



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Antti Unkuri

SÄHKÖAJONEUVOJEN LATAUS-
JÄRJESTELMIEN OPETUS SUOMEN
AMMATTIKORKEAKOULUISSA

Tekniikka
2022

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Antti Unkuri
Opinnäytetyön nimi	Sähköajoneuvojen latausjärjestelmien opetus Suomen ammattikorkeakouluissa
Vuosi	2022
Kieli	suomi
Sivumäärä	35
Ohjaaja	Jukka Hautala

Sähköajoneuvojen lukumäärä kasvaa voimakkaasti. Yhtenä merkittävänä syynä on Euroopan unionin tavoitteet vähentää öljyriippuvuutta ja ilmastotavoitteet. Sähköautojen yleistyminen vaatii kattavan latausverkon ja vaikuttaa sähköjakeluun ja tätä kautta esimerkiksi sähköjakeluverkon ja rakennusten sisäisen sähköverkon suunnitteluun. Vaasan ammattikorkeakouluun tulee aiheeseen liittyvä kurssi, sähköajoneuvojen latausjärjestelmät. Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia, kuinka paljon Suomen ammattikorkeakouluissa on latausjärjestelmiin liittyvää opetusta ja mitä opetus pitää sisällään. Lisäksi opinnäytetyöhön kuului lyhyt kysely, joka oli suunnattu latausjärjestelmiin liittyviä tuotteita tai palveluja tarjoaville yrityksille.

Opinnäytetyön teoriaosiossa käsiteltiin yleisimpiä sähköajoneuvojen latausjärjestelmiin liittyviä asioita, kuten lataustapoja ja teknisiä vaatimuksia. Opetukseen liittyvän tutkimuksen aineisto kerättiin puhelinhaastatteluilla. Tutkimuksessa oli alustava tutkimus opetuksesta ja puhelinhaastattelu opetuksen pitäjille. Yrityksille suunnatun kyselyn aineistoa kerättiin puhelimitse ja sähköpostin välityksellä.

Usealla koululla oli kursseja, joissa käsiteltiin sähköajoneuvojen latausjärjestelmiä, mutta vain kahdessa koulussa oli oma kurssi aiheesta. Puhelinhaastatteluihin osallistui kolme opettajaa, joilla oli yhteensä seitsemän kurssia, joissa käsiteltiin aihetta. Yrityksille suunnattuun kyselyyn vastasi neljä yritystä. Tulosten perusteella Vaasan ammattikorkeakouluun tulevalle kurssille tehtiin kehitysehdotuksina vierailijaluentojen järjestämistä, mitoitusharjoituksia ja latauspisteiden hankinnan pohtimista laboratorioon.

ABSTRACT

Author	Antti Unkuri
Title	Teaching of Charging Systems of Electric Vehicles at Finnish Universities of Applied Sciences
Year	2022
Language	Finnish
Pages	35
Name of Supervisor	Jukka Hautala

The purpose of this thesis was to examine how many of the Finnish Universities of Applied Sciences had courses on charging systems of electric vehicles and what the courses of this subject contained. Next year there will be a course on charging systems of electric vehicles at VAMK, University of Applied Sciences. The goal of this thesis was to help VAMK, University of Applied Sciences to ease the planning of the course.

The theoretical part of the thesis deals with the basics of the charging systems of electric vehicles. The study can be separated into three parts. The first part was an initial survey to the schools to find out which schools had courses of the subject. The second part comprised interviews with UASs that had courses on this subject and the third part was a survey to companies who offer products or services related to charging systems. The interviews were conducted via telephone and the survey data from companies was collected by telephone and via email.

Three UASs participated in the telephone interviews and there were seven courses on the subject taught in these UASs. Four companies participated in the survey. Based on the results of interview and survey a few development proposals were made about the future course at VAMK, University of Applied Sciences. The course could include lectures delivered by companies, exercises of a load management sizing and consideration of purchasing charging stations to the laboratory.

Keywords	Charging systems of electric cars, charging system, and teaching
----------	--

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO.....	7
2	SÄHKÖAJONEUVOJEN LATAUSJÄRJESTELMÄT	8
2.1	Lataustavat.....	8
2.1.1	Lataustapa 1, kevyiden sähköajoneuvojen lataus	8
2.1.2	Lataustapa 2, hidas lataus	9
2.1.3	Lataustapa 3, peruslataus	9
2.1.4	Lataustapa 4, tehollataus.....	9
2.2	Pistoketyypit lataustavoissa 1 ja 2	10
2.3	Pistoketyypit lataustavoissa 3 ja 4	10
2.4	Latauspisteiden toteutusperiaatteet	11
3	LATAUSJÄRJESTELMÄN TEKNISET VAATIMUKSET	12
3.1	Mitoitus ja kuormanhallinta	12
3.2	Mekaaniset ominaisuudet	12
4	LATAUSASEMAT.....	14
4.1	Yleistä.....	14
4.2	Taustajärjestelmät	14
4.3	Kuormanhallinnan toteutus.....	15
5	KÄYTTÖÖNOTTO JA HUOLTO	17
5.1	Käyttöönottotarkastus.....	17
5.2	Käytönopastus ja käyttöönotto	18
6	TUTKIMUKSEN TOTEUTUS.....	19
6.1	Tutkimuksen kohderyhmä	19
6.2	Alustava tutkimus opetuksesta.....	19
6.3	Puhelinhaastattelut.....	21
6.4	Kysely yrityksille	21

7	TULOKSET	23
7.1	Alustavan tutkimuksen tulokset	23
7.2	Puhelinhaastatteluiden tulokset.....	24
7.3	Yrityksille suunnatun kyselyn tulokset.....	31
8	POHDINTA JA PÄÄTELMÄT	32
8.1	Alustava tutkimus	32
8.2	Puhelinhaastattelu	33
	LÄHTEET	34

KUVA- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuva 1. Sähköajoneuvojen latausjärjestelmien opetus ammattikorkeakouluissa.	24
---	----

Taulukko 1. Yrityksille suunnatut kysymykset.....	22
--	----

Taulukko 2. Tampereen ammattikorkeakoulun sähköautot ja sähköinen voimansiirto -kurssin osaamistavoitteet.....	25
---	----

Taulukko 3. Turun ammattikorkeakoulun Sähköajoneuvojen latausjärjestelmät -kurssin osaamistavoitteet.....	26
--	----

Taulukko 4. Puhelinhaastatteluiden tulokset.....	27
---	----

1 JOHDANTO

Sähköajoneuvojen lukumäärä kasvaa voimakkaasti. Yhtenä merkittävänä syynä on Euroopan unionin tavoitteet vähentää öljyriippuvuutta ja ilmastotavoitteet. Sähköautojen yleistymisen vaatii kattavan latausverkon ja vaikuttaa sähkönjakeluun ja tätä kautta sähkönjakeluverkon ja rakennusten sisäisen sähköverkon suunnitteluun.¹

Vaasan ammattikorkeakoulussa alkaa ensi lukuvuonna akkuteknologiaan liittyvä opintomoduuli, jossa on yhteensä kuusi kurssia. Kurssit ovat tarkoitettu tekniikan opiskelijoille. Yksi näistä kursseista on sähköajoneuvojen latausjärjestelmät, joka pidetään ensimmäisen kerran keväällä 2023. Tähän alkavaan kurssiin liittyen haluttiin tutkia sähköajoneuvojen latausjärjestelmiin liittyvää opetusta Suomen ammattikorkeakouluissa. Tarkoituksena oli tutkia, missä kouluissa opetusta järjestetään ja mitä opetus pitää sisällään. Lisäksi opinnäytetyössä oli kysely, joka oli suunnattu yrityksille, jotka tarjoavat latausjärjestelmiin liittyen tuotteita tai palveluja.

Opinnäytetyön teoreettiseen osioon on koottu tietoa sähköajoneuvojen latausjärjestelmiin liittyvistä yleisistä asioista, kuten lataustavoista, teknisistä vaatimuksista ja käyttöönnotosta. Opinnäytetyön tutkimusosiossa käydään läpi, miten tutkimus eteni ja mitä vaiheita siihen kuului.

¹ Korhonen, E., Linja-aho, V., Mäkinen, J., Orrberg, M. 2019, 3.

2 SÄHKÖAJONEUVOJEN LATAUSJÄRJESTELMÄT

2.1 Lataustavat

Tässä kappaleessa käsitellään sähköajoneuvojen lataukseen käytettäviä lataustapoja. Lataustavat määräytyvät jännitteen, virran sekä käytetyn tekniikan mukaan. Suomessa suositeltavia lataustapoja ovat 3 ja 4.

Sähköajoneuvojen latausta koskevat vakuutusehdot on syytä tarkistaa, kun suunnitellaan näiden latausta. Sähköauton lataamiselle esimerkiksi normaalista kotitalouspistorasiasta asetetaan ehtoja joidenkin vakuutusyhtiöiden toimesta. Lisäksi lataustavalle 1 eli erilaisten kevyiden sähköajoneuvojen lataukselle asetetaan vakuutusehdoissa tarkkoja rajoitteita.²

2.1.1 Lataustapa 1, kevyiden sähköajoneuvojen lataus

Lataustapaa 1 käytetään yleensä pienitehoisten sähköajoneuvojen, kuten sähkömopojen tai -polkupyörien lataamiseen. Sähköajoneuvo liitetään sähköverkkoon käyttäen korkeintaan 16 A ja 250 V yksivaiheista tai 480 V kolmivaiheista standardisoitua pistorasiaa sekä tehoa syöttäviä johtimia.³

Sähköajoneuvon lataamiseen voidaan käyttää standardin SFS-EN 60309-2 mukaista teollisuuspistorasiaa tai standardin SFS 5610 mukaista maadoitettua kotitalouspistorasiaa.

² ST 51.90 Sähköauton lataaminen ja latauspisteiden toteutus. s.4

³ ST 51.90 Sähköauton lataaminen ja latauspisteiden toteutus. s.4

2.1.2 Lataustapa 2, hidas lataus

Lataustavassa 2 sähköajoneuvo liitetään sähköverkkoon käyttäen korkeintaan 32 A ja 250 yksivaiheista tai 480 V kolmivaiheista standardisoitua pistorasiaa sekä tehoa syöttäviä johtimia ja suojamaadoitusjohtimia ⁴. Jos lataukseen käytetään kotitalouspistorasiaa, ajoneuvon ottama pitkäaikainen virta tulee rajoittaa 8 ampeeriin. Jos lataukseen käytetään joko yksi- tai kolmivaiheista teollisuuspistorasiaa, voidaan sitä kuormittaa mitoitusvirrallaan pitkiä aikoja. ⁵

Latausjohdossa, jolla ajoneuvo liitetään latauspisteeseen, tulee olla standardin SFS-EN 62752 mukainen ohjaus- ja suojalaiteyksikkö. Pistorasiaan kohdistuva vääntö- ja vetorasitus tulee poistaa tukemalla latausjohdon suojalaiteyksikkö. ⁶

2.1.3 Lataustapa 3, peruslataus

Lataustavassa kolme sähköajoneuvo liitetään sähköverkkoon käyttäen erityistä sähköajoneuvon latausjärjestelmää, jonka ohjaustoiminnot ulottuvat kiinteästi sähköverkkoon liitettyyn sähköajoneuvon latauslaitteeseen. Latausvirta voi olla 6 A...63 A. Latausjärjestelmässä pystytään varmistamaan ajoneuvon oikea kytkeytyminen sekä ohjata lataustapahtumaa ja sen tehoa tiedonsiirtoväylän avulla. ⁷

2.1.4 Lataustapa 4, tehollataus

Lataustavassa neljä sähköajoneuvo liitetään sähköverkkoon ajoneuvon ulkopuolisen laturin avulla. Laturi syöttää tasasähköä suoraan sähköajoneuvon akustoon.

⁴ ST 51.90 Sähköauton lataaminen ja latauspisteiden toteutus, 4

⁵ Sähköajoneuvojen lataussuositus, 2

⁶ Sähköajoneuvojen lataussuositus, 1

⁷ ST 51.90 Sähköauton lataaminen ja latauspisteiden toteutus, 4

Tiedonsiirtoväylän avulla pystytään varmistamaan, että ajoneuvo on oikein kytketty latauspisteeseen ja lisäksi pystytään ohjaamaan lataustapahtumaa ja lataustehoa.⁸

2.2 Pistoketyypit lataustavoissa 1 ja 2

Sähköajoneuvon lataamiseen voidaan käyttää standardin SFS-EN 60309-2 mukaista teollisuuspistorasiaa tai standardin SFS 5610 mukaista maadoitettua kotitalouspistorasiaa. Kotitalouspistorasiaa käytettäessä edellytetään pitkäaikaisen latausvirran rajoittamista 8 ampeeriin, koska pistorasia ei sovellu sähköajoneuvon lataukseen pistokytken täydellä mitoitusvirralla.⁹

2.3 Pistoketyypit lataustavoissa 3 ja 4

Lataustavassa 3 käytetään yleensä standardin SFS-EN 62196-2 mukaista pistoketyyppiä 2, ”Mennekes”. Muita pistoketyyppejä ovat tyyppi 1, ”Yazaki” ja tyyppi 3, ”Scame”. Nämä eivät kuitenkaan ole yleisiä Euroopan automalleissa.

Lataustavassa 4 käytetään standardin SFS-EN 62196-3 mukaista pistoketyyppiä 4 ”CHAdeMO” tai CCS-standardin mukaista pistoketyyppiä FF ”CCS2 (Combo 2)”. Yleensä latausasema voidaan varustaa molemmilla pistoketyypeillä.¹⁰

⁸ ST 51.90 Sähköauton lataaminen ja latauspisteiden toteutus, 4.

⁹ ST 51.90 Sähköauton lataaminen ja latauspisteiden toteutus, 4.

¹⁰ ST 51.90 Sähköauton lataaminen ja latauspisteiden toteutus, 5.

2.4 Latauspisteiden toteutusperiaatteet

Jokaisella latauspisteellä tulee olla oma vikavirta- ja ylivirtasuoja, jottei mahdollisen vian aikana muiden ajoneuvojen lataus häiriinny. Latauspisteen kanssa samassa piirissä voi olla myös ajoneuvon lämmitys. Latauspiste tulee suojata vähintään 30mA A-tyyppin vikavirtasuojalla. Lataustavan 3 pistokkeita tai pistorasioita käytettäessä jokainen latauspiste tulee suojata joko B-tyyppin vikavirtasuojalla tai A-tyyppin vikavirtasuojalla ja 6 mA:n tasasähkövirran poiskytkevällä laitteella. Kaikki latausasemat eivät sisällä vikavirtasuojia, joten syöttävään keskukseen tulee vähintään olla tilavaraus näille, jos latausjärjestelmää ei tunneta.

Latauskäyttöön tarkoitetuissa latauspisteissä tulee olla suojaus, joka estää vikatilanteissa auton akusta sähkönsyötön jännitteettömään verkkoon. Lataustapojen 3 ja 4 latausasemissa tulee olla mekaaninen tai sähköinen järjestelmä, joka estää pistotulpan irrottamisen tai kytkemisen, jos pistorasia tai pistoke ei ole kytketty irti syötöstä.

Pienemmissä järjestelmissä latauspisteiden syötöt saavat olla vapaammin sijoitettu varsinkin, jos käytössä ei ole älykkään latausjärjestelmän kuormanhallintaa. Suuremmissa järjestelmissä kannattaa latauspisteillä olla oma ryhmäkeskus tai ryhmäkeskukset, jolloin kuormanhallinta, mittarointi ja käyttö on helpompi toteuttaa. Kuormanhallinnan avulla pystytään varmistamaan, ettei esimerkiksi syöttävän keskuksen tai liittymän nimellisvirta ylitä. Myös liittymän ylimitoitukselta vältytään kuormanhallinnan avulla. ¹¹

¹¹ ST 51.90 Sähköauton lataaminen ja latauspisteiden toteutus, 5

3 LATAUSJÄRJESTELMÄN TEKNISET VAATIMUKSET

3.1 Mitoitus ja kuormanhallinta

Kuormituksen valvonnan päätehtävänä on varmistaa, ettei runkojohto tai muu edeltävä verkko ylikuormitu vaarantaen jakelua kaikille ajoneuvoille. Kuormituksen valvonta voidaan toteuttaa esimerkiksi virtareleillä, virranmittauksilla tai ohjelmallisella menetelmällä.

Tasauskerrointa 1 käytetään latauspistettä suoraan syöttävien ryhmäjohton mitoituksessa ja latauspisteitä syöttävän jakelun mitoituksessa, jos käytössä ei ole älykästä kuormanhallintaa. Kuormanhallintaa käytettäessä latausjärjestelmien keskinäistä tasauskerrointa voidaan pienentää. Älykästä kuormanhallintaa ei välttämättä pystytä toteuttamaan kaikkien laitteiden välillä, jos yhdistellään erilaisia latausasemia. Jotta latausjärjestelmän ohjauksen yhteensopivuus ajoneuvojen kanssa voidaan taata, tulee latausten ohjauksessa noudattaa latauspisteiden standardisarjaa SFS-EN 61851.¹²

3.2 Mekaaniset ominaisuudet

Ulos sijoitettu pistorasia tulee olla kotelointiluokaltaan vähintään IP44. Asennuskorkeus pistorasian alimman osan kohdalta mitattuna tulee olla 0,5–1,5 metriä. Sähköautojen liitäntäpisteet suojataan vähintään keskimääräistä iskua (AG2) vastaan. Suojaus voidaan toteuttaa asennusasennon tai sijoituspaikan valinnalla niin, että todennäköisesti vältetään iskut, liitäntäpisteen asentamisella koteloon, joka

¹² Korhonen, E., Linja-aho, V., Mäkinen, J., Orrberg, M. 2019, 40–42.

kestää vähintään SFS-EN 62262:n mukaisen luokan IK07 ulkoisen iskun tai käyttämällä esimerkiksi esteitä tai tolppia mekaanisina suojina. Suojaus voidaan toteuttaa myös näiden tapojen yhdistelmänä.

Latauspisteiden kaapelointi tulee suojata mekaanisilta vaurioilta. Esimerkiksi seinälle asennetun latauspisteen kaapelointi on suositeltavaa suojata esimerkiksi alumiiniputkella ja maassa kulkeva kaapelointi muoviputkella. Maassa kulkevan kaapeloinnin suojauksessa tulee huomioida, kulkeeko kaapelireitin päällä liikennettä.

Latausasemat tulee rakentaa siten, ettei latauskaapelin yli ajeta tai ettei se joudu muuten puristuksiin. Jos latauskaapeli voi osua maahan, tulee maan pinnan olla sellainen, ettei kaapelin ulkovaippa vaurioidu. Jos lämmityspistorasian terästolppaa käytetään latauspisteen runkona, tulee varmistaa, että sen perustus on tarpeeksi vahva. Runko ei saa kallistua latauspisteen ja latauskaapelin painosta tai kun latauspistettä käytetään.¹³

¹³ Korhonen, E., Linja-aho, V., Mäkinen, J., Orrberg, M. 2019, 42–43.

4 LATAUSASEMAT

4.1 Yleistä

Latauspisteitä kutsutaan yleisesti latausasemiksi, jos niissä on yksi tai useampi lataustavan 3 mukainen AC-latauslaite tai lataustavan 4 mukainen DC-latauslaite. Latausasema voi sisältää myös molemmat latauslaitteet. Yksinkertaisimmillaan AC-latausasema voi olla ryhmäkeskukseen kytketty seinälle asennettava latausrasia. Latausrasia on yleensä valmistettu säänkestävästä muovista, metallista tai muovin ja metallin yhdistelmästä. Kiinteälle latausjohdolle on rakenteessa joko säilytyspaikka tai -kannake.

AC-latausasemissa voi olla näyttö ja ledivalo ilmaisemassa laturin tilaa. Vihreää ja sinistä väriä käytetään vaihtelevasti ilmaisemaan valmius- ja lataustilaa ja keltaista ja punaista väriä ilmaisemaan häiriötä.¹⁴

4.2 Taustajärjestelmät

Taustajärjestelmien avulla latauspisteitä ja -järjestelmiä pystytään valvomaan ja hallitsemaan. Taustajärjestelmien mahdollistama tekniikka perustuu OCPP (Open Charge Point Protocol) -protokollan avoimeen toimintaperiaatteeseen, jolloin eri laitteita pystytään käyttämään eri operaattorien kanssa.

Taustajärjestelmien avulla latausjärjestelmä voidaan toteuttaa niin, että lataustahtuma yksilöidään ja laskutetaan lataajalta. Tähän tarvitaan taustajärjestelmien lisäksi käyttäjätunnistus-, ja energianmittausjärjestelmät. Lataajan tunnistami-

¹⁴ Korhonen, E., Linja-aho, V., Mäkinen, J., Orrberg, M. 2019, 44.

seen yleisesti käytetyt tavat ovat RFID, PIN-koodi tai mobiilisovelluspohjaisia ratkaisuja. Energiamittaus tulee olla latauspistekohtainen ja tarvittaessa MID-sertifioitu.

Taustajärjestelmään voi kuulua myös etähallintaa, käyttäjähallintaa, raportointia ja huolto- ja ylläpitolokeja. Etähallinta on tärkeää varsinkin julkisilla latauspaikoilla, jolloin laitteisto voidaan tarvittaessa käynnistää uudelleen ja latausta voidaan ohjata manuaalisesti. Rajatuille asiakaskunnille tarkoitetuissa latausasemissa on hyvä olla käyttäjähallinta. Raportoinnin sekä huolto- ja ylläpitolokien avulla lataus- asemia ja -pisteitä voidaan tarkkailla samaan tapaan kuin kiinteistöjen toimintaa seurataan kiinteistövalvomosta.

Taustajärjestelmien tarve vaihtelee kohteen mukaan. Pientaloissa taustajärjestelmiä ei välttämättä tarvita ollenkaan, taloyhtiössä voi riittää lataajille jaettava latausavain ja laskutusjärjestelmä ja julkisilla latauspaikoilla saatetaan tarvita kaikki taustajärjestelmät.¹⁵

4.3 Kuormanhallinnan toteutus

Kuormituksen valvonta- ja ohjausjärjestelmä mittaa latausvirtaa tai jakelun kaapeleiden kuormitusta ja ohjaa latauksen tehoa tarvittaessa pienemmälle. Järjestelmä perustuu sähköisiin mittareihin ja elektroniikkaan. Kuormanohjaus perustuu latausaseman antamaan ohjaussignaalin muokkaukseen. Ohjaussignaalilla kerrotaan ajoneuville, kuinka paljon latausasemasta pystyy ottamaan virtaa ja ajoneuvon latausjärjestelmä säätyy sen mukaan.

¹⁵ ST 51.90 Sähköauton lataaminen ja latauspisteiden toteutus, 8.

Sähköajoneuvojen latausjärjestelmän dynaamisessa säädössä on eroja. Osa ajoneuvoista ei käynnistä AC-latausta, jos latausvirta on liian pieni, jonka takia AC-lataukselle varatun vähimmäistehon tulisi olla riittävän suuri. DC-latauksessa lataustehoa ei välttämättä pysty säätämään kesken latauksen.

Kuormituksen ohjausta on pääpiirteittäin kahdenlaista. Joko lataustehoa laskeetaan kiinteästi ja vuorotellaan kuormien päällä oloa, jolloin voidaan esimerkiksi runkojohdon syöttämä teho puolittaa virtareleellä tai laittaa kuormia pois päältä latauksen ollessa käynnissä. Toinen tapa on dynaaminen säätö, jolloin latauspisteiden kuormien tehoa säädetään tarvittaessa alaspäin portaittain. Dynaaminen ohjaus voidaan tehdä joko ohjelmallisilla menetelmin, paikallisiin virtamittauksiin perustuvalla ohjauksella tai näiden yhdistelmällä. Paikallisessa järjestelmässä kuormanhallintaan kuuluvat komponentit voivat olla osa esimerkiksi KNX-pienjännitekeskusta.¹⁶

¹⁶ Korhonen, E., Linja-aho, V., Mäkinen, J., Orrberg, M. 2019, 53-55.

5 KÄYTTÖÖNOTTO JA HUOLTO

5.1 Käyttöönottotarkastus

Latauspisteen syöttö, kuten keskus ja kaapelit, tulee mieltää osaksi kiinteää asennusta. Latausasema mielletään sähkölaitteeksi, koska sen toiminta ei yleensä vastaa tavallista pistorasiaa eikä siitä voida tehdä tarvittavia mittauksia. Käyttöönottotarkastuksessa tulee testata kaikki kiinteän asennuksen osat sähköturvallisuuslain edellyttämällä tavalla. Sähkölaitteiden eli latausaseman toimintatarkastus tehdään laitevalmistajan ohjeiden mukaisesti. Poikkeuksena on kuitenkin latausaseman suojalaitteiden testaus.

Käyttöönottotarkastuksessa tehdään aistinvaraiset tarkastukset, suojamaan jatkuvuusmittaus, oikosulkuvirtamittaus, eristysresistanssin mittaus ja vikavirtasuojan mittaus. Vikavirtasuoja voi myös sijaita latausasemassa, jolloin latausaseman vikavirtasuoja tulee tarkastaa ja mitata. Vaikka latausasemien vikavirtasuojille asetetaan erityisvaatimuksia mahdollisen tasasähkövian takia, testaus voidaan suorittaa normaalisti sinimuotoisella testivirralla. Jos vikavirtasuoja toimii tässä testissä kuten pitää, voidaan turvallisesti olettaa sen toimivan myös muilta osin.

Latausaseman laitevalmistajan ohjeita tulee noudattaa esimerkiksi asennuksen ja muiden testauksien tai mittausten osalta, jotta voidaan taata laitteen täysi toimivuus ja takuu.¹⁷

¹⁷ Korhonen, E., Linja-aho, V., Mäkinen, J., Orrberg, M. 2019, 78.

5.2 Käytönopastus ja käyttöönotto

Käytönopastus voidaan jakaa kahteen osaan. Ensimmäisessä osassa opastetaan konkreettisen laitteiston käyttöä. Tämä ohjeistus kannattaa antaa useille kiinteistösakeyhtiön osakkaille, isännöitsijälle, huoltoyhtiölle ja valitulle latausjärjestelmän yhteyshenkilölle. Toinen osa koskee järjestelmänhallintaa, pilvipalvelun käyttöä ja kohdekohtaisia järjestelmän rajoituksia. Koulutus on oleellinen sille taholle, joka vastaa laitteiston hallinnasta ja operoinnista, esimerkiksi isännöitsijälle tai huoltoyhtiölle. Urakoitsija päättää pystyykö itse järjestämään koulutuksen vai pitääkö esimerkiksi laitevalmistajan edustaja koulutuksen.

Käyttöönotossa asetetaan asiakaskohtaiset asetukset. Käyttöönotossa pystytään määrittelemään tai tarkentamaan esimerkiksi kuormanhallinnan, käyttäjän tunnistuksen, sallitun lataustavan ja tietoliikenneyhteyksien parametreja. Parametrit voivat vaihdella laitevalmistajan mukaan, mutta yleensä käytössä on ainakin OCPP-protokollan mukaiset parametrit. Asiakaskohtaisten parametrien asettaminen kannattaa tehdä tehtaalla mahdollisimman pitkälle, jotta asennustilanteessa parametrimuutokset jäävät vähäisiksi tai niitä ei tarvitse tehdä.¹⁸

¹⁸ Korhonen, E., Linja-aho, V., Mäkinen, J., Orrberg, M. 2019, 79.

6 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

6.1 Tutkimuksen kohderyhmä

Suomessa toimii 22 osakeyhtiömuotoista ammattikorkeakoulua, jotka ovat opetus- ja kulttuuriministeriön hallinnonalalla. Näiden lisäksi on sisäministeriön alaisuudessa toimiva Poliisiammattikorkeakoulu ja Ahvenanmaalla toimii Högskolan på Åland¹⁹. Tässä opinnäytetyössä tutkittiin opetus- ja kulttuuriministeriön hallinnonalalla olevia ammattikorkeakouluja. Näistä 22 koulusta yksi oli Vaasan ammattikorkeakoulu, jolle opinnäytetyö tehtiin, joten sitä ei otettu mukaan tutkimukseen. Lisäksi kaksi ammattikorkeakoulua jäi kielellisistä syistä tutkimuksen ulkopuolelle. Opinnäytetyössä tutkittiin siis yhteensä 19 koulun opetusta sähköajoneuvojen latausjärjestelmistä.

6.2 Alustava tutkimus opetuksesta

Alustavassa tutkimuksessa pyrittiin selvittämään, onko kouluilla opetusta aiheeseen liittyen. Tutkimus alkoi koulutusten tarjonnan selvityksestä. Aluksi koulujen nettisivuilta selvitettiin, mitä koulutuksia kyseisellä koululla on tarjonnassa. Jos koululta ei löytynyt tekniikan alojen koulutusta, tehtiin oletus, ettei kursseilla myöskään ole latausjärjestelmiin liittyvää opetusta. Jos koululla oli tekniikan alan opintoja, heille suoritettiin kysely opetuksesta. Kyselyssä soitettiin kouluille ja selvitettiin, onko heillä sähköajoneuvojen latausjärjestelmiin liittyvää kurssia tai kursseja, jossa käsitellään aihetta. Kysely aloitettiin sopivien yhteystietojen etsinnällä.

Koulujen sivuilta koitettiin etsiä sellaista sellaisen henkilön yhteystietoja, joka tuntesi koulutusohjelman sisällön. Tällä koitettiin välttää tilanteita, jossa jouduttaisiin

¹⁹ Opetus ja kulttuuriministeriö. Ammattikorkeakoulut Suomessa.

soittamaan usealle henkilölle opetuksen tiedusteluun liittyen. Näitä yhteystietoja haettiin hakusanoilla 'koulutuspäällikkö', 'koulutusjohtaja', 'yksikönpäällikkö' ja 'yksikönjohtaja'. Jos hakusanoilla ei löytynyt yhteystietoja, koitettiin etsiä esimerkiksi koulutusalakuvauksen yhteydestä löytyvää yhteystietoa, jolta voi kysyä opintojen sisällöstä.

Yhteystietojen etsinnässä koitettiin löytää ensisijaisesti sähkötekniikan henkilöstön yhteystietoja. Jos sähkötekniikan opetusta ei järjestetty, etsittiin energia- ja ympäristötekniikan henkilöstön yhteystietoja. Jos näitä ei ollut, koitettiin löytää sellaisen alan yhteystiedot, jota asia voisi koskettaa.

Yhteystiedot kerättiin taulukkoon, josta selvisi yhteystiedon nimi, puhelinnumero, sähköposti ja koulu, jossa hän työskentelee. Näille henkilöille soitettiin ja kysyttiin, onko koulutustarjonnassa sähköajoneuvojen latausjärjestelmiin liittyvää kurssia tai kurssia, jossa käsitellään kyseistä aihetta.

Jos vastaaja tiesi, että kyseistä aihetta käsitellään tietyllä kurssilla, pyydettiin kurssia pitävän opettajan yhteystiedot. Jos vastaaja kertoi, ettei kurssilla ole sähköajoneuvojen latausjärjestelmiin liittyvää opetusta, laitettiin tämä tieto tuloksiin. Jos vastaaja ei ollut varma, koitettiin selvittää keneltä asiaa kannattaisi kysyä.

Kun saatiin selvitettyä kurssia pitävä opettaja, hänelle soitettiin ja varmistettiin, että hänen kurssillaan käsitellään aihetta. Opettajalta kysyttiin, haluaako hän osallistua puhelinhaastatteluun ja sovittiin haastatteluajankohta. Haastatteluihin valittiin kurssia pitävät opettajat, koska heillä oli tieto siitä, mitä kurssilla todellisuudessa käsitellään.

6.3 Puhelinhaastattelut

Kursseihin liittyvät haastattelut suoritettiin puhelinhaastatteluina. Näin päästiin keskustelemaan aiheesta vapaammin ja jos vastauksissa oli epäselvyyksiä tai johonkin asiaan haluttiin tarkennusta, tämä pystyttiin tehdä haastattelun aikana. Haastattelut kestivät viidestätoista minuutista kahteenkymmeneen minuuttiin.

Puhelinhaastattelun kysymykset ja vastaukset on taulukossa 4 tulosten kohdalla. Kysymyksillä oli tarkoitus saada kattava kuva kurssista. Haastattelun kysymykset pystyttiin jakamaan karkeasti kolmeen kategoriaan: Minkälaista tarjontaa koululla on, kenelle kurssi tai kurssit on tarkoitettu ja mitä opetus pitää sisällään.

Puhelinhaastattelut nauhoitettiin, jotta haastatteluiden tulokset saatiin kirjoitettua puhtaaksi ja aineistoon pystyi palaamaan jälkikäteen. Haastatteluun osallistuneilta kysyttiin haastattelun alussa lupa puheentallennukseen. Haastatteluiden yhteydessä sovittiin, ettei haastattelun tallenteita jaeta julkisesti ja niitä käytetään vain aineiston analysoimiseen ja tulosten kirjaukseen.

Puhelinhaastattelun aikana vastauksia ei kirjoitettu tarkasti muistiin, koska moni kysymyksistä oli avoimia kysymyksiä. Jos vastauksia olisi kirjattu tarkkaan haastattelutilanteessa ylös, olisi tämä pitkittänyt haastattelutilannetta huomattavasti.

Tuloksiin palattiin haastattelun jälkeen, jolloin vastauksista koitettiin löytää tärkeimmät asiat ja ne kirjattiin ylös. Kun opinnäytetyöhön kirjattiin haastatteluiden tulokset, kuunneltiin haastattelut vielä kerran tulosten oikeellisuuden varmistamiseksi.

6.4 Kysely yrityksille

Opinnäytetyössä tehtiin lyhyt kysely myös yrityksille, jotka tarjoavat sähköajoneuvojen latausjärjestelmiin liittyviä tuotteita tai palveluja. Kysymykset nähdään taulukosta 1. Kyselyllä haluttiin selvittää, millaisia työtehtäviä insinööreille on tarjolla

latausjärjestelmiin liittyen ja mitä yritykset haluaisivat, että ammattikorkeakouluissa opetettaisiin aiheeseen liittyen. Tarkoituksena oli, että kurssin suunnittelu- ja kehittämistyössä voidaan ottaa myös yritysten mielipiteitä ja tarpeita huomioon.

Taulukko 1. Yrityksille suunnatut kysymykset.

Mitä tuotteita tai palveluja latausjärjestelmiin liittyen yrityksenne tarjoaa?
Minkälaisia työtehtäviä insinööreille on latausjärjestelmiin liittyen?
Mitä teidän mielestänne korkeakoulussa tulisi opettaa latausjärjestelmistä?
Miten perehdytätte insinöörit latausjärjestelmiä koskeviin työtehtäviin?

Kyselyihin valikoitui satunnaisesti tekniikan alan yrityksiä, jotka tarjoavat tuotteita tai palveluja latausjärjestelmiin liittyen. Yrityksiin otettiin yhteyttä puhelimen välityksellä ja kysyttiin, onko heillä halukkuutta osallistua lyhyeen kyselyyn. Osa kyselyyn vastanneista yrityksistä halusi kysymykset sähköpostin välityksellä ja osa vastasi kyselyyn puhelimitse. Vastaukset ovat käsitelty opinnäytetyössä anonyymisti, eikä vastaajien tai yritysten nimiä mainita.

7 TULOKSET

7.1 Alustavan tutkimuksen tulokset

Kuvasta 1 nähdään alustavan tutkimuksen tulokset, joista selviää, oliko ammattikorkeakoulun tarjonnassa kurssia, jolla käsitellään sähköajoneuvojen latausjärjestelmiä. Neljällä koululla ei ole tekniikan alan koulutustarjontaa, joten tutkimuksessa tehtiin olettaus, ettei heidän koulutustarjonnastaan löydy kyseisten aiheeseen kurssia. Neljällä koululla oli tekniikan alan opetusta, mutta heidän kursseillaan ei haastattelujen mukaan käsitellä kyseistä aihetta. Neljästä koulusta ei ole saanut opetuksesta varmaa tietoa. Näistä kahteen kouluun ei saatu yhteyttä ja kahdessa koulussa yhteyshenkilöillä ei ollut varmuutta, käsitelläänkö millään kursilla kyseistä aihealuetta.

Seitsemällä koululla on aiheeseen liittyvää opetusta. Neljän koulun kanssa ei pidetty haastatteluja. Kahdessa näistä ei saatu kursseja pitäviä opettajia kiinni ja kahdessa opettajat sanoivat, ettei kursseilla käsitellä aihetta niin laajasti, että olisi hyödyllistä osallistua haastatteluun. Kolmen koulun kanssa pidettiin puhelinhaastattelut. Puhelinhaastatteluun osallistuivat Satakunnan ammattikorkeakoulu, Tampereen ammattikorkeakoulu ja Turun ammattikorkeakoulu.



Kuva 1. Sähköajoneuvojen latausjärjestelmien opetus ammattikorkeakouluissa.

7.2 Puhelinhaastatteluiden tulokset

Puhelinhaastatteluiden tulokset ovat näkyvillä taulukossa 4. Yhteensä puhelinhaastatteluun osallistui kolme opettajaa ja haastattelussa oli seitsemän kurssia, joissa käsiteltiin sähköajoneuvojen latausjärjestelmiä. Satakunnan ammattikorkeakoululla oli yhteensä neljä kurssia, joissa käsiteltiin sähköajoneuvojen latausjärjestelmiä. Kaksi näistä oli suunnattu sähkö- ja automaatiotekniikan opiskelijoille, yksi energia- ja ympäristötekniikan opiskelijoille ja yksi rakennus- ja yhdyskuntatekniikan opiskelijoille. Kurssit olivat nimeltään Sähkösuunnittelu ja määräykset, Kiinteistön sähkö- ja tietoverkot, Energiatehokkuus sekä Sähkö- ja rakennusautomaatiotekniikan perusteet.

Tampereen ammattikorkeakoulussa oli sähköajoneuvojen latausjärjestelmiin liittyen yksi kurssi, Sähköautot ja sähköinen voimansiirto, joka kuului ajoneuvotekniikan tutkinto-ohjelmaan. Turun ammattikorkeakoulussa oli tällä hetkellä yksi kurssi

latausjärjestelmiin liittyen, joka oli tarkoitettu energia- ja ympäristötekniikan opiskelijoille, Power electronics in e-mobility and local energy storage. Kurssin opetusta järjestettiin viimeistä kertaa tänä keväänä. Kurssin sisältö tulee integroitumaan muihin kursseihin. Ensi lukukaudesta lähtien aiheesta tulee myös olemaan oma sähköajoneuvojen latausjärjestelmät -kurssi. Kurssi on aluksi tarkoitettu energia- ja ympäristötekniikan opiskelijoille, mutta siirtyy vuonna 2023 alkavaan sähkö- ja automaatiotekniikan koulutusohjelmaan.

Haastattelussa kysyttiin myös kurssien osaamistavoitteet, mutta vastauksia ei ole taulukossa 4, sillä taulukko olisi kasvanut liian suureksi. Satakunnan ammattikorkeakoulussa kurssien osaamistavoitteina oli muun muassa ymmärrys erilaisista lataustekniikoista, milloin ja missä niitä käytetään, vikavirtavirtasuojauksen merkitys ja ymmärrys siitä miten latausjärjestelmä toimii. Tampereen ammattikorkeakoulun kurssin opintojakson tavoitteena oli perehtyä yleisesti ympäristöystävällisiin sähköajoneuvoihin ja erilaisiin hybridiajoneuvoihin sekä niissä käytettyihin voimansiirtorakenteisiin. Kurssin osaamistavoitteet ovat listattuna taulukossa 2.

Taulukko 2. Tampereen ammattikorkeakoulun sähköautot ja sähköinen voimansiirto -kurssin osaamistavoitteet.

Sähköisten voimansiirtojärjestelmien perusteet, niiden sovellettavuuden ja mitoittamisen
Energiataloudellisuuden perusteet erilaisissa ajoneuvoissa ja työkoneissa
Soveltaa oppimiaan tietoja ja taitoja ajoneuvojen ja työkoneiden suunnittelussa, jälkimarkkinoinnissa sekä huolto- ja kunnossapitotoiminnassa.

Turun ammattikorkeakoulun Power electronics -kurssin osaamistavoitteina oli, että oppilas tuntee yleisimmät sähköautojen lataustavat, lataustehon ohjauksen periaatteet, kuormanhallinnan ja verkkointegraation. Sähköajoneuvojen latausjärjestelmät -kurssin osaamistavoitteet ovat listattuna taulukossa 3.

Taulukko 3. Turun ammattikorkeakoulun Sähköajoneuvojen latausjärjestelmät -kurssin osaamistavoitteet.

Tuntee sähköajoneuvojen ominaisuuksia sähkönkulutuksen ja akkutyypin sekä niiden lataustehojen ja kapasiteetin osalta
Tuntee sähköajoneuvojen lataukseen liittyvät määräykset ja standardit sekä osaa soveltaa niitä latausjärjestelmien suunnittelussa
Tuntee sähköajoneuvojen latauslaitteiden rakenteen ja ominaisuudet sekä osaa valita latauslaitteen sovelluskohteen mukaan

Taulukko 4. Puhelinhaastatteluiden tulokset.

Kysymys	Satakunnan ammattikorkeakoulu	Tampereen ammattikorkeakoulu	Turun ammattikorkeakoulu
Onko teillä sähköajoneuvojen latausjärjestelmiin liittyviä kursseja tai kursseja, joissa käsitellään ai- hetta?	On yhteensä neljä kurssia, missä kä- sitellään ai- hetta.	On yksi kurssi, missä käsitellään ai- hetta.	On yksi kurssi, joka pidettiin tänä keväänä viimeistä kertaa. Kurssin si- sältö integroituu muihin kursseihin tulevaisuudessa. Ensi vuonna alkaa lisäksi täysin uusi kurssi.
Minkä nimisiä kursseja aiheeseen liittyen on?	1. Sähkösuunnittelu ja määräykset 2. Kiinteistön sähkö- ja tietoverkot 3. Energiatehokkuus 4. Sähkö- ja rakennusautomaati- otekniikan perusteet	Sähköautot ja sähköinen voiman- siirto.	1. Power electronics: e-mobility and local energy storage 2. Sähköajoneuvojen latausjärjes- telmät (tulossa)
Onko aiheeseen liittyviä kursseja avoimen amk:n tarjonnassa?	Kaikki on avoimessa.	On.	1. On 2. Ei ole varmuutta vielä, kun kurssi ei ole alkanut.
Mikä on kurssien laajuus, kuinka monta opintopistettä?	5 op 3 op 4 op 4 op, sähkö- osuus on 2,5 op	3 op	5 op (latausjärjestelmien osuus alle 3 op) 3 op

Kenelle kurssit on suunniteltu?	1. sähkötekniikan opiskelijoille 2. sähkötekniikan opiskelijoille 3. Energiapuolen opiskelijoille, myös muut voi valita 4. Rakennustekniikkapuolen opiskelijoille, periaatteessa kuka vaan voi suorittaa	Ajoneuvotekniikan opiskelijoille. Paljon sähkötekniikan opiskelijoita myös suorittaa kurssin.	1. Energia- ja ympäristötekniikan opiskelijoille 2. Vuonna 2023 lähtien myös sähkö- ja automaatiotekniikan opiskelijoille
Onko kurssit vapaavalintaisia?	1. Suuntaavat opinnot 2. Perusopinnot 3. Perusopinnot 4. Perusopinnot	Ajoneuvotekniikan opiskelijoille peruskursseihin kuuluva. Muille tekniikan opiskelijoille vapaavalintainen.	Molemmat kurssit ovat syventäviä opintoja.
Minkä vuosikurssin opiskelijoille kurssit on tarkoitettu?	1. 3. vuoden 2. 3. vuoden 3. 2. vuoden 4. 1. vuoden	4. vuoden	Molemmat kurssit 3. vuoden
Minkälaista pohjaosaamista kurssin käyminen vaatii?	1. Perusymmärrys vaaditaan sähköstä ja mitoituksesta 2. Perustiedot sähköstä ja mitoituksesta 3. Ei tarvitse pohjatietoja sähköstä 4. Ei tarvitse pohjatietoja sähköstä	3. vuoden opiskelijat voivat tietojensa perusteella osallistua. Fysiikan ja sähkötekniikan perusteet tulee ymmärtää.	Sähkövoimatekniikan kurssi, introduction to power electronics.
Mitä lähdemateriaaleja kurssissa on käytetty?	ST käsikirja 41, SFS 6000, Muut ST-kortit, SESKOn materiaaleja, valmistajien materiaalit	Oppikirja kurssilla: Sähkökäyttö- ja hybriditekniikka. Lisäksi käytetään laitevalmistajien aineistoa.	Lähdemateriaaleja on paljon.

Mistä tulokulmasta aihetta käsitellään?	Esimerkiksi kuorman hallittavuuden kannalta, verkon huomiointi, mietitään myös asioita myynnin, asiakkaan tarpeiden ja opastuksen kantilta.	Latauksen kannalta, kuinka kommunikoi ajoneuvon kanssa, millainen liityntä syntyy ajoneuvon ja latauslaitteen välille. Tehonsiirtoa käydään läpi. Ei käydä esimerkiksi sitä, miten latauspiste on liitetty sähköverkkoon.	Energia- ja ympäristötekniikan puolella verkkointegraation ja systeemien tasolla. Sähkö- ja automaatiotekniikan puolella suunnittelun kulmasta.
Käydäänkö kurssilla aiheeseen liittyviä standardeja läpi?	SFS 6000, muutkin standardit, mikäli on tarvetta. Esimerkiksi pistorasian kuormitusta koskevat standardien määräykset.	Liityntästandardeja ja sähköturvallisuusmääräyksiä.	Tärkeimmät standardit käydään, esimerkiksi lataustapoihin ja suojaukseen liittyen.
Sisältääkö kurssi laboratoriotöitä?	Ei sisällä, on muita projekteja sähköpuolella, missä oppilaat esimerkiksi laskeneet asiakkaalle mitoitus, mutta nämä ovat enemmän poikkeuksia. Oma 10 auton latausjärjestelmä koululla, josta esimerkiksi käyttöönottotarkastusten tekeminen mahdollista.	Mitoitusharjoitustyö, jossa suunnitellaan sähköinen voimalinja annettuun työkoneeseen, annetaan toiminta-arvot, suoritusvaatimukset, koko, paino, ajosuoritteet yms. Mietitään millaisilla komponenteilla olisi mahdollista rakentaa.	Mittausharjoituksia, laboratorioissa on AC- ja DC-latauspisteet.
Sisältääkö kurssi PC-harjoituksia?	1. Pientalon suunnittelumalli, jossa tehdään toimitusvaiheessa tarvittavat kuvat.	Simulointi- ja laskentaympäristöjä, mallinnetaan esimerkiksi aikafunktioita ja kuormitusyöklejä.	Simulaatioharjoituksia Power electronics -kurssilla.

Onko kurssilla laskuharjoituksia?	Johdon mitoitusta, ylikuormitusta, oikosulkulaskentaa, jännitteenalennemaa.	Mitoitusharjoituksia.	kyllä on jossain määrin.
Mitä muuta kurssilla käsitellään?	1. Aurinkosähkön laskentaa ja mitoitusta, projektissa kannustetaan tekemään kuvat oikeasta kohteesta, esimerkiksi vanhempien mökkiin teetetään uudet kuvat.	Latauksen näkökulmasta ei mennä syvemmälle, käydään latausjärjestelmän käyttöön liittyviä asioita.	Sähköautojen latausjärjestelmien liittyminen paikalliseen uusiutuvan energiantuotantoon, lähinnä aurinkosähkön tuotantoon, kuorman- ja latauksenhallinnan ja ohjauksen näkökulmasta.
Onko kurssien suunnittelussa otettu huomioon yritysten tarpeita?	Kyllä, kurseilla käy myös yrityksiä pitämässä vierailijaluentoja.	Otetaan huomioon, esimerkiksi Tampereen seudulla on paljon työ-koneiden valmistusta, joten kurssilla on työkonepainotusta.	Opettajat tekevät tutkimustyötä, kansallisia ja kansainvälisiä projekteja. Näissä projekteissa on yrityspartnereita mukana, sitä kautta tulee huomioitua myös opetuksessa.
Millaista palautetta kurssista on annettu?	Positiivista palautetta. Yleisesti kaikista (muistakin, kuin tässä mainituista) kurseista tulee palautetta, että lähiopetusta on liian vähän ja on liikaa yksin opiskelua.	Opiskelijat kokevat, että kurssi on tarpeellinen. Suunnittelutyö on oppilaiden mielestä hyvä, koska siinä tutkitaan, mitä tuotteita markkinoilta on saatavissa	Vaativa kurssi, paljon asiaa ja omaksettavaa.

7.3 Yrityksille suunnatun kyselyn tulokset

Kyselyssä koitettiin ottaa yhteyttä yhteensä yhdeksään yritykseen. Kahdesta yrityksestä ei saatu yhteyshenkilöitä kiinni ja yhdessä yrityksessä ei oltu varmoja, kuka olisi oikea henkilö vastaamaan kyselyyn. Kolmelle yritykselle pidettiin haastattelut puhelimen välityksellä ja kolmelle yritykselle laitettiin kysely sähköpostitse, joista yksi vastasi. Yhteensä kyselyyn vastasi siis neljä yritystä.

Ensimmäisenä asiana kysyttiin mitä tuotteita tai palveluja latausjärjestelmiin liittyen yritys tarjoaa. Kaikki vastanneista yrityksistä myi AC-latauslaitteita. Lisäksi osa yrityksistä tarjosi sovellusta lataamisen hallintaan ja maksamiseen.

Toisena asiana kysyttiin, millaisia työtehtäviä insinööreille on tarjolla latausjärjestelmiin liittyen. Insinööreille tarjottavia tehtäviä oli esimerkiksi suunnittelutyön, tuotekehityksen, ohjelmistokehityksen, myynnin, esimiestehtävien ja asiantuntijatehtävien parissa. Tehtävänimikkeitä oli muun muassa tekninen projektipäällikkö, huoltoinsinööri ja mekaniikkasuunnittelija.

Kolmantena asiana kysyttiin mitä yritysten mielestä korkeakouluissa tulisi opettaa latausjärjestelmistä. Vastauksissa nousi esiin esimerkiksi OCPP-protokollan, talon energiajärjestelmän toiminnan ja standardien läpikäyminen sekä miten kuormanhallintaratkaisut toteutetaan vanhaan ja uuteen infraan. Lisäksi tehoelektroniikan läpikäymistä DC-lataukseen liittyen pidettiin mielekkäänä.

Neljäntenä asiana kysyttiin, kuinka yritykset perehdyttävät insinöörin latausjärjestelmiä koskeviin työtehtäviin. Perehdytyksessä käytiin läpi perusasioita, kuten latausaseman yleinen toiminta ja komponentit sekä standardeja. Myyntityötä tekeville kerrotaan myös teknisestä puolesta.

8 POHDINTA JA PÄÄTELMÄT

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia sähköajoneuvojen latausjärjestelmiin liittyvää opetusta, ketkä tarjoavat sellaista ja mitä opetus pitää sisällään. Näillä tiedoilla haluttiin luoda kuva tämänhetkisestä opetuksesta ja sen sisällöstä ja näiden tietojen pohjalta avustaa uuden kurssin suunnittelussa.

8.1 Alustava tutkimus

Alkututkimuksen tarkoituksena oli selvittää, mitkä koulut tarjoavat aiheeseen liittyvää opetusta ja saada opettajien yhteystiedot puhelinhaastatteluita varten. Tutkimuksessa oli mukana 19 koulua. Tulosten mukaan 42 %:lla kouluista ei ollut aiheeseen liittyvää opetusta, 21 %:lla ei ollut varmuutta ja 37 %:lla oli opetusta.

Koulut, jossa ei ollut varmuutta onko opetusta, vastasivat ettei aiheesta ole omaa kurssia, mutta on mahdollista, että jollain kurssilla käsitellään aihetta. Kahdesta koulusta, jossa ei ollut opetusta vastattiin, että opetussuunnitelmat ovat uudistumassa ensi vuonna ja aiheeseen liittyvää opetusta on mahdollisesti uudistuksen jälkeen koulun tarjonnassa. Tutkimuksessa tuli ilmi vain kaksi kurssia, jotka käsitelivät pelkästään sähköajoneuvojen latausjärjestelmiä. Toinen alkaa Turun ammattikorkeakoulussa ensi lukuvuonna ja toisen kurssin opettajaa ei saatu tavoitettua haastatteluja varten.

Tutkimuksessa haastateltiin koulujen organisaatioista yksittäisiä henkilöitä, joten tulokset ovat näiden henkilöiden tietämyksen varassa. Kuitenkin tuloksista voidaan päätellä, että aihetta käsitellään monissa kouluissa, mutta kokonaan aiheeseen liittyviä kursseja ei ole kuin pari kappaletta. Jos tutkimuksen toistaisi esimerkiksi viiden vuoden päästä, tulokset voisivat olla hyvin erilaisia opetussuunnitelmien kehityksen vuoksi.

8.2 Puhelinhaastattelu

Puhelinhaastatteluun osallistui kolme opettajaa. Yhteensä kurseja oli seitsemän. Kurseista kuudessa käsiteltiin aihetta osana kurssia ja yksi kurssi oli kokonaisuudessaan sähköajoneuvojen latausjärjestelmistä. Yhteensä kysymyksiä oli 20, mutta tuloksissa on käyty näistä läpi 18. Ensimmäinen kysymys, jota ei taulukoitu oli kurssien lukumäärä, koska siihen vastattiin jo kurssien nimien kohdalla. Toisena kysymyksenä oli kurssikuvauksien linkin lähettäminen sähköpostilla, jonka kaikki vastaajat tekivät.

Haastattelussa kysymyksiä oli riittävä määrä, että haastattelu tuotti kattavan aiheiston, mutta haastattelut eivät venyneet liian pitkiksi vastaajien kannalta. Osa kysymyksistä tuotti osittain samanlaisia vastauksia. Esimerkiksi ensimmäisessä kysymyksessä haastateltavat vastasivat kurssin nimen, laajuuden ja kenelle kurssit on suunniteltu. Lisäksi ensimmäinen kysymys oli sinällään turha, että alustavan tutkimuksen perusteella tiedettiin jo kouluilla olevan kurseja, joissa käsitellään latausjärjestelmiä. Haastattelujen pohjalta kurseista sai suurpiirteisen kuvan, mutta haastattelussa olisi voinut olla myös tarkentavia kysymyksiä kurseista.

Haastattelutilanteet sujuivat hyvin ja haastateltavat antoivat kattavia vastauksia kysymyksiin. Vastauksista nousi asioita esiin, mitä myös Vaasan ammattikorkeakoulun tulevilla kurssilla voisi olla. Vierailijaluennot voisivat olla hyvä tapa saada päivitettyä tietoa ja aineistoa latausjärjestelmiin liittyen. Myös mitoitusharjoitukset voisivat olla osana kurssin sisältöä. Näissä voitaisiin harjoitella esimerkiksi eri kuormitustilanteiden ja älykkään kuormanhallinnan lisäämisen vaikutusta sähköverkkoon. Lisäksi latauspisteiden hankinnalla laboratorioon voitaisiin suorittaa mittausharjoituksia. Lisäksi yrityksille pidetyistä haastatteluista nousi esiin, että kurssilla voitaisiin käydä läpi esimerkiksi OCPP-protokollaa, standardeja, kuormanhallintaa, talon energiajärjestelmää ja DC-latausaseman tehoelektroniikkaa.

LÄHTEET

Korhonen, E., Linja-aho, V., Mäkinen, J., Orrberg, M. 2019. Sähköautot ja latausjärjestelmät. Espoo. Sähköinfo Oy.

Opetus ja kulttuuriministeriö. Ammattikorkeakoulut Suomessa. Viitattu 15.4.2022 <https://okm.fi/ammattikorkeakoulut>

Sähköajoneuvojen lataussuositus. 2021. SESKO ry. Viitattu 18.2.2022 <https://severi.sahkoinfo.fi/item/8058?search=st%2051.90>

ST 51.90. Sähköauton lataaminen ja latauspisteiden toteutus. Espoo. Sähköinfo Oy. 2021. 24 s. Viitattu 9.2.2022 <https://severi.sahkoinfo.fi/item/3937?search=sahkoajoneuvojen%20latausjarjestelmat>