

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Sähkötekniikan koulutusohjelma

Tero Asikainen

MUUNNOSSÄHKÖAUTO
Lataus ja BMS

Opinnäytetyö
Helmikuu 2017



OPINNÄYTETYÖ
Helmikuu 2017
Sähkötekniikan koulutusohjelma

Karjalankatu 3
80220 JOENSUU
013 260 600

Tekijä(t)
Tero Asikainen

Nimeke
Muunnossähköauto. Lataus ja BMS

Toimeksiantaja
Karelia-amk

Tiivistelmä

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä alustavaa tutkimusta ja suunnittelua Sirkalan kampuksella rakennettavaa muunnossähköautoa varten. Opinnäytetyössä tutustutaan yleisesti sähköauton lataustapoihin ja akkujenhallintajärjestelmään.

Materiaali tähän opinnäytetyöhön on kerätty internetistä erinäisiltä harrastelijasivuilta, joissa on keskustelua muunnossähköautoista ja Theseuksessa olevista opinnäytetöistä, jotka liittyvät tähän aiheeseen.

Tässä opinnäytetyössä on kerrottu latauksesta ja akunhallinnasta. Muunnossähköauton lataustavoiksi katsoin parhaaksi lataustavat 2 ja 3. Akunhallintajärjestelmäksi sopinee parhaiten hajautettu järjestelmä.

Kieli
suomi

Sivuja 18
Liitteet

Asiasanat

Muunnossähköauto, sähköauto, akunhallintajärjestelmä, lataus



THESIS
February 2017
Degree Programme in
Electrical Engineering
Karjalankatu 3
80220 JOENSUU
FINLAND
013 260 600

Author (s)
Tero Asikainen

Title
Electric Vehicle Conversion, Charging and Battery Management System

Commissioned by
Karelia University of Applied Sciences

Abstract

The purpose of this thesis was to make initial research and planning for electric vehicle conversion built in Sirkkala campus. This thesis introduces the charging methods for an electric car and battery management systems in general.

The material used in this thesis was gathered from the internet from various hobbyist sites and electric car related forums with discussion of electric vehicle conversion. Other theses dealing with this topic were also used as a source of information.

This thesis is about charging and battery management systems. Charging methods 2 and 3 were considered the best for the converted electric vehicle. For battery management the best system could be a distributed system.

Language
Finnish

Pages 18
Appendices

Keywords

electric vehicle conversion, electric car, battery management system, charging

Sisältö

1	Johdanto	5
2	Lataus	6
2.1	Lataustavat	6
2.1.1	Lataustapa 1	6
2.1.2	Lataustapa 2	7
2.1.3	Lataustapa 3	7
2.1.4	Lataustapa 4	8
2.2	Latauspistokytkimet	8
2.2.1	Tyyppi 1	8
2.2.2	Tyyppi 2	9
2.2.3	Pika-/teholatausliittimet	9
3	Akunhallintajärjestelmä	11
3.1	Erilaiset akunhallintajärjestelmät	11
3.2	Kommunikaatio	12
3.3	Ohjaus	12
3.4	Toiminta	12
3.5	Akunhallintajärjestelmän tehtävät	13
3.5.1	Valvonta	13
3.5.2	Balansointi	14
3.5.3	Vikatilanteet	14
4	Muunnossähköauto suunnitelma	15
4.1	Lataustavat	15
4.2	BMS	16
5	Pohdinta	17
	Lähteet	18

1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön aiheena oli tehdä alustavaa tutkimusta ja selvitystä Sirkkalan kampuksella rakennettavaa muunnossähköautoa varten. Tässä työssä tutustutaan sähköauton lataukseen, jossa käsitellään yleisesti erilaiset standardoidut lataustavat ja millaisia ovat sähköautoissa olevat yleisimmät standardoidut latauspistokytkimet. Tutustutaan myös erilaisiin akunhallintajärjestelmän muotoihin ja niiden tehtäviin. Lopuksi kerrotaan mitkä osat sopisivat parhaiten tähän muunnossähköautoon.

Opinnäytetyötä aloittaessa tietoja tulevasta autosta oli hyvin vähän. Tiedossa oli, että auto tulisi olemaan pakettiauto ja sitä haluttaisiin käyttää varasähkönlähteenä erinäisissä tapahtumissa ja pitäisi pystyä lataamaan Sirkkalan omasta hakevoimalasta. Autoon on suunnitteilla kaksi akkupakettia, toinen pelkästään ajoa varten ja toinen sähkövarastoksi. Työ on toteutettu etsimällä tietoa internetistä, muista aiheeseen liittyvistä opinnäytetöistä ja sähköautoiluun liittyviltä harrastelijasivustoilta.

2 Lataus

2.1 Lataustavat

Sähköajoneuvojen lataamiselle on 4 standardisoitua tapaa, jotka on määritelty standardissa EN 61851-1. Yhteistä lataustavoille on muun muassa se, että latausnopeus riippuu ulkoilman ja akkujen lämpötilasta. Akkujen latautumisenopeus on nopeinta tyhjästä 80 %:iin ja loppuvaihe on hitaampaa. Akkujen lataaminen on turvallista, koska laturit on varustettu useilla suojalaitteilla, jotka estävät mm. ylikuormitukset ja sähköiskujen saamiset. [1;2;3]

2.1.1 Lataustapa 1

Lataustapa 1 toiselta nimeltään hidas lataus, joka tapahtuu tavallisesta vikavirtasuojalla suojatusta pistorasiasta. Tätä lataustapaa käytetään yleensä kevyiden sähköajoneuvojen lataamiseen (sähköpolkupyörät, sähkömopot, ruohonleikkurit). Ajoneuvossa on laturi joka itsessään kytketään enintään 16 A:n sulakkeella tai johdonsuojakatkaisijalla suojattuun yksi- tai kolmivaihejännitteiseen pistorasiaan. [1;2;3]

2.1.2 Lataustapa 2

Lataustapa 2 kulkee nimellä tilapäinen lataus. Tämä lataustapa on samanlainen kuin lataustapa 1, mutta laturin johtoon on lisätty suojajyksikkö (kuva 1), joka suojaa ajoneuvoa varmistamalla, että laturin pistoke on oikein kytketty ennen latauksen aloittamista. Yksikössä on muun muassa sisäänrakennettu vikavirtasuojaja ja virranrajoitin, joka mahdollistaa lataamisen autonlämmityspistorasioista. [1;2;3]



Kuva 1. Kuvassa on tilapäisessä latauksessa käytettävä latauskaapeli. [4]

2.1.3 Lataustapa 3

Lataustapa 3 on suunniteltu sähköautojen lataamiseen vaihtosähköllä. Tämä tapa mahdollistaa akkujen lataamisen suurilla virroilla. Laturi vaatii standardien mukaisen pistokytkimen (kuva 2.) ja on oltava varustettu tarvittavilla latauksen ohjaus- ja suojamenetelmillä. Nämä ovat yleensä sähköautonvalmistajan hyväksymiä ja tarjoamia laitteita. Latausaseman ja auton välillä tapahtuu jatkuvaa tiedonsiirtoa, jolloin latauksesta saadaan tehokasta. [1;2;3]



Kuva 2. Kuvassa on lataustapa 3:ssa käytettävä kaapeli. [4]

2.1.4 Lataustapa 4

Lataustapa 4 eli pika-/teholataus tapahtuu ulkopuolisella laturilla ja tasajännitteellä. Laturissa on tarvittavat latauksen ohjaus- ja suojaustoiminnot. Liitäntäjohdot on kiinteästi kiinni laturissa. Tämän lataustavan kanssa yhteensopivissa autoissa on siihen sopiva liitin. Käytetään yleensä julkisilla paikoilla. Mahdollistaa akun lataamisen 80 %:iin jopa puolessa tunnissa. [1;3]

2.2 Latauspistokytkimet

Standardeissa EN 62196-1 ja EN 62196-2 on määritelty pistokytкимиä koskevat rakenne- ja testausvaatimukset. [2]

2.2.1 Tyypin 1

Tämä liitintyyppi (kuva 3) on käytössä yhdysvaltalaisissa ja japanilaisissa autoissa. Käytetään lataustapaa 3 käytettäessä. Liitin on yksivaiheinen ja käytetään yleensä 16 A:n virralla (maksimi 32 A). Liittimessä on vaihe, nolla, suojamaa ja kaksi kommunikaatiojohtinta. [5]



Kuva 3. Tyypin 1 latauspistoliitin. [5]

2.2.2 Tyypin 2

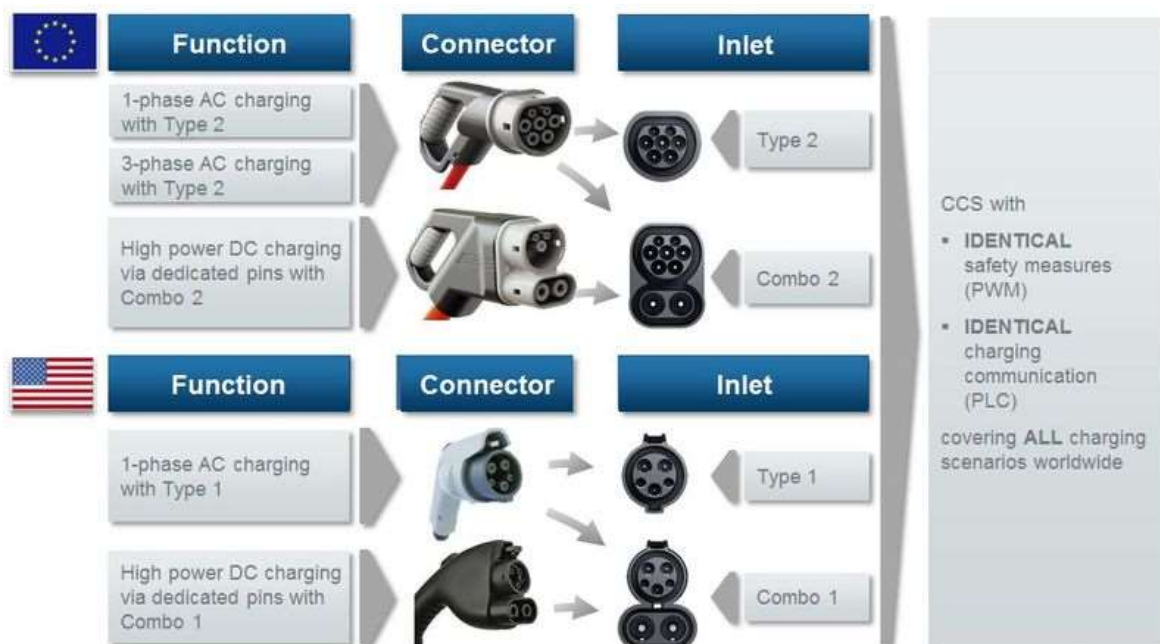
Tämä tyyppi (kuva 4) on käytössä eurooppalaisissa autoissa. Tämä on yleisin pistoketyyppi Suomessa ja muualla Euroopassa olevissa julkisissa latauspisteissä. Liitin on 3-vaiheinen ja yleisesti käytössä 32 A:n virralla (maksimi 63 A). Liittimessä on kolme vaihetta, suojamaa, nolla ja kaksi kommunikaatiojohdinta. [5]



Kuva 4. Tyypin 2 latauspistoliitin. [5]

2.2.3 Pika-/teholatausliittimet

Pika-/teholatausliittimiä on useita erilaisia, yleisimmät ovat CCS ja CHAdeMO. CCS (Combined Charging System) toiselta nimeltään Combo. Siinä on yhdistettynä tyypin 2 liitin sekä teholiitin. Teholiitin tuo mukanaan kaksi johdinta tasavirran syöttöä varten. Combo 1 perustuu tyypin 1 liittimiin eli on käytössä Yhdysvalloissa ja Combo 2 on tyypin 2 liitin, jota käytetään Euroopassa (kuva 5). Tämä on käytetyin järjestelmä Euroopassa sekä Yhdysvalloissa. Comboa käyttävät mm. Audi, BMW, Ford ja Porsche. [1;3]



Kuva 5. Eurooppaan ja USA:an löytyy omat liittimensä. [6]

CHAdeMO (kuva 6) on japanissa yleisin liittintyyppi. Lataus tapahtuu tasavirralla ja teho voi olla jopa 50 kW. Liittimessä on 6 analogista dataliitintä, 2 CAN-väyläliitintä, sekä positiivinen ja negatiivinen liitin. Laturi on sijoitettuna pikalatauslaitteeseen. [1;3;5]



Kuva 6. CHAdeMO liittintä käyttävät mm. Nissan ja Mitsubishi [1]

3 Akunhallintajärjestelmä

Akunhallintajärjestelmän eli BMS:n tehtävänä on muun muassa valvoa akuston jännitettä, lämpötilaa, latausta ja purkautumista. Varsinkin litiumakkuja käytettäessä BMS:n käyttö on tärkeää, jotta akusto pysyy kunnossa. Järjestelmä suojaa akkuja ajautumasta ulos turvalliselta käyttöalueelta, (safe operating area (SOA)) jos lämpötila, jännite tai muu sitä uhkaava parametri täyttyy. Järjestelmiä on saatavilla monilla eri ominaisuuksilla, halvat järjestelmät riittävät halpojen ja yksinkertaisten akkutyypin käyttöön. Kalliimmille akuille kannattaa ostaa kalliimpi ja monipuolisempi BMS, jotta akusto kestää hyvässä kunnossa kauemmin. [7]

3.1 Erilaiset akunhallintajärjestelmät

Keskitetty järjestelmä sisältää ainoastaan keskusyksikön, joka hoitaa valvonnan. Yksiköstä lähtee johdot jokaiselle akulle, joilla mitataan akun jännite. Laitteita on vain yksi joten paikkoja on rajoitetusti ja balansointia tehdessä voi muodostua paljon lämpöä. [8]

Suuremmille akustoille sopii moduulijärjestelmä, jossa on keskusyksikön lisäksi muutama orjayksikkö, joille akusto on jaettu. Näin mahtuu enemmän akkuja ja myös muut tehtävät on jaettu, jolloin yksiköt eivät ole niin kovan rasituksen alla, kuin keskitetyssä järjestelmässä oleva keskusyksikkö. [8]

Hajautetussa järjestelmässä keskusyksikön lisäksi jokaisella akulla on oma pieni orjayksikkö jolloin saadaan akuille paras mahdollinen valvonta ja ohjaus. Jokainen yksikkö pystyy irrottamaan oman akkunsu tarpeen vaatiessa ja kertomaan tilansa keskusyksikölle. Kyseessä on myös kallein järjestelmä, mutta käytettäessä kalliita akkuja suurissa määrin on tämä erittäin suositeltavaa. [8]

3.2 Kommunikaatio

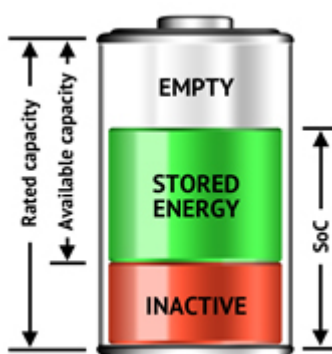
BMS voi käyttää mallista riippuen monenlaisia eri keinoja kommunikoida eri laitteidensa kanssa. Yleisin tapa olla yhteydessä moduuleihin on CAN-väylä. Tietokoneeseen tai muuhun vastaan ottimeen BMS voi olla yhteydessä mm. usb-liittimellä tai jopa langattomasti. [9]

3.3 Ohjaus

BMS-järjestelmän ohjaus tapahtuu yleensä joko tietokoneella tai erillisellä näyttöllä, josta on mahdollista nähdä tärkeimmät tiedot akuston tilasta. Ohjelmistolla voidaan tallentaa kaikkia mitattuja tietoja kuten, lämpötiloja ja jännitteitä. Tilastojen ja arvojen perusteella voidaan laskea ja seurata mm. akuston kuntoa eli SoH (State of Health) ja mahdollisesti ennustaa akuston käyttöikä. [9]

3.4 Toiminta

Akkujen latautuessa ja purkautuessa BMS muodostaa kuvan akusta, jonka avulla se kertoo käyttäjälle sen tilasta. Kuva 7 havainnollistaa miltä akun tila näyttää. Akkuja otettaessa käyttöön BMS:lle kerrotaan valmistajan ilmoittama energiamäärä, jonka perusteella se muodostaa akun koon (Rated capacity). Kuvassa oleva tyhjä tila (Empty) voidaan vielä täyttää, mutta toimimaton (inactive) osuus on jo kokonaan menetetty. Syynä voi olla mm. akun ikä tai vääränlainen käyttö. Käyttökapasiteetti (Available capacity) kertoo tämän hetkisen saatavilla oleva maksimi kapasiteetin eli kuinka paljon akkuun on mahdollista varastoida energiaa. Akun varaus (State of charge (SoC)) kertoo kuinka paljon akkuun on varastoituna energiaa, huomaa että myös akun toimimaton osa on mukana tässä luvussa. [7]



Kuva 7. Akun tila [7]

BMS mittaa edestakaisin liikkuvia coulumbveja (C), jonka määrä on riippuvainen akun kapasiteetista ja tällä tavoin päättelee akun mahdollisen käyttö kapasiteetin. Tarkimman tuloksen saa aina kun akku ladataan täyteen ja puretaan sallittuun alarajaan saakka. [7]

3.5 Akunhallintajärjestelmän tehtävät

3.5.1 Valvonta

Ladatessa BMS-järjestelmä valvoo latausvirran tasoa ja ettei jännite nouse liian suureksi akuissa. Käytettäessä akustoa se valvoo, ettei jännite laske liian alhaiseksi. Suurin osa järjestelmistä mittaa myös lämpötilaa muutamasta kohtaa akustoa, jos asetetut turvarajat ylittyvät akuston käyttö estetään, jotta suuremmilta vaurioilta vältyttäisiin. [10]

3.5.2 Balansointi

Akkujenhallintajärjestelmä tasoittaa eli balansoi akkujen jännitteet vastaamaan toisiaan, jolloin akusto saadaan ladattua ja purettua tasaisesti kaikista akuista. Balansointimenetelmiä on kaksi, passiivinen ja aktiivinen. [10]

Passiivista menetelmää käytettäessä ylimääräinen jännite akuston alkaessa olla täynnä puretaan vastukseen niiden akkujen kohdalla jotka ovat jo täynnä. Tästä syystä hyötysuhde tätä menetelmää käytettäessä laskee. [10]

Aktiivisessa menetelmässä jännite ohjataan seuraavaan akkuun. Tarvittaessa voidaan muuttaa haluttujen akkujen pienten orjayksiköiden avulla virtaa kyseiselle akulle ja näin nopeuttaa jälkeen jäävän akun latautumista. Menetelmä on passiivista jonkin verran kalliimpi monipuolisuutensa takia. [10]

3.5.3 Vikatilanteet

Järjestelmän on kyettävä irrottamaan akusto muista sähkölaitteista vikatilanteissa, myös BMS:n itsensä kohdatessa vakava vika. Tällaisia tilanteita ovat mm. akusto ketjun katkeaminen, akuston napojen kosketushäiriöt ja ylikuumeneminen. Latauksen yhteydessä järjestelmän on kyettävä keskeyttämään lataus jännitteen noustessa akussa/akustossa yli sallittujen rajojen tai akuston ylikuumentuessa. Ajettaessa järjestelmän on estettävä akkua/akustoa tyhjenemästä alle alajännite arvon, tai ylikuumenemästä. [10]

4 Muunnossähköauto suunnitelma

Muunnossähköautolla tarkoitetaan ajoneuvoa, jonka käyttövoimaksi on muunnettu sähkö. Autosta on poistettu kaikki bensalla kulkemiseen tarvittavat laitteet kuten mm. moottori, pakoputkisto, bensatankki. Tilalle on laitettu mm. sähkömoottori ja sen tarvitsemat akustot.

Muunnettavaksi suunniteltu auton on tarkoitus olla pakettiauto jolloin takatilassa on hyvin tilaa akustolle. Autoon olisi tarkoitus tulla ajoakun lisäksi toinen akkupaketti jota voitaisiin käyttää siirrettävänä sähkövarastona tai tarvittaessa toisena ajoakkuna.

4.1 Lataustavat

Lataustavat 2 ja 3 ovat hyödyllisimmät, varsinkin kun tämän auton akustoja on tarkoitus ladata mahdollisesti myös Sirkkalan omalla hakevoimalalla. 3-vaiheinen 2-tyyppin latauspiste sopinee hyvin siihen tarkoitukseen. (kuva 8.) Laitteen virta on säädettävissä 6A, 10A ja 16A väliltä. Asennus on yksinkertainen, tarvitaan vain 3-vaihe punainen CEE seinäpistoke ja latauspiste on valmis käytettäväksi.



Kuva 8. Ratio Electric latauspiste [11]

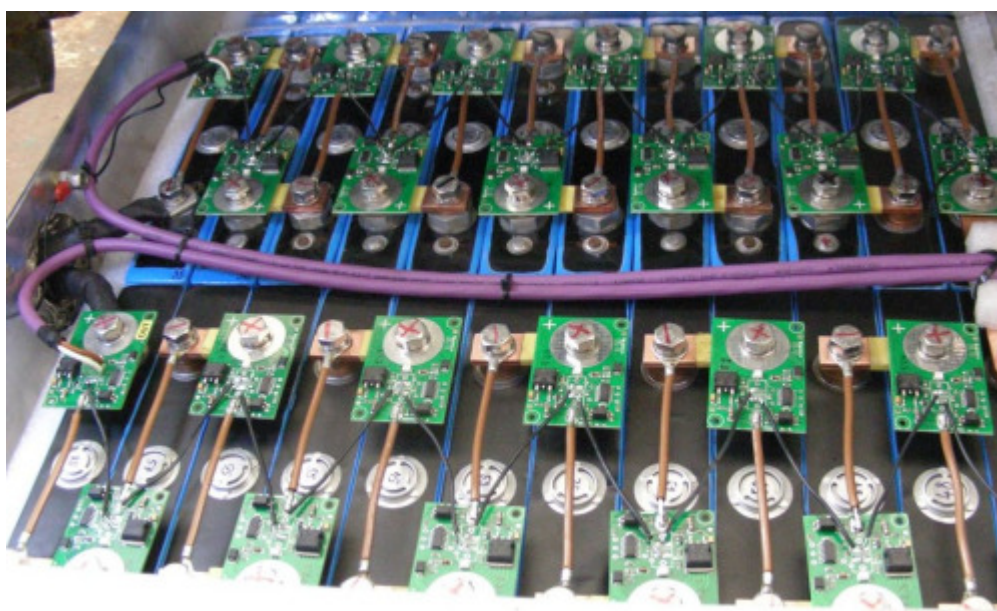
4.2 BMS

Kahta akkupakettia varten tarvitaan kaksi akunhallintajärjestelmää. Litiumakkujen kanssa tulisi käyttää hajautettua järjestelmää jolla saadaan akut pysymään hyvässä kunnossa pitkään. Tähän sopisi esimerkiksi 123electric.nl akunhallintajärjestelmä. [12]



Kuva 9. Jokaisen akun päälle tuleva pieni orjayksikkö [12]

Tähän järjestelmään kuuluu ensimmäisen akun päälle laitettava IN moduuli, viimeisen akun päälle laitettava OUT moduuli, normaalit moduulit jokaisen muun akun päälle, yksi keskusyksikkö ja virta sensori. Lisäksi on saatavissa mittaristot sekä virralle että akkukapasiteetille.



Kuva 10. Esimerkki bms asennuksesta [13]

5 Pohdinta

Aloittaessani tekemään tätä opinnäytetyötä kokemukseni sähköautoista oli yksi ajelu kerta Teslan kyydissä. Työn aikana opin paljon sähköautojen tekniikasta ja akkujenhallintajärjestelmistä yleisestikin. Materiaalia työhön löytyi vaihtelevasti, aiheesta on tehty jonkin verran muita samankaltaisia opinnäytetöitä, mutta useimmat ovat jo sisällöltään vanhentunutta tietoa. Kehitys tällä osa alueella menee eteenpäin niin nopeasti että parinvuoden takaisesta tiedosta ei joissain tilanteissa ole enää mitään hyötyä.

Työ onnistui vaikka kestitkin pidempään, kuin oli alun perin tarkoitus. Sain koottua hyvin tietoa sähköauton latauksesta ja akunhallintajärjestelmästä ja löysin myös hyviä vaihtoehtoja käytettäväksi tässä muunnossähköautossa. Tiedoista tulee olemaan paljon hyötyä, kun muunnossähköautoa aletaan rakentaa.

Jatkotutkimusta tästä aiheesta voisi tehdä hinnoista ja mistä näitä osia saisi helpointen hankittua. Itsellä osien ja varsinkin hintojen selvittäminen ei tuottanut pahemmin tulosta, koska niitä ei ole kerrottu missään. Myyjät vaikuttivat menevät enemmänkin sillä pohjalla että jokainen tilanne katsotaan erikseen. Tämä on ihan hyvä, silloin saadaan parempaa palvelua ja lisää mielipiteitä projektiin ja kuinka se olisi hyvä toteuttaa.

Lähteet

1. Garo. Latausasemat. 2008.
http://www.garo.fi/fileadmin/garofi/Kataloger/AU/Latausasemat_05-13.pdf. 12.9.2016
2. Sähköala.fi. Sähköautojen lataus. 2013.
http://www.sahkoala.fi/ammattilaiset/teknisetmaaraykset/fi_FI/sahkoautot_lataus/. 12.9.2016
3. Rossi, M. Sähköisten ajoneuvojen latausratkaisut. Metropolia ammattikorkeakoulu. Auto- ja kuljetustekniikka. Insinöörityö. 2016.
<http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201605096675>. 12.9.2016
4. Motiva. Sähköauton lataustekniikka ja turvallisuus. 2016.
http://www.motiva.fi/liikenne/henkiloautoilu/valitse_auto_viisaasti/autotyypit/sahkoauton_lataustekniikka_ja_turvallisuus. 12.9.2016
5. Tuomola, I. Sähköauton käyttö pienkiinteiston varavoiman lähteenä. Satakunnan ammattikorkeakoulu. Sähkötekniikan koulutusohjelma. Opin- näytetyö. 2012. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2012093014002>. 12.9.2016
6. CharIn. Combined charging system specification.
<http://www.charinev.org/ccs-at-a-glance/ccs-specification/>. 12.9.2016
7. Battery University. Battery Management System (BMS). 2016.
http://batteryuniversity.com/learn/article/how_to_monitor_a_battery. 12.9.2016
8. Hu, R. Battery management system for electric vehicle applications. University of Windsor. 2011.
<http://scholar.uwindsor.ca/cgi/viewcontent.cgi?article=6006&context=etd>. 12.9.2016
9. Lintula, T. Satakunnan ammattikorkeakoulun sähköautoprojektin akusto ja bms-järjestelmä. Satakunnan ammattikorkeakoulu. Sähkötekniikan koulutusohjelma. Opin- näytetyö. 2014. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201405096848>. 12.9.2016
10. Sähköautot-Nyt!. Sähköautomuunnoksen akuston valvonnan (BMS) vaatimukset. 2014. [http://www.sahkoautot.fi/wiki:saehkoeautomuunnoksen-akuston-valvonnan-vaatimukset](http://www.sahkoautot.fi/wiki:saehkoeautomuunnoksen_akuston-valvonnan-vaatimukset). 12.9.2016
11. Arctic Electric Vehicles Oy. <http://arctic-ev.omaverkkokauppa.fi/>. 12.9.2016
12. GWL Power. <https://www.ev-power.eu/BMS123-System/>. 5.12.2016
13. GWL Power. <http://gwl-power.tumblr.com/tagged/BMS123>. 23.1.2017