



SÄHKÖAUTON OSTAJAN OPAS



C, Centria tutkimus ja kehitys - forskning och utveckling, 8

Veikko Brax

SÄHKÖAUTON OSTAJAN OPAS

Centria ammattikorkeakoulu 2013

JULKAISIJA:

Centria ammattikorkeakoulu
Talonpojankatu 2A, 67100 Kokkola

JAKELU:

Centria kirjasto- ja tietopalvelu
kirjasto.kokkola@centria.fi, p. 040 808 5102

Taitto: Centria ammattikorkeakoulu / markkinointi- ja viestintäpalvelut

C, Centria tutkimus ja kehitys - forskning och utveckling, 8
ISBN 978-952-6602-57-8
ISSN 2341-7846

Suomessa on 900000 sähköautoa vuoteen 2030 mennessä...

Liikenne- ja viestintäministeriö on linjannut Suomen siirtyvän sähköautojen käyttöön. Se ennustaa Suomessa olevan vuonna 2020 noin 35.000 sähköautoa eli 1,5 % kaikista autoista. Vuoteen 2030 mennessä määrä kasvaa 900000:een eli 25 %:iin kaikista autoista. Arviot ovat minimi- ja maksimiarvojen välissä olevia realistisia lukumääriä. Vuoden 2030 jälkeen sähköauto korvaa polttomoottoriauton jossain vaiheessa.

Muutosvaihe on kuitenkin pitkä. Sen aikana käytetään erilaisia hybridautoja enemmän, kuin pelkästään akun voimalla liikkuvia autoja. Hybridauto soveltuu erityisesti Pohjois-Suomen talvisiin olosuhteisiin ja pitkiin etäisyyksiin.

Kaikenlainen sähköisiin ajoneuvoihin liittyvä liiketoiminta Suomessa kymmenkertaistuu kahteen miljardiin euroon vuoteen 2020 mennessä. EU velvoitti tammikuussa 2013 Suomen rakentamaan vuoteen 2020 mennessä noin 71000 latausasemaa sähköajoneuvojen lataamiseksi. Niistä suurin osa on kotona autotallissa, autokatoksessa ja kerrostalojen pysäköintitiloissa. Niiden lisäksi pitää rakentaa julkisia latauspalveluita huoltoasemille, kauppakeskuksiin ja pysäköintihalleihin yhteensä noin 7000 latausasemaa.

Sähköajoneuvoilla on tarkoitus pienentää Suomen riippuvuutta fossiilisista polttoaineista: Fossiilisten polttoaineiden hinnat kasvavat jatkuvasti. Fossiilisten polttoaineiden väitetään myös huonontavan Suomen ja koko maapallon ilmastoa. Sähköauton arvioidaan pienentävän liikenteen hiilidioksidipäästöjä Suomessa 15...20 % vuoteen 2030 mennessä.

Sähköajoneuvot ladataan sähköverkosta. Eri maat ovat eri tilanteessa sähkön tuottamisessa sähköverkkoon. Esimerkiksi Norja ja Ruotsi tuottavat Suomea paljon enemmän sähköä vesi-voimalla. Niille sähköauto on erinomainen vaihtoehto. Myös Suomen kannattaa tuottaa sähköä voimalaitoksilla verkkoon, ja sieltä ladata sähköautoja.

Sähköauton akun kyky varastoida energiaa on toistaiseksi vaatimaton, verrattuna nykyisen auton polttoainesäiliöön. Suurin este sähköauton yleistymiselle onkin lyhyempi toimintamatka, johon perinteisellä autolla on totuttu.

Sähköauton voi kuitenkin ladata yöllä, kun sähkön muu kulutus ja hinta ovat alhaisimmillaan. Siksi sähköauto ei vaadi Suomeen uusia voimalaitoksia sähkön tuottamiseksi. Ne vain tasoittavat Suomen sähköverkon vuorokautista toimintaa. Päivällä sähkö on kalliimpaa, ja silloin käytämättä olevat sähköautot voivat jopa myydä akuistaan energiaa sähköverkkoon.

Sähköauton akku kehittyi nopeasti. Seuraava akku, jonka siihen joutuu vaihtamaan, on paljon parempi kuin alkuperäinen. Ja ensimmäinenkin akku on jo ennen vaihtoa maksanut itsensä pienempien ajokustannusten vuoksi.

Tämä on opas tavalliselle pohjoissuomalaiselle sähköpyörän tai sähköauton ostajalle – tämän hetkisen tilanteen ja taustojen selvittämiseksi. Uusia sähköajoneuvoja tulee markkinoille koko ajan. Tässä oppaassa on käsitelty vain Tekesin EVE-hankkeeseen hyväksytyt ja siten TEM-tuen piiriin kuuluvia sähköajoneuvoja.

SISÄLLYS

1. Johdanto sähköajoneuvoihin	6
1.1. Mikä sähköajoneuvo on	6
2. Mihin sähköautolla tai -pyörällä pääsee	15
2.1. Liikkuminen Oulun seudun alueella	15
2.2. Sähköajoneuvojen yleistyminen Pohjois-Pohjanmaalla	17
3. Sähköpolkupyörä ja sähkömoottoripyörä	17
3.1. Sähköpolkupyörä	17
3.2. Sähkömoottoripyörä	18
4. Sähköauto	19
4.1. Miltä sähköauto tuntuu perinteiseen autoon verrattuna	19
4.2. Onko sähköauto halpa vai kallis	23
4.3. Suomessa myytävät sähköautot	27
4.4. Millainen on sähköajoneuvon akku	34
4.5. Akun lataaminen kotona	38
4.6. Sähköauton lataaminen latauspalvelusta	43
4.7. Onko sähköauto turvallinen	48
4.8. Sähköauton ostaminen kotimaasta vai ulkomailta	48
5. Kierrätys	51
5.1. Sähköpyörien kierrätys	51
5.2. Sähköauton kierrätys	51
6. Kooste	51
Lähdeluettelo	53

Käsitteitä

Latausasema

Sähköauton lataamiseen tarkoitettu esimerkiksi autotalliin tai autokatokseen kiinteästi asennettu järjestelmä.

Latausjärjestelmä

Latausjärjestelmä koostuu laturista ja latauksen ohjaus- ja valvontatoiminnoista. Latausjärjestelmän sijaitessa autossa, puhutaan AC-latauksesta ja AC-latausasemasta. Latausjärjestelmän sijaitessa ajoneuvon ulkopuolella puhutaan DC-latauksesta ja DC-latausasemasta.

Latauspiste

Piste, jossa sähköajoneuvo on liitetty kiinteään asennukseen. Se on pistorasia, jos latauskaapeli kuuluu sähköajoneuvoon. Se on latauspistoke, kun latauskaapeli on kiinteä osa latausjärjestelmää.

Lataustapa 1, (Mode 1)

Sähköajoneuvon liittäminen vaihtosähkösyöttöön (verkkoon) käyttäen syöttöpuolella korkeintaan 16 A ja 230 V yksivaiheista standardisoitua pistorasiaa, tehoa syöttäviä johtimia ja suojauslaitteita. Lataustapa 1 ei käytetä sähköautojen lataamiseen. (Hidas AC-lataus.)

Lataustapa 2, (Mode 2)

Sähköajoneuvon liittäminen vaihtosähkösyöttöön (verkkoon) käyttäen syöttöpuolella korkeintaan 32 A ja 230 V yksivaiheista tai 400 V kolmivaiheista standardisoitua pistorasiaa sekä tehoa syöttäviä johtimia ja suojauslaitteita. Lisäksi käytetään ohjaustoimintoja sekä henkilösuojana toimivaa vikavirtasuojaa, joka sijoitettu pistotulpan ja sähköajoneuvon väliin tai liitäntäkaapelin osana olevaan koteloon. Lataustapaa 2 käytetään sähköautojen lataamiseen tilapäisesti tai rajoitetusti. (Keskinopea AC-lataus)

Lataustapa 3, (Mode 3)

Sähköajoneuvon liittäminen vaihtosähkösyöttöön (verkkoon) käyttäen erityistä sähköajoneuvon latausjärjestelmää, jossa ohjaus- ja valvontatoiminnot sijaitsevat kiinteästi vaihtosähköverkkoon liitetyssä sähköajoneuvon latausjärjestelmässä. Lataustapa 3 on suunniteltu erityisesti sähköautojen lataamiseen. (Nopea AC-lataus)

Lataustapa 4, (Mode 4)

Sähköajoneuvon liittäminen vaihtosähkösyöttöön (verkkoon) käyttäen ajoneuvon ulkopuolista laturia, jossa ohjaus- ja valvontatoiminnot sijaitsevat kiinteästi vaihtosähköverkkoon liitetyissä laitteissa. Lataustapaa 4 käytetään sähköautojen pikalataukseen. (DC-pikalataus)

Pistoke

Latauskaapelin kiinteään asennuksen puoleinen pää. Kiinteä asennus tarkoittaa esimerkiksi autotalliin kiinteästi asennettua latausasemaa tai sähköajoneuvon lataukseen tarkoitettua pistorasiaa autotallassa.

Pistorasia

Latauskaapelin pistokkeen vastakappale kiinteässä asennuksessa. Se voi tarkoittaa latausase-
massa tai seinässä olevaa pistorasiaa. Latauskaapeli voi olla myös kiinteästi asennettu lataus-
asemaan, jolloin pistorasiaa ei olekaan.

Latauspistoke

Latauskaapelin auton puoleinen pää.

Latausliitin

Latauskaapelin latauspistokkeen vastakappale autossa.

1. Johdanto sähköajoneuvoihin

1.1. Mikä sähköajoneuvo on

Suomessa sähköajoneuvo tarkoittaa esimerkiksi polkupyörää, kolmipyöräistä mopedia tai pientä nelipyöräistä autoa, henkilöautoa, pakettiautoa, linja-autoa, venettä, laivaa, lentokonetta tai junaa (19). Tässä oppaassa tarkastellaan niistä vain polkupyöriä, moottoripyöriä, henkilöautoja ja pakettiautoja.

Sähköpolkupyörä

Suomessa sähköpolkupyörä on enintään 250 W:n sähkömoottorilla varustettu ajoneuvo. Siinä on vähintään kaksi pyörää, polkimet ja käsikammet ajamista varten. Sen moottori toimii vain poljettaessa ja vain alle 25 km/t nopeuksilla.

Täyteen ladatulla akulla voi ajaa yleensä noin 25...40km (20),(12). Yleensä akun voi irrottaa ja viedä sisälle latausta varten tai säilytettäväksi lämpimässä. Laturi on yleensä erillinen laite.

Sähköpolkupyörä on oikeastaan hybridiajoneuvo, jos sillä voi ajaa myös polkemalla. Kauramoottorilla ajettaessa voi pyrkiä suurempiinkin nopeuksiin, nopeusrajoitusten puitteissa tietysti.

Sähköpolkupyörän kuljettamiseen ei tarvita ajokorttia eikä liikennevakuutusta. Sillä voi ajaa liikenteessä kuten tavallisella polkupyörällä. (20)

Taajamissa sähköpolkupyörä on alle 2 km matkoilla yhtä nopea kuin moottoripyörä. Sitä käytävät erityisesti taajamassa lyhyitä työmatkoja tekevät sekä pizzakuskin kaltaiset lähetit. (1),(9),(12)

Sähkömopo

Suomessa sähkömopo on kaksi- tai kolmipyöräinen ajoneuvo, jonka sähkömoottorin teho on enintään 4 kW. Sähkömopon suurin nopeus on 45 km/t. (21)

Polkimin varustetun pienitehoisen sähkömopon teho on enintään 1 kW. Sen nopeus saa olla enintään 25 km/t. Se siis rinnastetaan hiukan sähköpolkupyörää vastaavaksi. (21) Sähkömopon toimintamatka täyteen ladatulla akulla on yleensä noin 65...80 km.

Mopolla saa kuljettaa aikuista matkustajaa, jos siinä on rekisteröity siihen tarkoitettu paikka. Muutoin mopolla saa kuljettaa alle 10-vuotiasta lasta.

Mopolla ei saa ajaa esimerkiksi pientareella tai pyörätiellä, eikä myöskään moottoriliikenteellä ja moottoritiellä. Maantie ja katu ovat mopolle sallittuja. Pyörätie on mopolle sallittu, jos se ilmoitetaan kilvellä "Sallittu mopoille".

Sähkömoottoripyörä

Suomessa sähkömoottoripyörä on kaksipyöräinen ajoneuvo, jossa voi olla pyörällä varustettu sivuvaunu. Moottorin teho on tyypillisesti noin 4...10 kW ja suurin nopeus noin 90...170 km/t. Akun varausmäärä on tyypillisesti 3...10 kWh. Suuremman varausmäärän vuoksi akun voi myös

pikaladata parissa tunnissa.

Sähkömoottoripyörää käytetään samoihin tarpeisiin kuin sähköpolkupyörää. Se on polkupyörää ja mopoa nopeampi. Akun toimintamatka on kuitenkin suunnilleen sama kuin sähköpyörällä tai mopolla. (20), (21)

Kevyt sähköauto

Kolmipyörä:

Suomessa kolmipyörä on ajoneuvo, jossa on kolme symmetrisesti sijoitettua pyörää. Sen moottorin tehoon enintään 4 kW. Sen suurin nopeus saa olla yli 25 km/t. (21)

Kevyt nelipyörä eli mopauto:

Suomessa kevyt nelipyörä on nelipyöräinen ajoneuvo, jonka moottorin teho enintään 4 kW ja jonka nopeus on enintään 45 km/t. Sen paino ilman akkuja on enintään 350 kg. (21)

Nelipyörä:

Suomessa nelipyörä tarkoittaa nelipyöräistä ajoneuvoa, jonka moottorin teho on enintään 15 kW. Sen paino ilman akkuja ja kuormaa on enintään 400 kg, ja sen kuorma on enintään 150 kg. (21)

Mopoauton ohjaamo antaa auton kaltaisen suojan sateelta ja viimalta. Mopoauton ohjaamon kestävyys kolaritilanteissa ei vastaa autoa. Mopolla saa kuljettaa aikuista matkustajaa, jos siinä on rekisteröity siihen tarkoitettu paikka. Muutoin mopolla saa kuljettaa alle 10-vuotiasta lasta.

Mönkijä:

Suomessa mönkijä voi olla tieliikenteessä mukana, jos se on rekisteröity kolmipyöräiseksi mopoksi, kolmipyöräksi, kevyeksi nelipyöräksi tai nelipyöräksi. (21)

Muutoin mönkijä on maastoajoneuvo. Se rinnastetaan silloin esimerkiksi moottorikelkkaan ja moottorirekeen. (21)

Sähköauto

Suomessa auto tarkoittaa henkilöiden tai tavaran kuljettamiseen tarkoitettua ajoneuvoa, jossa on neljä pyörää ja johon mahtuu kuljettajan lisäksi enintään kahdeksan matkustajaa. Sen suurin nopeus saa olla yli 25 km/t. (21)

Sähköauto tarkoittaa Suomessa autoa, joka kulkee akulla vähintään 42 km matkan, euroopalaisen NEDC-testin mukaan mitattuna. Pelkästään akulla kulkevaa sähköautoa kutsutaan akkusähköautoksi tai täyssähköautoksi. (1),(9), (19), (29)

Hybridiauto tarkoittaa autoa, jossa on vähintään kaksi erilaista moottoria liikkumiseen. Hybridiautossa voi olla esimerkiksi sähkömoottorin lisäksi diesel- tai bensiinimoottori. Hybridiautot jaetaan vielä useaan alatyypin sen mukaan, kuinka pitkälle auto kulkee sähköän voimalla. (21)

Täyssähköauto:

Kuva 1 esittelee täyssähköauton tärkeimmät rakenneosat: Tärkein ja kallein osa on akku. Se on varausmäärältään tyypillisesti noin 20 kWh eli noin 20-kertainen perinteiseen 12 V käynnistysakkuun verrattuna. Akun kennojen jännitteet tasataan samansuuruisiksi, jolloin ne kaikki

yhdessä syöttävät sähkömoottoria. Ilman tasausta osa kenoista ladattaessa ylilatautuisi ja kuumenisi, ja akkua käytettäessä osa kenoista syväpurkautuisi ja vioittuisi. (1),(6),(9)

Sähkömoottori on jokseenkin aina vaihtovirtamoottori. Se kuluttaa tyypillisesti keskimäärin 0,2 kWh kilometriä kohti. Akku syöttää sähkömoottoria vaihtosuuntaajan kautta. (1),(6),(9)

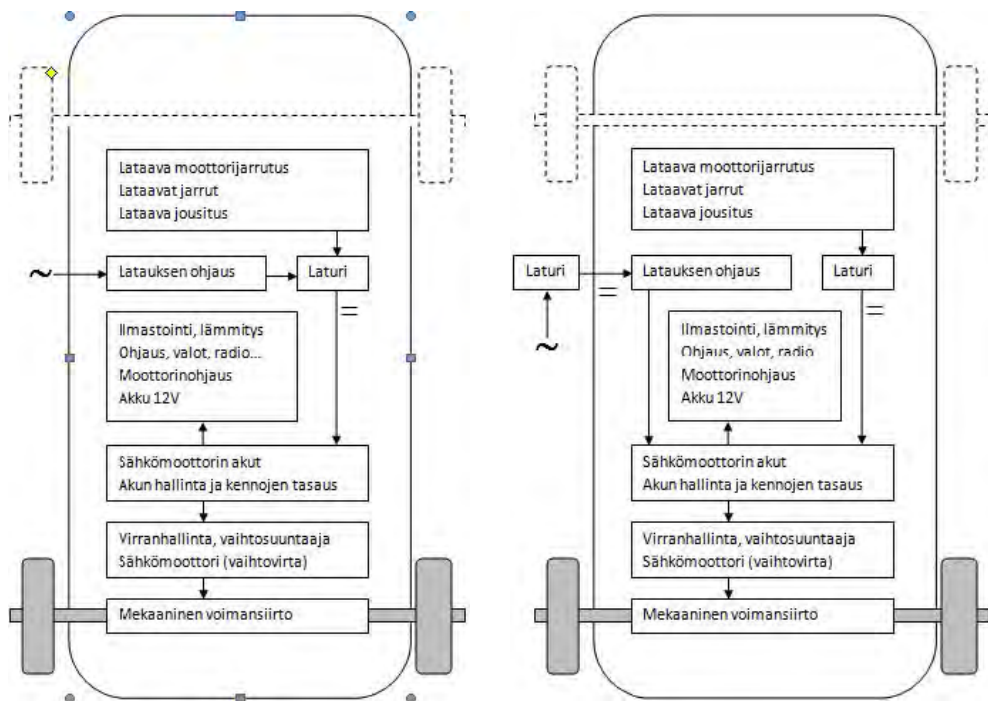
Laturi lataa akun sähköverkosta. Laturi on joko autossa tai sen ulkopuolella. Jos latausteho halutaan suureksi ja latausaika lyhyeksi, käytetään auton ulkopuolista laturia. Lataustapaa kutsutaan DC-pikalataukseksi. Siinä laturi on liian suuri ja kuumenee liikaa, että sen voisi sijoittaa autoon. (1),(6),(9)

Jos latausaikaa kasvatetaan enintään muutamaan tuntiin, voidaan laturi rakentaa autoon. Silloin auton voi ladata jopa tavallisesta pistorasiasta yön aikana tai kaupassa käydessä. Lataustapaa kutsutaan joko hitaaksi tai nopeaksi AC-lataukseksi. (1),(6),(9)

Sähköautossa voi olla myös samanaikaisesti liikeyhteyttä DC-pikalatausta varten, sekä oma laturi hitaampaan AC-lataukseen. Silloin auton akun voi ladata nopeasti huoltoasemalla tai kaupassa käydessä, mutta myös kotona hitaasti yön aikana. (1),(6)

Latauksen ohjaus tarkoittaa esimerkiksi lataustavan valitsemista, latauksen ajastamista ja lopettamista, lataajan tunnistamista ja latauksen maksamista. (1),(6),(9)

Akun lisälataukseen ajon aikana on kehitetty useita menetelmiä: Moottorijarrutuslataus siirtää pyörien energiaa sähkömoottorin ja laturin kautta akkuun. Jarrutuslataus tarkoittaa sitä, että osa jarrutuksesta toteutuu moottorijarrutuksella. Auton jousituksen edestakainen liike voidaan myös valjastaa akun lataukseen. Yhdessä niiden vaikutus on niin suuri, että ne vaikuttavat akun ajomatkaan. (1),(6),(9)

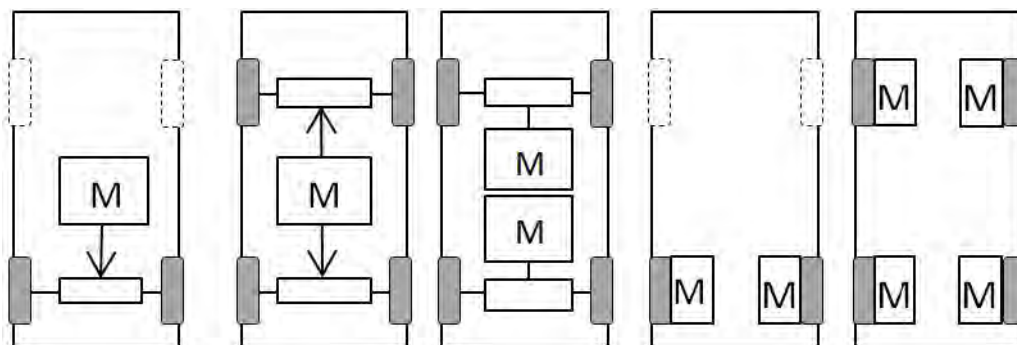


Kuva 1: Ladattava täyssähköauto, AC-lataus vasemmalla ja DC-pikalataus oikealla.

Joissakin autoissa on myös aurinkopaneeli katossa. Se on yleensä auton ilmanvaihtoon tarkoitettu. Jatkossa aurinkokenno voi ladata myös auton akkua (1),(6),(9)

Auton hallintalaitteet, valot, radio, navigaattori, jne. toimivat yleensä 12 V:n jännitteellä. Niitä varten autossa on 12 V akku. Se ladataan yleensä ajoakusta, eli sille ei ole omaa laturia. (1),(6),(9)

Kuvan 1 esimerkeissä autossa on yksi sähkömoottori. Sen voima siirtyy pyörille mekaanisen voimansiirron kautta. Sähkömoottoreita voi olla enemmänkin: Kuvassa 2 vasemmalla yhdellä moottorilla toteutettu kaksiveto ja neliveto. Kolmannessa on kahdella sähkömoottorilla toteutettu neliveto. Kaksi oikeanpuoleisinta vaihtoehtoa kuvaa pyöriin rakennetuilla sähkömoottoreilla toteutettua kaksivetoa ja nelivetoa. Ne eivät tarvitse akselina rakennettua voimansiirtoa. (1),(6),(9)



Kuva 2: Täyssähköauto kaksivetona ja nelivetona (M = moottori).

Vaikka moottoreita on enemmän kuin yksi, niiden akku ja erilaiset latausmenetelmät ovat niille yhteisiä. Ja tietysti auton hallintalaitteet ovat yhteiset koko autolle.

Hybridisähköauto, sarjamuotoinen:

Kuvassa 3 on sarjamuotoinen hybridisähköauto. Se liikkuu sähkömoottorin voimalla, ja sähkömoottoria syöttää akku. Polttomoottorin pyörittämä generaattori lataa akun ajon aikana.

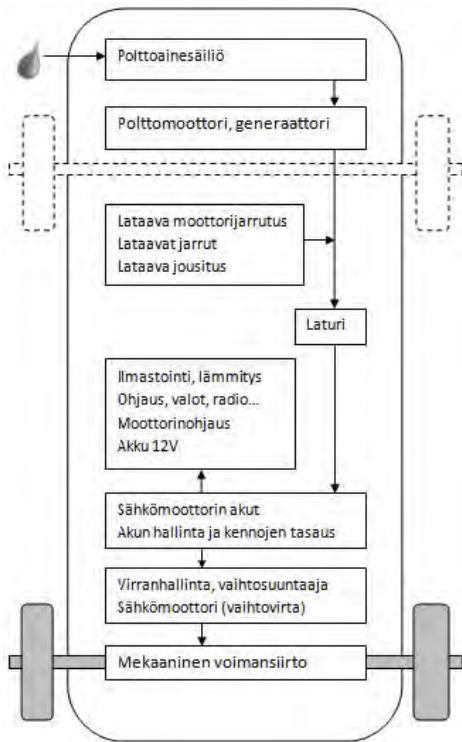
Polttomoottorin pyörittämä generaattori voi myös syöttää sähkömoottoria ajon aikana. Silloin sähkömoottori saa enemmän tehoa esimerkiksi ohituksen yhteydessä.

Polttomoottorin polttoaine voi olla esimerkiksi diesel, bensiini, etanoli, maakaasu, biokaasu tai vetykaasu. Tällä hetkellä bensiinimoottori näyttää olevan suosituin. Hyvinä kakkosena on diesel-moottori. Muut vaihtoehdot ovat vielä kehitysvaiheessa. (1),(9),(19),(24),(26)

Akkua on varausmäärältään yleensä pienempi kuin täyssähköautossa. Akun kennojen jännitteet tasataan samansuuruisiksi. Silloin kaikki kennot yhdessä syöttävät sähkömoottoria. Ilman taustaosa kennoista ladattaessa ylilatautuisi ja kuumentuisi, ja akkua käytettäessä osa kennoista syväpurkautuisi ja vioittuisi. (1),(6),(9)

Auton hallintalaitteet, valot, radio, navigaattori, jne. toimivat yleensä 12 V:n jännitteellä. Niitä varten autossa on 12 V akku. Se ladataan yleensä ajoakusta, eli sille ei ole omaa laturia. (1),(6),(9)

Kuvan 2 esittämään tapaan sähkömoottoreita voi olla esimerkiksi yksi koko autossa, yksi molemmilla akselilla tai yksi sen kahdessa tai jokaisessa pyörässä.



Kuva 3: Hybridisähköauto, sarjamuotoinen

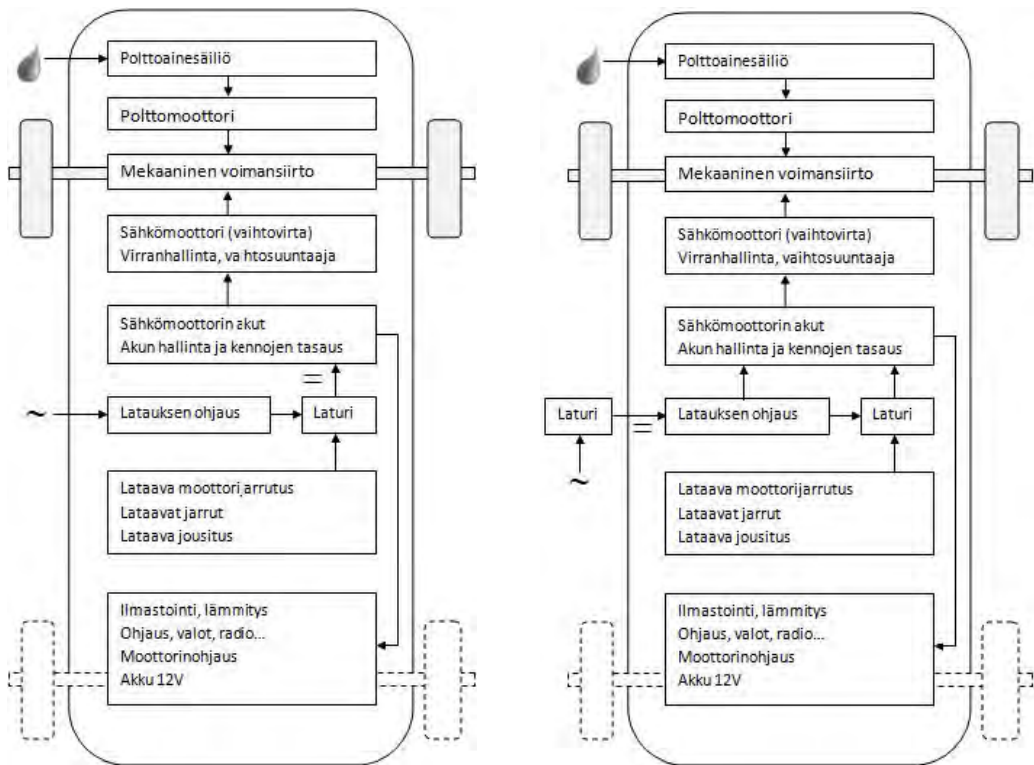
Suomessa hybridisähköauton tulee kulkea akun voimalla täyssähköautolle vaadittu 42 km. Silloin sen ajatellaan soveltuvan Suomessa tyypillisiin ajomatkoihin ja auton käyttötapoihin.

Alle 45 km ajomatkasta selviytyviä kutsutaan Suomessa nimellä hybridi-auto. Se ei ole sähköautona huonompi tai parempi, vaan siinä on vain eri tavalla optimoitu akun kapasiteetti ja elinikä, auton paino, ajomatka taajamassa akulla, sekä hankinta- ja käyttökustannukset.

Ladattava hybridisähköauto, rinnakkaismuotoinen:

Kuva 4 havainnollistaa ladattavaa rinnakkaismuotoista hybridisähköautoa. Sitä kuljettaa sähkömoottori tai polttomoottori, tai molemmat moottorit samanaikaisesti. (1),(9),(25)

Polttomoottorin polttoaine voi olla esimerkiksi diesel, bensiini, etanoli, maakaasu, biokaasu tai vetykaasu. Tällä hetkellä bensiinimoottori näyttää olevan suosituin. Hyvänä kakkosemana on dieselmoottori. Muut vaihtoehdot ovat ainakin Suomessa vielä kehitysvaiheessa (1),(9),(19),(24),(26)



Kuva 4: Ladattava rinnakkaismuotoinen hybridisähköauto, AC-lataus ja DC-lataus

Akku on varusmäärältään on yleensä pienempi kuin täyssähköautossa. Akun kennojen jännitteet tasataan samansuuruisiksi. Silloin kaikki kennot yhdessä syöttävät sähkömoottoria. Ilman tasausta osa kennoista ladattaessa yllilatautuisi ja kuumenisi, ja akkua käytettäessä osa kennoista syväpurkautuisi ja vioittuisi. (1),(6),(9)

Sähkömoottori on jokseenkin aina vaihtovirtamoottori, jota akku syöttää vaihtosuuntaajan kautta Sähkömoottori kuluttaa tyypillisesti keskimäärin 0,2 kWh kilometriä kohti.. (1),(6),(9)

Sähkömoottoria syöttää akku. Polttomoottorin pyörittämä generaattori lataa akun ajon aikana. Akun voi ladata myös sähköverkosta laturilla. (1),(9),(25)

Laturi lataa akun sähköverkosta. Laturi on joko autossa tai sen ulkopuolella. Jos latausteho halutaan suureksi ja latausaika lyhyeksi, käytetään auton ulkopuolista laturia. Lataustapaa kutsutaan DC-pikalataukseksi. DC-laturi on suuritehoinen ja kuumenee liikaa, että sen voisi rakentaa autoon. (1),(6),(9)

Jos latausaikaa kasvatetaan enintään muutamaan tuntiin, voidaan laturi rakentaa autoon. Silloin auton voi ladata jopa tavallisesta pistorasiasta yön aikana tai kaupassa käydessä. Lataustapaa kutsutaan joko hitaaksi tai nopeaksi AC-lataukseksi. Autoa voi kutsua tässä tapauksessa pistokehybridiksi. (1),(6),(9)

Autossa voi olla myös samanaikaisesti liityntä DC-pikalatausta varten, sekä oma laturi hitaampaan AC-lataukseen. Silloin auton voi ladata huoltoasemalla tai kaupassa käydessään nopeasti,

mutta myös kotona hitaasti yön aikana. (1),(6)

Latauksen ohjaus tarkoittaa esimerkiksi latauksen ajastamista ja lopettamista, lataajan tunnistamista ja latauksen maksamista. (1),(6),(9)

Auton hallintalaitteet, valot, radio, navigaattori, jne. toimivat yleensä 12 V:n jännitteellä. Niitä varten autossa on 12 V akku. Se ladataan yleensä ajoakusta, eli sille ei ole omaa laturia. (1),(6),(9)

Kuvan 2 esittämään tapaan sähkömoottoreita voi olla esimerkiksi yksi koko autossa, yksi molemmilla akseleilla tai yksi sen kahdessa tai jokaisessa pyörässä.

Akun lisälataukseen ajon aikana on kehitetty useita menetelmiä: Moottorijarrutus siirtää pyörien energiaa sähkömoottorin ja laturin kautta akkuun. Jarrutuslataus tarkoittaa sitä, että osa jarrutuksesta toteutuu moottorijarrutuksella. Auton jousituksen edestakainen liike voidaan myös valjastaa akun lataukseen. (1),(6),(9)

Osa rinnakkaismuotoisista hybridautoista kulkee akun voimalla yli 42 km. Suomessa niitä kutsutaan rinnakkaismuotoisiksi hybridisähköautoiksi. Osalla pistokehybrideistä toimintamatka jää 20...25 km tasolle. Suomessa niitä voi kutsua rinnakkaismuotoisiksi hybridautoiksi. Niissä on hiukan eri tavalla optimoitu akun kapasiteetti ja elinikä, auton paino, ajomatka taajamassa akulla, sekä hankinta- ja käyttökustannukset.

Ladattava hybridisähköauto, sarjamuotoinen:

Kuva 5 seuraavalla sivulla esittelee sarjamuotoisen hybridisähköauton rakennetta. Sitä kuljettaa aina sähkömoottori. Se on jokseenkin aina vaihtovirtamoottori ja kuluttaa tyypillisesti keskimäärin 0,2 kWh kilometriä kohti. Akku syöttää sitä vaihtosuuntaajan kautta. Polttomoottorin pyörittämä generaattori lataa akun ajon aikana. (1),(6),(9)

Polttomoottorin polttoaine voi olla esimerkiksi diesel, bensiini, etanoli, maakaasu, biokaasu tai vetykaasu. Tällä hetkellä bensiinimoottori näyttää olevan suosituin. Hyvänä kakkosena on dieselmoottori. Muut vaihtoehdot ovat ainakin Suomessa vielä kehitysvaiheessa. (1),(9),(19),(24),(26)

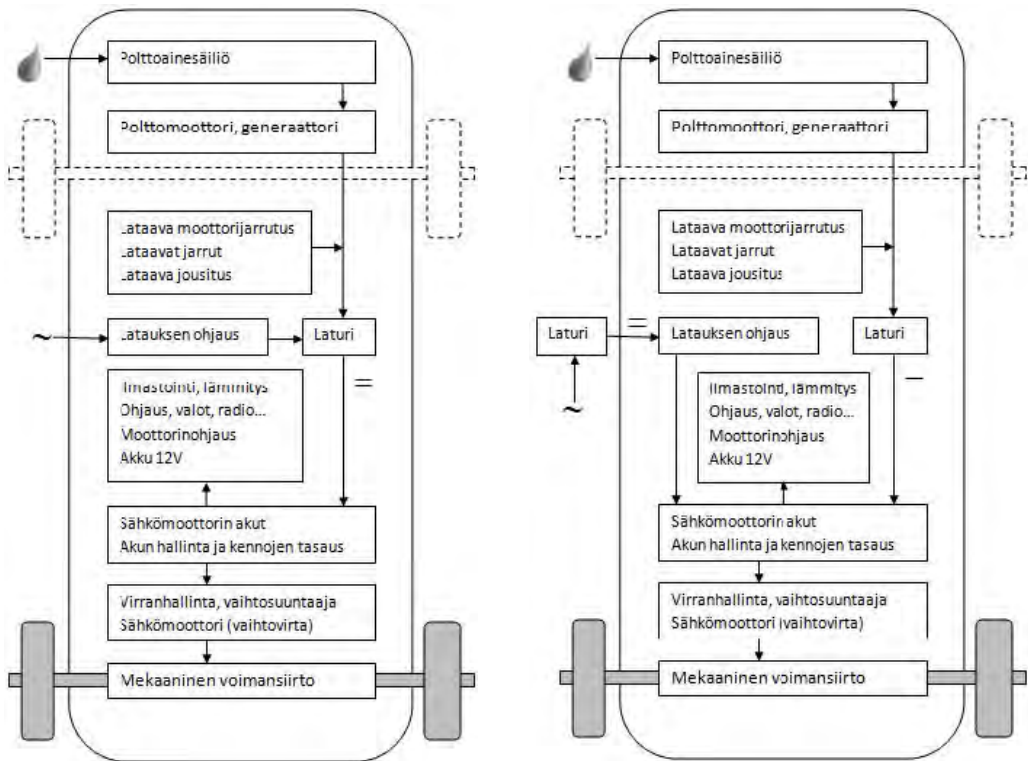
Akku on varausmäärältään eri valmistajilla erilainen. Se on yleensä pienempi kuin täyssähköautossa. Akun kennojen jännitteet pitää tasoittaa samansuuruisiksi. Silloin kaikki kennot yhdessä syöttävät sähkömoottoria. Ilman tasausta osa kennoista ladattaessa yllilatautuisi ja kuumenisi, ja akkua käytettäessä osa kennoista syväpurkautuisi ja vioittuisi. (1),(6),(9)

Akun voi ladata myös laturilla sähköverkosta. Laturi on joko autossa tai sen ulkopuolella. Jos latausteho halutaan suureksi ja latausaika lyhyeksi, käytetään auton ulkopuolista laturia. Lataustapaa kutsutaan DC-pikalataukseksi. DC-laturi on suuritehoinen ja kuumenee liikaa, että sen voisi rakentaa autoon. (1),(6),(9)

Jos latausaikaa kasvatetaan enintään muutamaan tuntiin, voidaan laturi rakentaa autoon. Silloin auton voi ladata jopa tavallisesta pistorasiasta yön aikana tai kaupassa käydessä. Lataustapaa kutsutaan joko hitaaksi tai nopeaksi AC-lataukseksi. Autoa voi kutsua tässä tapauksessa pistokehybridiksi. (1),(6),(9)

Auton hallintalaitteet, valot, radio, navigaattori, jne. toimivat yleensä 12 V:n jännitteellä. Niitä varten autossa on 12 V akku. Se ladataan yleensä ajoakusta, eli sille ei ole omaa laturia. (1),(6),(9)

Latauksen ohjaus tarkoittaa esimerkiksi latauksen ajastamista ja lopettamista, lataajan tunnistamista ja latauksen maksamista. (1),(6),(9)



Kuva 5: Ladattava sarjamuotoinen hybridisähköauto, AC-lataus ja DC-lataus

Akun lataukseen ajon aikana on kehitetty useita lisämenetelmiä: Moottorijarrutus siirtää pyörien energiaa sähkömoottorin ja laturin kautta akkuun. Jarrutuslataus tarkoittaa sitä, että osa jarrutuksesta toteutuu moottorijarrutuksella. Auton jousituksen edestakainen liike voidaan myös valjastaa akun lataukseen. (1),(6),(9)

Autossa voi olla samanaikaisesti liityntä ulkoiseen laturiin DC-pikalatausta varten, sekä oma laturi hitaampaa AC-latausta verkosta. Latauskaapelin päässä oleva latauspistoke standardisoidaan AC/DC-lataukselle samaksi. Auto tunnistaa automaattisesti, onko kyse AC- ja DC-lataustavasta.

Kuvan 2 esittämään tapaan sähkömoottoreita voi olla esimerkiksi yksi koko autossa, yksi molemmilla aksleilla tai yksi sen kahdessa tai jokaisessa pyörässä. Osa sarjamuotoisista hybridi-autoista kulkee akun voimalla yli 42 km. Suomessa niitä voi kutsua sarjamuotoisiksi hybridisähköautoiksi. (1),(6),(9)

Osalla toimintamatka jää 20...25 km tasolle. Niissä on optimoitu hiukan eri tavalla akun kapasiteetti ja elinikä, auton paino, ajomatka taajamassa akulla, sekä hankinta- ja käyttökustannukset. Toimintamatkat taajamassa on oletettu lyhyemmiksi ja niiden välillä on oletettu tehävän enemmän moottoritieajoja. Suomessa niitä voi kutsua sarjamuotoisiksi hybridi-autoiksi. (1),(6),(9)

Sähköautoilun vaihtoehtoja

Polttomootoriautoa kuljettaa yleensä bensiini- tai dieselmoottori. Kehitteillä on myös maa-kaasua ja vetykaasua käyttäviä polttomoottoreita. Hybridiauto käyttää yleensä jotain edellisen kaltaista polttomoottoria, sekä sähkömoottoria sen tukena. Hybridisähköauto käyttää sähkömoottoria ja sen tukena jotain edellisen kaltaista polttomoottoria. Täyssähköauto käyttää vain sähkömoottoria.

Sähkömoottorin vaihtoehdoksi on esitetty myös paineilmalla toimivaa moottoria. Sitä emme kuitenkaan käsittele tässä yhteydessä.

Kokosimme taulukkoon 1 erilaisia versioita auton kehityksestä Tavoite on pienentää auton päästöjä ja kustannuksia. Keino siihen on siirtyä hybridiautojen kautta täyssähköautoihin noin 20 vuodessa. (1),(9)

	Mikrohybridi	Täyshybridi	Rinnakkaishybridi	Sarjahybridi	Pistokehybridi	Täyssähköauto
Kuvaus	Pieni sähkömoottori tehostaa polttomoottorin toimintaa.	Autoa kuljettaa polttomoottori, jota avustaa pieni sähkömoottori.	Autoa kuljettaa yksi tai useampi sähkömoottori. Polttomoottorin käyttämä generaattori lataa akun.	Autoa kuljettaa polttomoottori, sekä yksi tai useampi sähkömoottori yhdessä tai erikseen.	Auto on sarja- tai rinnakkaishybridi. Akun voi ladata myös sähköverkosta tai latauspalvelusta.	Autoa kuljettaa yksi tai useampi sähkömoottori. Akun voi ladata sähköverkosta tai latauspalvelusta.
Etuja	Lisää tehoa.	Lisää tehoa. Akulla ajettaessa päästötön.	Tehokas. Akulla ajettaessa päästötön.	Tehokas. Akulla ajettaessa päästötön.	Tehokas. Akulla ajettaessa päästötön. Lataus myös verkosta.	Päästötön, hiljainen ja nopea auto taajamassa ajettaessa.
Rajoitteita	Akulla ajo ei ole mahdollista.	Nostaa hiukan auton hintaa. Akulla toimintamatka pieni.	Nostaa auton hintaa. Mutkikas teknillisesti. Pienitehoinen akku.	Nostaa auton hintaa. Mutkikas teknillisesti. Pienitehoinen akku.	Hinnaltaan kallein. Mutkikas teknillisesti. Kotilataus verkosta pitää asentaa	Akku on kallis ja painava. Vaatii latauspalvelun. Kotilataus verkosta pitää asentaa
Ajo akulla	0 km	20...25 km	50...100 km	50...100 km	50...100 km	50...200 km
Ajo polttoaineella	<1000 km	<1000 km	<1000 km	<1000 km	<1000 km	0 km
Sovelluskohteet	Kaupunki-auto, perheauto	Perheauto bensiini tai dieselmoottorilla	Perheauto bensiini tai dieselmoottorilla	Perheauto bensiini tai dieselmoottorilla	Perheauto bensiini tai dieselmoottorilla	Kaupunki-auto, Kauppakassi, Jakeluauto
Valmistajia	Honda, MB, BMW	Toyota,	Fisker, Karma, Opel	Honda	Toyota, Ford, Lexus	Nissan, Mitsubishi, Peugeot, Citroën

Taulukko 1: Sähköautojen teknologioiden vertailua.

2. Mihin sähköautolla tai -pyörällä pääsee

2.1. Liikkuminen Oulun seudun alueella

Oulun seudun alueella tehdyn liikennetutkimuksen mukaan alueen asukkaat tekivät syksyllä 2009 noin 583 000 matkaa arkipäivässä. Taulukosta 2 näkee, kuinka niistä valtaosa 83 % oli kuntien välisiä. Kuntien sisäisiä matkoja oli noin 15 %. Matkoista 2/3 kohdistui kotiin tai työhön. Kolmannes jakautui ostosmatkojen, asioinnin ja vapaa-ajan kohteiden kesken. Ostosmatkoista 2/3 suuntautui suuriin ostoskeskuksiin. Yksi asukas teki keskimäärin kolme matkaa päivässä. (7)

Vuosien 1989 ja 2009 liikennemäärien pohjalta arvioimme Oulun seudun alueella tehtävän vuonna 2020 yhteensä noin 656 000 matkaa arkipäivässä. Matkojen lukumäärän kasvamisen lisäksi liikenne muuttuu enemmän henkilöautoilla tehtäväksi, ja enemmän kuntien väliseksi. (7)

kunta	seudun kuntien sisäiset matkat		seudun kuntien väliset matkat (matkan lähtökunta)		seudun asukkaiden seudun ulkopuolelle tekemät matkat		yhteensä matkoja/ arkivrk
	matkoja/ arkivrk	osuus matkoista	matkoja/ arkivrk	osuus matkoista	matkoja/ arkivrk	osuus matkoista	
Hailuoto	1 300	0,2 %	600	0,1 %	10	0,0 %	1 910
Haukipudas	29 700	5,1 %	9 000	1,5 %	1 540	0,3 %	40 240
Kempele	22 000	3,8 %	13 900	2,4 %	1 480	0,3 %	37 380
Kiiminki	16 500	2,8 %	7 300	1,3 %	890	0,2 %	24 690
Liminka	13 200	2,3 %	5 500	0,9 %	590	0,1 %	19 290
Lumijoki	2 200	0,4 %	700	0,1 %	160	0,0 %	3 060
Muhos	15 300	2,6 %	3 200	0,5 %	560	0,1 %	19 060
Oulu	361 500	62,0 %	36 500	6,3 %	7 660	1,3 %	405 660
Oulunsalo	13 000	2,2 %	7 500	1,3 %	450	0,1 %	20 950
Tyrnävä	7 800	1,3 %	3 200	0,5 %	170	0,0 %	11 170
yhhteensä	482 500	82,7 %	87 400	15,0 %	13 510	2,3 %	583 410

Taulukko 2: Oulun seudun alueella tehdyt matkat syksyn 2009 arkipäivänä (7)

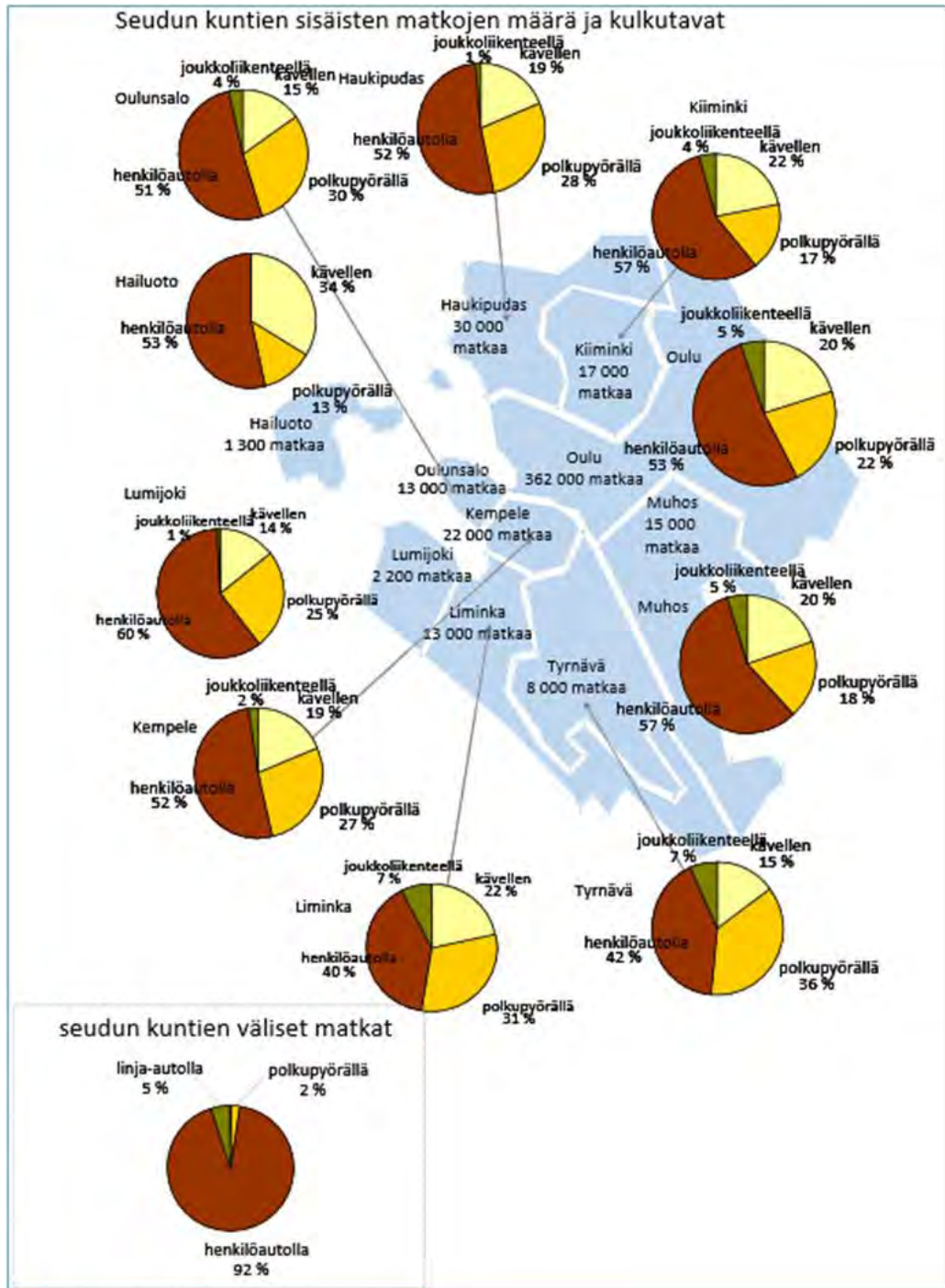
Kuva 6 seuraavalla sivulla havainnollistaa, kuinka syksyn 2009 liikennemittauksen syksyisen arkipäivän matkat keskimäärin jakautuivat eri liikennevälineille. Kuntien väliset matkat tehdään lähes kokonaan eli 92 % henkilöautoilla. Linja-auto ylittää vaivoin polkupyörän suosion kuntien välisessä liikkumisessa.(7)

Kuntien sisäisistä matkoistakin yli puolet tehdään henkilöautolla. Polkupyörällä on kuitenkin huomattava osuus eli 13...36 % matkoista. Määrää pidettiin suurena muihin suuriin kaupunki-alueisiin verrattuna.(7)

Tulevaisuudessa henkilöautojen osuus matkoista kasvaa. Autottomien talouksien ja julkisen liikenteen osuus pienenee. Henkilöautolla tehtävien matkojen osuuden arvioimme kasvavan vuoteen 2020 mennessä noin 64 %:iin. (7)

Henkilöauton keskimääräinen toimintamatka vuonna 2009 oli noin 14,5 km. Noin 95 % automatkoista on enintään 100 km pituisia. (7) Oulun seudun alueella, koko Suomen alueella ja USA:ssa tehtyjen mittausten pohjalta arvioimme, että automatkojen keskipituus kasvaa vähitellen noin 15 km:iin vuoteen 2020 mennessä. Synnä on kaupungistuminen ja asumisen keskittyminen kaupunkien lähiöihin. (1),(9)

Kuntien sisäistä matkoista polkupyörällä tehtävien matkojen osuuden arvioimme pienenevän 19 %:sta noin 15 %:iin vuoteen 2020 mennessä. Se tarkoittaa 102400 matkaa arkipäivässä. Polkupyöräilijän keskimääräisen toimintamatkan oletamme säilyvän samana eli noin 3 km. (7),(8)



Kuva 6: Oulun seudun alueen liikenteen profiloituminen (7)

2.2. Sähköajoneuvojen yleistyminen Pohjois-Pohjanmaalla

Oulu on muihin Suomen suuriin kaupunkeihin verrattuna pyöräilykaupunki. Polkupyörällä kulkeminen on Oulun seudulla kaksinkertainen Helsingin seutuun verrattuna, viisinkertainen Tampereen seutuun verrattuna ja neljänneksen suurempi Jyväskylän seutuun verrattuna. Toisaalta Oulun seudun alueella henkilöauton osuus matkustamisessa kasvaa ja julkisen liikenteen osuus pienenee. (6)

Sähköauton käyttäjien oletamme olevan taajamissa alle 20 km työmatkoja tekevät. He voisivat ajaa pelkästään akulla ja ladata auton verkosta. Autojen kokonaismäärästä Suomessa on täyssähköautoja tai hybridisähköautoja vain 1,5 % eli 35000 vuonna 2020. Väestömäärän pohjalta Pohjois-Pohjanmaan osuus siitä on 3000 ja Oulun seudun osuus siitä puolet eli 1500 sähköautoa. Niistä noin 30 % olisi täyssähköautoja ja 70 % hybridisähköautoja. (6),(12),(14)

Sähköpyörän käyttäjien oletamme olevan taajamissa alle 5 km työmatkoja tekevät, eläkeläiset, turistit ja opiskelijat. Päivittäisten työmatkojen pohjalta Oulun seudun alueella voisi olla 1000 sähköpolkupyörää ja Pohjois-Pohjanmaalla 1000 sähköpolkupyörää vuoteen 2020 mennessä.

Oulun seutu ja koko Pohjois-Pohjanmaa voisivat profiloitua sähköpyöräilyn ja sähköautoilun edellä kävijöiksi. Sähköpyörä ja sähköauto voisivat olla siinä käytettäviä välineitä. Silloin keskimääräiset numerot voisi kasvattaa hiukan suuremmiksikin.

3. Sähköpolkupyörä ja sähkömoottoripyörä

3.1. Sähköpolkupyörä

Kuvan 7 Sanifer sähköpolkupyörä on oululaisen AMC Motors Oy valmistama. Sanifer-sähköpolkupyöriä on kolme mallia: Silverpilen, Goldpilen ja Bendpilen. Se sisältää periaatteessa kolme erilaista pyörää: polkupyörän, vaihdepyörän ja sähköpyörän. Ajaja valitsee haluamansa toimintatavan käyttöliitynnällään. (45)

Litium-ioni-akun teho on 360 W ja antaa toimintamatkaksi 70...80 km. Latauskertoja on noin 700. Akun voi irrottaa ja tuoda sisälle ladattavaksi. Laturin voi kytkeä kotitaloudessa yleisesti käytettyyn maadoitettuun pistorasiaan. (45)

Ajokustannukset ovat noin 20 senttiä/100 km, riippuen ajotavasta, kuljettajan painosta ja maastosta. Kuljettajan ja tavaroiden suurin paino on 100 kg. (45)

Edessä on levyjarru ja takana jalkajarru. Etupyörän keskiössä on sähkömoottori ja sen sisäänrakennettu vaihteisto. Sähkömoottoria ei tarvitse huoltaa. Muuten se tarvitsee normaalin pyörän huollon ketjujen, vaijerien jne. osalta. (45)



Kuva 7: Sähköpolkupyörä Sanifer

Sähköavusteinen polkupyörä sopii etenkin mäkisille teille, eikä vastatuulikaan hidasta matkaa. Valmistaja suosittelee pyörää esimerkiksi työmatkan tekemiseen taajamissa: Matkan työhön voi esimerkiksi tehdä kevyesti sähköllä ja kotimatkan kuntoillen ilman sähköä. Hinta oli kirjoitushetkellä noin 950 €. Sanifer sähköpolkupyörä kuuluu TEM-tuen piiriin. (45)

- BH-Emotion Neo Carbon, Sport, Volt, City, Jumper, Nitri, Max700 ja 29ER
- Boostbike Traveller, Endurance, Traveller Sport ja City
- Helkama Urbane
- Kalkhoff Impulse, Pro Connectum
- Agattu Premium, Groove ja Endeavour
- Pyrkijä, E 200, E 220, E 240, E 250, E 300, E 320 ja E 350
- Tunturi Forte, Forte Premium ja Forte Supreme
- Winora (12),(13)

3.2. Sähkömoottoripyörä

Brammo on Oregonissa USA:ssa sähkömoottoripyöriin keskittynyt valmistaja. Suomessa maahantuojana toimii Elmotion Ltd./ Electric Arena. Kuvan 8 Brammo on yhden hengen sähkömoottoripyörä, ja siitä on kolme mallia: Enertia, Enertia Plus ja Empulse. (49)



Kuva 8: Sähkömoottoripyörä Brammo Empulse (49)

Taulukossa 3 on koottuna kaikkien kolmen mallin teknilliset ominaisuudet. Toimintamatka testataan sekä kaupunkiajossa että maantieajossa:

- Kaupunkiajon toimintamatka on testattu menetelmällä SAE City Riding Range Test Procedure for Electric Motorcycles. Siinä ajetaan vaihtelevalla nopeudella, keskinopeus on 30km/t. (49)
- Moottoritiellä toimintamatka on mitattu menetelmällä SAE Highway / Constant Speed Riding Range Test Procedure for Electric Motorcycles. Siinä ajetaan koko matka tasaisella nopeudella 88 km/t. (49)

Tyyppi	Enertia	Enertia Plus	Empulse
Moottorin teho	7 kW	6,2 kW	9,3 kW
Moottorin vääntö	11,1 Nm	40 Nm	-
Akku	LiFePO4	LiCoO2	LiCoO2
Varausmäärä	3,1 kWh	6,2 kWh	9,2 kWh
Latausmäärä	2000, 80%	1500, 80%	1500, 80%
Hidas AC-lataus, 240Vac 32A	4t	7,5 t	3,5 t
Moottorijarrutus	-	Kyllä	Kyllä
Huippunopeus	95 km/t	95 km/t	160 km/t
Toimintamatka kaupungissa	64 km	120 km	195 km
Toimintamatka moottoritiellä	32 km	88 km	90 km
Toimintamatka, kaupunki ja moottoritie	48 km	65 km	124 km
Paino	147 kg	150 kg	213 kg
Kuorma (kuljettaja ja tavarat)	125 kg	125 kg	166 kg
Hinta USA:ssa	8000 \$	11000 \$	19000 \$

Taulukko 3: Brammo moottoripyörän mallit ja ominaisuudet (49)

Brammo on TEM-tuen piiriin hyväksytty sähkömoottoripyörä. Sähkömoottoripyöriä ei ole Suomen markkinoilla vielä kovin montaa. Kirjoitushetkellä niitä oli rekisteröity yksi. (49)

Muitakin merkkejä on tulossa. Esimerkiksi Zero One MX ja KTM Freeride ovat olleet ainakin otsikoissa Suomessa.

4. Sähköauto

4.1. Miltä sähköauto tuntuu perinteiseen autoon verrattuna

Aloitimme sähköautoon tutustumisen koeajamalla itse Nissan Leaf ja Opel Ampera –sähköautoja ja vertaamalla niitä perinteiseen Volvo V70 Diesel –autoon. Olimme kiinnostuneita lähinnä ajamiseen ja mukavuuteen liittyvistä näkökulmista. Vertasimme vaikutelmiamme myös parisala lähteessä olleeseen vastaavaan kokemuksen keruuseen, varmistaaksemme havaintojemme yleisyyden.

Sähköauto on hiljainen ja vastaa mukavuuksiltaan tavallista autoa:

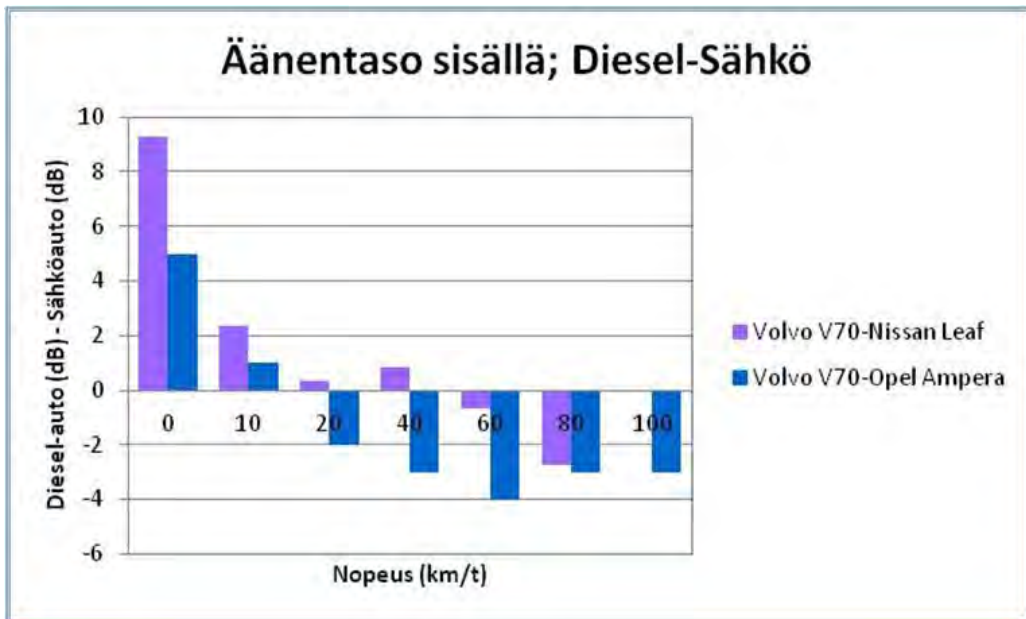
Ensimmäinen vaikutelma sähköautoon istuttaessa on, että se on täysin nykyaikainen sisätiloiltaan ja hallintalaitteiltaan. Siinä on ilmastointi, vakionopeuden säätö, automaattivaihteisto, sähköisesti säädettävä kuljettajan istuin, radio, peruutusnäyttö jne. Istuimien perstuntumakin on hyvä.

Seuraava vaikutelma sähköautosta oli sen äänettämyys. Virrat päälle laitettaessa kuuluu vain tuulettimen ääni. Ero diesel-auton tyhjäkäyntiin huomasi selvästi.

Siksi mittasimme Nissan Leaf täyssähköauton ja Volvo V70 dieselauton äänen voimakkuutta auton sisältä paikallaan ollessa ja eri nopeuksilla. Ajoimme autot lämpimiksi ennen mittaus-

ta. Sisälämpötila oli sama molemmissa autoissa, ja puhallin toimi normaalisti. Mittaus tehtiin samalla tiellä samoissa sääolosuhteissa. Tie oli normaali maantie, osin jäinen ja osin kulunut jäättömäksi. Tiessä ei ollut auran tai tiekarhun jälkiä. Molemmissa autoissa oli nastarenkaat. Molemmat autot olivat automaattivaihteisia. Radio ei ollut päällä, ja matkustajat olivat mittaustilanteessa hiljaa.

Kuvassa 9 mittauksen dB-arvot on vähennetty toisistaan. Kuvaaja ilmaisee silloin, kuinka paljon suurempi ääni Volvossa oli Nissaniin verrattuna. Jos ajatellaan äänen tehoa - ihminen havaitsee 1 dB muutoksen ja kokee 3 dB:n muutoksen voimakkuuden kaksinkertaistumisena. Eli +3 dB tarkoittaa kaksinkertaista ja -3 dB tarkoittaa puolikasta eli kaksi kertaa pienempää.



Kuva 9: Sähköauton ja diesel-auton sisämelun vertailu.

Mittaus vahvasti havaintomme: Täyssähköauton ääni on niin olematon, että diesel-auton tyhjäkäynti on siihen verrattuna hyvin suuri. Subjekttiivinen tuntuma oli tietysti päinvastainen: Sähköauto tuntui luonnottoman äänettömältä ja diesel-auto murisi normaaliin tapaan.

Mittasimme Opel Ampera rinnakkaishybridin ja saman Volvo V70 dieselauton vastaavalla tavalla. Myös sen mittaustulokset ovat nähtävissä kuvassa 9.

Sähköauto lähtee liikkeelle äänettömästi ja ripeästi:

Seuraava havainto oli, että sähköauto lähtee heti rivakasti ja äänettömästi liikkeelle, ja etenee esimerkiksi liikennevaloista toisiin nopeasti. Moottorin äänen puuttuessa nopeuden kasvun aistii vain nopeusmittarista. (1),(9)

Perinteinen polttomoottori antaa autolle tehonsa vasta suurilla kierroksilla. Se tuntuu hitaampana kiihtyvyytenä liikkeelle lähdeettäessä ja suurempana äänenä kiihdytettäessä. (1),(9)

Pihanopeuksilla alle 10 km/h täyssähköauton ainoa ääni on nastarenkaiden ratinaa ja tuuletin suhinaa. Vaikka nastarenkaiden ääni yllätti korvin kuultuna, se jäi vielä liikkeelle lähtevän

diesel-auton äänestä. Mittaus vahvisti asian, Volvon sisällä oli noin kaksinkertainen äänen taso. Kaupunkinopeuksilla täyssähköauton ja dieselauton äänitasot olivat mittauksen mukaan suunnilleen yhtä suuret. Vaikutelma oli sama omin korvin kuultuna, eli en huomannut eroa äänen voimakkuudessa. Sen sijaan Opel Amperan äänitaso alkoi tuntua näillä nopeuksilla jo hiukan suuremmalta.

Kaupunkinopeuksilla sähköautossa aistii voiman tunteen. Molemmat sähköautot vastasivat välittömästi kaasupolkimen painallukseen ja auto liikkui reippaasti liikennevaloista toisiin. (1),(9)

Maantienopeuksilla täyssähköauton vääntö pienenee. Bensiinihybridi Opel Ampera kiihdyttää tarvittaessa molemmilla sähkömoottoreillaan. Sen kyky ohittaa maantienopeuksilla vaikutti perinteisen auton kaltaiselta. Molemmilla sähköautoilla voi kyllä huippunopeuden puolesta ajella maatiellä ja moottoritiellä. (1),(9)

Molemmissa sähköautoissa on ehkä vähäisempi rengasmelun eristys kuin Volvossa, ne kuuluvat ehkä eri luokkiin autoina. Myös autojen äänimaisema on hiukan erilainen: Volvossa kaasupolkimen painallus tuo kuunneltavaksi dieselin murinaa. Nissan Leafissä kaasupolkimen painallus tuo kuunneltavaksi sääsken ininää. Kun kaasupoljinta hiukan nostaa nopeuden vakiinnuttamiseksi, molemmat äänet häviävät. Opel Amperan äänimaailma kuulosti perinteiseltä autolta: Polttomoottori syöttää sähkömoottoria ajon aikana ja ääni tuntui reagoivan kaasupolkimeen.

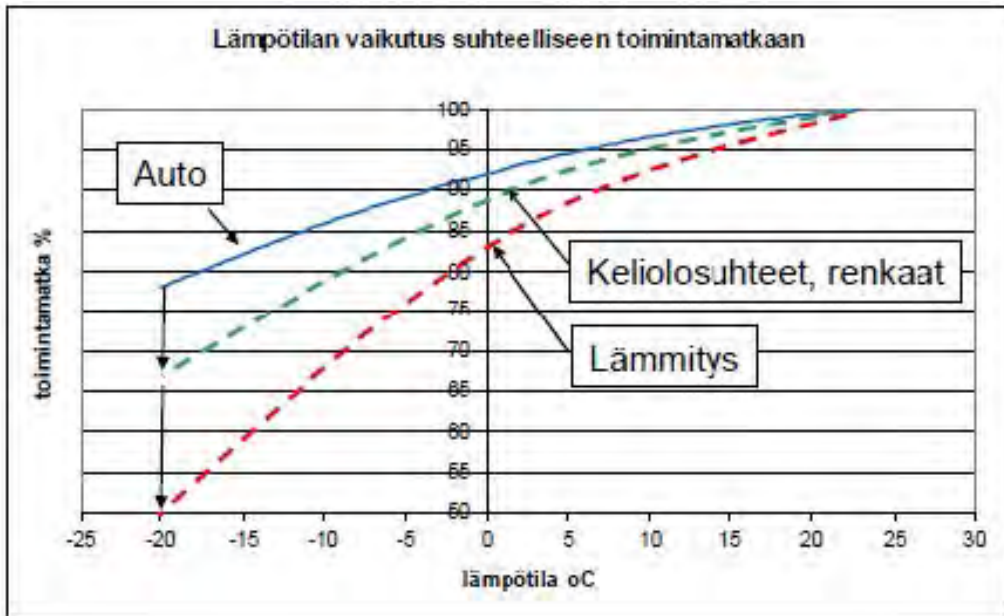
Sähköauto lämpenee nopeasti pakkasella:

Sähköauton lämmityslaite on yllättävän nopea ja tehokas. Sähköauton lämmityslaitteen ei tarvitse odottaa moottorin lämpiämistä. Esimerkiksi kokeilemamme Nissan Leaf ja Opel Ampera osoittautuivat täysin lämpimiksi talviautoiksi.

Sähkölämmitys vie osansa akun varauksesta. Pakkanen vaikuttaa myös akun latautumisaikaan ja varaustasoon pienentävästi. Siitä valmistuu oma WintEVE-tutkimusraportti.

Seuraavalla sivulla kuvassa 10 on arvio ulkolämpötilan vaikutuksesta sähköauton toimintamatkaan pitää kokemustemme mukaan suunnilleen paikkansa. Sininen käyrä kuvaa sähköauton toimintamatkan pienentymistä pakkasen noustessa. Vihreä katkoviiva kuvaa talvirenkaiden ja talvikelin lisävaikutusta toimintamatkan pienentymiseen. Punainen katkoviiva kuvaa sähköisen lämmityslaitteen käytön lisävaikutusta toimintamatkan pienentymiseen. (6)

Valmistajat ovat kuitenkin tehneet monia parannuksia viime vuosina: Akun lämpöeristys näyttäisi olevan ennako-odotuksiimme verrattuna hyvä. Esimerkiksi Opel Amperan akun lämpötila ei juuri muuttunut kovankaan pakkasyön aikana. Toisena esimerkkinä, Renault on siirtynyt ilmalämpöpumpun käyttämiseen. Ilmastoinnin sähkönkulutus pienentyi sen mukaan keskimäärin noin puoleen.



Kuva 10: Arvio ulkolämpötilan vaikutuksesta sähköauton toimintamatkaan. (6)

Akun varaustasoa pitää jatkuvasti kytätä:

Sähköauto näyttää akussa jäljellä olevan varauksen ja toimintamatkan. Täyssähköauton toimintamatka on lyhyt, ainakin verrattuna perinteisen auton toimintamatkaan tankillisella. Täyssähköautolla ei ole vara-akkuja. Siksi täyssähköautolla ajaessa pitää seurata jäljellä olevaa toimintamatkaa, ettei jää tielle. Hybridisähköauto ei jää tielle. Mutta myöhemmin ilmenee, että edullisuus tulee lataamalla akku verkosta.

Auton näyttämä toimintamatka ei kuitenkaan tarkoita, että sen matkan voi huoletta ajaa, ja alkaa sitten katsella latausasemaa. Monesta syystä on hyvä jättää toimintamatkaa noin 20 km käyttämättä:

Matka latausasemalle voi joskus olla yllättäen ajateltua pidempi. Tietyön vuoksi tai liittymän ohi ajamisen vuoksi voi joutua ajamaan kiertotietä. Matkalle voi myös osua pitkä ylämäki, joka kuluttaa akkua. (1),(5),(9),(14)

Akkua ei oikeastaan koskaan saa purkaa aivan tyhjäksi. Akun syväpurkaminen voi vioittaa akun tai vaikeuttaa sen lataamista. (1),(9),(14)

Akkua ei tulisi ladata aivan täyteenkään. Moni sähköauto lataa akkua sähkömoottorijarrutuksella. Sen vaikutus voi yllättää - se voi kasvattaa akun toimintamatkaa jopa 20...30 %. Sen vaikutus on niin suuri, että akku tulisi jättää latausvaiheessa hiukan vajaaksi. Vuoristoisessa maisemassa pitkä alamäki saattaa jopa ylliladata akkua. Yllilataus voi kuumentaa akkua ja jopa vioittaa sen. (1),(9),(14)

Sähköauton ajaja voi muutenkin omilla ajotavoillaan vaikuttaa akun toimintamatkaan. Rauhalliset kiihdytykset ja hidastukset, sekä nopeusrajoitusten noudattaminen pidentävät akun toimintamatkaa. (1),(9),(14)

Talvella akun toimintamatka voi kuvan 10 mukaan pienentyä jopa puoleen - etenkin jos toimintamatka suuntautuu taajama-alueelle kovalla pakkasella ruuhka-aikaan. Valmistajan mitaukset toimintamatkalle on tehty yleensä +25 asteen lämpötilassa tasaisella tiellä. Joissakin sähköautoissa on mahdollista lämmittää akkua esimerkiksi silloin, kun se on autokatoksessa yön yli. (1),(9)

Ulkomailla talvi tarkoittaa usein -10 °C pakkasta. Meillä talvi tarkoittaa -40 °C ja kylmempääkin. Kuvan 10 arviokin jää -25 °C asteeseen. Suomalainen sähköauton omistaja joutuu itse käytännössä kokemaan, kuinka pitkälle sähköautolla voi silloin ajaa. Ja kuinka paljon akun latautuminen tyhjästä täyteen hidastuu.

4.2. Onko sähköauto halpa vai kallis

Auton ostajaa kiinnostaa, onko sähköauto tai hybridisähköauto todella halvempi kuin polttomoottoriauto. Suomi muutti vuoden 2013 alusta alkaen verotusta, jotta niin olisi. Tässä luvussa me esittelemme asiaa www-linkkeihin viittaamalla. Niiden kautta voi tutustua verotukseen oman henkilökohtaisen tilanteensa mukaan.

Sähköauton verotus:

Suomi on viime vuosina muuttanut ajoneuvojen verotusta. Tavoitteena on vaikuttaa verotuksella liikenteen ympäristövaikutuksiin ja energian käyttöön: CO₂-päästöjä ja NO₂-päästöjä halutaan pienentää. Fossiilisten polttoaineiden käytön vaikutusta hiiliasapainoon halutaan vähentää. (6),(13),(22)

Jos sähköauton ohjaamon ja akun lämmitys/jäähdytys toimii sähköllä, sähköauto tuottaa CO₂ - ja NO₂ -päästöjä vain välillisesti. Akun latauksen tarvittavan sähköön tuottaminen voimalaitoksissa aiheuttaa päästöjä. Eri maissa, esimerkiksi Suomessa, Ruotsissa ja Norjassa, on aivan erilaiset teknologiat sähköön tuottamiseen, ja siksi aivan erilaiset päästöt energian tuotannossa. (6),(13),(22)

Mutta myös Suomessa sähköautojen yleistymisen katsotaan vähentävän ympäristövaikutuksia. Siksi verotusta on muutettu siihen suuntaan, että sähköauto ja hybridisähköauto saavat verotuksellista etua. Verotuksesta löytää hyvää tietoa www-sivuilta <http://www.trafi.fi/tieliikenne/verotus>, <http://www.motiva.fi> ja <http://www.aka.fi/motive>.

Ajoneuvovero on vuotuinen vero, ja se koostuu perusverosta ja käyttövoimaverosta:

1) Perusvero henkilöautoille pohjautuu valmistajan ilmoittamaan CO₂-päästön määrään. Sähköauton osalta se on 0 g/km eli se tekee perusveroksi kirjoitushetkellä 43,07 € vuodessa. Vertailun vuoksi CO₂ -päästö 100 g/km nostaa perusveroksi 85,05 €/v ja 150 g/km puolestaan 134,69 €/v. Koko taulukko löytyy http://www.trafi.fi/tieliikenne/verotus/ajoneuvovero/veron_rakenne_ja_maara osoitteesta. Sieltä löytyy myös vanhojen (-2000) autojen verotustaulukko, joka pohjautuu painoon.

2) Käyttövoimaveron lasketaan 1.1.2013 alkaen pohjautuen käyttövoimaan ja kokonaisuudessaan. Kokonaisuudessa tai kokonaispaino tarkoittaa autoa täydessä ajokunnossa kaikkine tavanomaisine varusteineen, polttoaineineen sekä akkuineen:

- Bensiini: Ei peritä
- Sähkö + bensiini: 0,5 senttiä / päivä / alkava 100 kg (esimerkiksi 2000 kg = 36 €/v)

- Sähkö: 1,5 senttiä / päivä / alkava 100 kg (esimerkiksi 2000 kg = 108 €/v)
- Metaanikaasu: 3,1 senttiä / päivä / alkava 100 kg (esimerkiksi 2000 kg = 226 €/v)
- Sähkö + diesel: 4,9 senttiä / päivä / alkava 100 kg (esimerkiksi 2000 kg = 356 €/v)
- Diesel: 5,5 senttiä / päivä / alkava 100 kg (esimerkiksi 2000 kg = 400 €/v)

Polttoainemaksu on tarkoitettu ajoneuvoille, jotka käyttävät "moottoribensiiniä tai dieselöljyä lievemmin verotettua polttoainetta". Polttoainemaksua ei siis peritä sähköautosta. Polttoainemaksua ei myöskään peritä normaalisti verotettua moottoribensiiniä tai dieselöljyä käyttävää ajoneuvosta. <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2003/20031280>

Autovero tarkoittaa ensirekisteröinnin jälkeen maksettavaa veroa, tai ajoneuvon rakenteen muutoksen jälkeen maksettavaa veroa. Uuden auton veroprosentti riippuu ajoneuvon hiilidioksidipäästön suuruudesta. (<http://ekotrafi.autoalanverkkopalvelu.fi/autojen-rajaus>)

Näiden periaatteiden pohjalta jokainen auto saa oman ajoneuvoveronsa maksettavaksi. Sen suuruuden saa parhaiten selville esimerkiksi Liikenteen turvallisuusviraston (Trafi) EkoTrafi-palvelusta osoitteesta <http://ekotrafi.autoalanverkkopalvelu.fi/autojen-rajaus>. Se on puolueeton tietokanta ja sitä pidetään jatkuvasti ajan tasalla. Sillä voi lajitella Suomessa markkinoilla olevia autoja merkin, hiilidioksidipäästön, kulutuksen, hinnan ja ajoneuvoveron mukaan. Jokaisesta autosta saa myös yksityiskohtaisemmat teknilliset tiedot.

Sähköauton liikennevakuutus:

Liikennevakuutuksissa ei näytä olevan erityismainintoja sähköautoille. Sähköauto on EuroN-CAP –turvallisuustesteissä osoittautunut yhtä turvalliseksi, kuin muutkin autot.

Sähköauton käyttökustannukset:

Täyssähköauto kuluttaa sähköä tyypillisesti 2 senttiä kilometriä kohti. CECC:n suositukset pohjautuvat tähän oletukseen. Bensiini- tai diesel-auto kuluttaa polttoainetta keskimäärin noin 10 senttiä kilometriä kohti. Käyttökustannuksiin sisältyy monia muitakin asioita. Jos ne oletetaan suunnilleen samansuuruisiksi, käyttökustannusten ero olisi sähköauton hyväksi 7 senttiä kilometrille. Vuodessa 15000 km ajavalle se tekisi 7800 € etua täyssähköautolle viidessä vuodessa.

Hybridisähköauto voi käyttää polttomoottoria akun lataamiseen ajon aikana. Se kasvattaa käyttökustannuksia täyssähköautoon verrattuna. Hybridiauton voisi olettaa saavan vähemmän etua perinteisen auton käyttökustannuksiin verrattuna.

Litium-ioni-akun vaihtaminen tulee eteen ajomäärästä riippuen noin 5-10 vuodessa. Akku on tällä hetkellä kallis komponentti, sen vaihtaminen voi maksaa tuhansia euroja. Akun hintaa on kuitenkin vaikea arvioida, kuinka korkea se on kymmenen vuoden kuluttua. Nykyiset akut ovat korvautuneet uusilla akkuteknologioilla. Niiden hintatasoa on mahdotonta ennustaa.

Vuotuisten huoltokustannuksien sanotaan olevan sähköautolla pienemmät. Kuitenkaan ei vielä ole riittävästi kokemuksia, kuinka usein esimerkiksi akkuja tai akun kennoja käytännössä joudutaan vaihtamaan. Erilaisissa kustannuslaskureissa vuotuiset huoltokustannukset näytetään arvioitavan suunnilleen samalle tasolle. Esimerkiksi norjalaisella laskurilla osoitteessa <http://www.nordicenergy.org/articles/intelect-calculating-the-cost-of-electric-transport-in-the-nordic-countries/> käyttökustannukset on oletettu suunnilleen samaksi.

Tällä hetkellä sähköauton yleistymisen suurimpana hidasteena on ehkä korkea hinta. Se johtuu

akkujen kalleudesta ja hybridisähköauton kaksinkertaisesta teholähteestä. Toisaalta, sähköautojen verotusta on kevennetty. Pieni vertailu olisi paikallaan:

Esimerkkivertailu:

Laskimme kuvaan 11 havainnollistavan esimerkin sähköautoilun vaihtoehtojen kokonaiskustannuksista. Se on laskettu olettaen, että auto ostetaan käteisellä ja myydään viiden vuoden kuluttua. Auton jälleenmyyntiarvo arvioimme laskevan 10 % vuodessa. Se ei ole kaikilla autoilla sama, mutta toisaalta sitä on mahdotonta ennustaa tarkasti tämän hetken uusille autoille.

Sähkön hinnan oletimme säilyvän nykyisenä ja latauksen tehtävän kotona omasta pistorasiasta. Hybridiauto ajaa vuodessa 15000 km - 95 % siitä sähköllä ja 5 % polttomoottorilla. Polttoaineen hinnan oletimme säilyvän nykyisellä tasolla.

Autojen jälleenmyyntiarvon oletimme pienenevän 10 % vuodessa. Auton myyminen viidennen vuoden lopussa pienentää autoilun kokonaiskustannuksia.

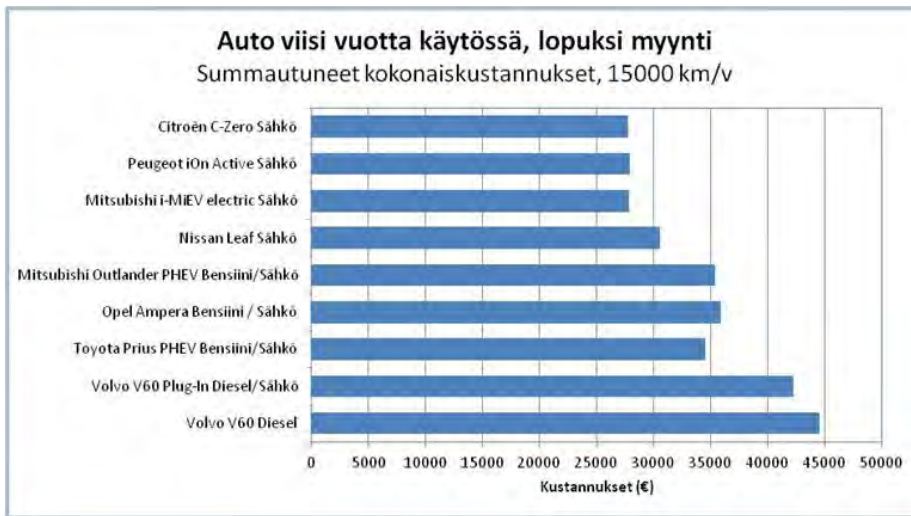
Akun kestoajat vaihtelevat eri autoissa niin paljon, että jätimme akun tässä vertailussa vaihtamatta. Lyhytikäinen akku voi tulla vaihtoon, mutta sen oletimme hinnaltaan sisältyvän auton huoltoon. Pitkäikäisen akun oletimme sisältyvän auton hankintahintaan.

Vertailussa on mukana myös yksi perinteinen Volvo V60 diesel-auto. Ajatuksemme oli laskea, ostaako sähköauto vai samalla rahalla hyvä perinteinen auto. Volvo on valittu tähän siksi, että sen diesel-hybridi tuli kirjoitushetkellä markkinoille. Vertailu kunkin valmistajan vastaavan polttomoottoriauton suhteen ei ollut mahdollista, koska vastaavia malleja ei ollut selvästi olemassa kaikilla valmistajilla.

Täyssähköauto on tässä vertailussa 31...38 % edullisempi, kuin perinteinen dieselauto. Ero tulee pienemmästä hankintahinnasta ja pienemmästä ajoneuvoverosta. Nissan on kalliimpi muita täyssähköautoja suuremman hintansa vuoksi.

Pistokehybridi on tässä vertailussa 5...21 % edullisempia, kuin perinteinen dieselauto. Vaikka kaikki ajomatkat tehtäisiin verkosta otetulla sähköllä, se vaikuttaisi laskettuun tulokseen vain prosenttiyksikön verran. Jos vain puolet ajoista tehtäisiin verkosta lataamalla, hybridit olisivat vielä -1...14 % edullisempia. Jos kaikki ajot tehtäisiin polttoaineella, vertailu toisi tasaväkisemmän tuloksen -8...7 %.

Volvon ja Toyotan hybridit eroavat tässä vertailussa muista hybrideistä suuremman hinnan vuoksi. Volvolla on diesel-hybridinä myös muita suurempi käyttövoimavero.

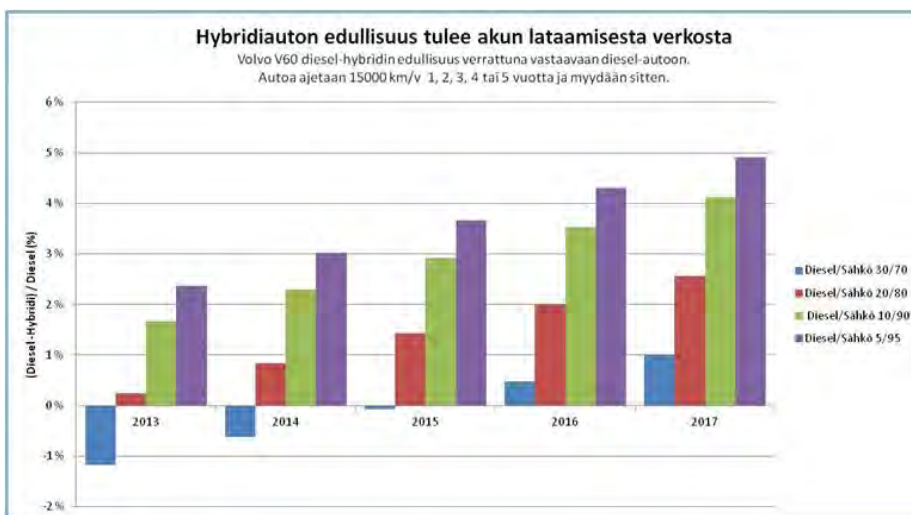


Kuva 11: Esimerkki erilaisten sähköautojen kokonaiskustannuksista

Seuraavaksi meitä kiinnostikin laskea, missä vaiheessa Volvo V60 diesel-hybridi kääntyy edullisemmaksi, kuin Volvon vastaava perinteinen diesel-auto. Eli kuinka pitää ajaa, että on päästy jälleenmyynnin hetkellä pienempiin kokonaiskustannuksiin.

Kuva 12 havainnollistaa, että hybridin edullisuus tulee ajamalla akulla ja lataamalla akku verkosta. Jos verkosta ladatulla akulla ajetaan keskimäärin 70 % ajoista, neljän vuoden ajon jälkeen hybridi pääsee voitolle perinteisestä. Jos verkosta ladatulla akulla ajaa 80 % tai enemmän, jo ensimmäisenä vuotena hybridi pääsee voiton puolelle. Jos verkosta ladatulla akulla ajaa alle 50 %, perinteinen diesel-auto on käytännössä edullisempi.

Diesel-hybridin hankintahinta on suurempi. Sen ajoneuvovero on kuitenkin pienempi ja verkosta ladatulla sähköllä ajaminen halvempaa. Vuosien mittaan ne säästävät suuremman hankintahinnan erotuksen.



Kuva 12: Esimerkki diesel-hybridin edullisuudesta perinteiseen diesel-autoon verrattuna

Nämä laskelmat olivat havainnollistavia esimerkkejä. Autoja vertaillaan yleensä muutenkin kuin kustannusten suhteen. Ne kuitenkin osoittavat, että Suomessa tehdyt veromuutokset näyttävät toimivan suunnilleen niille tarkoitetulla tavalla. Jokaisella autoilijalla on omat hänelle tyypilliset ajomatkinsa ja oma tapansa ajaa.

4.3. Suomessa myytävät sähköautot

Fisker Karma

Fisker Karma on pistokehybridisähköauto. Sen suunnitteli Fisker Automotive USA:n Floridassa ja valmistaa Valmet Uusikaupungissa. Suomessa sen maahantuojana ja myyjänä on Inchcape Motors. Finland Oy. Verollinen kokonaishinta on alkaen noin 121 360 €. (36)

Fisker Karma on 4-ovinen 4-paikkainen viistoperäinen sedan urheiluauto. Siinä on kaksi 150 kW 1330 Nm sähkömoottoria, joita syöttää 20 kWh litium-ioni-akku. Toimintamatkaa akulla on 80 km. Huippunopeus on 200 km/t ja sataseen se kiihtyy noin 6 sekunnissa. (36)

Autossa on 260 hv bensiinimoottori, joka lataa akun ajon aikana. Lisäksi akun voi ladata kolmessa tunnissa 230 Vac 35A latausasemasta. (36)



Kuva 13: Fisker Karma (36)

Mercedes-Benz Vito E-Cell

Mercedes-Benz Vito E-Cell on sähköauto, joka pohjautuu Mercedes-Benz Vito -pakettiautoon. Se on tarkoitettu kaupunkien sisäiseen jakeluliikenteeseen, sekä tehdasalueiden, tuotantohallien ja maanalaisten pysäköintihallien sisäiseen liikenteeseen. Kantavuus on noin 850 kg. Hintatietoa ei ollut saatavilla kirjoitushetkellä. (38)



Kuva 14: Mercedes Benz Vito E-Cell (38)

Autoa kuljettaa sähkömoottori, jossa on tehoa 60 kW ja vääntöä 280 Nm. Kaksi litium-ioni-akua on sijoitettu lattian alle, normaalin polttoainetankin paikalle. Ne antavat toimintamatkaksi 130 km (NEDC). (38)

Akun voi ladata viidessä tunnissa 40 Vac nopealla AC-latausasemalla,. Myös jarrutus lataa akua. (38)

Mitsubishi i-MiEV

Mitsubishi i-MiEV on sähköauto. Koriltaan se on 5-ovinen ja 4-paikkainen pystyperä. Sen sähkömoottorissa on tehoa 47kW ja vääntöä 180 Nm. Se antaa huippunopeudeksi 130 km/t. Auto kiihtyy nolasta sataseen noin 16sekunnissa. Verollinen hinta on noin 32 000 €. (39)

Litium-ioni-akku on teholtaan 16 kWh (eli 58 MJ) ja painoltaan 230 kg. Se antaa akulla toimintamatkaa 150 km (NEDC) kesäaikaan. Toimintamatkaan voi vaikuttaa valitsemalla kaupunkiajoon, alamäkiajoon tai maantieajoon sopivan vaihteen. Valinta vaikuttaa esimerkiksi moottorijarrutuksen toimintaan. (39)

Ajon aikana sähkömoottorijarrutus lataa akkua. DC-pikalatauksella se voi ladata akun 80 % tehoon puolessa tunnissa. Kotona akun voi ladata kuudessa tunnissa yksivaiheisesta 230 Vac 12 A pistorasiasta. (39)

Auton ilmastointi toimii sähköllä. Akun varauksen vähetessä se automaattisesti jättää lämmityksen tai jäähtytyksen pois käytöstä ja jatkaa vain ilman vaihtoa. (39)



Kuva 15: Mitsubishi i-MiEV (39)

Peugeot iOn ja Citroën C-Zero

PSA Peugeot Citroën valmistaa Mitsubishi i-MiEV:n pohjalta lisensioituna autoja Peugeot iOn ja Citroën C-Zero. Citroën C-ZERO verollinen hinta on noin 31 900 €. Peugeot iOnin verollinen hinta on noin 32200 €. (42)

Moottorin teho ja vääntö ovat samat, myös akun energia ja toimintamatka ovat samat. Peugeot iOn lupaa tosin täydellä akulla toimintamatkaa vain 130 km Pohjoismaiden olosuhteissa. (42)



Kuva 16: Citroën C-Zero (42)

Akun lataukseen on lisätty mahdollisuus AC-lataukseen. Sen osalta ranskalainen ja japanilainen sähköauto eroavat jos lähtöoletuksena. (42)

Sekä Citroën C-Zeron että Peugeot iOnin akun voi ladata esimerkiksi kotona yksivaiheisesta 230 Vac pistorasiasta noin kuudessa tunnissa. Julkisessa AC-pikalatauspalvelussa akun voi ladata 400 Vac 16 A kolmivaihevirralla varttiminuutissa puolilleen ja puolessa tunnissa 80 %:n lataukseen. Pikalataus katkeaa tässä vaiheessa automaattisesti, mutta käynnistämällä pikalataus uudelleen se jatkuu 100 % lataustilaan. (42)



Kuva 17: Peugeot iOn (42)

Mitsubishi Outlander PHEV

Mitsubishi Outlander PHEV on pistokehybridisähköauto. Koriltaan se on 7-paikkainen ja nelive-toinen katumaasturi. Verollinen hinta on noin 50000 €. (39)

Auto toimii tarvittaessa joko sarja- tai rinnakkaishybridinä, eli polttomoottorin, sähkömoottorin tai niiden molempien voimalla. Lisäksi polttomoottorilla voi ladata akkua. Kuljettaja voi muuttaa toimintatapaa ajon aikana. (39)

Autossa on yksi bensiinimoottori ja kaksi sähkömoottoria. Ne antavat huippunopeudeksi 120 km/t. Toimintamatka pelkästään akulla on 55 km. Sen lisäksi yksilitrainen bensiinimoottori laa-jentaa toimintamatkan perinteisen auton 800 km:iin. (39)



Kuva 18: Mitsubishi Outlander PHEV (39)

Akku on 12 kW litium-ioni-akku, ja sen voi ladata kotona 240 Vac 15A pistorasiasta. Latausaika on neljä tuntia täyteen lataukseen. Auto on mahdollista ladata myös DC- pikalatausasemalla 30 minuutissa 80 % varukseen. (39)

Nissan Leaf

Nissan Leaf on sähköauto. Koriltaan se on viisiovinen ja viisipaikkainen pystyperä. Verollinen hinta on noin 38200 €. (40)

Autossa on 24 kW litium-ioni-akku ja 80 kWh 280 Nm sähkömoottori. Se antaa huippunopeu-deksi 145 km/t ja toimintamatkaksi akulla 175 km (NEDC). Se vastaa valmistajan mukaan kau-

punkiajaja kauniina kesäpäivänä. Maantiellä vastaavissa oloissa toimintamatka olisi noin 220 km. Kuumana kesäpäivänä nopea ajo moottoritiellä lyhentää matkan 113 km:iin. Ja kymmenen asteen pakkasella kaupungin ruuhkassa toimintamatka on 100 km. (<http://www.nissan.fi/#vehicles/electric-vehicles/electricleaf/leaf/charging-and-autonomy/real-life-situation>)

Hitaalla AC-latauksella akun voi ladata 240Vac pistorasiasta kahdeksassa tunnissa. Autotalliin asennettavalla Home Charger -latausasemalla akku latautuu kuudessa tunnissa. Esimerkiksi huoltoaseman DC-pikalatauksessa akku latautuu puolessa tunnissa. Lisäksi akku latautuu ajon aikana moottorijarrutuksen avulla. Kattospoileriin saa vielä aurinkopaneelin. Talvella lataus vie enemmän aikaa kuin kesällä. (40)



Kuva 19 Nissan Leaf (40)

Opel Ampera

Opel Ampera on pistokehybridisähköauto. Koriltaan se on nelipaikkainen ja neliovinen viistoperä coupé. Verollinen hinta on noin 51300 €. (41)



Kuva 20: Opel Ampera (41)

Autossa on kaksi sähkömoottoria ja bensiinimoottori. Sähkömoottorit yhdessä antavat 111 kW tehon ja 370 Nm väännön. Ne antavat autolle huippunopeudeksi 161 km/t. Akulla toimintamatka on kesällä 60km ja talvella 40km. (41)

Bensiinimoottori käyttää tarvittaessa pienempää sähkömoottoria generaattorina virtaa ajomoottorille. Hybridinä toimintamatka on noin 500 km. Kulutus on silloin ajosta riippuen 5...10 litraa / 100 km. (41)

Sähkömoottoreita syöttää 16 kWh litium-ioni-akku. Sen voi ladata esimerkiksi kotona 240 Vac 16 A pistorasiasta, neljässä tunnissa. Ajon aikana akkua voi ladata sähkömoottorijarrutuksella. Talvella akkua voi lämmittää bensiinillä. (41)

Peugeot Partner Van EV

Peugeot Partner Van EV on sähköauto. Koriltaan se on viisivinen pakettiauto. Sen kuorman kantavuus on 685 kg. Kuormatila on tilavuudeltaan 3,4 m³ tai 3,7 m³. Vastaavasti kuormatilan pituus on joko 1,8m tai 2,05m. (42)



Kuva 21: Peugeot Partner Van EV (42)

Auton sähkömoottori on teholtaan 49 kW ja väännöltään 200 Nm. Sitä syöttää 22,5 kWh litium-ioni-akku. Huippunopeus on 96 km/t ja akun toimintamatka on 170 km (NEDC). (42)

Akun voi ladata 240 Vac 16 A pistorasiasta 6...9 tunnissa. Enintään 120 A AC-pikalatauksella akku latautuu 80 % lataukseen puolessa tunnissa. Ajon aikana sähkömoottorijarrutus lataa akkua. (42)

Renault ZOE

Renault ZOE on sähköauto. Koriltaan se on viisivinen porrasperä. Sen toimitukset alkavat syksyllä 2013, mutta Suomeen se tulee ehkä 2014. Hinta Suomessa ei ollut kirjoitushetkellä tiedossa. (43)



Kuva 22: Renault ZOE (43)

Autoa kuljettaa sähkömoottori, jonka teho on 65 kW ja vääntö 220 Nm. Huippunopeus on 135 km/h. Toimintamatka akulla on 210 km (NEDC). Valmistajan mukaan toimintamatka normaalissa ajossa on 95...145 km. Range OptimizER -järjestelmä kasvattaa toimintamatkaa. (43)

Akun voi ladata esimerkiksi kotona Renaultin omalla Chameleon-laturilla. Hidas AC-lataus 230 Vac kestää yhdeksän tuntia. Esimerkiksi huoltoasemalla on mahdollista myös DC-pikalataus puolessa tunnissa. Alun voi myös vaihtaa huoltoasemalla kolmessa minuutissa. (43)

Renault ZOE on toteuttanut ilmastoinnin ilmalämpöpumpun pohjalta. Se lämmittää 3W teholla ja jäädyttää 2k W teholla, mutta kuluttaa sähköä 1 kW. Renault raportoi sen lämmittävän

auton nopeasti kovallakin pakkasella Lapin testissään. <http://blog.renault.com/en/2012/08/17/renault-zoe-confidential-3-cold-weather-tests/>

Toyota Prius PHEV

Toyota Prius PHEV on ns. täyshybridi eli hybridauto. Koriltaan se on viisiovinen nelipaikkainen porrasperä. Verollinen hinta on noin 47800 €. (46)

Autossa on 73 kW dieselmoottori ja 60 kW tehoinen 650 Nm vääntöinen sähkömoottori. Niiden yhteenlaskettu teho on 103 kW antaa kiihtyvyydeksi nolasta sataseen 11 sekuntia ja huippunopeudeksi 120 km/t. (46)

Sähkömoottorilla toimintamatka jää noin 20 kilometriin. Se ei täytä suomalaista sähköauton määritelmää. Se on kuitenkin mukana TEM-tuettavien autojen listalla, ja siksi tässä mukana. (46)

Toyotan muutkin täyshybridit näyttävät olevan ennakkotietojen mukaan toimintamatkaltaan vastaavia, eli 20...25 km luokkaa. Toyota ilmeisesti optimoi omalla tavallaan kaupunkiajon ja maantieajon keskinäisen suhteen, sekä akun vaikutuksen auton painoon ja sisätiloihin. (46)



Kuva 23: Toyota Prius PHEV (46)

Auto käynnistyy ja lähtee liikkeelle pelkästään sähkömoottorin voimin. Ajotavasta, ECE tai EV-city, riippuen polttomoottori ottaa automaattisesti suuremman vastuun auton liikuttamisesta. Polttomoottori alkaa ladata akkua automaattisesti se tyhjetessä. (46)

Akkua on 1,3 kWh kapasiteetiltaan. Akun voi ladata esimerkiksi kotona 240 Vac 16 A pistorasiasta 1,5 tunnissa. Akkua lataa myös sähkömoottorijarrutus. Esimerkiksi työmatkoja voi ajaa EV-city ajotavalla 25 km pelkästään akulla. Toyota myöntää akuille 2012 alusta hybridiakkuturvan kahdeksan vuotta / 350 000 km. (46)

Toyota tuo markkinoille lähivuosina lisää hybridautoja, kuten Toyota Yaris Hybrid, Toyota Auris Hybrid, Toyota Prius HSD ja Toyota Prius+ HSD. (46)

Volvo V60 Plug-in Hybrid

Volvo V60 Plug-in Hybrid on pistokehybridisähköauto. Koriltaan se on nelivetoinen, viisiovinen ja viisipaikkainen farmariauto. Sen verollinen hinta on noin 61800 €. (48)

Autossa on litium-ioniakku 22 kWh. Valmistaja on tarkoittanut sen vuokrattavaksi suunnilleen noin 80 €/kk maksua vastaan. Akun käyttöajaksi on arvioitu kolme vuotta ja 12500 kilometriä vuodessa. (48)

Autossa on 158 kW dieselmoottori edessä ja 50 kW sähkömoottori takana. Vaihteisto on kuu-

sivaihteinen automaatti. Autoa voi ajaa joko pelkästään sähköllä tai dieselmoottorilla tai molemmilla samanaikaisesti.

Huippunopeus on 230 km/t ja kiihtyvyys nolasta sataseen kuusi sekuntia. Diesel-moottorissa on startstop -järjestelmä. (48)

Sähkömoottoria syöttää 480V ja 11,2 kWh litium-ioni-akku. Se antaa toimintamatka pelkällä sähköllä 50km (NEDC). Akun voi ladata 230 Vac 13A hitaalla AC-latauksella 4,5 tunnissa, 230 Vac 10A pistorasiasta 4,5 tunnissa ja 230 Vac 6A pistorasiasta 7,5 tunnissa. (48)

Ilmastointi toimii bioetanoli-lämmittimellä. Siinä on oma 14,5 litran tankki. Akku ja sähkömoottori puolestaan ovat vesijäähdytteiset. (48)



Kuva 24: Volvo V60 Plug-in Hybrid (48)

Volkswagen e-up

Volkswagen e-up on sähköauto. Koriltaan se on kolmiovinen ja nelipaikkainen porrasperä kaupunkiauto. Hinta Suomessa ei ollut kirjoitushetkellä tiedossa. (47)

Autoa kuljettaa 60 kW sähkömoottori, jonka vääntö on 210 Nm. Se antaa huippunopeudeksi 135 km/t ja auto kiihtyy nolasta sataseen 11 sekunnissa. (47)



Kuva 25: Volkswagen e-up (47)

Litium-ioni-akku varausmäärältään 18 kWh. Se antaa akulla toimintamatkaksi 150 km. Akun voi ladata esimerkiksi kotona 230 Vac pistorasiasta viidessä tunnissa. Lisäksi autossa on 1,4 m² aurinkopaneeli katolla. (47)

4.4. Millainen on sähköajoneuvon akku

Sähköajoneuvoissa on kokeiltu monia erilaisia akkuratkaisuja ja niillä on kullakin omat etunsa ja haittansa. Akku on nyt ja tulevaisuudessakin sähköauton nopeimmin kehittyvä osa:

Lyijyakut:

Lyijyaku on vanhin, mutta edelleen halvin akkuteknologia. Sitä on kahta tyyppiä, avoin lyijyaku ja suljettu lyijyaku. Avoimeen lyijyakuun pitää lisätä ajoittain vettä. Suljettu lyijyaku on huoltovapaa, koska sen elektrolyytti on geelinä. (1),(9),(18)

Lyijyaku sopii varausmääränsä vuoksi lyhyen matkan sähköajoneuvoihin. Niille se on nykyisellään halvin vaihtoehto. (1),(9),(18)

Nikkeli-akut:

Nikkeli-kadmium-akku (NiCd) on lyijyakuun verrattuna pitkäikäisempi, se kestää nopeita purkauksia ja latauksia, eikä se ole niin herkkä lämpötilan vaihtelulle. Heikkoutena on muistiefekti, eli sen varausmäärä pienenee vajaiden purkamisten ja latausten myötä. Kadmium on myrkyllisenä aineena ongelmajätettä akun kierrätysvaiheessa. (1),(9),(6),(18)

NiCd-akkua on käytetty esimerkiksi Peugeot 106, Citroën AX, Renault Clio sekä Ford Think -autoissa. (1),(9),(18)

Nikkeli-metallihybridi -akku (NiMH) on ominaisuuksiltaan vastaava kuin NiCd-akku. Siinä ei ole käytetty myrkyllistä kadmiumia. (1),(9),(18)

NiMH-akkua on käytetty esimerkiksi Chrysler Epic, Toyota RAV-EV, Toyota Prius ja Honda Insight -autoissa. (1),(9),(18)

Litium-akut:

Litium-ioni-akku (LiCoO₂) kestää lyijy- ja nikkeliakkuihin verrattuna enemmän latauskertoja ja sen varauskyky on suurempi. Se myös kestää nopeita latauksia ja purkauksia. LiCoO₂-akut ovat tällä hetkellä yleisimmin käytettyjä sähköautoissa. Sillä on kuitenkin pari heikkoutta tiedossa:

- Akussa käytetty koboltti on myrkyllistä. Se tekee akusta kierrätysvaiheessa ongelmajätteen.
- Ylilataaminen johtaa litium-akun kuumenemiseen. Esimerkiksi täydellä akulla ajettaessa sähkömoottorijarrutus voi yliladata akkua. Sen vuoksi sähköautossa on akun kuumenemisen estävä jäähdytysjärjestelmä. Pohjois-Suomen oloissa sähköautossa tulisi olla myös akun lämmitys, joka estää akun jäätyksen pakkasella.
- Akun tallentama energiamäärä pienentyy kolmanneksen 6...7 vuodessa. Syynä on epäpuhtauksien tunkeutuminen akun suljettuun rakenteeseen. Parannusta on kuitenkin luvassa: Nissan ilmoitti Detroitin autonäyttelyssä 2013 antavansa takuun Nissan Leafin akulle: Se korjaa tai korvaa akun, jos se menettää varauskykyään enemmän kuin 30 % viiden vuoden tai 108000 km ajon aikana. Tarkoitus oli kai vakuuttaa, että erityisiä valmistusvikoja ei ole mainitun ominaisuuden lisäksi. (1),(9),(18)

Litium-ioni-akulle on tulossa seuraajia, joilla ongelmat poistuvat tai ainakin vaihtuvat:

- Litium-rautafosfaatti-akku (LiFePO₄) korvaa kobolttin raudalla, ja on ympäristölle myrkytön. Samalla se kolminkertaistaa latauskertojen määrän.
- Litium-ilma-akku on tulossa käyttöön noin 2020 tienoilla. Sen varauskyvyn väitetään olevan tuhatkertainen ja toimintamatkan viisinkertainen nykyiseen LiCoO₂-akkuun verrattuna.

(1),(9),(http://www.mikropc.net/kaikki_uutiset/mullistaako+litiumilmaakku+sahkoautoteollisuus/758146)

Akkujen pikavertailu:

Kokosimme taulukoon 4 nykyisten akkujen tärkeimpiä ominaisuuksia. Sähköauton akussa on yleensä energiaa 15...30 kWh, ja sähköauto kuluttaa sähköä noin 0,2 kWh/km. Siitä voi laskea toimintamatkaksi 75...150 km. Kunkin akkutyypin energiatiheystä laskimme 75 km ja 150 km toimintamatkoja vastaavat akun painot. Akun painoa lisää vielä sen kotelointi, kaapelointi ja erilaiset valvontapiirit. (1),(9),(18)

Akku	Paino kg (75 km)	Paino kg (150 km)	Paino (750 km)	Lataus-aika (t)	Lataus-kertoja	Hinta €/kWh
Lyijyakku	95	185	--	8...24	800	80...112
NiMH-akku	65	125	--	1...2	900	150...260
LiCoO ₂ -akku	45	85	--	2,5	1000	150
(LiFePO ₄ -akku)	(~45)	(~85)	--	(~2,5)	(~3000)	(~150)
(Litium-ilma-akku)	(~9)	(~17)	(~85)	ei tiedossa	ei tiedossa	(<<150)
(Alumiini-ilma-akku)	(~70)	(~140)	(~700)	0,2	>1000	--
(Sinkki-ilma-akku)	(~65)	(~130)	(~650)	0,2	>2000	--

Taulukko 4: Akkujen teknologinen kehitys

Lyijyakku on edelleen halvin akku. Se sopii lyhyen toimintamatkan sähköajoneuvoille esimerkiksi sisätiloihin. LiCoO₂-akku on kevein. Se soveltuu keskipitkän toimintamatkan sähköautoille ja hybridisähköautoille. Ne voivat ladata akun nopeasti ja akun käyttöikä sallii riittävän määrän latauskertoja.

Litium-akuilla on muihin nähden enemmän kehitysmahdollisuuksia: Latausten ja purkausten määrä on kasvamaan päin, ja samoin varaustiheys. Litium-akkujen kierrätyksen tuottama litium pienentää vielä valmistuskustannuksia.

Nyt ostettava sähköauto pohjautuu useimmiten litium-ioni-akkuun. Muutaman vuoden kuluttua sitä voi odottaa akun vaihto. Vaihtoakku on noin kolme kertaa alkuperäistä pitkäikäisempi. Sen jälkeen seuraava vaihtoakku antaa alkuperäiseen nähden viisinkertaisen toimintamatkan. Se kestääkin auton käyttöajan loppuun. Jokainen näistä akuista kuitenkin maksaa itsensä takaisin halvempina ajokustannuksina. Tämä laskelma oli keskimääräinen vertailu, eri valmistajien autot ja akut ovat tietysti keskenään erilaisia.

Sähköautojen toimintamatkojen vertailuja:

Accun paino on suurin este sähköauton toimintamatkan kasvattamiseksi. Uudet teknologiat, kuten sähkömoottorijarrutus, ajotapojen optimointi ovat kasvaneet toimintamatkan jo yli 200 km:iin.

Sähköauto käyttää akkua kuitenkin muuhunkin kuin liikkumiseen. Auton hallinta, valot, audiolaitteet, ilmastointi, navigointi jne. toimivat sähköllä. Valmistajat optimoivat auton varustelutason, akun painon ja varauskyvyn sekä moottorin tehon välillä.

Todellisuudessa, akulla ajattavaan matkaan vaikuttaa tien mäkyisyys, ympäristön lämpötila, ajonopeus, ajotavat, moottorijarrutus jne. (1),(9)

- Nissan ilmoittaa NEDC-testiin pohjautuvan matkan olevan 175 km. Mutta kaupunkiajossa

kesällä matka pienenee noin 80 km:iin. Kuumalla säällä moottoritiellä voi ajaa vain noin 40 km. Kaupunkiajo talvella keskustan ruuhkassa pienentää toimintamatkan jopa 20 km:iin.

- Renault ilmoittaa NEDC-toimintamatkan olevan 150 km. Mutta kylmissä olosuhteissa se on noin 100 km.
- Peugeot iOn ilmoittaa toimintamatkan 150 km (NEDC) olevan Pohjoismaissa noin 130 km.
- Muiden valmistajien autojen ajomääriä ei kuitenkaan voi suoraan laskea näistä. Eri valmistajilla on omat menetelmänsä esimerkiksi pitää akku lämpimänä pakkasella, erilainen lämmitys ja ilmastointi ja erilaiset automaattiset ajo-ohjelmat akun alkaessa tyhjenemään.

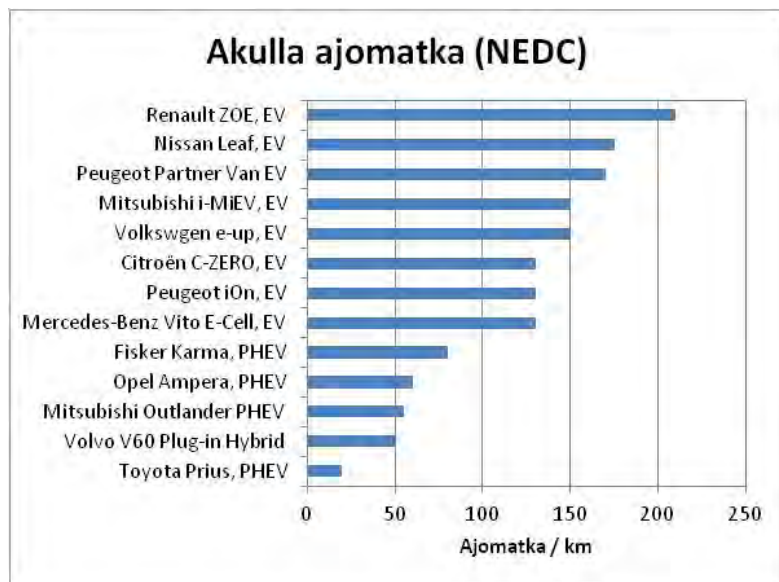
Kokeilimme myös itse Nissan Leafin toimintamatkan pienentymistä säiden kylmetessä: Nollassa asteessa toimintamatka oli noin 90 km. Pakkasen kiristyessä -17 °C:een toimintamatka lyheni 75 km:iin. Sen mukaan Nissanin ilmoittama tieto vaikuttaa luotettavalta. Jatkamme kokeiluja.

Valmistajien ilmoittamia toimintamatkoja voi vertailla vain, jos ne on mitattu samalla menetelmällä. Euroopassa, Japanissa ja USA:ssa käytetään erilaisia testejä toimintamatkan mittaamiseksi. USA:ssa käytetään testiä FTP-75, Japanissa käytetään "10 mode / 10-15 Mode (1983) / JCo8 (2008)" testiä ja Euroopassa testiä NEDC. Ostaja voi verrata kuvan 26 tapaisesti valmistajien ilmoittamia toimintamatkoja suoraan toisiinsa, jos ne on mitattu samalla menetelmällä. (1),(9),(23),(24),(25)

Vuoden 2013 aikana pitäisi tulla maailmanlaajuisesti yhtenäinen testi WLTP (Worldwide harmonized Light vehicles Test Procedures) tulee. Sen jälkeen autovalmistajien ilmoittamat toimintamatkat ovat keskenään suoraan vertailtavissa. (1),(9),(30)

Tällä hetkellä tilanne on toinen. Esimerkiksi Mitsubishi i-MiEV ilmoittaa toimintamatkan eri menetelmillä mitattuna seuraavasti:

- Amerikkalainen testi: 100 km
- Eurooppalainen testi: 150 km
- Japanilainen testi: 160 km

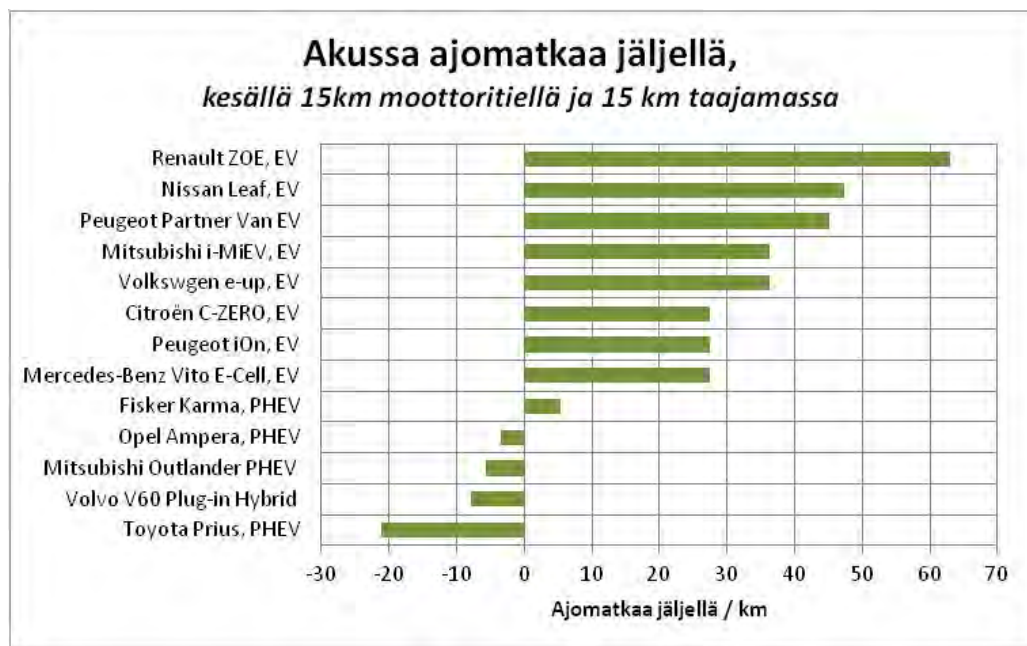


Kuva 26: Sähköautojen eurooppalaisia NEDC-toimintamatkoja.

Standardoitu testi toimintamatkan mittaamiseksi tehdään kesäolosuhteissa ja tasaisella radalla. Testattavalla autolla ajetaan standardissa määritelty matka ja sen aikana ajonopeutta muutellaan standardissa määritellyllä tavalla.

Oulun seudun alueen liikennemittauksessa henkilöauton toimintamatka oli vuonna 2020 keskimäärin 15 km. Sen pohjalta arvioimme seuraavalla sivulla kuvassa 27, kuinka paljon akussa on toimintamatkaa jäljellä, jos akusta käytetään varmuuden vuoksi vain 80 %, ja jos autolla jaetaan kesäaikaan yksi keskimääräinen toimintamatka edestakaisin. Laskelma perustuu Nissanin ilmoittamiin arvoihin, eivätkä siksi ole luotettavia muiden merkkien kohdalla. Jonkinlaisen suunnan se kuitenkin antaa:

- Toyota Prius, Volvo Opel ja Mitsubishi Outlander PHEV -hybridit lataisivat akkua polttomoottorillaan kesken matkan.
- Fisker Karma -hybridi palaisi kotiin ladattavaksi.
- Kaikki sähköautot tulisivat kotiin ladattavaksi.
- Renault ZOE, Nissan Leaf, Peugeot Partner, Mitsubishi i-MiEV ja Volkswagen e-up tekisivät vielä toisenkin matkan ennen latausta.



Kuva 27: Sähköauton akku yhden kesäisen toimintamatkan jälkeen

Seuraavassa kuvassa 28 arvioimme, kuinka paljon akussa on toimintamatkaa jäljellä, jos akusta käytetään varmuuden vuoksi vain 80 %, ja jos autolla jaetaan talviaikaan yksi keskimääräinen toimintamatka edestakaisin. Laskelma perustuu Nissanin ilmoittamiin ja Renaultin arvoihin, eivätkä siksi ole luotettavia muiden merkkien kohdalla. Jonkinlaisen suunnan se kuitenkin antaa:

- Kaikki sähköautot pääsisivät kotiin ladattavaksi.
- Kaikki hybridiautot lataisivat akkua polttomoottorillaan kesken matkan.
- Renault ZOE tekisi vielä toisenkin matkan ennen latausta.



Kuva 28: Sähköauton akku yhden talvisen toimintamatkan jälkeen

4.5. Akun lataaminen kotona

Hybridisähköauto lataa auton polttomoottorin käyttämällä generaattorilla ajon aikana. Pistokeyhybridiauton akun voi ladata myös kotona sähköverkosta, kunhan asennuttaa sopivan pistorasian tai latausaseman esimerkiksi autotalliin tai autokatokseen. Hybridisähköauton voi valita taajamassa ajamaan pelkästään sähköllä. (6),(9),(12)

Sähköauto toimii vain akulla. Vaikka sen voi ladata kotona pitorasiasta, se vaatii latausasemien verkoston. EU velvoitti tammikuussa 2013 Suomen rakentamaan vuoteen 2020 mennessä noin 71000 latausasemaa. Niistä suurin osa olisi kotona autotallissa, autokatoksessa ja kerrostalojen pysäköintitiloissa. Niiden lisäksi pitäisi rakentaa julkisia latauspalveluita huoltoasemille, kaupakeskuksiin ja pysäköintihalleihin yhteensä noin 7000 latausasemaa. (6),(9),(12),(13)

Akun lataukseen on kehitetty erilaisia menetelmiä. Ne jakautuvat kahteen ryhmään sen mukaan, onko laturi autossa (AC-lataus) vai auton ulkopuolella (DC-pikalataus). AC-lataus jakautuu edelleen hitaaseen AC-lataukseen ja nopeaan AC-lataukseen sen mukaan, kuinka paljon se ottaa tehoa yleisestä sähköjakoverkosta. (2),(15)

Akulla on myös sille tyypillinen suurin kyky (C-arvo) vastaanottaa laturista energiaa. Esimerkiksi C1 tarkoittaa, että akun voi ladata tunnissa. C2 akku latautuu puolessa tunnissa ja C4-akku latautuu varttitunnissa. (2),(15)

Hidas AC-lataus pistorasiasta

Yksivaiheinen pistorasia:

Suomessa kuvan 18 yksivaiheista pistorasiaa voi käyttää vain kevyen sähköajoneuvon, tilapäiseen tairajoitettuun lataukseen. Rajoitettu tarkoittaa esimerkiksi sitä, että se on vain omaan

käyttöön. Tilapäinen tarkoittaa esimerkiksi sitä, että esimerkiksi sähköpolkupyöränakkuja tarvitsee ladata vain toisinaan Muina aikoina pistorasiaan voi olla kytketty vaikka kahvinkeitin. (2),(15),(16)



Kuva 29: Suomalainen yksivaiheinen pistorasia ja pistoke (www.wikipedia).

Kevyen sähköauton toimintamatka on enintään 20 km, ja kulutus on 0,2 kWh/km. Akun energiamäärä on 4 kWh. Sen voi ladata 10 A pistorasiasta vajaassa kahdessa tunnissa, ja 16 A pistorasiasta reilussa tunnissa. Laturin pitää itse rajoittaa pistorasiasta ottamansa virta 10 A tai 16 A sulakkeen suuruuteen. (2),(15)

Sähköpolkupyörän akun teho on pieni, esimerkiksi Sanifer 360 Wt, ja sen lataaminen kestää 5...6 tuntia. Sen laturi ottaa virtaa pistorasiasta vajaat puoli ampeeria. Se siis kuormittaa pistorasiaa suunnilleen kahvinkeitin verran. Ylikuormittumisen vaaraa ei ole.

Kolmivaiheinen pistorasia:

Kevyen sähköajoneuvon akun voi ladata myös kolmivaiheisesta maadoitetusta pistorasiasta. Auton toimintamatkaksi luokitellaan tässä tapauksessa alle 20 km. Kun akun kulutus oletetaan 0,2 kWh/km, akun teho on noin 4 kWh. Latausajan tulisi olla alle tunnin. (2),(15),(16)

Kuvan 19 kolmivaiheinen pistorasia 400 Vac 16 A suoriutuu tehtävästä noin 40 minuutissa ja 400 Vac 32 A pistorasia 20 minuutissa. Lataukseen pitää käyttää auton omaa latauskaapelia. Sen auton puoleisen pään latauspistoke pitää olla Type 1 SAE J1772 eli Yazaki. Se esimerkiksi varmistaa koukulla pistokekytkimen pysymisen kiinni autossa. (2),(15),(16)



Kuva 30: Suomalainen kolmivaiheinen pistorasia ja Type 1 SAE J172 latauspistoke (www.wikipedia).

Sähköauton akun energiamäärä on 10...30 kWh. Sen hidas lataus saa ottaa pistorasiasta tehoa enintään 3,7 kW. Jos sen kytkee 400 Vac 10 A kolmivaiheiseen pistorasiaan, latausaika on 3...8 tuntia. Se ehtii kuitenkin helposti lataamaan tyhjän akun täyteen yön aikana ja yösähkönkin aikana. Laturin pitää itse rajoittaa pistorasiasta ottamansa virta sulakkeen 10 A suuruuteen. (2),(15),(16)

Keskinopea AC-lataus pistorasiasta

Sähköauton akun keskinopea AC-lataus tarkoittaa 3,7...22 kW teholla lataamista yksivaiheisesta pistorasiasta tai kolmivaiheisesta pistorasiasta. Latauskaapelissa pitää aina olla suojamaadoitus ja vikavirtasuoja. Akun toimintamatkaksi luokitellaan tässä 20...110 km. Jos auto kuluttaa tehoa 0,2 kWh/km, akun energiamäärä olisi 4...22 kWh. Latausajan tulisi jäädä muutamaan tuntiin. (2),(15),(16)

Yksivaiheinen pistorasia:

Periaatteessa, 10 A pistorasia lataa 4...22 kWh akun 2...10 tunnissa. Laturin pitää itse rajoittaa latausvirta pistorasian 10 A sulakkeen suuruuteen. (2),(15),(16)

Pistorasia 16 A tai 20 A virralla lataisi akun 1...6 tai 1...5 tunnissa. Suomessa sitä ei kuitenkaan suositella käytettävän, vaan latausvirta suositellaan rajoitettavan alemmalle 10 A tasolle. (2),(15),(16)

Kolmivaiheinen pistorasia:

Suomalainen kotitalouden kolmivaiheinen maadoitettu pistorasia on 400 Vac jännitteellä ja 16 A, 32 A tai 63 A virralla. Siinä on nykyään aina myös suojamaadoitus ja vuotovirtasuoja. Pistorasiaa voi silloin käyttää sähköauton akkulaturin tilapäiseen ja rajoitettuun syöttämiseen. Latauksessa pitää käyttää ajoneuvon valmistajan hyväksymää Type 2 latauskaapelia. Latauskaapeli voi olla myös kiinteästi eli ilman pistorasiaa kytketty latauspisteessä verkkoon. (2),(15),(16)

Latausjärjestelmä valitsee latausvirran automaattisesti, ja rajoittaa virran siihen arvoon (2),(15),(16). Suomessa latausvirta suositellaan olevan puolet pistorasian mitoitusarvosta. Sähköauton 4...22 kWh akun lataaminen tyhjästä täyteen suomalaisesta voimavirtarasiasta vie silloin aikaa 1...7 tuntia, 0,7...3,5 tuntia tai 0,5...1,7 tuntia. Laturin pitää itse rajoittaa latausvirta pistorasian sulakkeen suuruuteen.



Kuva 31: Type 2 pistorasia, pistoke, pistokekytkin ja pistokeliitin 3-vaiheiseen AC-lataukseen

Nopea AC-lataus pistorasiasta

Sähköauton akun nopea AC-lataus tarkoittaa yli 22 kW teholla lataamista yksivaiheisesta pistorasiasta tai kolmivaiheisesta pistorasiasta. Akun toimintamatkaksi on luokiteltu yli 110 km, jos

auto kuluttaa akkua 0,2 kW/km.

Latausajan pitäisi olla muutaman minuutin luokkaa. Akun kyky vastaanottaa lataus, eli C-arvo, voi kuitenkin pidentää latausaikaa. (15),(16)

Sähköauton akun nopea AC-lataus edellyttää erityisen sähköautopistorasian asentamista. Latauskaapeli voi olla myös kiinteästi eli ilman pistorasiaa kytketty latauspisteessä verkkoon. Vaihtoehtoisesti voi asentaa erityisen latausaseman kiinteästi sähköverkkoon kytkettynä. Sähköautopistorasia voi toimia sekä yksivaiheisena että kolmivaiheisena. (15),(16)

Nopea AC-lataus tuntee sähkönjakeluverkossa käytettävät uudet mittaus- ja laskutusmenetelmät. (SAE J1772 and IEC 62196). Ne mahdollistavat sähköisen kaupan keinoin sähkön ostamisen verkosta ja myös sähkön myymisen verkkoon. (15),(16)

Yksivaiheinen pistorasia:

Suomalainen yksivaiheinen pistorasia antaa 230Vac jännitettä ja maksimissaan 63 A virtaa. Laturi voi ottaa siitä lataamiseen joko 16 A, 32 A tai 63 A. Auton latausjärjestelmä tekee virtavalinnan automaattisesti ja rajoittaa virran siihen arvoon. (15),(16)

Sähköauton 22 kWh akun lataaminen näillä virta-arvoilla veisi aikaa 6 t, 3 t, 1,5 t. Yksivaiheinen pistorasia, autosähköpistorasiana käytettynä, ei siis ole kovin nopea lataamaan yli 22 kWh akkuja. Laturin pitää itse rajoittaa latausvirta pistorasian 10 A sulakkeen suuruuteen.

Latauskaapelin pistokytkin sama Type 2 pistoke, kuin edellä keskinopeassa latausmenetelmässä kolmivaiheisesta pistorasiasta. Siinä on myös IEC 61851-1 ohjauksen ja signaaloinnin kytkentänastoilla. (15),(16), (31)

Kolmivaiheinen pistorasia:

Suomalainen kolmivaiheinen pistorasia antaa 400 Vac jännitettä ja 63 A virtaa. Latausvirran voi säätää 16 A, 32 A tai 63 A arvoon. Auton latausjärjestelmä tekee virtavalinnan automaattisesti ja rajoittaa virran siihen arvoon. (15),(16)

Sähköauton 22 kWh akun lataaminen näillä virta-arvoilla veisi aikaa 3,5 t, 1,7 t tai 0,8 t. Kolmivaiheinen voimavirta, autosähköpistorasiana käytettynä, ei siis ole kovin nopea lataamaan yli 22 kWh akkuja.

Johdon pistokytkin on IEC 61851-1 ohjauksen ja signaaloinnin kytkentänastoilla. Se on sama Type 2 pistoke, kuin edellä keskinopeassa latausmenetelmässä kolmivaiheisesta pistorasiasta. (15),(16),(31)

Uusia tehokkaampia pistorasioita?

AC-pikalataukseen on esitetty myös 400 Vac 110 A kolmivaiheista latausasemaa. Se lyhentäisi latausajan puoleen tuntiin. Se ei ole mukana suomalaisessa suosituksessa. (15),(16)

Oma AC-latausasema autokatoksessa tai autotallissa

Kiinteästi verkkoon kytketty AC-latausasema, kiinteä latauskaapeli:

On mahdollista myös hankkia sähköauton esimerkiksi joku kuvan 21 latausjärjestelmistä autotalliin tai -katokseen. Se kytketään kiinteästi voimapistorasiaa vastaavasti sähköverkkoon, eli se on maadoitettu ja vikavirtasuojattu kolmivaiheinen 480 Vac 16 A tai 32 A. Usealla valmista-

jalla onkin jo tarjolla kotikäyttöön sopivia latausjärjestelmiä:

- Fortumilla on latausasema, jonka voi kotitaloudessa asentaa esimerkiksi autotalliin, autokotokseen tai pihalle.. Siinä on kiinteä latauskaapeli nopeaan AC-lataukseen. Langattomalla etätunnistimella (RFID) voi estää latausaseman luvattoman käytön.
- Ensto valmistaa kompaktia, seinään asennettavaa Chago -latausasema (4)
- Schneider Electric valmistaa 240Vac / 30A AC-latausjärjestelmää sisätiloihin (14,15,29)



Kuva 32: Schneiderin, Enston ja Fortumin latausasemia

Latausaseman hankinta kotiin on edullisinta rakennusvaiheessa tai remontin yhteydessä, ja silloin sen hankintaa puoltavat monet muutkin seikat:

- Latausjärjestelmässä on kaikki tarvittavat suojalaitteet ja toiminnot.
- Latauskaapeli on helppo käsitellä, koska siinä ei ole erityistä suojalaitteyksikköä.
- Latausasema kommunikoi auton ja verkon kanssa: Latausjärjestelmä valitsee ajoneuvolle sopivan lataustavan. Ajoneuvo ottaa virtaa sähköverkosta vain sen verran kuin sitä on saatavilla. Latausasema lopettaa latauksen, kun akku on täysi.
- Käyttäjä voi seurata ja ohjata latausjärjestelmän toimintaa omalla päätelaitteellaan.
- Latausjärjestelmä voi myös päivällä myydä akusta sähköä verkkoon ja latautua yöllä. Tällainen sähkön välivarastointi tasoittaa sähköverkon kuormitusta. Ja tietysti pienentää sähköauton kustannuksia. (14),(17),(29)

Latausaseman saa asentaa vain sähköalan ammattilainen: Se kytketään suoraan talon sähkökeskukseen omalla lähdöllään, johon ei muita laitteita kytketä. Kaapeli asennetaan omaan putkeensa ja käytetään erillisiä nolla- ja suojamaajohtimia. Virtapiiri mitoitetetaan pitkäaikaiseen suureen kuormitukseen – esimerkiksi 32 A latausvirtaa varten kytkentä mitoitetetaan 64 A:lle. Omaan putkeen vetäminen mahdollistaa uusien johtojen vetämisen joskus tulevaisuudessa. Latausasemat voivat tulevaisuudessa saada uusia toimintoja ja saattavat liittyä uudella tavalla sähköverkkoon. (2),(14)

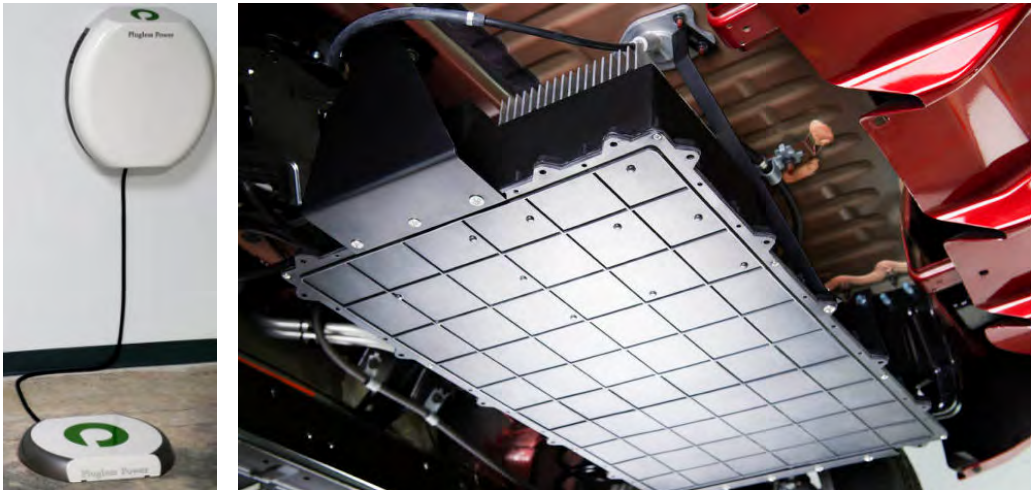
Kiinteästi verkkoon kytketty langaton AC-latausasema:

Langaton AC-lataus tarkoittaa sitä, että latauskaapeli korvataan magneettikentällä. Latausasema muuntaa sähköverkosta ottamansa 50 Hz:n energian 20 kHz:n taajuudelle. Se muodostaa lataustyynyn yläpuolelle magneettikentän, ja energia siirtyy auton pohjassa olevaan vastaanot-

timen kautta laturiin. Kuvan 22 esittämä lataustyyny voisi olla autorallin lattialla ja vastaanotin auton pohjassa. Niiden välinen ilmapäli voi olla noin 8-40 cm. (2)

Langaton AC-lataus lataa akun noin viidessä tunnissa. Menetelmän voi siis lukea hitaan AC-latauksen vaihtoehdoksi. Menetelmä on kehitteillä projektina IEC 61980 ja tuloksia on odotettavissa 2015. (2)

Langatonta latausta meidän pitänee odottaa pari vuotta, mutta se helpottaa kotilatausta paljon. Auto tarvitsee vain ajaa lataustyynyn päälle, ja kytkeä autosta lataus päälle. Latausaseman ja auton välinen kommunikointi tapahtuu lataustyynyn kautta. (2)



Kuva 33: Langaton latausasema ja laturin vastaanotin auton pohjassa (ev.sae.org)

4.6. Sähköauton lataaminen latauspalvelusta

Sähköauto tarvitsee latauspalveluita huoltoasemille, ostoskeskuksiin ja asuntoyhtiöiden ja yritysten pysäköintitiloihin. Osa niistä on julkisia palveluita ja osa suljetulle käyttäjäryhmälle. Molempiin liittyy lataajan tunnistaminen ja latauksen maksaminen.

Latauspalvelu jakautuu hitaaseen tai nopeaan AC-lataukseen ja DC-pikalataukseen. Hitaaseen AC-lataukseen voivat tyytyä esimerkiksi asunto-osakeyhtiöt. Ostoskeskukset ja huoltoasemat pitävät varmaankin parempana nopeaa AC-latausta ja DC-pikalatausta.

DC-pikalatauksen kehitti japanilaisen autoteollisuuden yhdistys CHAdeMO (CHARGE de MOVe). Latausasema on kiinteästi sähköverkkoon kytketty. Se sisältää laturin ja lataa akun tasavirralla. Latauskaapelin ja sen liitin on määritelty JARI DC -suosituksena. Latausjännite on enintään 500 Vdc ja latausvirta 125 A. Se lataa 22 kWh akun noin 20 minuutissa. (2),(29)

CHAdeMO -pikalatausta käytetään paljon esimerkiksi Japanissa ja Virossa. Seuraavat autovalmistajat ovat jonkin verran soveltaneet DC-latausta: Nissan LEAF, Mitsubishi i MiEV, Citroën C-ZERO, Peugeot iOn ja Fiat 500e. (15),(16),(31)

Latauspalvelu ja kotilataaminen eivät ole toistensa vaihtoehtoja. Siksi on kehitteillä erilaisia yhdistettyjä latauskaapeleita ja niiden liittimiä. Niillä voi tehdä DC-pikalatauksen esimerkiksi ostoskeskuksesta ja että hitaan tai nopean AC-latauksen kotona. Combo, Combo2 ja Chameleon

on ovat tunnetuimpia esityksiä. Vaihtoehtona on

Latausasemien valmistajia

Suomessa on tällä hetkellä seuraavia latausasemia nopeaan lataukseen:

- ABB:
 - o DC-pikalataus:
 - Terra 51: 50kW, CHAdeMO
 - o DC/AC-latauskaapeli Combo:
 - Terra 52: CHAdeMO 50kW ja Type2Mode2AC 22kW / 44kW
 - o DC/AC-lataus CCS (Combined Charging System) Combo:
 - Terra 53C: CHAdeMO 50kW / Type2Mode3AC 22 kW, vain CCS
 - Terra 53 CJ: CHAdeMO 50kW / Type2Mode3AC 22 kW, CCS ja CHAdeMO
 - Terra 53 CJG: CHAdeMO 50kW / Type2Mode3AC 22 kW, CCS, CHAdeMO, AC

- Ensto
 - o AC-lataus 240V 16A
 - o AC-lataus 400 V 32 A

- Finn Electric: Circutor
 - o AC-lataus:
 - RVE2-PT3: 230V 16A tai 400V 16/32A
 - RVE2-PMS: 230V 16A tai 400V 16/32A
 - o DC-lataus:
 - RVE-QP1: RVE-QP2; CHAdeMO, 50kW
 - o DC/AC-lataus:
 - RVE-QP-MIS: CHAdeMO, 50kW

- GARO
 - o QC20-latauskioski, QC50-latausasema
 - DC-pikalataus: CHAdeMO, 50kW
 - AC-lataus: Type 2Mode 3 AC, 20kW
 - DC/AC-lataus: Combo T2, 20 kW / 50 kW

- Renault Chameleon Charger (markkinoille pian tuleva AC-latausasema).
 - o Sähköautossa on vain yksi latausliitin akun lataukseen ja vain yksi laturi.
 - o Sitä voi syöttää saman latauskaapelin ja latauspistokkeen kautta kaikista pistorasioista alkaen yksivaiheisesta 230 Vac 10 A aina kolmivaiheiseen voimavirtaan 400 Vac 63 A (43 kW).

- Schneider Electric
 - o Hidas AC-lataus 240 Vac /30 A myös ulkotilassa toimiva latausverkko
 - o Nopea DC-lataus (50kW) ja nopea AC-lataus 480 Vac / 63A 3-vaiheisena (43 kW)

Kuten kuvasta 34 näkee, latausasemat ovat huoltoaseman polttoainepumpun näköisiä. Tällä hetkellä pieni ongelma on, sopiiko autossa oleva latausliitin latauskaapelin latauspistokkeen mekaanisesti, ja löytävätkö ne yhteisen tavan ladata akkua, sekä kuinka asiakas maksaa latauksen.



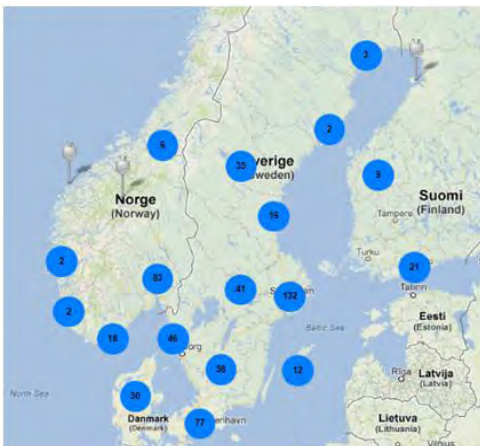
Kuva 34: ABB Terra 53 C/JG DC/AC-latausasema, Renaultin Chameleon ja Fortumin ChaDeMo- latausasema.

Latausverkostoja julkisina palveluina

Latausverkostoja ja latausasemia perustetaan Suomeen ajan myötä lisää. EU:n meille asettama tavoite on 7000 julkista latausasemaa ja 64000 yksityistä latausasemaa. (6)

Fortumilla on kuvan 35 sähköautojen latausasemien verkosto Suomessa, Ruotsissa ja Norjassa. Sinisen pallon numero ilmaisee latausasemien lukumäärän paikkakunnalla. (32)

Suomessa Fortum ja sen yhteistyökumppanit rakentavat pikalatausasemia valtateiden varalle niin, että sähköautolla voi ajaa Helsingistä Turkuun, Tampereelle, Lahteen ja Kotkaan. (15),(16),(30)



Kuva 35: Fortumin latausverkosto

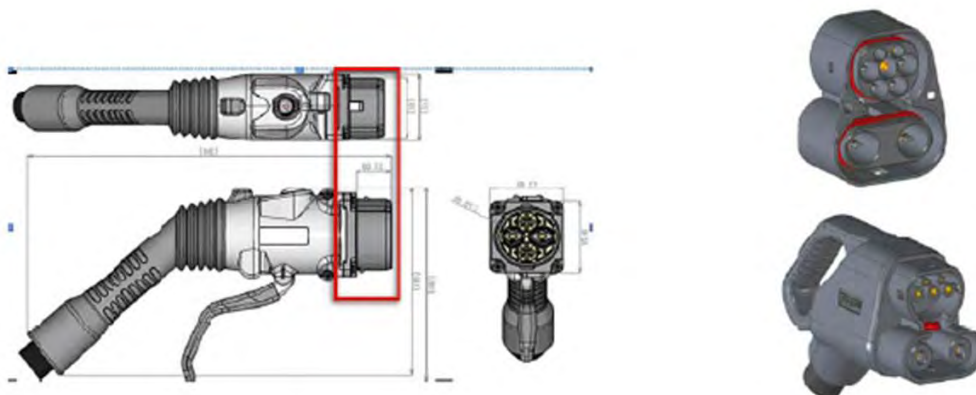
Myös Pohjois-Suomessa on alulla melko hyvän kokoinen latausasemien verkosto:

- Oulu:
 - o Ostokeskus Stockmann, neljä 230V 16 A hidasta AC-latausasemaa
 - o Pörhön Autoliike, yksi 400V 32A nopea AC-latausasema
 - o Oulun lentokenttä, kahdeksan 230V 16 A hidasta AC-latausasemaa
 - o Parkkipaikka Pilot Business Park, yksi 230V 16 A hidas AC-latausasema
 - o Pörhö Nissan-Peugeot-Seat keskus, yksi 400 V 32A nopea AC-latauspiste
 - o VTT konttori Linnanmaalla, yksi 230 V 32A hidas AC-latauspiste
 - o Kontinkangas parkkihalli, kolme 230V 16A hidasta AC-latauspistettä
 - o Oulun Energian toimitalon parkkipaikka, yksi 230V 16A hidas AC-latauspiste,
- Ylivieska
 - o Herrfors; yksi 230 V 32A hidas AC-latauspiste
 - o Kärkkäisen ostoskeskus, yksi hidas AC-latausasema
- Kurikka
 - o Kurikan tori
 - o Hotelli Pitkä-Jussi
- Jurva
 - o Sisustuskeskus Sella
- Ilmajoki:
 - o Seinäjoen lentokenttä,
- Seinäjoki:
 - o Seinäjoen matkakeskus

Yhdistetty kotilatauksen ja latauspalvelun liitin

Edellisessä kuvassa Schneiderin latausasemassa on erilliset latauskaapelit AC-lataukseen ja DC-lataukseen. Asiakas näkee sen ehkä turhana, yhteen latausasemaan ja autoon pitäisi riittää yksi latauskaapeli. Siinä voi kyllä olla kaksi erilaista liitintä samassa.

COMBO (Combined Charging System) kuvassa 36 on länsimaisen autoteollisuuden (Audi, BMW, Daimler, Ford, General Motors, Porsche ja Volkswagen) ehdotus maailmanlaajuisesti käytettäväksi standardiksi. Combo-latausasemasta voi tehdä sekä CHAdeMO DC-pikalatauksen että nopean AC-latauksen samalla latauspistokkeellä. Auto ja latausasema kommunikoivat HomePlug GreenPHY protokollalla. Combo on kirjoitushetkellä testattavana standardiksi hyväksyntää varten. (2)



Kuva 36: Vasemmalla Type 4 CHAdeMO latauspistoke ja ja Combo -latauspistoke oikealla

Combon kaksi alinta kytkentänastaa on tarkoitettu CHAdeMO DC-pikalataukselle. Ylemmät kytkentänastat ovat nopealle AC-lataukselle. (2)

COMBO₂ kuvassa 37 on COMBOn pohjalta tehty esitys hitaan AC-latauksen ja DC-pikalatauksen yhdistämiseksi samaan latauspistokkeeseen. Alimmaisat kaksi kytkentänastaa ovat tarkoitettut CHAdeMO tyyppiseen DC-pikalataukseen. Ne näyttävät samanlaisilta, kuin edellä COMBO-liittimessä. Ylemmät kolme kytkentänastaa ovat tarkoitettut hitaaseen AC-lataukseen.

Myös COMBO₂ latausjärjestelmä tunnistaa ja valitsee AC- tai DC-latausmenetelmän. Se myös valvoo latausta ja sen turvallisuutta. COMBO₂ sisältää latauksen laskutuksen.

Renaultin Chameleon –latausjärjestelmä on myös esitetty kuvassa 38: Keskellä on auton latausliitin, johon latauskaapelin latauspistoke kytketään. Kuvassa oikealla on latausaseman pistorasias, johon latauskaapelin toisessa päässä olevan pistoke kytketään.



Kuva 37: Combo2 latauspistoke vasemmalla, keskellä Chameleon pistokeliitin autossa ja oikealla pistorasias latausasemassa.

Julkinen latauspalvelu on siis hiukan vaiheessa jopa latauskaapelin mekaanisten ominaisuuksien osalta. Kotoa omasta latausasemasta tai pistorasiasista lataajalla ei ole siitä haittaa.

Akun pikavaihto julkisena palveluna

Tanskassa on kehitetty esimerkiksi huoltoasemien verkostoa, joka vaihtaisi sähköauton tyhjentyneen akun tilalle täyden akun. Laajamittaisesti käyttöön otettuna se vastaisi nykyistä nestekaasupullojen vaihtopalvelua. Akun vaihtaminen voisi tapahtua pesuautomaatin kaltaisesti lähes automaattisesti toimivalla linjalla.

Huoltoaseman kannalta ongelma on vaihtoakkujen suuri koko ja hinta. Niiden lukumääräkin tulisi olla aika suuri, jotta ne ehdittäisiin ladata seuraavalle asiakkaalle. Esimerkiksi, jos huoltoasema aikoo vaihtaa sata akkua tunnissa, ja akun lataaminen veisi aikaa tunnin, se tarvitsisi 99 vaihtoakkua reserviin.

Vaihtoakkujen vaihto sitoisi ilmeisesti huomattavia määriä pääomaa. Automaattinen vaihto toimisi vain, jos akku olisi standardoitu mitoiltaan ja kapasiteetiltaan. Ehkä siksi se ei ole saanut Suomessa toistaiseksi jalansijaa.

4.7. Onko sähköauto turvallinen

Sähköautojen turvallisuus testataan Euro NCAP –turvallisuustesteissä normaaliin tapaan. Testituloksia tulee koko ajan lisää, kuten autojakin. Tulokset ovat julkisia ja niitä voi katsella osoitteesta http://www.euroncap.com/small_family_car.aspx.

Taulukkoon 5 etsimme kirjoitushetkellä testattujen autojen tulokset. Testissä on arvioitu sisällä matkustavan aikuisen ja lapsen sekä autoon törmäävän jalankulkijan turvallisuutta. Lisäksi on arvioitu turvallisuutta lisääviä järjestelmiä, joita autoon on rakennettu. Asteikko on 0...100 %.

Euro NCAP testattu auto:	Tähtiä	Aikuisen	Lapsi	Jalan- kulkija	Safety assist	Perinteisen mallin tähdet
Toyota Prius, PHEV	5	88 %	82 %	68 %	86 %	5
Volvo V60 Plug-in Hybrid	5	93 %	83 %	65 %	100 %	5
Mitsubishi Outlander PHEV						4
Opel Ampera, PHEV	5	85 %	78 %	41 %	86 %	
Fisker Karma, PHEV						Ei testattu.
Mercedes-Benz Vito E-Cell, EV						Ei testattu.
Peugeot iOn, EV	4	73 %	78 %	48 %	86 %	
Citroën C-ZERO, EV	4	73 %	78 %	48 %	86 %	
Volkswagen e-up, EV						Ei testattu.
Mitsubishi i-MiEV, EV	4	73 %	78 %	48 %	71 %	
Peugeot Partner Van EV						Ei testattu.
Nissan Leaf, EV	5	89 %	83 %	65 %	84 %	
Renault ZOE, EV	5	89 %	80 %	66 %	85 %	
Euro NCAP -palkittuja autoja vuoden 2012 ja 2013 aikana vertailun vuoksi:						
Scoda Octavia	5	93 %	86 %	82 %	66 %	2013
Audi A3	5	95 %	87 %	74 %	86 %	2012
Volkswagen Golf	5	94 %	89 %	65 %	71 %	2012
Ford Transit Custom	5	84 %	90 %	48 %	71 %	2012
Seat Leon	5	94 %	92 %	70 %	71 %	2012

Taulukko 5: Sähköautojen menestyminen Euro NCAP -testauksessa.

Tulosten arvioimiseksi etsimme taulukkoon myös Euro NCAP –testeissä eri syistä palkittuja autoja vuosien 2012 ja 2013 aikana. Lisäksi etsimme vastaavan polttomoottoriversion saamat tulokset, jos niitä oli selvästi saatavana. Vertailun perusteella voi sanoa sähköauton olevan yhtä turvallinen kuin perinteinen auto.

Sen vuoksi liikennevakuutuksissa ei näytä olevan erityisiä ehtoja sähköautoille.

4.8. Sähköauton ostaminen kotimaasta vai ulkomailta

Ostotilanteessa ostaja on aina kahden kesken myyjän kanssa. Ostaja ei välttämättä tunne sähköauton tekniikkaa – eikä aina myyjäkään. Kokosimme siksi muutamia neuvoja terveen järjen käyttäjille - asettuen lähinnä ostajan asemaan.

Uusi sähköauto

Sähköauton myymisen voi aloittaa kysymällä, mitä ovat ostajan käyttötarkoitukset autolle. Jokainen voi varmaankin muistaa vuoden päähän taaksepäin, kuinka usein kävi autolla työssä ja kaupassa tai muilla asioilla ja kuinka pitkiä ne matkat ovat. Kuinka usein kävit kesämökillä, sukulaisissa vierailulla tai teatterissa kauempana. Kuinka pitkiä ne matkat olivat ja kuinka usein niitä tuli tehtyä. Ne ovat luultavasti lähellä Oulun seudun alueen liikennetutkimusta. Se tuli esille edellisessä luvussa.

Seuraavaksi voi arvioida, kuinka nämä matkat suhtautuvat sähköauton tai hybridisähköauton avulla ajettavaan suurimpaan matkaan. Mitä suuremman osan ajoistaan asiakas voi tehdä sähköllä, sitä parempi. Muista, että kovalla pakkasella akun nimellinen toimintamatka jää alle puoleen siitä, mitä kesällä.

Jäljellä ovat vielä pitkät toimintamatkat. Jos ei voi käyttää julkista liikennettä, voi hankkia hybridisähköauton. Jos pitkälle matkalle voi vuokrata perinteisen auton, käyttää linja-autoa, juna, lentokonetta tai muuta julkista liikennettä – silloin voi ostaa täyssähköauton.

Seuraavaksi voi tarkistaa, onko julkisia latausasemia sopivasti päivittäisillä kulkureiteillä. Jos auton voi pistää lataukseen työaikana, autoilu helpottuu kovasti. Asiakas voi haluta kotiin asennettavan voimavirtapistokkeen, joka kestää auton latausvirran. Autotalliin voi myös asennuttaa latausaseman. Mitä enemmän asiakkaalla on lataukseen vaihtoehtoa, sitä parempi.

Sähkömoottorin tehoa asiakas voi testata koeajolla. Sähköauto pystyy mäkilähtöön jyrkässäkin ylämäessä. Se on myös riittävän nopea kaupunkiajossa. Maan tieajossa voi ajaa tavallisilla nopeusrajoituksilla, mutta ohituskiihtyvyys on yleensä pienempi.

Merkkihuolto ja käyttäjäkerho helpottavat hankintaa. Uutta autoilijaa kiinnostaa varmaankin, onko autossa jotain tyypillisiä vikoja. Samoin voi kysellä, kuinka usein akku käytännössä pitää vaihtaa ja vaihdetaanko koko akku vai kenno kerrallaan, sekä kuinka kallis akun tai sen kennon vaihtaminen on.

Käytetty sähköauto

Sähköautossa, jota on käytetty lähinnä kaupakassina, ei ehkä näy mekaanisen kulumisen merkkejä. Silloin pitää niin ostettaessa kuin myydessä katsoa esimerkiksi seuraavia asioita:

Akun kunnon voi testata koeajolla. Jos auto ei jaksa nousta ylämäkeä tai tehdä mäkilähtöä, akun vaihtaminen saattaa olla kohta edessä. Kannattaa katsoa käyttöohjeesta ja huoltokirjasta, onko akku huollettu asianmukaisesti ja, milloin akku tulisi vaihtaa. Akun vaihtaminen ei sinänsä ole este kaupalle, jos se huomioidaan hinnassa.

Koeajo kannattaa tehdä niin pitkänä, että se käytännössä testaa akun toimintamatkan pituuden. Sen jälkeen voi kokeilla, kuinka akun lataus sähköverkosta toimii.

Koeajon aikana voit kokeilla kaikkien hallintalaitteiden toiminta. Erityisesti kannattaa tarkistaa, toimivatko lämmitys ja ilmastointi.

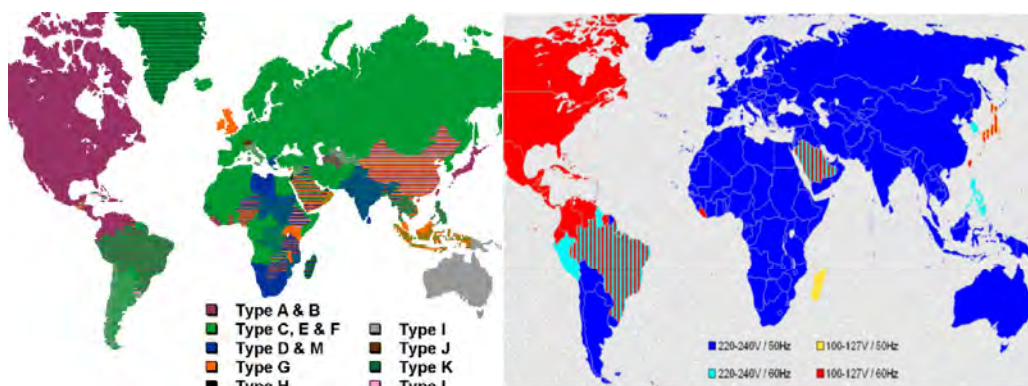
Käytetyllä autolla tulisi olla aina huoltokirja tallessa. Sieltä tulisi tarkistaa, onko kaikki huollot tehty ja mitä vikoja on korjattu.

Sähköauto suoraan ulkomailta

Suomeen tuotavan ajoneuvojen verotus kuuluu Tullilaitoksen toimivaltaan. Se ei anna lausuntoja, mutta antaa [www-sivuilla](http://www.tulli.fi/fi/yksityisille/autoverotus/index.jsp) (http://www.tulli.fi/fi/yksityisille/autoverotus/index.jsp) esimerkkejä tehdyistä verotuspäätöksistä sekä muita ohjeita uusien ja käytettyjen autojen maahan tuojille.

Ulkomailta uuden tai käytetyn sähköauton valinta ostamisvaiheessa on periaatteessa samanlainen asia, kuin edellä. Joitakin asioita kannattaa kuitenkin pitää mielessä:

Eri maissa käytettävät yleisen sähköverkon jännitetasot, taajuudet, pistorasia ja pistokkeet ovat erilaisia. Jos sähköauto on verkosta ladattava, kannattaa tarkistaa kuinka yhteensopiva se on Suomen sähköverkkoon. Pistokkeen vaihtaminen on helppoa. Mutta sovittautuminen eri jännitetasoon ja taajuuteen ei.



Kuva 38: Sähkönjakeluverkon jännite ja taajuus, sekä pistokkeen/pistorasian tyypit (WikiPedia)

Pitkällä tähtäimellä sähköautojen latauskaapelit ehkä yhtenäistyvät. Mutta sitä ennen Suomessa, joissakin EU-maissa, USA:ssa, Englannissa, Japanissa ja Kiinassa käytetään keskenään yhteensopimattomia latausjärjestelmiä.

	Type 1 / USA	Type 2 / Europe	GB / China
AC	 SAE J1772 / IEC 62196-2	 IEC 62196-2	 GB part 2
DC	 IEC 62196-3	 IEC 62196-3	 GB part 3 / IEC 62196-3
Combined AC/DC Charging System	 SAE J1772 / IEC 62196-3	 IEC 62196-3	

Kuva 39: Erilaisia latauspistokkeiden malleja.

5. Kierrätys

5.1. Sähköpyörien kierrätys

Polkupyörän akkua lukuun ottamatta voi palauttaa pienten metalliesineiden palautuspisteisiin. Pyörien metallit ovat 75...95 % kierrätettäviä. Metalleja voi kierrättää lähes loputtomiin, ja säästää raaka-aineiden kustannuksia niin teollisuuden kuin kuluttajan näkökulmasta.

Polkupyörän ja moottoripyörän akku ovat korkean jännitteensä vuoksi ongelmallisia. Ne on parasta palauttaa sähkö- ja elektroniikkaromun vastaanottopisteeseen. Sitä kautta ne pääsevät akkujen purkamoon ja romutukseen. Akkujen metallien kierrätyksen tehokkuus nousee jopa 95 % tasolle. Kierrätys laskee akkujen valmistuskustannuksia myös asiakkaan näkökulmasta tuntuvasti.

5.2. Sähköauton kierrätys

Uusiokäyttö:

Osa sähköauton akuista voi vaihtohetkellä vielä olla sen verran käyttökunnossa, että niille voidaan etsiä uusiokäyttöä. On esimerkiksi esitetty, että sähköauton akkuja voisi kierrättää aurinko- ja tuulivoimaloiden akkuina puskuroimaan energian epätasaista tuotantoa. Muuten akulla olisi tässä vaiheessa vain romun arvo. Uusiokäyttö lisäisi akuista saatavaa hyötyä ennen niiden lopullista romuttamista. (2),(3)

Purkaminen:

Litium-akun ikä on teknologiasta riippuen muutamasta vuodesta kymmeneen vuoteen. On kuitenkin valmistajia, kuten Mitsubishi, jotka olettavat akun kestävän auton käyttöajan. Se tarkoittaa tässä yhteydessä 160000km. (1)

Nykyisen litium-ioni-akun materiaaleista voi kierrättää uusien akkujen valmistamiseen noin 50 % ja vuonna 2015 se kasvaa tasolle 95 %. Tehokas kierrätys pienentää litium-akun valmistuskustannuksia ja hiilijalanjälkeä. (1)

Pohjois-Pohjanmaalla on jo akkupurkamoja toiminnassa. Litium-akkujen keräysketju, käsittely ja uudelleenkäyttö voidaan perustaa osaksi niiden toimintaa. Lyijyakuista kierrätetään nykyään lähes 100 %. Niiden keräysverkoston voi kehittää myös litium-akuille sopivaksi.

6. Kooste

Suomessa auto määritellään sähköautoksi, jos se kulkee sähkövoimalla vähintään 42 km matkan lataamatta. Käytännössä nykyiset sähköautot pystyvät jopa kolminkertaiseen toimintamatkaan ihanneolosuhteissa. Kovalla pakkasella voi joutua tyytymään puoleen.

Polttomootoriauton kuljettaja tottunut tiheään huoltoasemien verkostoon ja pitkään toimintamatkiaan tankillisella polttoainetta. Niiden muodostamien ajotapojen muuttumiseen menee aikaa. Mieli-piteet voivat muuttua, kun autoilun kulut puoliintuvat ja samalla akun varauskyky kaksinkertaistuu.

Nykyiset täyssähköautot sopivat niille, jotka eivät juuri liiku kaupunkinsa tai taajamansa ulkopuolella, ja jo ennakolta tuntevat asiointimatkinsa. Pitkillä matkoilla he ehkä tottuvat vuokraamaan auton tai käyttämään julkista liikennettä.

Nykyiset hybridisähköautot on hyvä vaihtoehto: Sähkömoottorilla voi ajaa lyhyet ajot ja ladata akun kotona pistorasiasta. Polttomoottori on kuitenkin aina varalla pitkää matkaa varten, tai jos tulee yllättäviä muutoksia matkasuunnitelmiin.

Huoltoasemaverkot tuovat palveluvalikoimaansa myös sähköautojen pikalatauksen eri tekniikoilla ja latauspistokeilla. Silloin sähköautoille voi olla latauspalvelu muutaman kymmenen kilometrin välein, samoissa paikoissa kuin muillekin autoille. Varttitunnin latausaika riittää, jos käy samalla kaupassa.

Pohjois-Suomen olosuhteisissa kotilataus pistorasiasta on monelle paras vaihtoehto. Sähköauton lataukseen pitää asentaa siihen tarkoitettu pistorasia ja kytkeä se oikein rakennuksen sähkökeskukseen. Uusrakentamisessa ja remontissa vaihtoehtona on kotitalouden latausase-
man asennus autokatokseen ja autotalliin. Kotona lataus on hidasta, mutta se antaa mahdollisuuden ajaa jatkuvasti akulla. Autoilun kustannukset pienenevät silloin minimiinsä, ilman että pitää luopua mistään auton mukavuuksista.

Verottaja on jo vuoden 2013 alusta alentanut sähköauton ja hybridisähköauton ajoneuvoveroa. Se tekee sähköauton ja hybridauton pitkällä tähtäimellä monille edullisimmaksi vaihtoehdoksi jo nyt.

Pitkien matkojen osalta täyssähköautolle on vaihtoehtoja: Hybridisähköautolla voi ajaa pikkuajot pelkästään akulla ja pitkät matkat polttomoottorilla. Silloin menettää osan siitä hyödystä, jonka täyssähköauto tuo. Hybridauton hankkimisen sijasta voisi myös vuokrata pitkälle matkalle soveltuvan auton, jos pitkiä matkoja on harvoin. Julkisen liikenteen käyttäminen sukulaisten luona vierailuilla, sähköauto-juna-taksi/bussi, saattaisi myös olla jonkun mieleen. (1),(9)

Täyssähköauto voisi sopia myös perheen kakkosautoksi. Se on halpa ostaa ja sillä voi ajaa työmatkat ja kauppamatkat pelkästään akulla. Mutta mökille voisi lähteä ykkösautolla ja se voisi olla pistokehybridi.

Lähdeluettelo

1. Boxwell. The Electric Car Guide. ISBN 978-1-907670-21-3. Greenstream Publishing. 2012.
2. CENELEC. Charging of electric vehicles. <ftp://ftp.cen.eu/CEN/Sectors/List/Transport/Automobile/EVReportOctober.pdf>
3. CENELEC. Electric Vehicles. Hot Topics. <http://www.cenelec.eu/standards/HotTopics/ElectricVehicles/Pages/default.aspx>
4. Ensto. Ensto Chago – lataa ja aja!
http://www.ensto.com/fi/uutishuone/uutiset/etusivu/101/o/ensto_chago_-_lataa_ja_aja
5. Grønnbil. Nissan McDonald's og Fortum samarbeider. <http://www.gronnbil.no/nyheter/nissan-mcdonald-s-og-fortumsamarbeider-om-aa-bygge-ut-nordisk-hurtigladernetttverk-for-elbiler-article306-239.html>
6. Jääskeläinen. Sähköautojen tulevaisuus Suomessa, Sähköautot liikenne- ja ilmastopolitiikan näkökulmasta. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisu 12/2011. ISBN 978-952-243-221-6.
7. Kalenoja. Oulun seudun liikennetutkimus 2009, Yhteenvetoraportti. Tampereen teknillinen yliopisto. 2010.
8. Kiiskilä. Liikkuminen vapaa-ajalla. Tutkimusraportti. Destia Oy. http://alk.tiehallinto.fi/julkaisut/pdf2/3201142-vliikkuminen_vapaa-ajalla.pdf. 2011.
9. Larminie. Electric Vehicle Technology Explained. ISBN 97881119942733. Wiley. 2012.
10. Malmari. Sähköautojen ja hybridien tekniikkaa . AEL Oy. [http://www.pelastusopisto.fi/pelastus/images/nsf/files/2A2079910E618EE9C22579210029F8A8/\\$file/4.10.%20Malmari_1.pdf](http://www.pelastusopisto.fi/pelastus/images/nsf/files/2A2079910E618EE9C22579210029F8A8/$file/4.10.%20Malmari_1.pdf). 2013.
11. Motiva Oy. Kotisivu. www.motiva.fi <http://www.motiva.fi/liikenne/>
12. Papp. Sähköpolkupyörä. Opinnäytetyöraportti. Lahden amk. 2012.
13. Peltonen. Sähköajoneuvot Suomessa. Työryhmämietintö 6.8.2009. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisu. 2009.
14. Rosvall. Täyssähköautolla Suomesta Münchenin sähköautomessuille sekä edelleen Dolomiiteille Italian lumiseen vuoristoon. www.sahkotaksi.fi
15. SFS 6000-7-722. Piensähköasennukset. Osa 7-722: Erikoistilojen ja –asennusten vaatimukset. Sähköajoneuvojen syöttö. Sesko. 13.8.2012.
16. Sesko. Sähköajoneuvojen lataaminen kiinteistöjen sähköverkoissa. www.sesko.fi
17. Sesko. Sähköautoon liittyvä standardisointi. www.sesko.fi

18. Seppälä. Sähköautojen akkujen kemia. Opinnäytetyö. Metropolia Ammattikorkeakoulu. 2011.
19. Sähköautot – Nyt!. <http://www.sahkoautot.fi/start>
20. Tekes. EVE. <http://www.tekes.fi/ohjelmat/EVE>
21. TraFi. Liikenteen turvallisuusvirasto. Ajoneuvoluokat. <http://www.trafi.fi/tieliikenne/kat-sastukset/ajoneuvoluokat>
22. TraFi Liikenteen turvallisuusvirasto. Sähköauton kustannukset ja verotus. <http://www.trafi.fi/tieliikenne>
23. WikiPedia. 10 mode / 10-15 Mode (1983) / JCo8 (2008). http://en.wikipedia.org/wiki/Driving_cycle
24. WikiPedia. EPA Federal Test Procedure, USA, <http://en.wikipedia.org/wiki/FTP-75>
25. WikiPedia. Hybridiauto. <http://fi.wikipedia.org/wiki/Hybridiauto>
26. WikiPedia. New European Driving Cycle 1990 http://en.wikipedia.org/wiki/New_European_Driving_Cycle
27. WikiPedia. Plug-in hybridiauto. <http://fi.wikipedia.org/wiki/Plug-in-hybridiauto>
28. WikiPedia. Polttoakenoauto. <http://fi.wikipedia.org/wiki/Vetyauto>
29. WikiPedia. Sähköauto. <http://fi.wikipedia.org/wiki/S%C3%A4hk%C3%B6auto>
30. WikiPedia. Worldwide harmonized Light vehicles Test Procedures. http://en.wikipedia.org/wiki/World_Light_Test_Procedure. 2013.
31. WintEVE. Heikkilä. Pikalataustekniikat ja teholahteet. Tutkimusraportti. <http://www.winteve.fi>
32. WintEVE. Kotisivu. <http://winteve.fi/>
33. WintEVE. Kurki. Huollon tukipalvelut ja koulutustarpeet – Sähköautot. Tutkimusraportti. <http://www.winteve.fi>
34. WintEVE. Nokela. Norjan matkakertomus. <http://www.winteve.fi>. 2012”
35. WWW. Citroën. Kotisivu. www.citroen.fi
36. WWW. Fisker Karma suunnittelija. Kotisivu.. <http://onward.fiskerautomotive.com/en-us>.
37. WWW. Fisker Karma valmistaja. Kotisivu. <http://www.valmet-automotive.com>,
38. WWW. Mercedes Benz maahantuojaja. Kotisivu. <http://www.veho.fi>


39. WWW. Mitsubishi i-MiEV Kotisivu. www.mitsubishi.com, www.mitsubishi.fi.
40. WWW. Nissan. Kotisivu. www.nissan.fi.
41. WWW. Opel. Kotisivu. www.opel.fi. <http://www.opel.fi/experience-opel/tietoja-opelista/opelin-uutisia/2012/06/opeluutiset-vuoden-autossa-on-aina-virtaa.html>
42. WWW. Peugeot. Kotisivu. www.peugeot.fi.
43. WWW. Renault ZOE. Kotisivu. www.renault.com
44. WWW. Renault talvitesti. <http://blog.renault.com/en/2012/08/17/renault-zoe-confidential-3-cold-weather-tests/>
45. WWW. Sanifer. Kotisivu. <http://www.amcmotors.fi>.
46. WWW. Toyota. Kotisivu. <http://www.toyota.fi>
47. WWW. Volkswagen. Kotisivu. www.volkswagen.fi.
48. WWW. Volvo V60 Plug-in Hybrid. Kotisivu. www.volvo.fi
49. WWW. Brammo. Kotisivu. <http://www.brammo.com>.


SÄHKÖAUTON OSTAJAN OPAS

Tämä on opas tavalliselle pohjoissuomalaiselle sähköpyörän tai sähköauton ostajalle – tämän hetkisen tilanteen ja taustojen selvittämiseksi.

Uusia sähköajoneuvoja tulee markkinoille koko ajan. Tässä oppaassa on käsitelty vain Tekesin EVE-hankkeeseen hyväksytyjä ja siten TEM-tuen piiriin kuuluvia sähköajoneuvoja.

 C, Centria tutkimus ja kehitys - forskning och utveckling, 8

 ISBN 978-952-6602-57-8

 ISSN 2341-7846