

## Sisällys

1. Sähköinen liikenne suomessa.....	2
2. Lainsäädäntö.....	3
3. Maantieteelliset olosuhteet ja sen vaikutukset .....	3
4. Latauspisteverkko.....	4
5. Sähköajoneuvot.....	6
6. Tekniikka.....	8
7. Kustannukset .....	10
8. Tulevaisuus .....	11

## 1. Sähköinen liikenne suomessa

Suomessa sähköinen liikenne on alkanut junaradoilta leviten hiljalleen julkiseen liikenteeseen ja lähinnä paikallisliikenteen linja-autoihin. Puhtaasti sähköiset ajoneuvot yksityisliikenteessä ovat alkaneet yleistyä vasta aivan viime vuosina. Suomen yksityisliikenteessä sen sijaan aivan viimeaikoihin asti hybriditekniikkaan perustuvat ajoneuvot ovat olleet suositumpia kuin vastaavat puhtaasti sähköiset. Nykypäivänä hybriditekniikka on alkanut yleistyä myös dieseltekniikan yhteydessä ja se on lisännyt suosiotaan sitä kautta myös työkoneiden ja raskaankaluston puolella.

Viimeisimmän tilastoinnin mukaan 31.12.2015 mukaan suomessa on täyssähköisiä henkilöautoja 614, kun niitä edellisvuonna oli 461 joten kasvua on tapahtunut 62,5%. Pakettiautoissa vastaavat luvut ovat 129 ja 96, joten kasvua sillä puolella tapahtui 34,4%.

Hybridiautoissa kasvua tapahtui vieläkin enemmän ja se osoittaa hyvin sen että ne ovat tällä hetkellä suomessa suositumpia kuin täyssähköversiot. Lisäystä tapahtui vuoden 2014 492:sta 937:ään joten kasvua tapahtui 90%.

Suomessa täyssähköajoneuvojen käyttöä rajoittaa muuta Eurooppaa enemmän pitkät välimatkat sekä ongelmalliset talven olosuhteet. Myös latauspisteiden maantieteellinen sijainti ja keskittyminen kasvukeskuksiin aiheuttaa sen, ettei täyssähköisellä ajoneuvolla voi vielä tehdä kovin pitkiä matkoja suomessa. Aivan viimeaikoina ovat muutamat liikenneasemat ottaneet latauspisteitä kiinteistöjensä alueelle ja näin lisänneet verkoston kattavuutta.

Moottoripyörissä kasvua tapahtui 12:sta 22:een ja vastaava prosenttiluku on 83,3%. Mopoissa tilanne kääntyi vastaavasti toiseen suuntaan ollen 853 ja päätyn 753:een kasvun painuessa miinusmerkkiseksi -11,7%.

Sähköavusteisia polkupyöriä suomessa on ollut jo muutaman vuoden ajan, mutta koska niitä ei rekisteröidä on niiden tarkkaa määrää vaikea sanoa. Selvää kuitenkin on että ne ovat lisänneet suosiotaan aivan samoin kuin muut sähköiset kulkuneuvot.

## 2. Lainsäädäntö

Suomessa täyssähkö- ja hybridautoja koskee samat säädökset kuin tavallisiakin autoja. Uushankintahinnasta maksetaan alinta mahdollista autoveroa (5%). Myös sähkö- ja hybridaajoneuvoista joutuu maksamaan käyttövoimaveroa aivan kuten diesel tai kaasukäyttöisistäkin ajoneuvoista. Sähköautoissa veron suuruus on 1,5cent/pv/100kg kun se dieselkäyttöisissä on 5,5cent/pvä/100kg. Sen sijaan päästöperustaisia maksuja ei tarvitse maksaa koska laskennallinen hiilidioksidipäästö /100km on 0g ja näin ollen perusvero sähköautolle on vain 43,07€/vuosi.

Vain moottoripyörät ja mopot, sekä muut kevyet sähköiset ajoneuvot ovat näiden verojen ulkopuolella.

Vuoden 2016 alusta suomen valtio muutti lainsäädäntöään niin että kevyet sähköiset kulkuneuvot sallittiin julkisen liikenteen seassa tietyin edellytyksin. Näitä edellytyksiä ovat mm. kypäränkäyttövelvollisuus ja liikennevakuuttaminen tietyn tehorajan ylittyessä.

## 3. Maantieteelliset olosuhteet ja sen vaikutukset

Suomi on laaja ja harvaan asuttu maa ja näin välimatkat ovat erittäin pitkiä. Suomi kuuluu myös sellaiseen ilmastolliseen alueeseen jossa sään- ja lämpötilan vaihtelut ovat erittäin suuria. Pitkät välimatkat yhdessä kylmän talven kanssa aiheuttavat täyssähköautoilulle erittäin epäedulliset olosuhteet osan vuodesta.

Kylmä ilma ja sen tuomat haittatekijät yhdessä aiheuttavat sen, että sähköautojen toimintasäde pahimmillaan jopa puolittuu talvisaikaan. Kun tähän yhdistetään vielä toistaiseksi harvako latauspisteverkosto, aiheuttaa tämä sen että nykyisellään sähköautoilu keskittyy enemmän kasvukeskuksiin kuin harvaan asutuille seuduille.

Toisaalta sähköajoneuvoilla suurin hyöty saavutetaankin juuri kaupunkiliikenteessä, jossa normaalisti lämpöenergiaksi haihtuvaa jarrutusenergiaa voidaan hyödyntää maksimaalisesti. Tämän lisäksi auton seisoessa esim. liikennevaloissa sähkömoottori ei pyöri ja energiaa säästyy.

## 4. Latauspisteverkko

Aiemmin latauspisteet ovat olleet yksityisiä ja pääosin liikennöitsijöiden omistamia oman kaluston lataamiseen tarkoitettuja. Sähköisen yksityisliikenteen lisääntyessä myös julkiset latauspisteet ovat alkaneet lisääntyä. Suurin osa suomen latauspisteistä on suurimmissa kaupungeissa ja aivan niiden keskustoissa. Päätieverkon varrella niitä toistaiseksi on vielä vähemmän ja etäisyydet näiden pisteiden välillä suuret.

Lukumäärällisesti julkiseksi ilmoitettuja latauspisteitä oli 31.12.2015 päivätyn TRAFI:n tilaston mukaan 383. Nämä pisteet sijaitsevat 193:ssa eri osoitteessa. Eteläisin näistä pisteistä sijaitsee Hangossa ja pohjoisin Inarissa. Läntisin piste taas Vaasassa ja itäisin Joensuussa. Vaikka latauspisteverkosto näyttääkin koko suomen kattavalta, täytyy muistaa että pisteet sijaitsevat pääosin kasvukeskuksissa ja välimatkat toisiin ovat pitkiä, varsinkin pohjoisessa Suomessa.

Suomen julkisten latauspisteiden ylivoimaisesti yleisin lataustyyppi on Mennekes (type2).

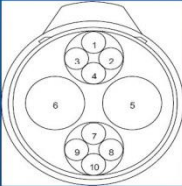
Mennekes tyyppillä ladattaessa maksimi latausteho on jopa 43kW, yleisimmin kuitenkin 22kW. Tämä tyyppi on sovittu suomessa yhdeksi standardin mukaiseksi tyyppiä. Mennekes nimi tulee sen Saksalaisen valmistajan mukaan. Pistoke on seitsemän napainen ja viereisessä kuvassa näkyy liittimien merkitys. Kuten kuvasta huomataan, tapahtuu lataus vaihtosähköllä.



Mennekes- latauksen kautta sähköauton akusto latautuu n. 1-2 tunnissa. Rajoituksia latausvirtaan voi aiheuttaa auton oma säätöjärjestelmä ja myös sähköverkon eri tilanteet.

Toinen suomen standardiin hyväksytty tyyppi on CHAdeMO. Tämä lataustyyppi on korkean tehon pikalataus, jossa latausteho voi nousta jopa 62,5kW:iin. Käytännössä latausteho on kuitenkin hiukan alhaisempi ollen n. 50kW. Tällä tavalla ladatessa virta akustoon syötetään latauslaitteen tasasuuntaajan kautta, eli akkua ladataan suoraan tasavirralla, eikä auton omaa latausjärjestelmää käytetä. Tässä lataustyyppissä laturi ja ajoneuvo ovat latauksen ajan yhteydessä CAN väylän kautta.

**Connector pin-layout and assignment**



Pin No.	function / assignment	Pin diameter (mm)	Wire size (mm <sup>2</sup> )
1	Reference GND for insulation monitor	1.6	0.75
2	Control EV relay ( 1 of 2 )	1.6	0.75
3	(not assigned)	1.6	—
4	Ready to charge control	1.6	0.75
5	Power (supply) line-negative	9.0	150A : 42.4 200A : 53.5
6	Power (supply) line-positive	9.0	150A : 42.4 200A : 53.5
7	Proximity detection	1.6	0.75



Suomessa standardiin on hyväksytty käytettäväksi myös kolmas tyyppi joka on Combo2 tyylinen lataus. Tässä on yhdistetty DC ja AC lataukset samaan pistokkeeseen. Tällöin ei tarvita kuin yksi pistoke, jonka kautta voidaan laturista riippuen syöttää joko hitaammassa latauksessa AC liittimien tai pikalatauksessa DC liittimien kautta.

Schuko latausta voidaan suorittaa kaikkialla, mistä löytyy normaali pistorasia. Schuko lataus on tarkoitettu vain tilapäiseen käyttöön ja sitä kautta saatava sähköteho on myös niin pieni että sähköauton akuston lataaminen kestää 8-12 tuntia. Tähän tarkoitukseen varatussa latausjohdossa on yleensä oma koteloitu ohjainlaite, joka rajoittaa latausvirran 6-10 ampeeriin. Tätä ei suositella jatkuvaan käyttöön.



## 5. Sähköajoneuvot

Sähköajoneuvot voidaan luokitella helposti koon perusteella. Kaikissa ajoneuvoissa koosta huolimatta tekninen perustoteutus on silti samantapainen, vain komponenttien koko muuttuu.

Työkoneissa, raskaassa kalustossa ja henkilöautoissa on mahdollista valita myös ns. hybridikäyttö. Tämä tarkoittaa sitä, että poltto- tai dieselmoottorin yhteyteen on lisätty sähkömoottori/generaattori keräämään energiaa talteen ja vähentämään varsinaisen moottorin kuormitusta ja alentamaan päästöjä ja kulutusta. Hybridikäyttöisistä ajoneuvoista löytyy silti aivan sama sähköinen perusrakenne kuin täyssähköversioistakin.

Alla ajoneuvot lajiteltu koon mukaisesti

- Raskas kalusto, joka sisältää kaikki työkoneet ja kuorma- ja linja-autot.
- Kevyt kuljetuskalusto, joka pitää sisällään pakettiautot
- Henkilöautot
- Moottoripyörät
- Mopot
- Sähköavusteiset polkupyörät
- Kevyet sähköiset ajoneuvot

Raskaassa kalustossa ja työkoneissa kehitys on mennyt enemmän hybridikäytön kuin täyssähköön suuntaan. Hybridikäytöllä on saavutettu monissa työkoneissa erittäin hyviä

tuloksia, sekä käytettävyyden että kulutuksen osalta. Tällä hetkellä suomessa tehdään myös paljon tutkimustyötä hybridikäytön käytöstä työkoneissa.

Täyssähköinen kevyt kuljetuskalusto on lisääntynyt viimeisen vuoden aikana 96:sta 129:ään. Pääosa täyssähköisistä pakettiautoista sijoittuu kasvukeskuksiin ja niissä tapahtuvaan jakelukuljetukseen. Sähköisen kuljetuskaluston toimintasäde kaupunkiajossa liikkuu usein välillä 100 – 150km.

Henkilöautopuolella TESLA:n tulo markkinoille ensimmäisellä isoon yleisöön vetoavalla sähköautolla oli piristävää. Tesla S:n toimintasäde on myös perinteistä poikkeava n. 400km. Teslan markkinoille tulo on varmasti vaikuttanut positiivisesti myös muiden merkkien sähköautomyyntiin.

Automerkeissä Nissan pitää silti myyntitilastoissa kärkipaikkaa ja TESLA on hyvänä kakkosena. Kuten jo aiemmin on käsitelty, suomen olosuhteet ja pitkät välimatkat eivät ole suosineet täyssähköautoa perheen ainoana auton, koska useimpien sähköautojen toimintasäde liikkuu välillä 120 – 190km ja tämä vielä kesän optimiolosuhteissa.

Toyotan tekemä pioneerityö hybriditekniikan puolella on kuitenkin se joka varmasti näkyy tulevaisuudessa yhä vahvemmin myös suomessa. Jo nyt yhä useampi merkki on tuonut suomen markkinoille hybridin tai ladattavan hybridin ja se on näkynyt mm. tilastoissa.

Hybriditkin voidaan jakaa kahteen kategoriaan PHEV ja HEV. PHEV on pistokeladattava hybridi, jota voidaan käyttää pienellä kantamalla aivan sähköauton tapaan. HEV taas on perinteinen hybridi, jossa erillistä akuston latausmahdollisuutta ei ole ja sähkömoottorin käyttökin tapahtuu pääosin polttomoottorin yhteydessä.

Mopo ja moottoripyöräpuolella markkinoille on ilmaantunut mielenkiintoisia nimiä. Suurista valmistajista mm. Peugeot skoottereissa ja KTM moottoripyörissä on lähtenyt sähköiseen liikkumiseen mukaan omilla malleillaan.

Kappalemäärillä laskettuna lisäys moottoripyörissä on silti ollut vähäistä ja mopoissa kasvu on jopa pienentynyt.

Sähköavusteiset polkupyörät ovat olleet markkinoilla jo pitkän aikaa ja niillä on oma vakiintunut käyttäjäkunta. Koska pyöriä ei tarvitse rekisteröidä on niiden tilastointi myös hankalaa ja näin ollen tarkkaa lukumäärää ja kehityksen suuntaa on vaikea määrittää. Markkinoille tulleiden uusien mallien perusteella voitaneen kuitenkin sanoa, että menekkiä

näillä varmasti on. Sähköavusteiset pyörät ovat olleet aivan näihin päiviin asti peruspyöristä tehtyjä, eivätkä ne ole tarjonneet mitään ylimääräisiä ominaisuuksia. Aivan viimeaikoina markkinoille on kuitenkin tuotu todella tyylikkäitä ja monipuolisesti varusteltuja käyttökelpoisia sähköavusteisia pyöriä, jonka kuka tahansa voisi omistaa.



Sähköavusteisilla pyörillä moottoritehot liikkuvat tyypillisesti 250W- 500W ja toimintasäde 30- 80km.

Tämän vuoden 2016 alusta Suomen valtio kevensi kevyiden sähköajoneuvojen lakia ja salli niiden pääsyn liikenteen sekaan. Nähtäväksi jää kuinka paljon tämä vaikuttaa yleisellä tasolla sähköisen liikkuvuuden tunnetuksi tulemistä ja sähköisen kulkemisen suosion kasvua.

## 6. Tekniikka

Sähkö- tai hybridiajoneuvot sisältävät samat peruskomponentit, vaikkakin eri mittakaavassa. Karkeasti yleistäen ajoneuvoista löytyvät kolme peruskomponenttia.

- Akku
- Sähkömoottori
- Moottorinohjain

Jokainen näistä peruskomponenteista vaatii kuitenkin täydellisesti toimiakseen paljon muita ohjaimia, komponentteja, sekä usein myös tietoväylän kommunikointia varten.



Akku tai akusto koostuu useimmiten LiFePo4 tai LiIon kennoista, joita on kytketty sarjaan toistensa kanssa riittävän jännitetason saavuttamiseksi. Jotta akustosta saataisiin riittävästi kapasiteettia on näitä sarjaan kytkettyjä kennoja myös kytkettävä riittävästi rinnakkain. Mm. TESLA S:n 85kWh akusto sisältää yli 7000 yksittäistä akkukennoa.



Lithium pohjaiset akut ovat tarkkoja varaustasostaan ja purku-, sekä latausvirroista. Tämän takia akustot varustetaan BMS (Battery Management System) ohjauksella, joka pitää huolen siitä että kaikki kennot purkautuvat ja latautuvat yhtä paljon ja akustosta on aina saatavilla maksimaalinen määrä energiaa turvallisesti käyttöön.

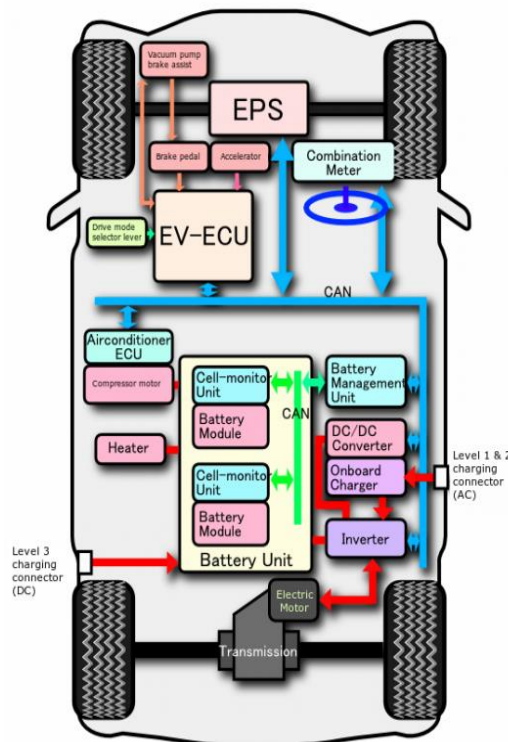
Koska akut toimivat tasajännitteellä autoissa on lisäksi oma latausjärjestelmä niitä tilanteita varten kun käytetään Mennekes tai Combo2 AC latausta. Latausjärjestelmä huolehtii jännitteen tasasuuntaamisesta ja oikean latausvirran syötöstä.

Sähkömoottori on usein kolmivaiheinen oikosulku AC moottori. Moottorin etuina on sen hyvä hyötysuhde moottorikäytössä, sekä kerätessä jarrutusenergiaa talteen generaattorina. Moottorin hyviin puoliin kuuluu vielä sen antama maksimaalinen vääntömomentti heti 0- kierroksilta lähtien, sekä moottorin laaja kierrosnopeusalue. Myös rakenteellisesti moottorit ovat optimaalisia ajoneuvokäyttöön



([http://cliff.hostkansas.com/pffimages3/ford\\_ev\\_motor\\_1\\_1.jpg](http://cliff.hostkansas.com/pffimages3/ford_ev_motor_1_1.jpg))

Moottori vaatii toimiakseen ohjaimen, jolla säädetään moottorin pyörimisnopeutta ja tehoa. Tätä ohjainta kutsutaan invertteriksi. Invertteri muuntaa akustosta saatavan tasajännitteen vaihtojännitteeksi. Invertteri taas vaatii ulkoisia ohjauslaitteita, jolla annetaan käskyjä esim. moottorin pyörimisnopeuteen, pyörimissuuntaan jne. Näistä ohjauslaitteista yhtenä esimerkkinä sähköinen kaasupoljin. Alla Mitsubishiin periaatekaavio sähköauton peruskomponenteista.



( [http://pajerorelease-newspublisher.rhcloud.com/wp-content/uploads/ktz/Mitsubishi\\_iMiEV\\_System\\_Diagram\\_F-30g1z0lnrvjia6p51jrcow.png](http://pajerorelease-newspublisher.rhcloud.com/wp-content/uploads/ktz/Mitsubishi_iMiEV_System_Diagram_F-30g1z0lnrvjia6p51jrcow.png))

## 7. Kustannukset

Hankintahinta on tällä hetkellä suurin yksittäisistä sähköauton kulueristä.

Uushankintahinnassa autoveron osuus on 5%, tämän päälle tulee vuosittainen käyttövoimavero, joka on 1,5cent/pvä/100kg. Näiden maksujen lisäksi ajoneuvosta maksetaan myös vuosittainen ajoneuvon perusvero, joka on pienin mahdollinen ja suuruudeltaan 43,07€/vuosi.

Tällä hetkellä sähkön energiahinta on keskimäärin n. 4cent/kWh, kun tähän lisätään energian siirtohintaa, joka on n. 3cent/kWh, sekä sähkövero joka on suuruudeltaan n.

3cent/kWh saadaan pelkäksi latausenergi hinnaksi ilman muita maksuja n 10cent/kWh. Sähköauton kulutus on yleensä n. 10 – 15 kWh/100km joten tällä laskennalla saadaan sadalle kilometrille energiakustannuksia 1-1,5€.

Muiden kiinteiden kulujen osuus /100km muuttuu tietysti ajokilometrien suhteessa. Yksi merkittävä käyttökustannuksia alentava tekijä sähköautoissa on se, että niiden huollon tarve on huomattavasti vähäisempi kuin vastaavien diesel- tai bensiinikäyttöisten kohdalla.

## 8. Tulevaisuus

Sähköajoneuvojen tulevaisuus suomessa riippuu hyvin pitkälti energiapoliittisista linjauksista, sekä valtiovallan suhtautumisesta sähköajoneuvojen verotukseen ja käyttöön. Myös latausverkoston kehitys on avainasemassa sähköisen liikennöinnin kehittymisessä.

Oman lukunsa luo kokonaan älysovellukset joita ei vielä suomessa ole osattu täysimääräisesti hyödyntää.