminen näytöllä suunnitellaan toteutettavaksi sähkökuorma-autolla. Kuorma-auton sähkökäyttövoima ei poista tutkinnon osan ammattitaitovaatimuksista mitään, vaan sähkökäyttövoiman ominaisuudet huomioidaan tietyissä ammattitaitovaatimuksissa eri tavalla kuin dieselkäyttövoiman ominaisuudet.

Kolmesta tarkastellusta tutkinnon osasta löytyi osittain samoja ammattitaitovaatimuksia. Samojen ammattitaitovaatimusten kohdalle eri tutkinnon osiin kirjattiin sama sähkökäyttövoiman vaikutus. Sähkökäyttövoima ei vaikuttanut kaikkiin tutkinnon osien ammattitaitovaatimuksiin. Täten osaan ammattitaitovaatimuksista ei kirjattu mitään. Jokaisen kolmen tutkinnon osan suorittaminen edellyttää kuorma-auton C-luokan ajo-oikeuden suorittamista. C-luokan ajotunnit ja ajokoe voidaan suorittaa myös sähkökuorma-autolla.

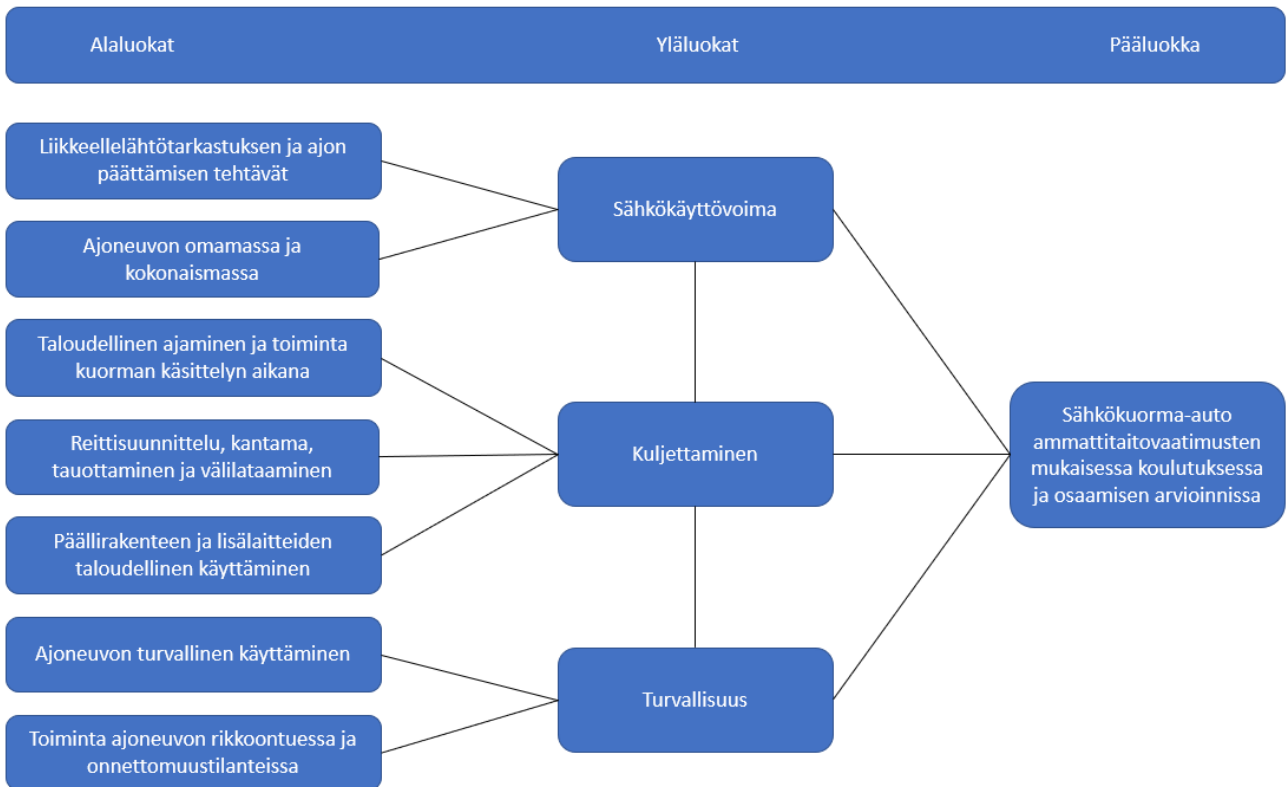
6.2 Sisällönanalyysi

Sisällönanalyysi tehtiin logistiikan perustutkinnon kolmen tutkinnon osan niistä ammattitaitovaatimuksista, joihin poikkeava sähkökäyttövoima vaikuttaa. Sähkökäyttövoiman vaikutukset kolmen tutkinnon osan ammattitaitovaatimukseen ovat nähtävissä liitteen 4, 5 ja 6 taulukoiden kolmannesta sarakkeesta. Sisällönanalyysissä sähkökäyttövoiman vaikutukset luokiteltiin samankaltaisuuksien mukaan seitsemään alaluokkaan.

Sisällönanalyysin alaluokiksi muodostuivat

- liikkeellelähtötarkastuksen ja ajon päättämisen tehtävät
- ajoneuvon omamassa ja kokonaisuudessa
- taloudellinen ajaminen ja toiminta kuorman käsittelyn aikana
- reittisuunnittelu, kantama, tauottaminen ja välilataaminen
- päällirakenteen ja lisälaitteiden taloudellinen käyttäminen
- ajoneuvon turvallinen käyttäminen
- toiminta ajoneuvon rikkoontuessa ja onnettomuustilanteissa.

Seitsemästä alaluokasta koottiin kolme yläluokkaa, joita ovat sähkökäyttövoima, kuljettaminen ja turvallisuus. Yläluokat yhdistyvät yhteen pääluokkaan, joka on sähkökuorma-auto ammattitaitovaatimusten mukaisessa koulutuksessa ja näytöissä. Sisällönanalyysi on esitettyä kuviossa 4.



Kuvio 4. Sisällönanalyysi

Kuviossa 4 vasemmalla on nähtävissä seitsemän alaluokkaa, keskellä kolme yläluokkaa ja oikealla pääluokka. Kolmella yläluokalla on keskenään yhteys toisiinsa, koska ne vaikuttavat myös toisiinsa. Seitsemän alaluokan yhdistäminen kolmeksi yläluokaksi selkeyttää sähkökuorma-autolla toteutettavaa koulutusta ja opiskelijan osaamisen arviointia. Kolme yläluokkaa sähkökäyttövoima, kuljettaminen ja turvallisuus ovat helppoja muistaa. Tutkinnon osien kouluttajan ja osaamisen arvioijan tuleekin ensisijaisesti kiinnittää huomiota yläluokkiin, kun osaamisen hankkimiseen ja osoittamiseen käytetään sähkökuorma-autoa. Seitsemän alaluokkaa täsmentää, mitä asioita yläluokkiin kuuluu.

Sähkökäyttövoima

Sähkökäyttövoima-yläluokassa kouluttajan ja arvioijan tulee kiinnittää huomiota kahteen alaluokkaan, jotka ovat liikkeellelähtötarkastuksen ja ajon päättämisen tehtävät sekä ajoneuvon omamassa ja kokonaismassa. Sähkökuorma-auton liikkeellelähtötarkastukseen kuuluvat normaalit tarkastukset kuin muillakin kuorma-auton käyttövoimilla eli esimerkiksi renkaat, valot, kuormatila,

moottorin nesteet ja käyttövoiman riittävyys. Nesteiden osalta sähkökuorma-auton liikkeellelähtötarkastuksessa tulee kiinnittää huomioita erityisesti jäähdytysnesteen oikeaan määrään, koska sähkökuorma-auto on tarkka jäähdytysnesteen oikeasta määrästä ajoakkujen jäähdytyksen ja lämmityksen takia. Jäähdytysnesteen väärä määrä voi estää ajoneuvon liikkeelle lähtemisen. Sähkömoottorista ei tarkasteta öljyä, mutta ajoneuvon alta tarkastetaan mahdolliset nestevuodot. Liikkeellelähtötarkastuksessa sähkökäyttövoiman kantama tarkastetaan kuorma-auton mittaristosta, josta näkyvät akun varaustila prosentteina ja ajoneuvon kantamana kilometreinä. Lisäksi sähkökuorma-autosta tulee huolehtia, että sille teetetään ajoneuvon huolto-ohjelman mukaiset määräaikaishuollot. Jukkaran (2023) mukaan Scania-sähkökuorma-auton määräaikaishuoltoon kuuluvat sähkötekniikan osalta sähkökoneen öljynvaihto, ajoakkujen ulkoisen kunnan ja varauksen tarkastaminen sekä sähkötoimisen kompressorin öljyn ja suodattimen vaihtaminen. Kuljettaja ei itse saa tehdä mitään sähköjärjestelmään liittyviä huoltotoimenpiteitä, ellei ole suorittanut SFS 6002 -sähkötyöturvallisuusstandardin mukaista koulutusta.

Sähkökuorma-auton ulkoisen kunnan tarkastamisessa huomiota tulee kiinnittää erityisesti akkukotelojen kuntoon, koska vaurioituneet akut ovat merkittävä turvallisuusriski. Kun sähkökuorma-auto otetaan käyttöön, on hallittava oikeaoppinen korkeajännitejärjestelmän latauksen sammuttaminen ja latauskaapelin irrottaminen. Irrotettaessa latauskaapeli siitä tulee tarkastaa kaapelin ja latausliittimen kunto. Samalla tarkastetaan latauspistokkeiden ja niiden suojakuorien kunto. Sähkökuorma-auton latauspistokkeiden rikkonaiset suojakuoret ovat hylkäysperuste myös katsastuksessa, joten ne pitää välittömästi uusia, mikäli ne olisivat rikkoutuneet. Ajon päättämisessä tulee hallita sähkökuorma-auton ajoakkujen lataukseen laittaminen ja latauksen ajastaminen, mikäli se on mahdollista. Lisäksi 24 voltin akut pitää osata kytkeä ylläpitolataukseen, jos ajoneuvo jätetään seisomaan pitkäksi aikaa. Ylläpitolatauksen ajaksi molemmat 24 voltin järjestelmän päävirtakatkaisimet tulee jättää virta kytkettynä -asentoon.

Sähkökäyttövoiman ominaisuuksiin kuuluu sähkötekniikasta johtuva dieseltekniikkaa suurempi oma- ja kokonaisuudessa, mahdollisesti suuremmat akselimassat etenkin etuakselin osalta sekä ajoneuvon erilainen painojakauma. Nämä ominaisuudet tulee huomioida kuormattaessa ajoneuvoa tasapainoiseksi, liikenteessä ajoneuvon ajokäyttäytymisessä ja ajettaessa kantavuudeltaan alem-

malla tieverkostolla tai kiinteistöjen piha-alueilla. Tiedot eri massoista selviävät sähkökuorma-auton rekisteröintitodistuksesta. Rekisteröintitodistuksen pitäminen ajoneuvon mukana tarkastetaan liikkeellelähtötarkastuksessa.

Kuljettaminen

Sähkökuorma-auton kuljettamisen yläluokkaan kuuluvat alaluokat taloudellinen ajaminen ja toiminta kuorman käsittelyn aikana, reittisuunnittelu, kantama, tauottaminen, välilataaminen ja päällirakenteen sekä lisälaitteiden taloudellinen käyttäminen. Alaluokka taloudellinen ja ennakoiva ajaminen korostuu liikuttaessa sähkökuorma-autolla, koska kuljettajan ajotavalla on merkittävä vaikutus sähköajoneuvon kantamaan. Sähkökuorma-autolla ajettaessa tulisi ymmärtää se, mihin sähköä kuluu, miten sitä säästetään ja miten sähköä tuotetaan ajon aikana. Hyödyntämällä ajoneuvon rullaamista ja ennakoimalla liikennetilanteita säästetään sähköä, koska tällöin vältetään pysähdyksiä ja kiihdytyksiä. Ajoneuvon hidastaminen kannattaisi aina, mikäli mahdollista, tehdä jarrujen sijaan hidastimella. Sähkökuorma-autossa hidastimena toimii sähkömoottori, joka hidastaessaan tuottaa sähköä ajoakuille. Käytettäessä jarruja jarrutusenergia saadaan talteen, mutta jarrujen käyttö lisää paineilman ja sähkön kulutusta sähkötoimisen paineilmakompressorin takia. Taloudellinen ajotapa on yleensä myös turvallisin ajotapa, joten sähkökuorma-autolla liikuttaessa taloudellisesti voidaan samalla edistää myönteistä yrityskuvaa ja ammatin arvostusta.

Sähkökuorma-autolla reittisuunnittelu tulee toteuttaa ottamalla huomioon ajoneuvon kantama ja kokonais- sekä akselimassat liikuttaessa alemmalla tieverkostolla ja kiinteistöjen piha-alueilla. Eri keliolosuhteissa kuljettajan olisi hyvä osata arvioida sähkökuorma-auton mahdollisesti lisääntyvä sähkönkulutus. Reittisuunnittelussa tulee huomioida myös kuljettajan tauot, jotka kannattaisi suunnitella pidettäväksi silloin, kun ajoneuvoa voidaan mahdollisesti ladata. Taukojen suunnittelussa täytyy ensisijaisesti huomioida kuljettajan ajo- ja lepoaikojen lainmukainen toteutuminen. Mikäli ennalta suunnitellulta reitiltä ajettaisiin harhaan, niin sähköajoneuvon kantaman riittävyys loppumatkalle tulee varmistaa mittaristosta ja tarvittaessa suunnitella välilataaminen reitille.

Kun sähkökuorma-autoa käytetään eri kuljetustehtäviin, niin sen päällirakenteen ja kuorman käsittelylaitteiden sähkön kulutus tulee huomioida vähentävästi ajoneuvon kantamaan. Elintarvikekul-

jetuksissa tulee ymmärtää, että kuormakorin lämmönsäätölaite käyttää ajoakkujen sähköä. Kuormakori tulisikin lämmittää tai jäähdyttää haluttuun kuljetuslämpötilaan ennen kuormaamista käyttämällä lämmönsäätölaitetta maasähköllä, mikäli se on mahdollista. Lämmönsäätölaitteen voimavirtakaapeli täytyy aina huolehtia mukaan mahdollista maasähkökäyttöä varten.

Elintarvikekuljetuksissa kuljettajan tauko kannattaa yrittää ajoittaa tilanteeseen, jolloin lämmönsäätölaitetta voidaan käyttää maasähköllä terminaalissa tai lämmönsäätölaite voidaan sammuttaa kuorman toimittamisen jälkeen.

Kuljetustehtävän aikana elintarvikekuorman purkaminen tulee tehdä mahdollisimman ripeästi, jotta kuormakorin lämmönhukkaa ja lämmönsäätölaitteen kuormittamista vältettäisiin. Kuormakorin lämmönhukkaa voidaan vähentää sulkemalla kuormakorin lastausaukko verholla tai ovella kuorman siirtämisen ajaksi. Kuorman käsittelyyn käytettävää sähkötoimista lisälaitetta kuten perälaitanostinta tulee käyttää taloudellisesti 24 voltin järjestelmän sähkön säästämiseksi, koska 24 voltin järjestelmää ladataan ajoakkujen virralla. Perälautanostimella tulee nostaa ja laskea täysiä kuormia kerrallaan. Työtehtävän aikana tulee ymmärtää kokonaisuutena taloudellisen ajamisen ja työskentelyn merkitys sähkökuorma-auton tarvittavaan latausten määrään. Latausten määrillä on suora vaikutus yrityksen talouteen sähkön hinnan ja sen kulutuksen yhteisvaikutuksena.

Turvallisuus

Turvallisuuden yläluokkaan kuuluvat alaluokat ajoneuvon turvallinen käyttäminen sekä toiminta ajoneuvon rikkoontuessa ja onnettomuustilanteissa. Käytettäessä sähkökuorma-autoa eri työtehtäviin tulee tutustua ja noudattaa työpaikkakohtaista ohjeistusta sähkökuorma-autojen käytöstä, mikäli sellainen on laadittu. Mahdollisen ohjeistuksen lisäksi tai sen puuttuessa kokonaan tulee tunnistaa ja arvioida työpaikan vaaroja sähkökuorma-auton lataukseen, käyttöön, pesuun ja pysäköimiseen liittyen. Esimerkiksi kuorma-auton tukikohdassa tulee kiinnittää huomioita latauspaikan siisteyteen. Voimakasta painepesua ei myöskään pidä kohdistaa suoraan korkeajännitekaapeleihin tai sähkökoteloihin.

Sähkökuorma-autolla ajettaessa tulee välttää akkukotelojen kolhimista esimerkiksi lumipenkkoihin, isoihin kiviin tai liikenne-esteisiin. Ajoneuvon kunnosta huolehdittaessa akkukotelojen ulkoinen kunto tulee tarkastaa. Mikäli akkukotelossa havaitaan ulkoinen vaurio, niin ajoneuvon akusto

tulee tarkastuttaa asiantuntevassa huollossa. Mikäli sähkökuorma-autossa ilmenee jokin tekninen vika, niin kuljettajan tulee osata käyttää ajoneuvon sähköistä käyttöohjekirjaa. Käyttöohjekirja ohjeistaa esimerkiksi irrottamaan nivelakselin taka-akselin vetopyörästöstä aina, mikäli ajoneuvoa joudutaan hinaamaan. Hinaaminen irrottamatta nivelakselia voi rikkoa korkeajännitejärjestelmää, koska vetävän akselin pyöriessä sähkömoottori tuottaa jännitettä mahdollisesti rikkoontuneelle korkeajännitejärjestelmälle. Hinattaessa ajoneuvo on pidettävä tyhjäkäynnillä, mikäli se on mahdollista. Kuljettajan tulee oman osaamisensa lisäksi myös ohjeistaa ajoneuvon seuraavaa käyttäjää tai muuta yrityksen henkilöstöä sähkökuorma-auton käyttöön. Pysäköitäessä sähköajoneuvo sisälle halliin se pitää turvallisuussyistä eristää liputtamalla. Tällöin poikkeavan käyttövoiman omaava ajoneuvo huomataan sisätilassa helposti.

Onnettomuustilanteissa tulee osata arvioida sähkökuorma-auton riskit ja vaarat. Onnettomuustilanteessa toimitaan ensisijaisesti yleisen onnettomuuden toimintaohjeen mukaisesti eli ensiksi soimitaan hätäkeskukseen, kerrotaan onnettomuudesta ja siinä mukana olevasta sähkökuorma-autosta. Tämän jälkeen estetään lisäonnettomuudet, siirretään loukkaantuneet turvaan ja varoitetaan muuta liikennettä. Näiden toimenpiteiden jälkeen, mikäli mahdollista, tarkastetaan korkeajänniteakkujen kolhiintuminen, mikäli tarkastamisen voi tehdä turvallisesti. Tarkastettaessa ajoakkuja tulee tarkkailla sitä, säteileekö akustosta lämpöä tai muodostuuko niistä savua, koska nämä ovat merkkejä alkavasta akkupalosta. Mikäli akusta säteilee runsaasti lämpöä tai tulee savua, täytyy akkupalon vaarallisuus ymmärtää sekä osata toimia tilanteen mukaan. Havaittaessa akkupalon kuorma-auton ympäriltä on eritettävä riittävä alue, koska litiumioniakkujen palo tuottaa roiskeita ja palon savukaasu on erittäin myrkyllistä. Lisäksi palavassa akustossa on räjähtämisen vaara. Litiumioniakkua ei voi sammuttaa ajoneuvon jauhesammuttimella, vaan pelastuslaitoksen tulee sammuttaa akusto jäähdyttämällä sitä runsaalla määrällä vettä.

6.3 Kirjallisuuskatsauksen analyysi

Opinnäytetyössä kirjallisuuskatsauksella saatiin kattavasti perustietoa sähkökuorma-autoista. Kirjallisuuskatsaus jaettiin kahteen päälukuun, joissa käsiteltiin sähkökuorma-autoa ja ammatillisen tutkinnon perusteita. Sähkökuorma-auto-osiossa löydettiin vastaukset tutkimuskysymyksiin sähkökuorma-auton hankinnan ja käytön haasteista, tämänhetkisestä sähkökuorma-automallistosta ja sen rajoitteista. Sähkökuorma-auton hankinnan ja käytön suurimmaksi haasteeksi osoittautui la-

tausverkoston puute. Muita haasteita olivat sähkökuorma-auton korkeampi hankintahinta, sähkökuorma-autojen malliston rajoitteet ja tietyillä suoritealoilla sähkötekniikasta johtuva ajoneuvon massojen, akselivälin sekä kokonaispituuden kasvu.

Sähkökuorma-automallisto osoittautui melko laajaksi. Sähkötekniikassa oli eroja sähkömoottorin ja vaihteiston sijainnin osalta. Vaihteistot olivat sähköisiä tai perinteisiä robottivaihteistoja. Sähkökuorma-automallisto painottui kaksi- ja kolmeakselisiin malleihin. Teliveto ja neliakselinen alusta oli tarjolla yhdellä valmistajalla. Sähkökuorma-autojen ajoneuvoyhdistelmämassat jäivät 40–64 tonniin. Näiden syiden takia sähkökuorma-auto ei vielä soveltunut hyötykuormiltaan raskaille suoritealoille. Lisäksi sähkökuorma-automallistossa oli voiman ulosotosta johtuvia rajoitteita eri suoritealoilla tarvittaville lisälaitteille. Ammatillisen tutkinnon perusteet -osiossa esiteltiin logistiikan perustutkinnon rakenne ja tutkinnon osat.

Kirjallisuuskatsauksen osiossa saatiin vastaukset tutkimuskysymyksiin tutustumalla eri lähteisiin ja osallistumisella ammattipätevyyden jatkokoulutuspäivään Sähkökuorma-autot ja liikenteen sähköistyminen. Kirjallisuuskatsaus tuki ensimmäisen tutkimuskysymyksen sisällönanalyysin tekemistä, koska kirjallisuuskatsauksessa esiteltiin sähkökuorma-auton tekniikkaa, sähkökuorma-autolla ajamista ja sähkökäyttövoimaa verrattiin muihin käyttövoimiin. Ammatillisen tutkinnon perusteet -osiossa nostettiin esille kolme logistiikan perustutkinnon tutkinnon osaa, joiden ammattitaitovaatimusten mukaiseen osaamisen hankkimiseen ja osoittamiseen kuorma-auton sähkökäyttövoiman vaikutuksia haluttiin selvittää. Kirjallisuuskatsauksessa ei esiintynyt ristiriitoja eri lähteiden välillä.

7 Pohdinta

Tutkimuksessa löydetty sähkökuorma-auton poikkeavan käyttövoiman vaikutukset logistiikan perustutkinnon ammattitaitovaatimusten mukaiseen koulutukseen ja osaamisen arviointiin näytöllä koottiin yhteen sisällönanalyysilla. Sisällönanalyysilla seitsemästä alaluokasta muodostettiin kolme helposti muistettavaa yläluokkaa, jotka olivat sähkökäyttövoima, kuljettaminen ja turvallisuus. Sisällönanalyysin ylä- ja alaluokkiin sisältyvät asiat tuli huomioida logistiikan perustutkinnon ammattitaitovaatimusten mukaisessa koulutuksessa ja osaamisen arvioinnissa silloin, kun käytössä oli sähkökuorma-auto. Sähkökäyttövoiman yksityiskohtaiset vaikutukset kolmen tutkinnon osan ammattitaitovaatimukseen on esitetty liitteissä 4,5 ja 6.

7.1 Tulosten merkitys toimeksiantajalle

Tutkimuksessa löydetyillä tuloksilla on merkitystä opinnäytetyön toimeksiantajalle, koska toimeksiantajan opetus- ja ohjaushenkilöstö hyödyntävät oppilaitoksen sähkökuorma-autoa logistiikka-alan ammatillisten tutkinnon osien kouluttamiseen. Tutkimuksen tuloksia voidaan käyttää apuna suunniteltaessa opetusta ja opiskelijan ammattiosaamisen näyttöjä niin, että sähkökäyttövoima huomioidaan tutkinnon osien ammattitaitovaatimuksissa. Tutkimuksen tulokset nostavat esille sen, mihin asioihin koulutuksessa ja näyttöjen arvioinnissa tulee kiinnittää huomioita, kun opetus tai näyttö toteutetaan sähkökuorma-autolla. Opinnäytetyön tuloksilla vahvistetaan työn tilaajan henkilöstön osaamista sähkökuorma-autoista.

7.2 Tulosten merkitys toimialalle ja yhteiskuntaan

Opinnäytetyön tuloksia voidaan hyödyntää myös muissa logistiikka-alan oppilaitoksissa, mikäli niillä tulevaisuudessa on koulutuskäytössään sähkökuorma-auto. Mikäli kuljetusalan yrityksellä on sähkökuorma-auto, niin opinnäytetyön tuloksia voidaan hyödyntää opiskelijan osaamisen arvioinnissa työpaikalla toteutettavassa koulutuksessa ja ammattiosaamisen näytössä, mikäli näyttö suoritetaan yrityksessä sähkökuorma-autolla. Näytössä tuloksia hyödyntävät arvioivan opettajan lisäksi yrityksen työpaikkaohjaaja tai muu työelämän edustaja, joka toimii näytön toisena arvioijana. Kuljetusyritykset, joilla ei vielä ole käytössään sähkökuorma-autoa, voivat hyödyntää opinnäytetyötä suunnitellessaan sähkökuorma-auton hankintaa, käyttöä ja käyttökoulutusta henkilöstölleen. Yhteiskunnallisesti opinnäytetyö nostaa sähkön yhdeksi varteenotettavaksi raskaan liikenteen käyttövoimaksi matkalla kohti nollapäästöjä. Samalla opinnäytetyössä nousevat esille tämänhetkiset haasteet sähkökäyttövoiman laajempaan käyttöön maantiekuljetuksissa.

7.3 Luotettavuus ja eettisyys

Opinnäytetyön haasteena oli se, että sähkökuorma-auto oli aiheena uusi, joten aiheesta ei löytynyt aiempaa tutkimustietoa. Opinnäytetyön tutkimusaineisto perustui sähkökuorma-auton valmistajilta saataviin tietoihin ja toimialan julkaisuihin. Aineiston heikkoutena oli se, että kuorma-auton valmistajat halusivat kertoa omista tuotteistaan vain vahvuuksia, muttei heikkouksia kilpailijoihin nähden. Uusinta sähkötekniikkaa ei haluttu kertoa julkisesti alan kovan kilpailun takia. Sähkökuorma-autojen tekniikka ei myöskään ollut vakiintunutta. Esimerkiksi osassa sähkökuorma-automalleista käytettiin sähköistä vaihteistoa ja osassa perinteistä automatisoitua robottivaihteistoa.

Samoin sähkömoottorin sijainti vaihteli eri kuorma-automerkeillä. Ammattikäytössä sähkökuorma-autoja oli vielä niin vähän, etteivät kaikki niiden edut kuorma-automarkkinoiden yleisimpään dieselkäyttövoimaan olleet välttämättä tulleet esille. Myöskään ei tiedetty sitä, että jäävätkö ladattavat sähkökuorma-autot kehityksessä välimalliksi, mikäli tulevaisuudessa vetykäyttöiset sähkökuorma-autot tulisivat markkinoille.

7.4 Jatkotutkimuskohteet

Jatkotutkimus samasta aiheesta olisi mahdollinen toteuttaa muutamien vuosien kuluttua. Tuolloin sähkökuorma-autot ja -rekat olisivat mahdollisesti yleistyneet nykyistä useammille suoritealoille. Tutkimusta voisi tällöin laajentaa logistiikan perustutkinnon muihin tutkinnon osiin, jotka käsittelevät eri suoritealoja ja myös yhdistelmäajoneuvokuljetuksia. Mikäli vetykuorma-autoja olisi jo käytössä, niin tutkimusta voisi laajentaa myös niihin. Jatkotutkimuksen voisi myös toteuttaa logistiikan ammatillisten tutkinnon perusteiden uudistuttua seuraavan kerran todennäköisesti muutaman vuoden kuluttua. Erillisenä tutkimusaiheena kuljetusyrietykset voisivat olla kiinnostuneita siitä, että sähkökäyttöisen kuorma-auton tai -ajoneuvoyhdistelmän soveltuvuutta tutkittaisiin yrityksen tietyille reitille. Tulevaisuudessa myös sähkö- ja vetyajoneuvon hankintaa samaan kuljetustehtävään voitaisiin verrata keskenään.

Lähteet

Ajoneuvoluokat. 2023. Liikenne- ja viestintävirasto Traficom. Tiedot verkkosivuilla. Viitattu 10.6.2023. <https://www.traficom.fi/fi/liikenne/tieliikenne/ajoneuvoluokat?toggle=Auto>.

Ammattilehti koeajaa: Volvo FE Electric ja FL Electric - Vaikuttavia täyssähköautoja kuorma-auto-
luokkaan. 2020. Ammattilehti.fi. Artikkelit verkkosivuilla. Julkaistu 3.5.2020. Viitattu 4.7.2023.

Arvinen, M. 2022. Raskas liikenne vaatii raskasta latausta. Sähkömaailma. Artikkelit verkkosivuilla.
Julkaistu 25.2.2022. Viitattu 26.3.2023. <https://www.sahkomaailma.fi/raskas-liikenne-vaatii-raskasta-latausta/>.

Battery electric vehicle (BEV). 2023. Man Truck & Bus. Tiedot verkkosivuilla. Viitattu 11.6.2023.
<https://www.mantruckandbus.com/en/company/glossary/battery-electric-vehicle-bev.html>.

Cables. 2021. E-Mobility Engineering. Tiedot verkkosivuilla. Viitattu 13.6.2023.
<https://www.emobility-engineering.com/high-voltage-cables/>.

eActros ja sen palvelut. 2023. Daimler truck AG. Tiedot verkkosivuilla. Viitattu 22.3.2023.
https://www.mercedes-benz-trucks.com/fi_FI/emobility/world/our-offer/eactros-and-services.html.

eEconic. 2023. Daimler truck AG. Tiedot verkkosivuilla. Viitattu 22.3.2023. https://www.mercedes-benz-trucks.com/fi_FI/models/eeconic.html.

Electric trucks essential to meeting Paris goals – government study. 2018. Transport & Environ-
ment. Artikkelit verkkosivuilla. Julkaistu 31.8.2018. Viitattu 26.3.2023. <https://www.transportenvironment.org/discover/electric-trucks-essential-meeting-paris-goals-government-study/>.

Engdahl, H. 2021. Toimiva latausstrategia laajentaa sähkökuorma-auton kantamaa. Uutinen verk-
kosivuilla. Julkaistu 29.11.2021. Viitattu 29.3.2023. <https://www.volvotrucks.fi/fi-fi/news/insights/articles/2021/nov/How-a-good-charging-strategy-can-extend-an-electric-trucks-range.html>.

Euroopan laajuinen liikenneverkko TEN-T. 2023. Väylävirasto. Tiedot verkkosivuilla. Viitattu
26.3.2023. <https://vayla.fi/vaylista/liikennejarjestelma/tent>.

Fossiilittoman liikenteen foorumin aiheena jakelu – sähköä, kaasua ja vetyä liikenteeseen. 2021.
Liikenne- ja viestintäministeriö. Tiedote. Julkaistu 15.11.2021. Viitattu 26.3.2023.
<https://www.lvm.fi/-/fossiilittoman-liikenteen-foorumin-aiheena-jakelu-sahkoa-kaasua-ja-vetya-liikenteeseen-1579138>.

Hae hankintatukea sähkö- ja kaasukäyttöiselle kuorma-autolle. N.d. Liikenne ja viestintävirasto
Traficom. Tiedot verkkosivuilla. Viitattu 26.3.2023. <https://www.traficom.fi/fi/asioi-kansamme/hae-hankintatukea-sahko-ja-kaasukayttoiselle-kuorma-autolle>.

Hallitus kannattaa tiukennuksia raskaan kaluston CO₂-päästöihin – biokaasu huomioitava. 2023.
Liikenne- ja viestintäministeriö. Tiedote verkkosivuilla. Julkaistu 30.3.2023. Viitattu 31.3.2023.

<https://valtioneuvosto.fi/-/1410829/hallitus-kannattaa-tiukennuksia-raskaan-kaluston-co2-paas-toihin-biokaasu-huomioitava>.

IAA: BYD tuo kaksi sähkökuorma-autoa Eurooppaan. 2022. Kuljetusnet.fi. Uutinen verkkosivulla. Julkaistu 29.11.2022. Viitattu 10.6.2023. <https://kuljetusnet.fi/iaa-byd-tuo-kaksi-sahkokuorma-auto-eurooppaan.html>.

ILO – Ilmastoystävällisen logistiikka-alan osaamiskeskittymä. 2023. Riveria. Tiedot verkkosivulla. Viitattu 16.3.2023. <https://www.riveria.fi/riveria/hankkeet-ja-kehittamistoiminta/#/?RepoProject=39>.

Jukkara, M. 2023. Sähkökuorma-autot ja liikenteen sähköistyminen. Tuotepäällikkö. Scania Suomi. Ammattipätevyyden jatkokoulutuspäivän luennot ja materiaali 27.3.2023.

Kaikki kuorma-automallit. Täyssähköisinä. 2023. Volvo. Tiedot verkkosivulla. Viitattu 22.3.2023. <https://www.volvotrucks.fi/fi-fi/trucks/alternative-fuels/electric-trucks.html>.

Kirjallisuuskatsaukset. 2021. Opinnäytetyön ohjaajan käsikirja. Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Tiedot verkkosivulla. Viitattu 27.2.2023. <https://oppimateriaalit.jamk.fi/yamk-kasikirja/kirjallisuuskatsaukset/>.

Kokonaismassat ja -mitat. Tasakuorma-autojen ja yhdistelmien suurimmat massat ja mitat Suomessa 21.1.2019 alkaen. 2019. Volvo. Juliste. Viitattu 31.7.2023. https://www.volvotrucks.fi/content/dam/volvo-trucks/markets/finland/trucks/TASAKUORMA-AUTO_juliste_2019.pdf.

Kokonaismassat ja -mitat. Vetoautojen ja yhdistelmien suurimmat massat ja mitat Suomessa 21.1.2019 alkaen. 2019. Volvo. Juliste. Viitattu 31.7.2023. https://www.volvotrucks.fi/content/dam/volvo-trucks/markets/finland/trucks/VETOAUTO_juliste_2019.pdf.

Koritehtailijat 2020. ATP-luokitukset, lyhyt oppimäärä. Artikkelit EL-Korin verkkosivulla. Julkaistu 31.8.2020. Viitattu 5.4.2023. <https://el-kori.fi/post/atp-luokitukset-lyhyt-oppimäärä>.

Kuokka, P. 2023. Logistiikka-alan lehtori. Riveria. Haastattelu 17.2.2023.

Laadullisen tutkimuksen tekeminen. N.d. SurveyMonkey. Tiedot verkkosivuilla. Viitattu 27.2.2023. <https://fi.surveymonkey.com/mp/conducting-qualitative-research/>.

LFP Battery VS NMC Battery: Who's the winner? 2023. Artikkelit verkkosivulla. Julkaistu 24.1.2022. Viitattu 25.3.2023. <https://batteryfinds.com/lfp-battery-vs-nmc-battery-whos-the-winner/>.

Logistiikan perustutkinto. 2022. Tutkinnon perusteet. Opetushallitus, 1–3, 11–13, 18–22. Julkaistu 30.12.2022. Viitattu 16.3.2023. <https://eperusteet.opintopolku.fi/eperusteet-service/api/documentit/8579971>.

Logistiikka-ala. 2023. Riveria. Tiedot verkkosivulla. Viitattu 13.6.2023. <https://www.riveria.fi/koulutusala/logistiikka-ala/>.

Mercedes-Benz Truck launches series-production model of eActros electric heavy-duty truck. 2021. Green Car Congress. Artikkele verkkosivulla. Julkaistu 1.7.2021. Viitattu 20.3.2023. <https://www.greencarcongress.com/2021/07/20210701-eactros.html>.

Mikä on Riveria. 2023. Riveria. Tiedot verkkosivulla. Viitattu 13.6.2023. <https://www.riveria.fi/riveria/esittely/>.

Neste lataus Hankasalmi Jari-Pekka. N.d. Tiedot verkkosivulla. Viitattu 29.3.2023. <https://www.neste.fi/asema/neste-lataus-hankasalmi-jari-pekka>.

Rekisteröintitodistus. 2023. Traficom. Päivämäärä 7.3.2023. Osa 1, tekninen osa.

Sähkökuorma-auto. 2023. Scania Suomi. Tiedot verkkosivulla. Viitattu 22.3.2023. <https://www.scania.com/fi/fi/BEV.html>.

Tieliikennelaki 729/2018. Annettu 10.8.2018. Viim. muutos 23.3.2023. Viitattu 1.4.2023. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2018/20180729>.

Tutkintojen perusteet. 2023. Opetushallitus. Tiedot verkkosivulla. Viitattu 16.3.2023. <https://www.oph.fi/fi/koulutus-ja-tutkinnot/tutkintojen-perusteet>.

Törnquist, L. 2019. The Volvo FL Electric: How does it work? Volvo trucks. Uutinen verkkosivulla. Julkaistu 18.11.2019. Viitattu 20.3.2023. <https://www.volvotrucks.com/en-en/news-stories/stories/2019/nov/tech-in-focus-volvo-fl-electric.html>.

Vuori, J. N.d. Laadullinen sisällönanalyysi. Tietoarkisto. Tampereen yliopisto. Tiedot verkkosivulla. Viitattu 30.4.2023. <https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvali/analyysitavan-valinta-ja-yleiset-analyysitavat/laadullinen-sisallanalyysi/>.

Volvo FH Electric. Kaupungista toiseen mukavasti. 2023. Volvo. Tiedot verkkosivulla. Viitattu 4.7.2023. <https://www.volvotrucks.fi/fi-fi/trucks/trucks/volvo-fh/volvo-fh-electric.html>.

Volvo tarjoaa sähkökuorma-autoja, jotka soveltuvat hyvin kaupunkirakentamiseen. 2023. Volvo. Artikkele verkkosivulla. Julkaistu 28.2.2023. Viitattu 4.7.2023. <https://www.volvotrucks.fi/fi-fi/news/press-releases/2023/feb/volvo-offers-electric-trucks-well-suited-for-construction.html>.

Volvo trucks – Moottorivalikoima. 2023. Volvo. Tiedot verkkosivulla. Viitattu 7.4.2023. <https://www.volvotrucks.fi/fi-fi/trucks/features/volvo-trucks-engine-range.html>.

Yhtymähallitus. 2023. Pöytäkirja. Ilo-hankkeeseen liittyvä hybridikuorma-auton hankinta. Pohjois-Karjalan koulutuskuntayhtymä. Julkaistu 26.1.2023. Pohjois-Karjalan koulutuskuntayhtymän tietojärjestelmä.

Yli 16 tonnin kuorma-autojen ensirekisteröinnit merkeittäin 2023. Autoalan tiedotuskeskus. Tilasto verkkosivulla. Viitattu 25.3.2023. https://www.aut.fi/tilastot/ensirekisteroinnit/kuorma-autojen_vuosittaiset_merkkitilastot/yli_16_tonna.

Liitteet

Liite 1. Kuorma-auton kuljettajana työskentely, 35 osp (106947)

Lähde: Logistiikan perustutkinto 2022, 11–13.

Ammattitaitovaatimukset

Opiskelija valmisteele kuorma-auton työtehtävään. Opiskelija

- suorittaa B ja C luokan ajo-oikeuden
- suorittaa vaarallisten aineiden (ADR) kappaletavarakuljetuksiin oikeuttavan perusajoluvan
- tarkastaa ajo-oikeuteen liittyvät luvat ja pätevyudet sekä ajoneuvon asiakirjat
- käyttää henkilökohtaista digitaalisen ajopiirturin kuljettajakorttia
- ottaa toiminnassaan huomioon yhteisen työpaikan eri toimijoiden roolit ja vastuut
- osaa tunnistaa työpaikan vaaroja ja haitallisia kuormitustekijöitä
- toimii työpaikan ohjeiden ja säännösten mukaisesti
- arvioi ajo ja työkuuntensa ja tunnistaa omaan tilaansa liittyvät riskit
- tekee työnsä vastuullisesti
- puukeutuu työtehtävän ja työturvallisuusvaatimusten edellyttämällä tavalla
- kehittää omaa osaamistaan ja työtaitojaan
- varmistaa ajoneuvon tieliikennekelppoisuuden
- suorittaa kuljettajalle kuuluvat päivittäiset huolto ja korjaustoimet
- varmistaa ajoneuvon tarvitseman käyttövoiman riittävyyden työtehtävän aikana
- valmistaa ajoneuvon ja kuormatilan työtehtävää varten
- ylläpitää ajoneuvon ja työympäristön siisteyttä.

Opiskelija kuormaa ajoneuvon oikein. Opiskelija

- selvittää ajoneuvon kantavuuden ja kuormituskyvyn
- kuormaa ajoneuvon kuormaamista koskevien säädösten mukaan

Opiskelija kuljettaa ajoneuvoa piha-alueilla ja terminaaleissa. Opiskelija

- noudattaa piha-aluetta koskevia liikennesääntöjä ja huomii muun liikenteen
- varmistaa kuormauksen ja kuljetuksen alkaessa yrityskohtaisen ohjeistuksen
- noudattaa tyhjäkäyntiä koskevia säädöksiä
- pysäköi ajoneuvon turvallisesti tarkoituksen mukaiseen paikkaan
- pysäköitäessä varmistaa ajoneuvon paikallaan pysymisen ja lukitsee ajoneuvon.

Opiskelija kuljettaa ajoneuvoa liikenteessä. Opiskelija

- käyttää karttaohjelmia reitin suunnitteluun
- käyttää ajopiirturia ja työaikaä valvovaa tai työaikaä tallentavaa järjestelmää
- noudattaa liikennesääntöjä sekä olosuhteiden edellyttämää huolellisuutta ja varovaisuutta
- ajaa turvallisesti, taloudellisesti ja ennakoivasti erilaisissa liikennetilanteissa ja olosuhteissa
- käyttää ajoneuvon turvalaitteita säädösten mukaisesti
- käyttää ajoneuvossaan olevia varusteita ja kuljettajaa avustavia järjestelmiä turvallisesti.

Opiskelija toimii asiakaspalvelutilanteissa suomen, ruotsin tai saamen kielellä. Opiskelija

- toimii asiakkaan kanssa vuorovaikutustilanteissa
- informoi asiakasta työtehtävän edellyttämällä tavalla

- käsittelee asiakasreklamaatio tai ristiriitatilanteet
- osaa käyttää sosiaalisia vuorovaikutustaitoja erilaisissa toimintaympäristöissä
- käyttää työtehtävän edellyttämää digitaalista järjestelmää.

Opiskelija työskentelee ammattinsa ja työpaikkansa edun mukaisesti. Opiskelija

- on motivoitunut ja työskentelee vastuullisesti
- kehittää ammattinsa arvostusta ja edistää myönteistä yrityskuvaa omalla toiminnallaan
- tunnistaa omasta toiminnastaan aiheutuvat kustannukset
- dokumentoi työaikansa ja työtehtävänsä toteutumisen laskutusta ja palkanmaksua varten.

Opiskelija huomioi inhimillisten tekijöiden vaikutukset liikenne ja työturvallisuuteen. Opiskelija

- varmistaa työkykyisyytensä työtehtävään ja tunnistaa omaan tilaansa sekä ajoterveyteen liittyvät riskit
- arvioi omien voimavarojensa riittävyyttä paineensietokykyä vaativassa työtehtävässä toimimiseen
- arvioi työskentelyyn liittyviä työturvallisuusriskejä ja vaaratilanteita.

Opiskelija estää toiminnallaan kuljetusrikollisuutta. Opiskelija

- valvoo ajoneuvon ja lähetysten turvallisuutta taukojen ja pysähdysten aikana
- varmistaa ajoneuvon, kuormakorien ja perälaudan lukinnan ja asennon.

Opiskelija toimii ongelmatilanteissa. Opiskelija

- osaa toimia harhaan ajettaessa rauhallisesti ja suunnitelmallisesti tilanteen korjaamiseksi
- toimii ohjeiden mukaan ajoneuvon rikkoontuessa
- ehkäisee toiminnallaan tapaturmia
- osaa toimia hätätilanteissa sekä onnettomuuden ja sairauskohtauksen sattuessa
- hallitsee ensiavun antamisen perusteet tavallisissa ensiapua vaativissa tilanteissa
- tunnistaa vaaratilanteet ja estää lisävahinkojen syntymisen
- ilmoittaa työtehtävän keskeytymisestä ja muutoksista
- tietää toimintatavat sairastumistilanteissa
- ilmoittaa ajoneuvon ja sen laitteissa olevista vioista ja puutteista.

Opiskelija luovuttaa ajoneuvon työtehtävän päätteeksi. Opiskelija

- huolehtii ajoneuvon kunnosta ja siisteydestä
- ohjeistaa työvuoron päättyessä seuraavan kuljettajan tai työnjohdon
- huolehtii käyttövoiman riittävydestä ajoneuvon seuraavaan työtehtävään
- jättää ajoneuvon turvalliseen paikkaan
- varmistaa ajoneuvon paikallaan pysymisen
- lukitsee ajoneuvon.

Liite 2. Kappaletavaran kuljettaminen, 35 osp (106948)

Lähde: Logistiikan perustutkinto 2022, 18–19.

Ammattitaitovaatimukset

Opiskelija valmisteele kappaletavarakuljetuksen. Opiskelija

- suorittaa C luokan ajo-oikeuden
- suorittaa vaarallisten aineiden (ADR) kappaletavarakuljetuksiin oikeuttavan perusajoluvan
- tarkistaa ajo-oikeuteen liittyvät luvat ja pätevyydet sekä ajoneuvon asiakirjat
- valmisteele ja ottaa käyttöönsä kuorma-auton kappaletavarakuljetustehtävään
- käyttää ajopiirturia ja työaika valvovaa tai työaika tallentavaa järjestelmää
- siirtyy tarkoituksenmukaisinta reittiä kohteeseen
- pysäköi kuorma-auton lastauspaikalle turvallisesti
- varmistaa lastaus ja purkuohjeistuksen
- varmistaa kuorma-auton mitat ja massat
- huomioi kuorma-auton, varusteiden ja lisälaitteiden huolto ja korjaustarpeen
- varmistaa ja huolehtii työympäristön, kuorma-auton siisteydestä kuljetustehtävänsä aikana
- suunnittelee kappaletavarakuljetuksen
- valitsee kuljetustehtävään soveltuvan reitin.

Opiskelija toimii työssään turvallisesti ja vastuullisesti. Opiskelija

- pukeutuu työtehtävän ja työturvallisuusvaatimusten edellyttämällä tavalla
- tunnistaa työn riskitekijät ja toimii työpaikan ohjeiden sekä työturvallisuusvaatimusten mukaisesti
- tunnistaa omaan tilaansa liittyvät riskit sekä niiden vaikutukset liikenne ja työturvallisuuteen
- työskentelee turvallisesti ja ergonomisesti

Opiskelija lastaa ja purkaa kappaletavarakuorman. Opiskelija

- tarkistaa kuljetusasiakirjat ja varmistaa mahdollisen lisäohjeistuksen
- käyttää kappaletavarakuljetuksissa kuormaukseen ja purkamiseen tarvittavia lisälaitteita ja välineitä
- varmistaa kuorman paikallaan pysymisen säädösten edellyttämällä tavalla
- kuormaa kuormatilan kuljetustaloudellisesti parhaan täyttöasteen saavuttamiseksi
- käyttää digitaalisia tiedonkeruujärjestelmiä ja osaa selittää niiden merkityksen tavarankuljetuksessa.

Opiskelija suorittaa kappaletavarakuljetuksen. Opiskelija

- ottaa huomioon kuorma-auton massan ja korkeuden vaikutuksen ajoneuvon käyttäytymiseen
- arvioi olosuhteet alemmalla tieverkolla ajettaessa huomioiden kuorma-auton kokonaismassan
- ajaa turvallisesti, taloudellisesti ja ennakoivasti erilaisissa liikennetilanteissa
- noudattaa liikennesääntöjä
- huomioi muun liikenteen ajaen ennakoivasti
- toimii ohjeiden mukaisesti aikataulun ja ajoreitin osalta
- tiedottaa tai varmistaa asiakkaan tiedonsaannin myös poikkeustilanteesta
- pysäköi kuorma-auton turvalliseen paikkaan
- osaa selvittää milloin, miksi ja missä lepotauko pidetään
- hallitsee ajankäytön työskentelyssään.

Opiskelija tekee yhteistyötä kappaletavarakuljetukseen liittyvien toimijoiden kanssa. Opiskelija

- osaa toimia reklamaatiotilanteissa
- osaa kertoa yrityksen käytänteet kuljetusvahingoissa ja tavarankuljetukseen liittyvät korvausvastuut
- toimii vuorovaikutuksessa asiakkaiden ja muiden kuljettajien sekä työntekijöiden kanssa
- luo myönteistä yrityskuvaa omalla toiminnallaan.

Opiskelija lopettaa kappaletavarakuljetustehtävän. Opiskelija

- tekee tarvittavat ajon lopetustoimet kuorma-autolle
- varmistaa kuorma-auton paikallaan pysymisen ja lukitsemisen
- tekee tarvittavat kirjaukset työajasta työvuoron päättyessä
- osaa tehdä vikailmoituksen.

Liite 3. Lämpösäädelyjen elintarvikkeiden kuljettaminen, 35 osp (106949)

Lähde: Logistiikan perustutkinto 2022, 20–22.

Ammattitaitovaatimukset

Opiskelija valmistee lämpösäädelyjen elintarvikekuljetuksen. Opiskelija

- suorittaa C luokan ajo-oikeuden
- tarkastaa ajo-oikeuteen liittyvät luvat ja pätevyudet sekä ajoneuvon asiakirjat
- osaa käsitellä pakkaamattomia ja helposti pilaantuvia elintarvikkeita elintarvikealalla vaadittavan hygieniasääntöjen mukaisesti
- valmistee ja ottaa käyttöönsä kuorma-auton lämpösäädelyjen elintarvikekuljetustehtävään
- varmistaa lämpösäädelyjen elintarvikekuljetukseen tarvittavien varusteiden kunnan
- varmistaa ja huolehtii työympäristön ja kuorma-auton siisteydestä kuljetustehtävänsä aikana
- käyttää ajopiirturia ja työaikaa valvovaa tai työaikaa tallentavaa järjestelmää
- pysäköi kuorma-auton lastauspaikalle turvallisesti
- varmistaa kuljetuslämpötilan, lastaus ja purkuohjeistuksen
- valmistee kuorma-auton lastausta ja purkua varten
- varmistaa tuotteiden määrän ja yhteensopivuuden
- säätää kuormatilan kuljetuslämpötilan ja valvoo sitä kuljetuksen ajan
- suunnittelee lämpösäädelyjen elintarvikekuljetuksen
- valitsee kuljetustehtävään soveltuvan reitin.

Opiskelija toimii työssään turvallisesti ja vastuullisesti. Opiskelija

- puukeutuu työtehtävän ja työturvallisuusvaatimusten edellyttämällä tavalla
- tunnistaa työn riskitekijät ja toimii työpaikan ohjeiden sekä työturvallisuusvaatimusten mukaisesti
- tunnistaa omaan tilaansa liittyvät riskit sekä niiden vaikutukset liikenne ja työturvallisuuteen
- työskentelee turvallisesti ja ergonomisesti

Opiskelija lastaa ja purkaa lämpösäädelyjen elintarvikekuljetuksen. Opiskelija

- tarkistaa kuljetusasiakirjat ja varmistaa mahdollisen lisäohjeistuksen
- varmistaa kuormakorin kylmälaitteiden ja tasojen kunnan
- etsii kylmälaitteiden vikakoodin häiriötilanteessa
- ennakoii kuljetuslämpötilan lastauksen valmistelussa
- huomioi ilmanvirtauksen kuormatilassa
- varmistaa kuorman paikallaan pysymisen säädösten edellyttämällä tavalla
- kuormaa kuormatilan kuljetustaloudellisesti parhaan täyttöasteen saavuttamiseksi
- varmistaa kuorman purkujärjestyksen kuljetustaloudellisesti
- käyttää lämpösäädelyjen elintarvikekuljetuksissa purkamiseen tarvittavia lisälaitetta ja välinettä
- käyttää digitaalisia tiedonkeruujärjestelmiä ja osaa selittää niiden merkityksen tavarankuljetuksessa.

Opiskelija suorittaa lämpösäädelyjen elintarvikekuljetuksen. Opiskelija

- ottaa huomioon kuorma-auton massan ja korkeuden vaikutuksen ajoneuvon käyttäytymiseen
- arvioi olosuhteet alemmalla tieverkolla ajettaessa huomioiden kuorma-auton kokonaisuusmassan
- ajaa turvallisesti, taloudellisesti ja ennakoivasti erilaisissa liikennetilanteissa
- noudattaa liikennesääntöjä • huomioi muun liikenteen ajaen ennakoivasti

- tunnistaa muuttuvat olosuhteet ja varautuu niihin
- tiedottaa tai varmistaa asiakkaan tiedonsaannin poikkeustilanteesta
- osaa selvittää milloin, miksi ja missä lepotauko pidetään
- hallitsee ajankäytön lämpösäädelyssä elintarvikekuljetustehtävässä.

Opiskelija tekee yhteistyötä lämpösäädelyyn elintarvikekuljetukseen liittyvien toimijoiden kanssa.

Opiskelija

- kehittää ammattinsa arvostusta ja edistää myönteistä yrityskuvaa omalla toiminnallaan
- osaa toimia reklamaatiotilanteissa
- osaa kertoa yrityksen käytänteet kuljetusvahingoissa ja tavarankuljetukseen liittyvät korvausvastuut
- toimii vuorovaikutuksessa asiakkaiden ja muiden kuljettajien sekä työntekijöiden kanssa.

Opiskelija lopettaa lämpösäädelyyn elintarvikekuljetustehtävän. Opiskelija

- tekee tarvittavat ajon lopetustoimet kuorma-autolle
- varmistaa kuorma-auton paikallaan pysymisen ja lukitsemisen
- tekee kirjaukset työajasta työvuoron päättyessä
- osaa tehdä vikailmoituksen.

Liite 4: Kuorma-auton kuljettajana työskentely

Tutkinnon osa ja työtehtävä	Ammattitaitovaatimus	Poikkeavan käyttövoiman vaikutus, sähkö
Kuorma-auton kuljettajana työskentely 35 osp	Opiskelija:	
Opiskelija valmistele kuorma-auton työtehtävään		
	Suorittaa B ja C luokan ajo-oikeuden.	C-luokan ajotuntien ja kuljettajatutkinnon suorittamisen mahdollisuus myös sähkökuorma-autolla.
	Suorittaa vaarallisten aineiden (ADR) kappaletavarakuljetuksiin oikeuttavan perusajoluvan.	
	Tarkastaa ajo-oikeuteen liittyvät luvat ja pätevyudet sekä ajoneuvon asiakirjat.	Sähkökuorma-auton rekisteröintidistuksen pitäminen mukana ajoneuvon omamassan, akselimassojen ja kokonaisuksen tarkastamiseksi sekä kantavuuden määrittämiseksi.
	Käyttää henkilökohtaista digitaalisen ajopiirturin kuljettajakorttia.	
	Ottaa toiminnassaan huomioon yhteisen työpaikan eri toimijoiden roolit ja vastuut.	
	Osa tunnistaa työpaikan vaaroja ja haitallisia kuormitustekijöitä.	
	Toimii työpaikan ohjeiden ja säännösten mukaisesti.	Työpaikkakohtaisen sähkökuorma-autoja koskevan ohjeistuksen noudattaminen.
	Arvioi ajo- ja työkuuntensa ja tunnistaa omaan tilaansa liittyvät riskit.	
	Tekee työnsä vastuullisesti.	
	Pukeutuu työtehtävän ja työturvallisuusvaatimusten edellyttämällä tavalla.	
	Kehittää omaa osaamistaan ja työtaitojaan.	
	Varmistaa ajoneuvon liikennekelppoisuuden.	Sähkökuorma-auton irrottaminen latauksesta. Jäähdytysnesteen määrän, latauskaapelin, latausliittimen, latauspistokkeiden ja niiden suojakuorien sekä ajoakkujen koteloiden kunnon tarkastaminen.
	Suorittaa kuljettajalle kuuluvat päivittäiset huolto ja korjaustoimet.	Korkeajänniteakkujen lataaminen ja mahdollinen latauksen ajastaminen. Ylläpitolataaminen 24 voltin akuille pidemmän seisonnan aikana. 24 voltin päävirtakatkaisimien toiminnan ymmärtäminen ja sen jättäminen haluttuun asentoon.

	Varmistaa ajoneuvon tarvitseman käyttövoiman riittävyyden työtehtävän aikana.	Sähköajoneuvon kantaman varmistaminen mittaristosta. Mahdollinen lataaminen työtehtävän aikana.
	Valmistaa ajoneuvon ja kuormatilan työtehtävää varten.	Sähkökuorma-auton latauskaapelin irrottaminen.
	Ylläpitää ajoneuvon ja työympäristön siisteyttä.	Latauspaikan siisteydestä huolehtiminen.
Opiskelija kuormaa ajoneuvon oikein		
	Selvittää ajoneuvon kantavuuden ja kuormituskyvyn.	Ajoneuvon kantavuuden määrittäminen rekisteröintitodistuksesta huomioiden sähkökuorma-auton poikkeava kokonaisuudessa.
	Kuormaa ajoneuvon kuormaamista koskevien säädösten mukaan.	Sähkökuorma-auton poikkeavan painojakauman huomioiminen kuormaamisessa ja akselimassoissa.
Opiskelija kuljettaa ajoneuvoa piha-alueilla ja terminaalissa		
	Noudattaa piha-aluetta koskevia liikennesääntöjä ja huomioi muun liikenteen.	Piha-alueen kantavuuden huomioiminen poikkeavan omamassan, kokonaisuudessaan ja akselimassojen osalta.
	Varmistaa kuormauksen ja kuljetuksen alkaessa yrityskohdittaisen ohjeistuksen.	Yrityskohdittaisen ohjeistuksen varmistaminen sähkökuorma-autojen käytön osalta.
	Noudattaa tyhjäkäyntiä koskevia säädöksiä.	
	Pysäköi ajoneuvon turvallisesti tarkoituksen mukaiseen paikkaan.	Pysäköiminen paikkaan, jossa mahdollisesti latausmahdollisuus.
	Pysäköitäessä varmistaa ajoneuvon paikallaan pysymisen ja lukitsee ajoneuvon.	
Opiskelija kuljettaa ajoneuvoa liikenteessä		
	Käyttää karttaohjelmia reitin suunnitteluun.	
	Käyttää ajopiirturia ja työaika valvovaa tai työaika tallentavaa järjestelmää.	
	Noudattaa liikennesääntöjä sekä olosuhteiden edellyttämää huolellisuutta ja varovaisuutta.	Akkukotelojen kolhimisen välttäminen esimerkiksi lumipenkkeihin tai kiviin.
	Ajaa turvallisesti, taloudellisesti ja ennakoivasti erilaisissa liikennetilanteissa ja olosuhteissa.	Rullauksen, hidastimen ja jarrujen käytön ymmärtäminen kuorma-auton sähkönkulutukseen ja energian talteenottoon.
	Käyttää ajoneuvon turvalaitteita säädösten mukaisesti.	
	Käyttää ajoneuvossaan olevia varusteita ja kuljettajaa avustavia järjestelmiä turvallisesti.	
Opiskelija toimii asiakaspalvelutilanteissa suomen, ruotsin tai saamen kielellä		
	Toimii asiakkaan kanssa vuorovaikutustilanteessa.	
	Informoi asiakasta työtehtävän edellyttämällä tavalla.	

	Käsittelee asiakasreklamaatio tai ristiriitatilanteet.	
	Osaa käyttää sosiaalisia vuorovaikutustaitoja erilaisissa toimintaympäristöissä.	
	Käyttää työtehtävän edellyttämää digitaalista järjestelmää.	
Opiskelija työskentelee ammattinsa ja työpaikkansa edun mukaisesti		
	On motivoitunut ja työskentelee vastuullisesti.	
	Kehittää ammattinsa arvostusta ja edistää myönteistä yrityskuvaa omalla toiminnallaan.	Ammatin arvostuksen ja myönteisen yrityskuvan edistäminen sähkökuorma-autolla liikuttaessa
	Tunnistaa omasta toiminnastaan aiheutuvat kustannukset.	Sähkön hinnan ja taloudellisen ajamisen merkityksen ymmärtäminen yrityksen talouteen. Sähkön kulutuksen vaikutuksen ymmärtäminen latauksen määrään ja tiheyteen.
	Dokumentoi työaikansa ja työtehtävänsä toteutumisen laskutusta ja palkanmaksua varten.	
Opiskelija huomii ihmisten tekijöiden vaikutukset liikenne ja työturvallisuuteen		
	Varmistaa työkykyisyytensä työtehtävään ja tunnistaa omaan tilaansa sekä ajoterveyteen liittyvät riskit.	
	Arvioi omien voimavarojensa riittävyttä paineensietokykyä vaativassa työtehtävässä toimimiseen.	
	Arvioi työskentelyyn liittyviä työturvallisuusriskejä ja vaaratilanteita.	Sähkökuorma-auton käyttöön liittyvien riskien ja vaaratilanteiden arvioiminen esimerkiksi ajoneuvon vikaantuessa tai onnettomuustilanteissa.
Opiskelija estää toiminnallaan kuljetusrikollisuutta		
	Valvoo ajoneuvon ja lähetysten turvallisuutta taukojen ja pysähdysten aikana.	
	Varmistaa ajoneuvon, kuormakorien ja perälaudan lukinnan ja asennon.	
Opiskelija toimii ongelmatilanteissa		
	Osaa toimia harhaan ajettaessa rauhallisesti ja suunnitelmallisesti tilanteen korjaamiseksi.	Harhaan ajettaessa kantaman riittävyden varmistaminen.
	Toimii ohjeiden mukaan ajoneuvon rikkoontuessa.	Kuljettajan sähköisen ohjekirjan käyttäminen. Hinattaessa nivelakselin irrottaminen taka-akselin vetopyörästä.
	Ehkäisee toiminnallaan tapaturmia.	

	Osaa toimia hätätilanteissa sekä onnettomuuden ja sairauskohtauksen sattuessa.	Onnettomuustilanteessa korkeajänniteakkujen kolhiintumisen tarkastaminen. Sähkökuorma-auton onnettomuudesta kertominen hätäkeskukseen.
	Hallitsee ensiavun antamisen perusteet tavallisissa ensiapua vaativissa tilanteissa.	
	Tunnistaa vaaratilanteet ja estää lisävahinkojen syntymisen.	Akkupalon tunnistaminen, sen vaarallisuuden ymmärtäminen ja alueen eristäminen.
	Ilmoittaa työtehtävän keskeytymisestä ja muutoksista.	
	Tietää toimintatavat sairastumistilanteissa.	
	Ilmoittaa ajoneuvon ja sen laitteissa olevista vioista ja puutteista.	
Opiskelija luovuttaa ajoneuvon työtehtävän päätteeksi		
	Huolehtii ajoneuvon kunnosta ja siisteydestä.	Akkukotelojen ulkoisen kunnan tarkastaminen. Korkeapainepesun välttäminen korkeajänniteakkujen oransseja kaapeleita kohti.
	Ohjeistaa työvuoron päättyessä seuraavan kuljettajan tai työnjohdon.	Sähkökuorma-auton käyttöön ohjeistaminen.
	Huolehtii käyttövoiman riittävydestä ajoneuvon seuraavaan työtehtävään.	Sähkökuorma-auton lataukseen laittaminen työtehtävän jälkeen.
	Jättää ajoneuvon turvalliseen paikkaan.	Sähkökuorma-auton eristäminen pysäköitäessä halliin.
	Varmistaa ajoneuvon paikallaan pysymisen.	
	Lukitsee ajoneuvon.	

Liite 5. Kappaletavarakuljetukset

Tutkinnon osa ja työtehtävä	Ammattitaitovaatimus	Poikkeavan käyttövoiman vaikutus, sähkö
Kappaletavaran kuljettaminen 35 osp	Opiskelija:	
Opiskelija valmisteele kappaletavarakuljetuksen	Suorittaa C-luokan ajo-oikeuden.	C-luokan ajotuntien ja kuljettajatutkinnon suorittamisen mahdollisuus myös sähkökuorma-autolla.
	Suorittaa vaarallisten aineiden (ADR) kappaletavarakuljetuksiin oikeuttavan perusajoluvan.	
	Tarkistaa ajo-oikeuteen liittyvät luvat ja pätevyudet sekä ajoneuvon asiakirjat.	Sähkökuorma-auton rekisteröintitodistuksen pitäminen mukana ajoneuvon omamassan, akselimassojen ja kokonaisuksen tarkastamiseksi sekä kantavuuden määrittämiseksi.
	Valmisteele ja ottaa käyttöönsä kuorma-auton kappaletavarakuljetustehtävään.	Sähkökuorma-auton irrottaminen latauksesta. Jäähdytysnesteen määrän, latauskaapelin, latausliittimen, latauspistokkeiden ja niiden suojaosien ja ajoakujen kotelojen kunnon tarkastaminen.
	Käyttää ajopiirturia ja työaika valvovaa tai työaika tallentavaa järjestelmää.	
	Siirtyy tarkoituksenmukaisinta reittiä kohteeseen.	Reitin valitseminen sähkökuorma-auton mahdollinen välilataus huomioiden.
	Pysäköi kuorma-auton lastauspaikalle turvallisesti.	
	Varmistaa lastaus- ja purkuohjeistuksen.	
	Varmistaa kuorma-auton mitat ja massat.	Sähkökuorma-auton poikkeavien oma-, kokonais-, ja akselimassojen huomioiminen.
	Huomioi kuorma-auton, varusteiden ja lisälaitteiden huolto- ja korjaustarpeen.	Sähkökuorma-auton määräaikaishuoltojen toteutumisesta huolehtiminen. Latauskaapelin, latausliittimen ja latauspistokkeiden kunnon huolehtiminen.
	Varmistaa ja huolehtii työympäristön, kuorma-auton siisteydestä kuljetustehtävänsä aikana.	Latauspaikan siisteydestä huolehtiminen.
	Suunnittelee kappaletavarakuljetuksen.	Reitin ja aikataulun suunnittelu sähkökuorma-auton kantama ja mahdollinen välilataus huomioiden.
	Valitsee kuljetustehtävään soveltuvan reitin.	Reitin valitseminen latauspaikat ja sähkökuorma-auton kokonaisuudessa huomioiden.
Opiskelija toimii työssään turvallisesti ja vastuullisesti		
	Pukeutuu työtehtävän ja työturvallisuusvaatimusten edellyttämällä tavalla.	

	Tunnistaa työn riskitekijät ja toimii työpaikan ohjeiden sekä työturvallisuusvaatimusten mukaisesti.	Työpaikan vaarojen tunnistaminen sähkökuorma-auton lataukseen, pesuun, huoltamiseen ja halliin pysäköintiin liittyen. Työpaikkakohtaisen sähkökuorma-autoja koskevan ohjeistuksen noudattaminen. Akkukotelojen kolhimisen välttäminen. Akkupalon tunnistaminen ja sen vaarallisuuden ymmärtäminen.
	Tunnistaa omaan tilaansa liittyvät riskit sekä niiden vaikutukset liikenne ja työturvallisuuteen.	
	Työskentelee turvallisesti ja ergonomisesti.	
Opiskelija lastaa ja purkaa kappaletavarakuorman		
	Tarkistaa kuljetusasiakirjat ja varmistaa mahdollisen lisäohjeistuksen.	
	Käyttää kappaletavarakuljetuksissa kuormaukseen ja purkamiseen tarvittavia lisälaitteita ja välineitä.	Kuormaukseen ja purkamiseen tarvittavien lisälaitteiden käyttäminen taloudellisesti välttäen turhaa sähkön kuluttamista.
	Varmistaa kuorman paikallaan pysymisen säädösten edellyttämällä tavalla.	
	Kuormaa kuormatilan kuljetustaloudellisesti parhaan täyttöasteen saavuttamiksi.	
	Käyttää digitaalisia tiedonkeruujärjestelmiä ja osaa selittää niiden merkityksen tavarankuljetuksessa.	
Opiskelija suorittaa kappaletavarakuljetuksen		
	Ottaa huomioon kuorma-auton massan ja korkeuden vaikutuksen ajoneuvon käyttäytymiseen.	Sähkökuorma-auton suuremman omamassan, kokonaismassan ja erilaisen painojakauman huomioiminen ajoneuvon käyttäytymiseen.
	Arvioi olosuhteet alemmalla tieverkolla ajettaessa huomioiden kuorma-auton kokonaismassan.	Sähkökuorma-auton poikkeavan omamassa, kokonaismassan ja akselimassojen huomioiminen.
	Ajaa turvallisesti, taloudellisesti ja ennakoivasti erilaisissa liikennetilanteissa.	Rullauksen, hidastimen ja jarrujen käytön ymmärtäminen sähkökuorma-auton sähkönkulutukseen ja energian talteenottoon.
	Noudattaa liikennesääntöjä.	
	Huomio muun liikenteen ajaen ennakoivasti.	Ennakoivan ajamisen ymmärtäminen kuorma-auton sähkönkulutukseen.
	Toimii ohjeiden mukaisesti aikataulun- ja ajoreitin osalta.	
	Tiedottaa tai varmistaa asiakkaan tiedonsaannin myös poikkeustilanteesta.	
	Pysäköi kuorma-auton turvalliseen paikkaan.	

	Osaa selvittää milloin, miksi ja missä lepotauko pidetään.	Tauon järkevä ja lainmukainen ajoittaminen kuljetustehtävään. Sähkö- kuorma-auton latausmahdollisuuden selvittäminen tauko-paikalla.
	Hallitsee ajankäytön työskentelyssään.	Ajamiseen, kuormaamiseen, kuorman purkamiseen ja taukoihin käytettävän ajan vaikutuksen ymmärtäminen sähkökuorma-auton sähkönkulutukseen.
Opiskelija lopettaa kappalevarakuljetustehtävän		
	Tekee tarvittavat ajon lopetustoimet kuorma-autolle.	Korkeajänniteakkujen lataaminen ja mahdollinen latauksen ajasta-minen. Ylläpitolataaminen 24 voltin akuille pidemmän seisonnan aikana. 24 voltin päävirtakatkaisimien toiminnan ymmärtäminen ja sen jättäminen haluttuun asentoon.
	Varmistaa kuorma-auton paikallaan pysymisen ja lukitse-misen.	
	Tekee tarvittavat kirjaukset työajasta työvuoron päätty-essä.	
	Osaa tehdä vikailmoituksen.	

Liite 6. Lämpösäädelyjen elintarvikkeiden kuljettaminen

Tutkinnon osa ja työtehtävä	Ammattitaitovaatimus	Poikkeavan käyttövoiman vaikutus, sähkö
Lämpösäädelyjen elintarvikkeiden kuljettaminen 35 osp	Opiskelija:	
Opiskelija valmistee lämpösäädelyn elintarvikekuljetuksen		
	Suorittaa C-luokan ajo-oikeuden.	C-luokan ajotuntien ja kuljettajatutkinnon suorittamisen mahdollisuus myös sähkökuorma-autolla.
	Tarkistaa ajo-oikeuteen liittyvät luvat ja pätevydet sekä ajoneuvon asiakirjat.	Sähkökuorma-auton rekisteröintitodistuksen pitäminen mukana ajoneuvon omamassan, akselimassojen ja kokonaisuomamassan tarkastamiseksi sekä kantavuuden määrittämiseksi.
	Osaa käsitellä pakkaamattomia ja helposti pilaantuvia elintarvikkeita elintarvikealalla vaadittavan hygieniosaamisen mukaisesti.	
	Valmistee ja ottaa käyttöönsä kuorma-auton lämpösäädelyn elintarvikekuljetustehtävään.	Ymmärtäminen siitä, mistä lämmönsäätölaite saa virtansa sähkökuorma-autossa. Lämmönsäätölaitteen sähkön kulutuksen arvioiminen ajon aikana.
	Varmistaa lämpösäädelyyn elintarvikekuljetukseen tarvittavien varusteiden kunnon.	
	Varmistaa ja huolehtii työympäristön ja kuorma-auton siisteydestä kuljetustehtävänsä aikana.	Latauspaikan siisteydestä huolehtiminen.
	Käyttää ajopiirturia ja työaikaa valvovaa tai työaikaa tallentavaa järjestelmää.	
	Pysäköi kuorma-auton lastauspaikalle turvallisesti.	
	Varmistaa kuljetuslämpötilan, lastaus ja purkuohjeistuksen.	
	Valmistee kuorma-auton lastausta ja purkua varten.	Lämmönsäätölaitteen voimavirtakaapelin huolehtiminen mukaan käytettäessä lämmönsäätölaitetta maasähköllä
	Varmistaa tuotteiden määrän ja yhteensopivuuden.	
	Säätää kuormatilan kuljetuslämpötilan ja valvoo sitä kuljetuksen ajan.	
	Suunnittelee lämpösäädelyn elintarvikekuljetuksen.	Lämpösäädelyn elintarvikekuljetuksen suunnitteleminen kuorma-auton sähkönkulutus huomioiden ajettaessa eri sääolosuhteissa,

		käytettäessä kuormakorin lämmönsäätölaitetta ja kuorman käsittelyn lisälaitetta kuten perälautanostinta.
	Valitsee kuljetustehtävään soveltuvan reitin.	Reitin valitseminen sähkökuorma-auton mahdollinen välilataaminen huomioiden.
Opiskelija toimii työssään turvallisesti ja vastuullisesti		
	Pukeutuu työtehtävän ja työturvallisuusvaatimusten edellyttämällä tavalla.	
	Tunnistaa työn riskitekijät ja toimii työpaikan ohjeiden sekä työturvallisuusvaatimusten mukaisesti.	Työpaikan vaarojen tunnistaminen sähkökuorma-auton lataukseen, pesuun huoltamiseen ja halliin pysäköintiin liittyen. Työpaikakokohtaisen sähkökuorma-autoja koskevan ohjeistuksen noudattaminen. Akkukotelojen kolhimisen välttäminen. Akkupalon tunnistaminen ja sen vaarallisuuden ymmärtäminen.
	Tunnistaa omaan tilaansa liittyvät riskit sekä niiden vaikutukset liikenne ja työturvallisuuteen.	
	Työskentelee turvallisesti ja ergonomisesti.	
Opiskelija lastaa ja purkaa lämpösäädellyn elintarvikekuljetuksen		
	Tarkistaa kuljetusasiakirjat ja varmistaa mahdollisen lisäohjeistuksen.	
	Varmistaa kuormakorin kylmälaitteiden ja tasojen kunnon.	
	Etsii kylmälaitteiden vikakoodin häiriötilanteessa.	
	Ennakoi kuljetuslämpötilan lastauksen valmistelussa.	Lämmönsäätölaitteen kytkeminen maasähköön tai sen käyttäminen kuorma-auton virralla ennen kuorman lastaamista. Lämmönsäätölaitteen sähkön kulutuksen huomioiminen kantamaan.
	Huomioi ilmanvirtauksen kuormatilassa.	
	Varmistaa kuorman paikallaan pysymisen säädösten edellyttämällä tavalla.	
	Kuormaa kuormatilan kuljetustaloudellisesti parhaan täyttöasteen saavuttamiksi.	
	Varmistaa kuorman purkujärjestyksen kuljetustaloudellisesti.	
	Käyttää lämpösäädellyn elintarvikekuljetuksissa purkamiseen tarvittavia lisälaitetta ja välinettä.	
	Käyttää digitaalisia tiedonkeruujärjestelmiä ja osaa selittää niiden merkityksen tavarankuljetuksessa.	

Opiskelija suorittaa lämpösäädellyn elintarvikekuljetuksen		
	Ottaa huomioon kuorma-auton massan ja korkeuden vaikutuksen ajoneuvon käyttäytymiseen.	Sähkökuorma-auton suuremman omamassan, kokonaisuomamassan ja erilaisen painojakauman huomioiminen ajoneuvon käyttäytymiseen.
	Arvioi olosuhteet alemmalla tieverkolla ajettaessa huomioiden kuorma-auton kokonaisuomamassan.	Sähkökuorma-auton suuremman omamassan, akselimassan ja kokonaisuomamassan huomioiminen alemmalla tieverkostolla.
	Ajaa turvallisesti, taloudellisesti ja ennakoivasti erilaisissa liikennetilanteissa.	Rullauksen, hidastimen ja jarrujen käytön ymmärtäminen kuorma-auton sähkön kulutukseen ja energian talteenottoon.
	Noudattaa liikennesääntöjä.	
	Huomioi muun liikenteen ajaen ennakoivasti.	Ennakoivan ajamisen ymmärtäminen kuorma-auton sähkön kulutukseen.
	Tunnistaa muuttuvat olosuhteet ja varautuu niihin.	
	Osaa selvittää milloin, miksi ja missä lepotauko pidetään.	Tauon järkevä ja lainmukainen ajoittaminen kuljetustehtävään. Sähkökuorma-auton latausmahdollisuuden tai maasähkön käytön selvittäminen taukopaikalla.
	Hallitsee ajankäytön lämpösäädelyssä elintarvikekuljetustehtävässä.	Kuormaamiseen ja kuorman purkamiseen kuluvan ajan ja lämmönhukan vaikutusten ymmärtäminen kuorma-auton sähkön kulutukseen.
Opiskelija tekee yhteistyötä lämpösäädelyyn elintarvikekuljetukseen liittyvien toimijoiden kanssa		
	Kehittää ammattinsa arvostusta ja edistää myönteistä yrityskuvaa omalla toiminnallaan.	Ammatin arvostuksen ja myönteisen yrityskuvan edistäminen sähkökuorma-autolla liikuttaessa.
	Osaa toimia reklamaatiotilanteissa.	
	Osaa kertoa yrityksen käytänteet kuljetusvahingoissa ja tavarakuljetukseen liittyvät korvausvastuut.	
	Toimii vuorovaikutuksessa asiakkaiden ja muiden kuljettajien sekä työntekijöiden kanssa.	
Opiskelija lopettaa lämpösäädellyn elintarvikekuljetustehtävän		
	Tekee tarvittavat ajon lopetustoimet kuorma-autolle.	Korkeajänniteakkujen lataaminen ja mahdollinen latauksen ajastaminen. Ylläpitolataaminen 24 voltin akuille pidemmän seisonnan aikana. 24 voltin päävirtakatkaisimien toiminnan ymmärtäminen ja sen jättäminen haluttuun asentoon.
	Varmistaa kuorma-auton paikallaan pysymisen ja lukitsemisen.	

	Tekee tarvittavat kirjaukset työajasta työvuoron päättyessä.	
	Osaa tehdä vikailmoituksen.	