



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Tämä on rinnakkaistallenne. Rinnakkaistallenteen sivuasettelut ja typografiset yksityiskohdat saattavat poiketa alkuperäisestä julkaisusta.

Käytä viittauksessa alkuperäistä lähdettä:

Heikkilä, Tuukka; Hikman, Kai; Kaihonen, Kari; Linja-aho, Vesa; Malmari, Frans; Mäntylä, Janne; Seppälä, Juha (2020). Kysymyksiä sähköautoista. SATL:n asiantuntijat vastaavat. Helsinki: Suomen autoteknillinen liitto



KYSYMYKSIÄ SÄHKÖAUTOISTA

SATL:n asiantuntijat vastaavat

Julkaisija: Suomen Autoteknillinen Liitto 2020



SISÄLLYSLUETTELO

KYSYMYKSIÄ SÄHKÖAUTOISTA

AKUSTO	8
Miksi moottorin tilalla olevaa säilytystilaa ei hyödynnetä ajokilometrien lisäämiseen akulla? Miksi katolla ei ole aurinkopaneeleja?	8
Kuinka kauan sähköautoissa käytetään näillä näkymin litiumakustoja ja milloin mahdollinen korvaava akkutyyppe tulee markkinoille?	8
Kannattaako siirtää sähköauton hankintaa muutamalla vuodella, jos ei ole kiire? Ajan pitkiä matkoja.	8
Onko akkuteknologiaan tiedossa merkittäviä kehityksiä lähivuosien aikana?	9
Mikä on akkujen hinta jaettuna (kapasiteetti x latauskertojen määrä) eli akun kustannus/kokonaisenergiamäärä käyttöajan aikana? Kuinka paljon maksaa tällä hetkellä akuston uusiminen yleisimpiin täyssähkö- ja lataushybridimalleihin?	9
Kuinka suuri on käytettyjen akkujen uudelleenkierätyso prosentti?	10
Puhutaan akun kapasiteetista ja hyötykapasiteetista. Mitä eroa näillä on?	10
Missä vaiheessa akku kokee hivenen rajumman muutoksen hyötysuhteeseen/paino/hinta?	10
Kuinka pitkä on keskimääräinen akuston käyttöikä ja miten pitkä takuu akuilla on?	11
Nyt kun ensimmäisistä sähköautoista alkaa takuut loppua, (Opel Ampera, Nissan Leaf) onko tarkoitus kouluttaa Suomessa huoltajia, jotka osaisivat korjata näiden akkuja? Ilmeisesti näissä on ollut lähinnä anturivikoja.	11
Yliladattaessa tai vioittuessa akut kehittävät lämpöä ja painetta; niin sanottu hallittu paineen vapautuminen liekin kera. Kuinka vaarallista se on suljetussa autotallitilassa?	11
Miksi litiumittomien akkuteknologioiden kehitystä hidastetaan rahoituksen myönnön hitaudella?	12
Miltä näyttää sähköautojen akku- ja toimintasädekehitys, esimerkiksi seuraavan viiden vuoden päästä?	12

LATAAMINEN 13

Kuinka isoja (kW) ovat autossa olevat akkulaturit sähkö- ja hybridautoissa? Vaihtelevatko kilowatit merkkikohtaisesti? 13

Sähköauton akuston lataaminen on tunnetusti varsin hidas toimenpide. Onko teknisesti mahdollista hoitaa asia niin, että ensin ladataankin energia suurtehokondensaattoriin, joka sitten ruokkii akustoa tarpeen mukaan ajettaessa? 13

Kysymykseni koskee auton langatonta latausta kotona autokatoksessa. Sulake 16 A. Mistä hintaluokasta puhutaan? 13

Olen ajanut sähköautolla nelisen vuotta. Mielestäni suurin ongelma sähköautojen leviämiseksi on taloyhtiöiden haluttomuus järjestää latausmahdollisuus asukkaalle kustannuksella. Mitä tälle pitäisi tehdä? 13

Mitkä ovat taloyhtiöiden mahdolliset velvollisuudet latauspisteiden järjestämisen suhteen? 14

Miten voin laskea helposti, kuinka kauan sähköauton akun lataaminen täyteen kestää? 14

Miksi v2h ei tule Suomeen? 15

Miten sähköautojen kysynnän ja tuotannon suhde on ennakoitavissa ja miten latauskapasiteetin odotetaan saavuttavan kasvavan tarpeen? 15

Miten lataustehon nosto ja latauksen hyötysuhde korreloivat? 15

Miten ratkaistaan sähköautojen lataus niissä kaupunkien keskustoissa, joissa ei juuri ole autopaikkoja? 16

Millainen lataamistapa on akun käyttöiän kannalta paras ladattavalle hybridille? Suko vai latausasema? 16

Kannattaako lataus ajastaa vai ladata heti pysäköidessä? 16

Onko latausjohto samanlainen kaikissa autoissa? 17

Mitä erilaisia latauspistevaihtoehtoja on olemassa? Mikä olisi tehokkain ja järkevin koti- tai pienen korjaamon käyttöön niin, että se kattaisi mahdollisimman suuren osan autokannasta? Onko kolmivaihevirtaakin käytettävissä ratkaisuun? 17

Olen ladannut 15,1 A virralla sähköautoa 3 vuoden ajan n. 5 h / yö ongelmitta. Ei edes lämpene. Kun toimii näin hyvin, onko oletettavaa, että kaikki toimii vaikka latausaika olisi isompiakuisessa 10 h tai 15 h? Onko tutkimuksia töpselin vanhentumisesta, milloin vaihto? 17

Milloin sähköauton/ladattavan hybridin lataaminen on turvallista tavallisesta 10 A tai 16 A schukosta? Mitä pitää ottaa huomioon? 18

Nissan LEAF 30 kWh akun yhden solun varaus on alhainen, verrattuna muihin soluihin (jännite-ero 245 mV) varaustason ollessa 87 %. Kuinka kauan aikaa autolta menee balansointiin, jotta päästään edes sallittuun 33 mV eroon, LEAFin balansointi virta max. 10 mA? 18

Miksi teihin ei upoteta induktiolatureita asfaltin alle?	18
Latausaika ilmoitetaan usein 80 prosenttiin asti. Mikä on akun varaustaso ilmoitetun latausajan alkaessa?	18
Mikä on tämänhetkinen latauspisteiden verkon laajuus?	19
Mistä tietää, voiko pikalatauslaitteesta ladata useampi auto kerralla. Voiko esim. yhdestä CCS- ja CHAdeMO-tolpasta ladata kaksi ajoneuvoa yhtäaikaan?	19
Latausinfra kehitys pohjoisen suunnalla estää tällä hetkellä akkuauton oston. Tornio-Kilpisjärvi-välillä on muutama latauspaikka, mutta milloin voisi pitkänmatkan kulkija olla varma latauksen jouhevasta onnistumisesta valtatie varrella?	19
SÄHKÖINFRA	20
Jos Suomessa otettaisiin käyttöön 75 000 sähköautoa vuodessa, niin kuinka sähköä riittäisi? Miten ratkaistaan sähkötehon (MW) riittävyys Suomessa silloin, jos 3 milj. sähköautoa on latauksessa (>2 kW/latauspiste > 6 000 MW)?	20
Riittääkö sähkön siirtokapasiteetti?	20
EKOLOGISUUS	21
Onko nykyinen dieselauto biodieseliä käyttäen puhtaampi kuin sähköauto?	21
Miten lasketaan, kuinka kauan sähköautolla tulee ajaa vuosia ja kilometrejä ennen kuin se on oikeasti vihreämpi kuin polttomoottori?	21
Mikä on totuus sähköauton valmistuksen ympäristö- kuormituksesta?	21
Ajan autollani (Audi E-tron) 12 tkm/v ja akut kestävät ainakin 8 vuotta. Mielestäni hiilidioksidipäästöt ovat akku huomioiden suuremmat kuin edellisellä dieselautollani Q5:lla.	22
Akkujen valmistaminen tuottaa paljon päästöjä ja vaatii puhdasta vettä.	22
Mikä on sähköauton todellinen hiilijalanjälki verrattuna polttomoottoriin, jos verrataan kumpaakin valmistuksen alusta asti?	23
Miksi sähköauton akkumateriaalia ei voi kierrättää? Muuttuuko tilanne tulevaisuudessa?	23
Miten akut kierrätetään?	23
Miten paljon halvempaa sähköllä ajaminen on vrt. bensa tai diesel, jos lasketaan pelkkä liikkuminen?	23

TEKNIikka **24**

Minkälainen ohjelma ohjaa Toyotan (esim. Auris Hybrid) ajosähkömoottoria ja laturi-käynnistyssähkömoottoria? 24

Miten sähköautojen akkujen ja ohjaamon lämmönhallinta on kehittynyt? 24

Onko sähköautojen renkaat jo tehtaalla optimoitu sähkön kulutusta ajatellen? 24

Terveysteen vaikuttaa sähkömagneettiset kentät (EMF), myös ionisoimattomat kentät. Tutkitaanko/mitataanko näitä kenttiä sähköautoista? 24

Ainakin viimeiset 25 vuotta polttokennoauton tuleminen on ollut 10 vuoden päässä, mutta näin ei ole käynyt. Tuleeko polttokennoauto koskaan vai onko se säilynyt vain high tech -imagon takia? 25

Onko sähkömoottorilla jonkinlainen käyttöikä vai toimiiko sähkömoottori ikuisesti? 25

Ottavatko ns. kevythybridit jarrutusenergian talteen, oli sitten kyse moottorilla tai jarrupolkimella tapahtuvasta jarrutuksesta? 25

Sähköautot tuottavat todella suuren vääntömomentin ja niitä rajoitetaan ohjainlaitteiden avulla, jotta komponentit kestävät. Millä sähkömoottorin kierrosnopeudella tehtaalla ilmoittavat suorituskykyyn liittyvän vääntömomentin? 25

Eivätkö sähköautot ole jo siirtymässä syrjään, kun paljon järkevämmät kaasu-/vetyautot ovat arkipäivää Japanissa, Saksassa, Tanskassa jne? 26

Onko markkinoilla sähköautoja, jotka käyttävät sähköisen voimalinjan hukkalämpöä auton sisätilan lämmittämiseen? 26

TALOUDELLISUUS **27**

Mistä valtio ottaisi menettämänsä polttoaineverot, jos sähköautot korvaisivat polttomoottoriautot? 27

Mitä maksaa ladata sähköauto täyteen? 27

Miten julkisten latauspisteiden hinnoittelu menee? Nousevatko hinnat, kun autot yleistyvät? 27

Nyt on käytössä dieselauto, joka kuluttaa 4,5 litraa dieselöljyä 100 kilometrillä. Milloin noin 50 000 euroa maksava sähköauto alkaa olla edullisempi ja vähäpäästöisempi, kuin nyt käytössä oleva 10 000 euron auto? 27

Miten sähköauton autoverotus ja käyttövero määritellään? 27

TOIMIVUUS KYLMÄSSÄ 28

Mitkä ovat yleisimmät tekniikat, joilla sähköautojen sisälämmitys ja huurteenpoisto hoidetaan kylmässä ilmastossa?	28
Kuinka paljon akun teho heikkenee pakkasella?	28
-28 pakkasta ja päivän työmatka Joensuusta Nurmekseen edessä. Miten onnistun?	28
Räntä- ja lumisateella ajo Joensuusta Kuopioon. Pääsenkö takaisin?	28
Miten auton säilytys talvella kylmässä vaikuttaa akuilla ajettavaan matkaan?	28
Miten akut, joissa ei ole lämmönhallintaa, toimivat -30 asteen keleillä? Voiko niiden lämpötilaa nostaa lataamalla/ käyttämällä akkua?	28

TURVALLISUUS 29

Mitä pelastushenkilöiden tulisi tietää sähköauton ollessa osallisena liikenneonnettomuudessa? (esim. VPK:n väelle annettu opastus olematonta)	29
Mitkä ovat varoalueet kolaritilanteissa, jossa osallisena on yksi tai useampi sähköauto?	29
Kuinka voin varmistua, ettei lataaminen kotona aiheuta ylikuormitusta?	29
Mitä pätevyysvaatimuksia vaaditaan autojen purkutyössä, jos halutaan purkaa myös akut, kennoja myöten?	29
Pätevyysvaatimukset sähköautotoissa ovat tulkinnallisia. Mitä kukin saa tehdä ja millä osaamisella/koulutuksilla? Mitä töitä perusasentaja saa tehdä SFS6002/ensiapukoulutuksella työn suorituksesta vastaavan henkilön ohjaamana?	29
Miten suuri riski on saada sähköisku onnettomuudessa vaurioituneesta sähkö- tai hybridautosta? Koskien lähinnä ensimmäisiä auttajia, palo- ja pelastustointa, poliisia tai onnettomuustutkintaa.	30
Ovatko palotilanteet yleisiä? Miten sammutetaan?	30
Miten sähköauto tehdään onnettomuustilanteessa vaarattomaksi?	30
Miten varmistetaan alalla turvaohjeistus sähkö- ja hybridautojen osalta (ei koulutusvaatimukset)? Esim. hinausrytityöt, merkkiverkoston ulkopuoliset ym.	30

YLEISTÄ SÄHKÖAUTOILUSTA 31

Ovatko sähköautoilijat olleet tyytyväisiä autoihinsa? Onko täyssähköautoilijoiden kokemuksista ja ajotavoista tehty tutkimuksia Suomessa?.....	31
Mikä on tämänhetkisten sähköautojen maksimitoimintasäde yhdellä latauksella?	31
Mitä muutoksia vaaditaan omakotitalon sähköjärjestelmään, jos tulevaisuudessa tulee tarve ladata sähköautoa?.....	31
Mikä on oikein ja ymmärrettävin standardimuoto, jolla sähköauton lukuisat eri kulutus-, akusto- ja lataustiedot voisi ilmoittaa mahdollisimman ymmärrettävästi, luotettavasti ja vertailukelpoisesti?	32
Miksi sähköautolla ei voi hinata peräkärryä?	32
Miksi niin monessa sähkö- ja hybridiautossa on yli 150 kW?.....	33
Ovatko lataushybridiautot jäämässä välivaiheen tuotteiksi, joiden jälleenmyyntiarvo on muutaman vuoden päästä on olematon?	33
Onko näköpiirissä, että autojen valmistajat vakioisivat latausportin sijainnin autossa? Nyt se voi olla edessä, vasemmalla tai oikealla... ..	33

YLEISTÄ SÄHKÖAUTOISTA 34

Täyssähköauto	34
Ladattava hybridi	34
Hybridi, kevythybridi ja itselataava hybridi.....	34
Sarjahybridi ja rinnakkaishybridi	34

Miksi moottorin tilalla olevaa säilytystilaa ei hyödynnetä akulla ajokilometrien lisäämiseen? Miksi katolla ei ole aurinkopaneeleja?

Teknisesti moottorin tilan täyttö akustolla olisi mahdollista, mutta se kasvattaisi auton painoa ja nostaisi sekä siirtäisi eteenpäin auton massakeskipistettä eli painopistettä. Mitä painavammaksi auton keula ja perä tehdään, sen hitaammin auto reagoi kääntymiseen. Akut kannattaa siis sijoittaa mahdollisimman keskelle ja alas. Kun keran akut mahtuvat auton pohjaankin, ei ole mitään syytä sijoittaa niitä muualle. Myynnissä olevista sähköhenkilöautoista suurin WLTP-toimintasäde on 610 km (Tesla Model S), joka saavutetaan 100 kWh akustolla. Auton kuitenkin ollessa vain 1,44 metriä korkea, voidaan todeta, että pohjaan kyllä mahtuu tarpeeksi akkuja.

Aurinkopaneeliin liittyy kaksi merkittävää ongelmaa: auringon säteily ja kennon hyötysuhde. Säteilysenergia on parhaimmillaankin kohtisuoraan auringossa reilut 1000 W/m² ja aurinkopaneelin hyötysuhde parisenkymmentä prosenttia. Vaikka koko henkilöauto verhoitaisiin aurinkokennoilla, käytettävä ala olisi vain muutama neliometri – joista vain pieni osa on aurinkoa kohti. Aivan optimiolosuhteissakin puhutaan siis maksimissaan muutaman sadan watin lataustehosta, jolla ei sähköauton akkuja paljoa ladata. Tämän vuoksi auringosta saatavaa sähköä voidaan käyttää ja on käytetty käytännössä vain esimerkiksi ohjaamon tuulettamiseen raittiilla ulkoilmalla. Jopa ilmastointilaitte vaatii hellekeleillä usean kilowatin tehon, eli kyse on vain tuuletuksesta.

Kuinka kauan sähköautoissa käytetään näillä näkymin litiumakustoja ja milloin mahdollinen korvaava akkutyyppe tulee markkinoille?

Todennäköisesti litiumpohjaisia akustoja käytetään hyvin pitkään, sillä varteenotettavaa vaihtoehtoa ei ole noussut haastajaksi. On syytä huomata, että matka laboratorioissa toimivasta prototyypistä tosielämän käyttöön on pitkä, sillä akun tulee kestää kaikki ne olosuhteet, joissa autoa käytetään. Lisäksi mahdollinen uusi akkutyyppe tulee olla taloudellisesti kannattava valmistaa, mikä on yhtä lailla haastavaa.

Niin kutsutut kiinteän elektrolyytin akut (solid-state batteries) ovat vielä kehitysvaiheessa, eikä liikenteen sähköistyminen voi jäädä odottamaan sitä, että uudesta akkutyypistä ehkä joskus saadaan toimiva malli markkinoille. Nykyaikaiset litiumakut kehittyneine lisäaineineen

ovat osoittautuneet riittävän hyväksi autokäyttöön sekä ominaisuuksien että valmistuskustannusten puolesta.

Seuraava askel voi olla myös polttokenno, joka tuottaa sähköä akuille ja sillä tavoin ratkaistaan akuston kapasiteettiongelma. Polttokennoautot ovat tosin olleet *tulossa kohta* jo useamman vuosikymmenen, joten niiden yleistymiseen liittyy edelleen paljon epävarmuutta.

Kannattaako siirtää sähköauton hankintaa muutamalla vuodella, jos ei ole kiire? Ajan pitkiä matkoja.

Ei ole syytä lykätä sähköauton hankintaa perustuen johonkin, joka tapahtuu ehkä joskus. Pitkiä matkoja pystyy jo ajamaan sähköautolla ja pikalatausasemien yleistymisen vähentää akkukapasiteetin tarvetta merkittävästi. Hyvä vaihtoehto on myös ladattava hybridi, koska kaupunkiajot voi ajaa sähköllä ja pitkillä matkoilla polttomoottori on hyötysuhteeltaan parhaimmillaan.

Sähköautot toki kehittyvät koko ajan, joten pidempään odottamalla saa paremman auton. Viime vuosina kehitystä on tapahtunut erityisesti pikalatausnopeuksissa. Toisaalta autojen hintoihin voi vaikuttaa moni yllättävä asia, kuten poliittiset päätökset. Esimerkiksi vuoden 2019 lopulla moni autovalmistaja ryhtyi myymään tuntuvalla alennuksella sähköautoja välttääkseen Euroopan Unionin päästötavoitteiden rikkomisesta uhkaavat sakot, jotka voivat olla yli 10 000 euroa autoa kohti. Välttyäkseen sakolta autovalmistajien koko malliston on vuonna 2020 alitettava keskimäärin 95 g/km hiilidioksidipäästöt. [1]

[1] http://www.aut.fi/ajankohtaista/uutiset/eu_hyvaksyi_autonvalmistajille_asetettavat_henkilo_ja_pakettiautojen_hiilidioksidipaastojen_vahentamistavoitteet.2019.news

Nykyaikaiset litiumakut kehittyneine lisäaineineen ovat osoittautuneet riittävän hyväksi autokäyttöön sekä ominaisuuksien että valmistuskustannusten puolesta.

Onko akkuteknologiaan tiedossa merkittäviä kehityksiä lähivuosien aikana?

Todennäköisimmin akkujen kehittyminen tapahtuu pienillä askelilla kuten tähänkin saakka. Litiumakuista on alettu puhua 1990-luvun alussa. Teknologia tuntui haastavalta, koska se tarvitsi kennokohtaista jännitteenvontaa ja 1990-luvun ajan elektroniikalla toteutus tuntui liian monimutkaiselta ja vikaherkältä. Aikaa on kulunut paljon, mutta litiumakuista on tullut suosituin akkuteknologia. Kehitystä on tapahtunut toki sähkökemiallisissa yhdisteissä, mutta ratkaiseva kehitys on tapahtunut erityisesti kennojen sisäisessä rakenteessa, tuotantotekniikassa, koteloinnissa, lämmönhallinnassa, kiinnityksissä kaapeloinneissa ja myös akkujen lataustilan hallinnan järjestelmissä.

Elektrokemiallisten aineiden osuus on karkeasti noin kolmasosa koko akuston painosta. Katodin ja anodin rungot, erottimet, kennojen kotelot ja johtimet lisäävät kennojen osuuden kokonaispainosta noin 80 %:iin. Tukirakenteet, ulkorunko, johdot, sulakkeet, akunhallinta ja akun lämmitys/jäähdytys vie sitten loput noin 20 %. [1] Tämä vaihtelee autoittain, mutta niiden merkitys on iso. Akku voidaan myös suunnitella osaksi auton tukirakennetta, jolloin painon- ja tilansäästö tulee muista korirakenteista.

Laboratorioissa on löydetty useita uusia materiaaleja ja erityisesti koboltille haetaan korvaajaa. Kehityskohteenä on myös nanotekniikan hyödyntäminen kennojen sisäisissä rakenteissa. Uusien materiaalien kehityskaari laboratorion tuotantoon vie nopeastikin tehtynä 5–10 vuotta. Sadoista eri tutkittavista aineista vain muutama päätyy lopulta tuotantoon. Mielenkiinnolla odotamme kaikkien edullisten, turvallisten ja tehokkaiden akkukemioiden kehittymistä. Hitaasta tuotannollistamisesta johtuen, litiumpohjaisilla akuilla mennään kuitenkin lähivuodet. Iso osa todellisen energiatihedyyden kehityksestä syntyykin nyt myös akun hallinnassa ja kotelo- sekä tukirakenteissa. Akkuteknologian kehitysnäkymiä käsitellään esimerkiksi Olavi Lakkalan opinnäytetyössä. [2] Akkujen energiatihedyyden rajoituksia saatetaan kiertää tulevaisuudessa myös sähköenergiaa tuottavalla polttokennolla.

[1] Dunn et al: *Material and energy flows in the materials production, assembly, and end-of-life stages of the automotive lithium-ion battery life cycle* (2012) <https://www.osti.gov/biblio/1044525-material-energy-flows-materials-production-assembly-end-life-stages-automotive-lithium-ion-battery-life-cycle>.

[2] https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/266170/Lakkala_Olavi.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Mikä on akkujen hinta jaettuna (kapasiteetti x latauskertojen määrä) eli akun kustannus/kokonaisenergiämäärä käyttöiän aikana? Kuinka paljon maksaa tällä hetkellä akuston uusiminen yleisimpiin täyssähkö- ja lataushybridimalleihin?

Tähän mennessä on havaittu akkujen kestäväen hämmästyttävän hyvin. Aivan kuten minkä tahansa auton kestoikä ja kulutus vaihtelee erittäin paljon käytön, kuskin ja auton mukaan, sama koskee sähköautoakin. Usein oletetaan, että polttomoottoriautoilla pääsee ilman isompaa remonttia noin 300 000 km, joten oletetaan vaikkapa se akkujen minimikestoiksi. Teoriassa akkujen kapasiteetti on arvioitu kestäväen yli 1 800 000 kilometriä tai yli 5 000 latauskertaa. Suomalaisella taksi-Teslalla akku vikaantui 600 000 km kohdalla. Kyse ei ollut kapasiteetin putoamisesta, mutta vaihtoon meni kuitenkin ja takuun piikkiin. Jotkin Teslat ovat toki jo ylittäneet miljoonan mailin rajan ja kapasiteetin lasku on ollut 10 % luokkaa.

Akkujen hinnatkin vaihtelevat alle 10 000 eurosta 35 000 euroon. Akkujen hinnat tulevat varmasti edelleen laskemaan ja todellinen vaihtohinta löytää tasonsa siinä vaiheessa, kun akkutakuut päättyvät ajoneuvojen iän ollessa yli kahdeksan vuotta. Myös ei-merkkikohtaiset korjauspalvelut ovat yleistymässä ja nämä saattavat tulevaisuudessa puolittaa akkukennojen uusinnan hinnan verrattuna varaosahintaan.

Energiaa keskikokoinen täyssähköauto kuluttaa noin 15–25 kWh/100 km, eli voisimme käyttää Suomen kylmissä oloissa vaikkapa keskiarvona tuota 20 kWh/100 km. Minimiarvolla energiankulutukseksi tulee 300 000 km * 20 kWh/100 km = 60 000 kWh. Akkujen osalta hinnaksi tulisi siis korkeintaan 35 000 €/60 000 kWh = 0,58 €/kWh. Jos kestoksi oletetaan 600 000 km, eli yhtä hyväksi kuin aiemmin mainitulla taksi-Teslalla, kustannus putoaa puoleen eli 0,29 €/kWh. 1 800 000 km kohdalla akun osuus olisi enää 0,10 €/kWh.

Kun kustannuksiin lasketaan sähkökin hinta mukaan, esim. 0,17 € / kWh, päästään yhteensä 0,27–0,75 €/kWh hintaan. Tämä vuorostaan tarkoittaisi 20 kWh kulutuksella noin 5,4–15 €/100 km. Bensiininä se vastaisi 1,5 euron litrahinnalla noin 3,6–10 litran kulutusta. Vastaavan mallin bensa-autolla koeajokulutus näytti olleen 8–10 litraa/100 km.

Akkukulujen lisäksi meidän pitäisi verrata myös muita kuluja, muun muassa huolto- ja korjauskuluja. Ainakin huoltokulut ovat osoittautuneet sähköautoilla hieman edullisemmiksi, koska esimerkiksi öljynvaihtoja ei tarvita ja jarrupalat ja -levyt kuluvat vähemmän. Sähköautolla ajaminen ei siis vaikuttaisi olevan ainakaan kalliimpaa ja hinnat tulevat koko ajan alaspäin. Vastaavasti yhä monimutkaisemmat polttomoottorit pakokaasujen puhdistusjärjestelmineen tulevat koko ajan kalliimmiksi.

Nykyaikaisessa sähköautossa akku suunnitellaan kestämään koko ajoneuvon käyttöiän, joten erillistä mahdollisen akun vaihdon kustannusta ei liene mielekästä laskea muuten kuin esimerkkimielessä.

<https://www.taloustaito.fi/vapaalla/sahkoautojen-akuissa-hammentavat-hintaerot/#56c0942a>

Kuinka suuri on käytettyjen akkujen uudelleenkierrätysprosentti?

Fortum kertoo voivansa kierrättää yli 80 % litium-ioni-akun materiaaleista. Kierrätettyjen materiaalien käyttö uuden akun valmistuksessa vähentää Fortumin mukaan 90 % uuden akun valmistamisen CO₂-päästöistä.

<https://www.fortum.com/products-and-services/fortum-battery-solutions/recycling/lithium-ion-battery-recycling-solution>

Puhutaan akun kapasiteetista ja hyötykapasiteetista. Mitä eroa näillä on?

Akun kapasiteetti on akun kyky varastoida sähköistä latausta ja sen yksikkönä käytetään wattituntia (Wh) tai ampeerituntia (Ah). Ampeeritunti on purkausvirran (A) ja akun purkausajan (h) tulo. Wattitunti (Wh) kertoo tarkasti koko akun sisältämän energiamäärän ja antaa helpon vertailtavan tuloksen akkujen koosta eri jännitteillä toimivien sähköajoneuvojen kesken. Wattitunnit voidaan laskea kertomalla akun nimelliskapasiteetti sen ampeerituntimäärällä. Akun täysi kapasiteetti eli nimelliskapasiteetti ei kuitenkaan ole täysin käytettävissä, vaan akun käyttöä valvotaan akun hallintajärjestelmällä. Tämän avulla akkua ei päästetä tyhjenemään täysin, mikä parantaa sen toimintakyvyn säilymistä. Käytössä eli hyödynnettävissä olevaa kapasiteettia kutsutaan hyötykapasiteetiksi. Esimerkiksi akun nimelliskapasiteetti voi olla 45 kWh ja hyötykapasiteetti 41 kWh.

Missä vaiheessa akku kokee hivenen rajumman muutoksen hyötysuhteeseen/paino/hinta?

Varsinaisesti mitään suurta ja mullistavaa innovaatiota ei ole näköpiirissä, vaan akkuteknikka kehittyy ja kypsyy pikkuhiljaa. Trendi on akkukemian ja käytettyjen katodimateriaalien seossuhteen kehittämisessä suuntaan, jossa muun muassa nikkelin osuutta suurennetaan ja eri-

Trendi on akkukemian ja käytettyjen katodimateriaalien seossuhteen kehittämisessä suuntaan, jossa muun muassa nikkelin osuutta suurennetaan ja erityisesti koboltin, joka on paitsi kallista, myös ympäristön sekä louhivan/jalostavan yhteisön kannalta kyseenalaista, osuutta pienennetään.

tyisesti koboltin, joka on paitsi kallista, myös ympäristön sekä louhivan/jalostavan yhteisön kannalta kyseenalaisia, osuutta pienennetään. Tuloaan tekevällä NMC-811 (80 % nikkeliä, 10 % mangaania, 10 % kobolttia) katodilla päästäänkin sekä suurempaan energiatiheyteen että halvempaan hintaan, kuin nykyisin yleisemmällä NMC-543 ja -622 katodeilla.

Kiinteäelektrolyyttisten (engl. solid state) akkujen esiinmarssia povattiin viisi vuotta sitten tapahtuvaksi noin viiden vuoden kuluttua. Nykyhetken ennusteet liikkuvat taas noin viiden vuoden päässä, joten aika näyttää, miten näiden kanssa tulee käymään.

Myös tekniikka ja pakkaus itse akkukennojen ympärillä kehittyä ja hioutuu. Kotelointi-, tiivistys- ja jäähdytysratkaisut kehittyvät tehokkaammiksi, kompaktimmiksi ja halvemmaksi – samoin kuin akustonhallinta- ja muu elektroniikka. Jo nyt on selkeästi havaittavissa, että monen eri valmistajan akkumoduulit muistuttavat huomattavan paljon toisiaan, elleivät ole ulkoisesti jopa likimain identtisiä, mittoja ja liitoksia myöten. Käytetty tekniikka siis myös standardoituu kohtalaisen nopeasti.

Kuinka pitkä on keskimääräinen akuston käyttöikä ja miten pitkä takuu akuilla on?

Litiumakun käyttöikää mitataan ja ilmoitetaan tyypillisesti joko käyttösykleinä (eli montako kertaa akku puretaan ja ladataan täydestä tyhjäksi) tai läpimenneen energian määränä. Nykyaikaisen täyssähköauton akun tyypillinen kennovalmistajien ilmoittama sykli-ikä on noin 1 500–3 000 täyttä sykliä, jonka jälkeen valmistaja lupaa alkupe- räisestä kapasiteetista olevan jäljellä vielä 80 %.

100 kWh akulla ja tyypillisellä 20 kWh/100 km kulutuksella päästään siis 2 000 syklillä n. miljoona kilometriä, ja akkukapasiteettia olisi silti jäljellä vielä vähintään 80 kWh (eli auton toimintamatka olisi pienentynyt noin 500 km:stä 400 km:iin). Tämäkään ei siis vielä tarkoita, ettei akku olisi käyttökelpoinen ja toimiva, vaan ainoastaan kapasiteetti pienenee ja 80 % tasoa alkuperäisestä pidetään ”hyvän” rajana.

Hybridiautojen akut suunnitellaan ja valmistetaan hie- man eri tavalla ja kestävämpään suurempaan syklimäärää ra- jummalla käytöllä. Vaikka lataushybridin akku ajettaisiin ja ladattaisiin täyteen joka päivä, voidaan silti aivan hy- vin odottaa yli kymmenen vuoden käyttöikä ilman, että käyttäjä huomaa käytettävässä rangessa muutoksia.

Myös käyttäjä voi itse vaikuttaa akun kestoikään – aja- minen aivan tyhjäksi ja lataaminen täysin täyteen ikään- nyyttää akkua nopeammin kuin akun käyttäminen esi- merkiksi 30–90 % varaustiloissa. Toisaalta akku täytyy aika-ajoin ladata myös aivan täyteen, jotta akunhallin- tajarjestelmä pystyy tasapainottamaan kennojen välille syntyneet varauserot.

Säilyttäminen pitkiä aikoja (viikkoja – kuukausia) joko aivan täytenä tai tyhjänä voi pilata akun suhteellisen no-

peasti. Tästä syystä autovalmistajat suosittelevatkin, että mikäli auto jätetään seisomaan paria viikkoa pidemmäksi aikaa, tulee akku varata tai purkaa noin 25–50 % varaus- tilaan.

Tätä kirjoitettaessa tyypilliset autovalmistajien takuu- ajat ovat noin 5–10 vuotta ja 160–200 tkm.

Nyt kun ensimmäisistä sähköautoista alkaa takuut loppua (Opel Ampera, Nissan Leaf) niin onko tarkoitus kouluttaa Suomessa huoltajia, jotka osaisivat korjata näiden akkuja? Ilmeisesti näissä on ollut lähinnä anturivikoja.

Tällä hetkellä vaihtelee auton valmistajittain, millaisilla ohjeilla akkuja korjataan. Periaatteessa kaikkia akkuja voisi korjata, mutta suurin osa autovalmistajista haluaa akut tehtaalle takaisin. Akut ovat osoittautuneet erit- täin luotettaviksi, joten korjauksia on tehty hyvin vähän per automerkki. Laadunseurannan, erikoistyökalujen ja osaamisen kannalta onkin usein järkevää vaihtaa akku uuteen ja palauttaa viallinen tehtaalle. Jotkut valmista- jista kyllä ohjeistavat myös korjaamisen ja moduulien vaihdon. Tällöin mekaanikot luonnollisesti myös koulu- tetaan tähän työhön. Hybridiautoissa on täyssähköauto- ja pienemmät akut ja niiden vaihtaminen on helpompaa ja halvempaa, joten usein se on myös korjaamista edul- lisempaa. Autovalmistajien lisäksi akkujen korjaamiseen keskittyviä yrityksiä on jo olemassa Suomessakin ja nii- den määrä varmasti kasvaa.

Sama käytäntö on toki muissakin perinteisissä auton komponenteissa kuten esim. vaihdelaatikot ja vaihtovir- talaturit, joita ei juuri korjata vaan ne lähetetään tehtaalle tai erikoiskorjaamoon korjattavaksi. Osa niistä kyllä palautuu markkinoille tehdaskorjattuna. Oletan akkujen osalta tapahtuvan tulevaisuudessa samoin.

Yliladattaessa tai vioittuessa akut kehittävät lämpöä ja painetta; niin sanottu hallittu paineen vapautuminen liekin kera. Kuinka vaarallista se on suljetussa autotallitilassa?

Palo itsessään ei ole sen vaarallisempi kuin polttoainepa- lokaan. Hankalaksi tilanteen tekee se, ettei palavaa litium- makustoa yleensä pystytä sammuttamaan kesken reak- tion, koska suoraan akun sisälle ei saada sammutusvettä. Toisaalta helpottavana tekijänä on, että akkusuunnittelus- sa reaktion hallittavuus otetaan huomioon ja akkupaketit varustetaan poistoventtiileillä tai -putkilla, jotka on suun- nattu pois päin autosta ja sen herkimmin palavista osista.

Kenties vakavin asia akkupalossa, etenkin suljetussa tilassa, on reaktiossa muodostuva kaasumainen vetyfluoridi, joka on sekä erittäin myrkyllistä että voimakkaasti korrosoivaa. Samaa kaasua vapautuu pieniä määriä myös ilmastoinnin kompressorin kylmäaineen palaessa, joten minkä tahansa auton palaminen tuottaa tätä ja muitakin myrkykaasuja.

Miksi litiumittomien akkuteknologioiden kehitystä hidastetaan rahoituksen myönnön hitaudella?

Tutkimusrahoituksen myöntäminen on monimutkainen prosessi. Kysymyksen sisältämä väite kaipaisi tuekseen lähdevitteitä: kuka hidastaa, missä ja mahdollisesti millä motiiveilla?

Miltä näyttää sähköautojen akku- ja toimintamatkakehitys esimerkiksi seuraavan viiden vuoden päästä?

Vaikea arvioida. Voi tapahtua niinkin, että kattava pikalatausverkko ja nopeammat lataukset voivat johtaa myös akkukapasiteettien pienenemiseen nykyisistä maksimiarvoistaan, koska tämä laskee ajoneuvon massaa, päästöjä ja hintaa. On kuitenkin muistettava, että päivittäinen käyttötarve on useimmilla hyvin pieni (40–60 km), jolloin esimerkiksi 500–600 km:n toimintamatka riittää viikon tarpeisiin.

Kehityspaineet tällä hetkellä eivät ole toimintamatkan pidentämisessä, koska nykyisin päästään helposti 400–600 km matkoihin yhdellä latauksella, mikä riittää lähes kaikkeen yksityiskäyttöön. Markkinoilla on nyt erittäin suuri kysyntä sähköautoista, joiden pieni akku riittää noin 200–300 km ajoon yhdellä latauksella, joiden hankintahinta on halpa (noin 20 t€) ja joita myös saa kohtuullisella toimitusajalla. Myös poliittisista syistä on nyt olennaista, että tämä suuri ”kauppakassi”- ja työmatkakulkineiden luokka saadaan sähköistettyä nopeasti ja kustannustehokkaasti.



Markkinoilla on nyt erittäin suuri kysyntä sähköautoista, joiden pieni akku riittää noin 200–300 km ajoon yhdellä latauksella.

LATAAMINEN

KYSYMYKSIÄ SÄHKÖAUTOISTA

Kuinka isoja (kW) ovat autossa olevat akkulatorit sähkö- ja hybridautoissa. Vaihtelevatko kilowatit merkkikohtaisesti?

Tyypillisesti ladattavissa hybrideissä käytetään tällä hetkellä yhden tai kahden vaiheen vaihtosähkölatausta, jolloin autossa oleva laturi on 3,7 kW tai 7,4 kW. Täyssähköautoissa voi olla vaihtosähkölatureita jopa 22 kW:iin saakka, joskin tämä on harvinaista. Tyypillisesti vaihtosähkölaturit ovat täyssähköautoissa 7,4 kW ... 11 kW:n suuruisia. Esimerkiksi 3,7 kW:n vaihtosähkölaturi ottaa virran latausasemalta yhdestä vaiheesta, eli latausasema vaatii vähintään yhdellä vaiheella 16 A:n syötön. 11 kW:n vaihtosähkölaturilla lataaminen täydellä teholla vaatii latausasemalle kolmella vaiheella 16 A:n syötön. Joissain autoissa esimerkiksi 7,4 kW:n laturi voi olla vain yksivaiheinen, jolloin täydellä teholla lataaminen vaatisi latausasemalle 32 A:n sähkönsyötön yhteen vaiheeseen. Laturit ovat kuitenkin niin viisaita, että ne ottavat juuri sen verran virtaa kuin latausasema pystyy kulloinkin antamaan. Esimerkiksi suko-pistokkeesta ladatessa suositusten mukaan virta on auton mukana tulleissa latauskaapeleissa rajattu yleisimmin 8 A:iin, mikä tarkoittaa latausta 1,8 kW:n teholla. Kiinteitä vaihtovirtalatauspisteitä (3,7 kW ... 22 kW) kutsutaan "peruslatauspisteiksi" ja lataamista näistä hidaslataukseksi.

Useita täyssähköautoja, ja joitain ladattavia hybridi-autoja, voi ladata myös pikalatauksella. Pikalataustehot lähtevät 22 kW:sta ja tällä hetkellä maksimi on jopa 350 kW. Myös maksimaalinen pikalatausteho on ajoneuvomallikohtainen. Monessa autossa pikalatausteho rajoittuu tällä hetkellä 50 kW:iin mutta on myös paljon malleja, jotka kykenevät lataamaan suuremmallakin teholla. Kirjoitushetkellä suurimman lataustehon omaava ajoneuvo on Porsche Taycan (270 kW). Monessa muussakin uudessa täyssähköautossa 150 kW:n latausteho alkaa olemaan normaali.

Sähköauton akuston lataaminen on tunnetusti varsin hidas toimenpide. Onko teknisesti mahdollista hoitaa asia niin, että ensin ladataankin energia suurtehokondensaattoriin, joka sitten ruokkii akustoa tarpeen mukaan ajettaessa?

Teoriassa mahdollista, käytännössä ei (ainakaan toistaiseksi), koska kaksi rinnakkaista energianvarausjärjestelmää nostaisi ajoneuvon kokoa ja hintaa liikaa. Mitään

vakavasti otettavia suunnitelmia tämän edistämiseksi ei ole. Kun nykyaikaisten sähköautojen akkuihin voidaan ladata jopa 300 km kantamaa 15–20 minuutissa, niin latauksen nopeus on melko harvalle ongelma.

Kysymykseni koskee auton langatonta latausta kotona autokatoksessa. Sulake 16A. Mistä hintaluokasta puhutaan?

Langattomia latauslaitteita ei ole vielä markkinoilla, joten hintaluokkaa on vaikea arvioida. BMW:llä on langaton lataus ollut testikäytössä Saksassa vuodesta 2018 ja Yhdysvalloissa syksystä 2019. BMW:n langaton latauslaite lataa 3,7 kW:n teholla. Käytännön kokemus on kuitenkin osoittanut latauskaapelin kytkemisen pieneksi vaiaksi ja hetken kuluttua harva kaipaa enää langatonta latausta.

https://www.press.bmwgroup.com/usa/article/detail/T0299828EN_US/bmw-expands-530e-sedan-inductive-charging-pilot-program-to-us?language=en_US

Olen ajanut sähköautolla nelisen vuotta. Mielestäni suurin ongelma sähköautojen leviämiseen on taloyhtiöiden haluttomuus järjestää latausmahdollisuus asukkaankustannuksella. Mitä tälle pitäisi tehdä?

Suomessa on monessa taloyhtiössä autopaikoilla lämmitystolpat, ja jos katsotaan tilannetta puhtaalta pöydältä, niin latausmahdollisuuden lisääminen ei tuo siihen päälle paljoakaan lisäkustannusta, kun latausteho pysyy mallillisena. Yksi jo meneillään oleva toimenpide tulee EU:sta rakennusten energiatehokkuusdirektiivin (EPBD) implementoinnin myötä, joka tulee edellyttämään latauspisteitä uusille ja laajasti korjattaville pysäköintialueille. Tarkat vaatimukset ja vaadittavien latauspisteiden määrät ovat vielä auki. Asia on uusi niin taloyhtiön hallituksille, isännöitsijöille kuin asukkaille, joten ennakkoluuloja ja vääriä käsityksiä on paljon. Ne ovatkin tällä hetkellä suurimmat esteet. Yksi tämänkin julkaisun tarkoituksista on lisätä tietoa ja sitä kautta poistaa turhia esteitä.

Taloyhtiön vuosittainen yhtiökokous ja hallitus ovat tehokkaita vaikutuspaikkoja, jos haluat edistää latauspaikkoja taloyhtiössä.

Pääosa lataamisesta tapahtuu taloyhtiöissä yön yli ja tällöin aikaa on yleensä vähintään 10–12 h. Halvimmillaan käytetään lämpötolppaa sellaisenaan 8 A virralle, jolla saadaan noin 1,8 kW latausteho ja ladattua yön aikana 18–22 kWh. Se riittää noin 100 km päivittäiseen ajoon. Älykkäällä latausjärjestelmällä, joka säättää autojen latausta, teho voidaan helposti kaksinkertaistaa 3,7 kW:iin. Kohtuullisilla muutoksilla on yleensä mahdollista päästä 7,4–22 kW lataustehoihin ainakin osassa latauspisteitä, joka antaakin 100 km ajomatkan jo 1–3 h latauksella. Tasapuolisuus varmistuu autokohtaisella energiamittauksella ja autopaikkojen hinnoittelulla. Sähköautojen latauskustannukset voidaankin järjestää tasapuolisemmin kuin perinteiset autopaikat sähkötolppineen, joissa satunnainen moottorinlämmittäjä käytännössä maksaa ahkeran sisätalälämmittimen käyttäjän sähköjä, kun kaikki maksavat samaa kuukausimaksua.

Mitkä ovat taloyhtiöiden mahdolliset velvoitteet latauspisteiden järjestämisen suhteen?

Kun painetta latauspisteiden rakentamiseen alkaa tulla asukkaiden puolelta, niin tämäkin ongelma ratkeaa. Taloyhtiöissä on vielä paljon pelkoa ja epätietoisuuttakin siitä, mitä sähköauton lataaminen tarkoittaa. Jos suomalaisen ajosuorite on keskimäärin 50 km päivässä, saa tällaisen kantaman ladattua täyssähköautoon tai ladattavaan hybridi-autoon 5–6 tunnissa tavallisesta suko-pistokkeesta 8 A:n virralla. Virta on sama tai jopa pienempi, minkä esimerkiksi lohkolämmitin ja sisätalälämmitin helposti ottavat jo nykyäänkin. Vanhemmille taloyhtiöille olisi helpohko tapa antaa lupa sähköautojen lataamiseen ilman suurempaa remonttia. Toki sähkörasia on syytä vaihtaa sähköauton lataamiseen paremmin soveltuva, mikä olisi myös varustettu sähkömittauksella, jolloin sähköauton lataaja voi kattaa lataamisesta aiheutuneet kustannukset.

EPBD-direktiivi vuodelta 2018 määrittää jäsenvaltioille tehtäväksi asettaa vaatimukset sekä julkisille että taloyhtiöiden latauspisteille. Suomen asetusluonnos on ollut lausuntokierroksella ja se astunee voimaan tänä vuonna. Asetusluonnoksessa oli hahmoteltu, että uusissa ja laajasti remontoitavissa taloyhtiöissä, joissa on neljä tai useampi autopaikka, tulee jokainen pysäköintipaikka va-

rustaa vähintäänkin putkituksella sähköautojen latauspaikkoja varten.

Taloyhtiön vuosittainen yhtiökokous ja hallitus ovat tehokkaita vaikutuspaikkoja, jos haluat edistää latauspaikkoja taloyhtiössä. Lähetä perusteltu pyyntö ja ratkaisuehdotus hallitukselle ja pyydä asian käsittelyä yhtiökokouksessa. Menemällä yhtiökokoukseen ja varautumalla asialliseen keskusteluun, ei latauspaikkojen saaminen pitäisi olla ongelma. Pelkkä sähköposti isännöitsijälle tai satunnainen keskustelu pihalla ei useinkaan toimi. Hyvää apua tähän saa latausjärjestelmien toimittajilta.

Taloyhtiön vakuutusehdoissa tai suojeleuhojeissa saatavaa olla vaatimuksia latauspisteille. Esimerkiksi Lähitapiolan kiinteistövakuutuksen ehtoissa vaaditaan, että ennen latauksen sallimista on tarkistettava olemassa olevien asennusten soveltuvuus. Tarkastuksista on esitettävä sähköasennusliikkeen kirjallinen todistus pyydettäessä. Latauslaitteet on myös huollettava säännöllisesti. [1]

[1] <http://public.brandgate.fi/lahitapiola/lahitapiola/fj/tiedostot/1136311.pdf>

Miten voin laskea helposti, kuinka kauan sähköauton akun lataaminen täyteen kestää?

Suuntaa antavan ajan saa, kun akun kapasiteetti jaetaan latausteholla. Esimerkiksi 20 kWh akku ja 7,4 kWh latausteho antavat latausajaksi 20 kWh / 7,4 kW = 2,7 h.

Ensin siis täytyy tietää, minkä suuruisella teholla auto ja latauspiste pystyy akkua lataamaan ja minkä kokoisella akulla auto on varustettu. Otetaan ajoneuvoksi hypoteettinen täyssähköauto, jonka akun hyötykapasiteetti on 20 kWh. Sen sisäinen vaihtosähkölaturi kykenee lataamaan kahdesta vaiheesta 7,4 kW:n teholla ja pikalaturista se kykenee lataamaan 50 kW:n maksimiteholla. Laskennassa täytyy huomioida, että akun lataaminen ei tapahdu täydellä teholla, vaan teho pienenee akun täytyttyä. Tämän vuoksi valmistajat ilmoittavatkin latausaikoja usein 10 % ... 80 %:n kapasiteettiin, mikä sinänsä on aika- ja kustannustehokkain tapa matkan jatkamiseen.

Mikäli auto ladataan suko-pistokkeesta auton mukana tulleella latauskaapelilla, jonka virta on rajoitettu 8 A:iin:

$$P=U*I=230\text{ V} * 8\text{ A} = 1840\text{ W} = 1,84\text{ kW}$$

$$E=P*t \Rightarrow t = E/P$$

$$T = 20\text{ kWh} / 1,84\text{ kW} = \text{noin } 11\text{ h}$$

Mikäli auto ladataan peruslatauspisteestä (7,4 kW):

$$T = 20\text{ kWh} / 7,4\text{ kW} = \text{noin } 3\text{ h}$$

Mikäli auto ladataan pikalatauspisteestä (50 kW):

$$T = 20\text{ kWh} / 50\text{ kW} = \text{noin } 30\text{ min}$$

Karkeasti latausaika on laskettavissa sähkötekniikan peruskaavoilla yllä olevan mukaisesti. Akkuun menevän energian lisäksi osa latausvirrasta menee myös auton matalajännitepiiriin. Ladattaessa tarvitaan energiaa myös ohjainlaitteille, akun jäähtymiselle, akun kontaktorien pitovirralla jne. Tämä energia on akulle menevästä latausvirrasta pois, ja sitä kautta hieman pidentää lataukseen tarvittavaa aikaa. Etenkin suuremmilla virroilla ladattaessa vaikuttaa akun lämpötila huomattavasti virran vastaanottokykyyn. Lämpötilan laskiessa latausvirta pienenee.

Lisäksi kovilla pakkasilla (tyypillisesti -15 astetta tai kylmempi) osaa lataustehosta käytetään akun lämmittämiseen, sen vaurioitumisen estämiseksi. Tarkka raja riippuu auton mallista, mutta esimerkiksi -30 asteen pakkasella 8 ampeerin latausvirta ei riitä edes latauksen käynnistämiseen, jos akku on ehtinyt jäähtyä ajon jälkeen.

Miksi v2h ei tule Suomeen?

V2H eli Vehicle-to-Home-tekniikalla tarkoitetaan sähköä siirtämistä autosta kotiin. Ajoneuvosta kotiin -tekniikan ideana on hyödyntää auton akkuihin varattua sähköä esimerkiksi kodin sähkökulutuksen korkeimpina hintajaksoina päivän aikana ja ladata akkua verkosta niihin aikoihin, kun sähkö on edullisempaa, esimerkiksi yöllä. V2H-, tai V2G- (Vehicle-to-Grid -ajoneuvosta verkkoon) -tekniikat eivät ole vielä laajasti käytössä mutta älykkäiden ajoneuvojen, -latauslaitteiden ja -verkkojen kehitystyötä tehdään jatkuvasti ja ne omaavat suuren potentiaalin sähkövirran kulutuksen tasoittamiseksi koko sähköverkossa täyssähköautojen yleistyessä.

V2H on toistaiseksi melko kallis tekniikka. Se on myös tähän asti lanseerattu vain maissa, joiden asuntojen sähköliittymä on tavallisesti yksivaiheinen. Kolmivaiheisuus ei ole teknisesti ongelma, mutta se nostaa järjestelmän hintaa. Lisäksi, jos V2H-järjestelmältä edellytetään varavoimakäyttöä, tulee invertterin olla erittäin järeä riittävän oikosulkuvirran tuottamiseksi, jotta sähköturvallisuus ei vaarannu.

<https://www.ensto.com/fi/tuotteet/sahkoautojen-lataus-tuotteet/lue-lisaa-v2g-ja-v2h-tekniikasta/>

Miten sähköautojen kysynnän ja tuotannon suhde on ennakoitavissa ja miten latauskapasiteetin odotetaan saavuttavan kasvavan tarpeen?

Ennustaminen on aina hankalaa. Taaksepäin katsoen, ladattavien hybridien ja sähköautojen määrä on esimerkiksi Suomessa lähestulkoon tuplaantunut vuosittain vuodesta 2012 saakka, eikä mikään viittaa siihen, että tahti kovasti tulisi hidastumaan. Täyssähköautoja ja ladattavia hybrideitä oli markkinoilla vuoden 2018 lopussa 60 eri mallia. Tämän vuoden lopussa määrän arvioidaan olevan 180 eri mallia. Muun muassa näiden pohjalta rakennetaan eri skenaarioita autojen määrästä.

Jakeluinfrastruktuuri antaa suosituksen, että jokaista kymmentä sähköautoa ja ladattavaa hybridiä kohden tulee olla yksi julkinen peruslatauspiste ja jokaista sataa täyssähköautoa kohden tulee olla yksi pikalatauspiste. Latausinfra on toistaiseksi pysynyt mukana tavoiteluvuissa, vaikkakin etenkin pikalatauspisteiden infraa rakentaa harmittavan harva taho. Jakeluinfrastruktuuri ei ota kantaa etäisyyksiin, ainoastaan ajoneuvojen määrään, minkä vuoksi pitkien etäisyyksien Suomessa se ei kerro koko totuutta. Lisäksi suurin osa autoista, ja myös latausinfra, keskittyy tällä hetkellä eteläiseen Suomeen.

Miten lataustehon nosto ja latauksen hyötysuhde korreloivat?

Periaatteessa ja käytännön syistä kokonaishyötysuhde voi hieman pienentyä, suuremmista resistiivisistä häviöistä johtuen. Esimerkiksi 150 kW latausteho 400 V jännitteellä vaatii 375 A virran. Näin suuri jatkuva virta puolestaan vaatii poikkipinta-alaltaan 70...95 mm² kuparijohtimet. Alumiinilla puolestaan ollaan jo 250 mm² kokuokassa.

95 mm² kuparijohtin on halkaisijaltaan noin 20 mm ja painaa toista kiloa metriltä. Tasavirtapikalataukseen johtimia tarvitaan kaksi. Latauskaapelista liittimiseen tulee siis suurikokoinen, jäykkä ja painava, jonka käsittely voi aiheuttaa haasteita fyysisesti heikommille henkilöille. Näistä syistä johtuen suuritehoisimmissa pikalatureissa päädytään yleensä käyttämään hieman ohuempia johtimia suurempien tehohäviöiden sekä lämpötilan nousun kustannuksella, ja kaapeliin lisätään nestejäähdytys.

Satojen kilowattien latauksen hyötysuhteeseen ei kuitenkaan muutaman sadan watin häviöillä kovin suurta merkitystä ole.

Miten ratkaistaan sähköautojen latausniissä kaupunkien keskustoissa, joissa ei juuri ole autopaikkoja?

Esimerkiksi kaupoissa ja huoltoasemilla yleistyvät keskinopeat laturit ja pikalaturit mahdollistavat samantyyppisen ajokäyttäytymisen kuin polttomoottoriautoissakin. Toki omalla parkkipaikalla oleva hidaslataus on optimaalinen ratkaisu sähköautoiluun, mutta näin tosiaan ei aina ole mahdollista toimia. Erilaisia vaihtoehtoja on olemassa. Esimerkiksi Lontoon kaupunki aikoo lisätä sähköautojen latausmahdollisuuksia asentamalla vuoden 2020 loppuun mennessä 1 150 latauspistettä kadunvarsien valopylväisiin.

Esimerkiksi jos auto on 22 kW latauspisteessä 30 minuutin kauppareissun ajan, akkuun saadaan 11 kilowattituntia energiaa, joka vastaa noin 50 kilometrin ajomatkaa.

Millainen lataamistapa on akun käyttöiän kannalta paras ladattavalle hybridille? Suko vai latausasema?

Ladattavien hybridien osalta lataustapa ei ole kovin merkityksellinen. Latausasematkin ovat hidaslataukseen kykeneviä peruslatauspisteitä ja niillä ladataan ladattavia hybrideitä tyypillisesti 3,7 kW:n ... 7,4 kW:n teholla, kun suko-kaapelilla teho on tyypillisesti 1,8 kW. Tällä ei ole merkittävää vaikutusta akun kestoikään. Akkujen kestoikään latausteho voi vaikuttaa vasta todella suurilla tai todella pienillä tehoilla. Ongelmia muodostuu lähinnä akkujen tasaamisessa tai lämpötilan nousussa. Liian pieni latausvirta ei riitä kennojen varaustilan tasaamiseen, mutta jo pienin 1,8 kW teho riittää tähän. Vastaavasti suuritehoisessa pikalatauksessa (joissain ladattavissa hybrideissäkin käytettävissä) seurataan lämpötiloja ja kennojen varaustilaa, sekä lataustehoa säädetään automaattisesti pienemmäksi, jos on tarvetta.

Kannattaako lataus ajastaa vai ladata heti pysäköidessä?

Lyhyt vastaus lienee, että yleensä kannattavampaa on ajastaa lataus päättymään ennen ajoon lähtöä. Asiaan vaikuttaa useampi tekijä, tärkeimpinä esim. kellonaika, ulko-/tallilämpötila ja akun senhetkinen varaustila. Akun eliniän kannalta on edullisinta, ettei akkua seisoteta kovin tyhjänä tai täytenä, samoin korkeat lämpötilat ovat haitallisia. Lisäksi yö sähkö on halvempaa, joten on hie man edullisempaa ladata akku täyteen yöaikaan kuin esim. alkuillasta työpäivän jälkeen.

Lontoon kaupunki aikoo lisätä sähköautojen latausmahdollisuuksia asentamalla vuoden 2020 loppuun mennessä 1 150 latauspistettä kadunvarsien valopylväisiin.



Toisaalta jos autoa säilytetään ulkona ja pakkasta on paljon, voi auton käytännössä joutua lataamaan pian ajon jälkeen – litiumakku luovuttaa kyllä virtaa ulos kovassakin pakkasessa (kapasiteetin kustannuksella) eli autolla voidaan ajaa, mutta akkuja ei voida ladata ainakaan kovin isolla teholla. Jo kymmenen asteen pakkasen voi hidastaa latausta huomattavan paljon – läheskään kaikissa akuissa ei lämmitystä ole, eikä akku pienellä teholla ladattaessa käytännössä juurikaan lämpene.

Onko latausjohto samanlainen kaikissa autoissa?

Auton päässä olevissa latausvastakkeissa on eroja. Tyyppi 2 -liitin [Type 2] on standardoitu EU:ssa ja se tulee syrjäyttämään muut liittimet. Valtaosasta autoja se jo löytyykin, mutta vanhemmista malleista löytyy vielä Tyyppi 1 -liitintä [Type 1]. Kaikille autoille on kuitenkin yhteistä, että niitä voidaan ladata latauspisteistä, joissa on Tyyppi 2 -pistorasia. Tämä tapahtuu käyttämällä latausjohtoa, jonka toisessa päässä on Tyyppi 2 -pistotulppa ja toisessa päässä autoon sopiva pistoke.

Jos latauskaapeli on asemassa kiinteä, se sopii vain joko Tyyppi 1- tai Tyyppi 2- vastakkeella varustettuihin autoihin. Markkinoilla on myös asemia, joissa on molemmat kaapelit kiinteänä, ja niitä näkee asennettuna esimerkiksi hotellien parkkihalleihin.

Tyyppi 2 -pistokkeen kautta peruslataus (AC) voidaan toteuttaa ajoneuvosta riippuen 1-, 2- tai 3-vaiheisesti. Pikalataukseen käytetään pistokkeita CHAdeMO ja CCS.

Mitä erilaisia latauspistevaihtoehtoja on olemassa? Mikä olisi tehokkain ja järkevin kotitai pienen korjaamon käyttöön niin, että se kattaisi mahdollisimman suuren osan auto-kannasta? Onko kolmivaihevirtaakin käytettävissä ratkaisuun?

Kotikäytössä ja työpaikkojen / kauppojen asiointilatauksessa hinta-laatusuhteeltaan järkeviä ovat peruslatauspisteet. Mikäli latauspaikka on kiinteä, suositeltava voi olla seinään kiinteästi kiinnitettävä peruslatauspiste. Vaikka suurin osa ajoneuvoista onkin varustettu Tyyppi 2 -liittimellä, on liikenteessä myös ajoneuvoja Tyyppi 1 -liittimellä. Tällaiseen käyttöön, esimerkiksi korjaamolla, on järkevää käyttää latauslaitetta, jossa on Tyyppi 2 -pistorasia, eikä kiinteää johtoa ollenkaan. Tällaisia ovat suurin osa julkisista peruslatauspisteistä, joten useimmilla auton käyttäjillä on omaan autoon soveltuva Tyyppi 2 - Tyyppi 2 -latauskaapeli tai Tyyppi 1 - Tyyppi 2 -latauskaapeli olemassa. Latauslaite voidaan kytkeä kiinteistön käytössä olevasta sähkökapasiteetista riippuen

1-...3-vaiheisesti, joko 16 A:n tai 32 A:n sulakkeiden taakse. Kytkeväntavasta riippuen latauslaitteesta voidaan ladata maksimissaan siis 3,7 kW...22 kW:n latausteholla ja ajoneuvo ottaa sen verran virtaa, kun se itse kykenee ottamaan vastaan tai latauslaitteesta on tarjolla.

Mikäli latauspaikaksi ei haluta esimerkiksi korjaamolla tehdä kiinteää paikkaa, on olemassa myös kannettavia latauslaitteita, jotka liitetään käytössä olevaan kolmivaihepistorasiaan. Tällaiset voivat olla hyvin toimivia teollisuuskiinteistöissä, kuten korjaamoissa, joissa on paljon kolmivaihepistokkeita käytössä. Näitä löytyy sekä kolmivaiheisiin CEE 16 A -pistokkeisiin (max 11 kW) että CEE 32 A -pistokkeisiin (max 32 A).

22 kW ilman kiinteää kaapelia oleva peruslatauspiste, jossa ei ole kiinteää kaapelia eikä hienoja etäohjaus- ja laskutusominaisuuksia, maksaa asennettuna noin 1 000 euroa (sis. alv).

Olen ladannut 15,1 A virralla sähköautoa 3 vuoden ajan n. 5 h / yö ongelmitta. Ei edes lämpene. Kun toimii näin hyvin, onko oletettavaa, että kaikki toimii vaikka latausaika olisi isompiakkuksessa 10 h tai 15 h? Onko tutkimuksia töpselin vanhentumisesta, milloin vaihto?

Kysymyksestä ei käy ilmi, millä liittimellä autoa ladataan. Jos kyseessä on tavallinen kotitalouspistorasia (suko), niin lataus noin suurella virralla on aina riski. Se, että oman tai vaikka koko kaveripiiriin pistorasiat ovat tähän asti kestäneet suurivirtaisen latauksen, ei ole peruste tehdä asiasta johtopäätöksiä, sillä tarkasteltava joukko on hyvin pieni. Jos esimerkiksi yksi kymmenestä tuhannesta pistorasiasta aiheuttaisi suurivirtaisen latauksen seurauksena tulipalon, tarkoittaisi se sähköautojen yleistyessä pahimmillaan jopa satoja tulipaloja. Lataus on poikkeuksellisen suurta ja pitkäaikaista kuormaa, jollaista pistorasia ei välttämättä tulisi muuten koskaan kokemaan. Lisäksi lataus tapahtuu tavallisesti yöaikaan asukkaiden nukkuessa, joka lisää riskiä entisestään, verrattuna moneen muuhun suurivirtaiseen käyttöön, jotka tapahtuvat päiväsaikaan sähkön käyttäjän ollessa lähiellä.

Pistorasian lämpötilaa on mahdollista tarkkailla, mutta myös seinien eristeiden sisällä oleva johdotus, liitokset ja sulakkeet kuumenevat ja niiden lämpötilaa on vaikeampi seurata. Pistorasia, sen johdotus sekä sulakkeet ovat mitoitettu 16 A maksimivirralla. Jatkuva virtaa etenkin pistorasia kestää vähemmän ja siksi suositus on 8 A. Pistorasioiden kosketinkielet voivat kulua ja väsyä ajan kuluessa, jolloin pistorasia alkaa kuumeta. Usein on myös vaikea tietää, jakautuuko vir-

taa myös muualle esimerkiksi valaistukseen, joten todellinen virta johtimissa ja liitoksissa voi olla suurempi.

Lisää aiheesta: <https://etn.fi/index.php/kolumni/7440-nain-lataat-sahkoauton-turvallisesti-kotipistorasiasta>

Milloin sähköauton/ladattavan hybridin lataaminen on turvallista tavallisesta 10 A tai 16 A schukosta? Mitä pitää ottaa huomioon?

SESKO:n suosituksen mukaisesti suko-pistokkeesta tulisi jatkuvassa, eli useampituntisessa, käytössä rajoittaa käytettävä virta 8 A:iin. Tästä syystä ajoneuvojen mukana tulevat suko-latauslaitteet käyttävät usein juuri 8 A:in virtaa, joka on kirjattu myös latausjohtojen suojalaitetta koskevaan standardiin SFS-EN 62752. [1] Joissain latauslaitteissa käytetään 10 A:in virtaa mutta näissä pistotulppa on varustettu lämpötunnistimilla, joiden antaman lämpötilatiedon perusteella lataus katkaistaan mikäli suko-pistokkeen lämpötila nousee liikaa. Mikäli latauslaite lataa 16 A:in virralla ja latauslaitetta käytetään esimerkiksi kotona tietyssä pistorasiassa, on syytä harkita pistokkeen vaihtamista 16 A:n jatkuvaan virtaan soveltuvaan pistokkeeseen, kuten ns. karavaanaripistokkeeseen (CEE Blue 16 A). Huonokuntoisen näköisestä, tummuneesta tai vanhasta pistokkeesta ei pidä koskaan lähteä lataamaan.

[1] <https://etn.fi/index.php/kolumni/7440-nain-lataat-sahkoauton-turvallisesti-kotipistorasiasta>

Mikäli latauslaite lataa 16 A:in virralla ja latauslaitetta käytetään esimerkiksi kotona tietyssä pistorasiassa, on syytä harkita pistokkeen vaihtamista 16 A:n jatkuvaan virtaan soveltuvaan pistokkeeseen, kuten ns. karavaanaripistokkeeseen (CEE Blue 16 A).

Nissan LEAF 30 kWh akun yhden solun varaus on alhainen, verrattuna muihin soluihin (jännite-ero 245 mV) varaustason ollessa 87 %. Kuinka kauan aikaa autolta menee balansointiin, jotta päästään edes sallittuun 33 mV eroon, LEAFin balansointi virta max. 10 mA?

Lähtökohtaisesti kennon jännite-ero on niin suuri, että todennäköisesti akussa on vikaa. Itse kenno voi olla viallinen tai akussa voi olla jokin muu vika joka on vioittanut/purkanut kennon. Myös akunhallintajärjestelmän mitta-piirin vika on mahdollinen.

Miksi teihin ei upoteta induktiolatureita asfaltin alle?

Tätäkin asiaa tutkitaan. Ensimmäinen sähkötie valmistui vuonna 2018 Ruotsiin Arlandan ja Rosersbergin väliin kahden kilometrin matkalle. Tässä tapauksessa lataus suoritetaan kuitenkin mekaanisten virroittimien kautta. Valtaosa henkilöautoilijoista selviää päivittäisestä ajamisestaan kotilatauksen turvin. Koti- ja asiointilatausta täydentävä kattava pikalatausverkko lienee kustannustehokkain tapa matkan jatkamiseen, sillä taukoja on pidettävä joka tapauksessa matkan aikana.

<https://eroadarlanda.com/>

Latausaika ilmoitetaan usein 80 prosenttiin asti. Mikä on akun varaustaso ilmoitetun latausajan alkaessa?

Yleensä noin 10 %. Ajatuksena on, että akkua ei ole ajettu täysin tyhjäksi (kuten polttoainesäiliötäkään ei ajeta). 80 prosentin lataustason jälkeen lataus hidastuu merkittävästi. Matkan jatkumisen kannalta tehokkaimmat latausminuutit saa hyödynnettyä, kun akku ladataan 80 %:n varaustasoon saakka.

Mikä on tämänhetkinen latauspisteiden verkon laajuus?

Syyskuun 2019 lopussa Suomessa oli julkisia peruslatauspisteitä 2 643 kpl, eli yksi julkinen peruslatauspiste per 9,5 sähköautoa/ladattavaa hybridiä (jakeluinfradi-
rektiivin suositus on yksi piste per 10 autoa). Julkisia pikalatauspisteitä oli 220 kpl, eli yksi piste per 19,1 täyssähköautoa (suositus on yksi piste per 100 autoa). Näiden lisäksi Teslalla on omia asiakkaita palveleva verkosto, jossa on 50 pikalatauspisteitä ja 73 peruslatauspistettä.

Latausverkon kehitystä voi kätevästi seurata Teknologiateollisuus ry:n neljännesvuosittain ilmaiseksi verkossa julkaistavasta Sähköisen liikenteen tilannekatsauksesta. [1]

[1] <https://emobility.teknologiateollisuus.fi/>

Mistä tietää, voiko pikalatauslaitteesta ladata useampi auto kerralla. Voiko esim. yhdestä CCS- ja CHAdeMO-tolpasta ladata kaksi ajoneuvoa yhtäaikaan?

Kahden auton pikalataaminen samanaikaisesti on latausoperaattorin tehtävä ilmoittaa. Tällaiset latauslaitteet ovat vielä harvinaisia, mutta odotettavasti niiden määrä lisääntyy erityisesti suurteholatauslaitteiden kohdalla. Yksi tapa ilmoittaa asia on: Latausteho 1x150 kW / 2x75 kW. Samassa laitteessa olevaa vaihtosähkölatausta voi käyttää samanaikaisesti CCS:n tai CHAdeMO:n kanssa.

Latausinfra kehitys pohjoisen suunnalla esittää tällä hetkellä akkuauton oston. Tornio-Kilpisjärvi-välillä on muutama latauspaikka, mutta milloin voisi pitkänmatkan kulkija olla varma latauksen jouhevasta onnistumisesta valtatie varrella?

Tornion ja Kilpisjärven välillä pikalatauspisteitä löytyy kirjoitushetkellä Olokselta ja Pellosta. Asiointilatauspisteitä (peruslatauspiste) löytyy enemmänkin. Latausinfra kasvaa jatkuvasti. Viimeisen vuoden aikana julkisten pikalatauspisteiden määrä on yli kaksinkertaistunut, mikä on samassa suhteessa täyssähköautokannan kasvun kanssa. Julkisten peruslatauspisteiden määrä on kasvanut yli 50 %.

Latausverkon kehitystä voi kätevästi seurata Teknologiateollisuus ry:n neljännesvuosittain ilmaiseksi verkossa julkaistavasta Sähköisen liikenteen tilannekatsauksesta.

SÄHKÖINFRA

KYSYMYKSIÄ SÄHKÖAUTOISTA

Jos Suomessa otettaisiin käyttöön 75 000 sähköautoa vuodessa, niin kuinka sähkö riittäisi? Miten ratkaistaan sähkötehon (MW) riittävyys Suomessa silloin, jos 3 milj. sähköautoa on latauksessa (>2 kW/latauspiste > 6 000 MW)?

Jos Suomessa otettaisiin käyttöön 75 000 sähköautoa vuodessa, olisi sähköautokanta kymmenen vuoden päästä 750 000 kpl. Suomalaiset ajavat autolla keskimäärin 17 000 km vuodessa. Käytetään sähköauton kulutuksen arvona 20 kWh / 100 km. Tällöin päästään seuraavaan summaan:

$750\,000 * 17\,000 \text{ km} * 0,20 \text{ kWh/km} = 2,55 \text{ TWh}$

Suomen sähkönkulutus oli vuonna 2008 90 TWh ja vuonna 2018 87 TWh, eli 750 000 sähköauton lataamiseen tarvittava sähkö on vähemmän kuin näiden vuosien erotus. Autot ovat lisäksi latauksessa pääasiassa yöaikaan, jolloin kulutus Suomessa on pienimmillään. Olkiuoto 3 lisää Suomen tuotantomäärää 13 TWh.

Laskelma siis ilman älykästä sähköverkon ja latausinfraan hallintaa. Tulevat V2H- tai V2G-järjestelmät mahdollistaisivat sähköautojen akkujen hyödyntämisen myös sähköverkon kuormantasaukseen.

Tuoreen tutkimuksen mukaan erityisesti täyssähköautolla ajavista suurin osa ei lataa autoa joka päivä, jolloin tilanne, jossa kaikki autot lataisivat samanaikaisesti, on epärealistinen. Lisäksi esimerkiksi kello 18-8 välillä on neljätoista tuntia, joten lataus jakautuu luontaisestikin monelle eri tunnille. Älykkäällä latauksella voidaan välttää kulutushuippujen voimistuminen.

Tuoreen tutkimuksen mukaan erityisesti täyssähköautolla ajavista suurin osa ei lataa autoa joka päivä, jolloin tilanne, jossa kaikki autot lataisivat samanaikaisesti, on epärealistinen.

Riittääkö sähkön siirtokapasiteetti?

Koko valtakunnan tasolla riittää. Joitakin yksittäisiä pullonkauloja voi tulla, mutta sitä vähemmän, mitä useampi latausjärjestelmä rakennetaan älykkääksi. Tällöin lataus voidaan ajastaa tapahtumaan silloin, kun kapasiteettia on tarjolla, käytännössä siis yöllä.

Pullonkauloja saattaa tulla esimerkiksi yksittäisten muuntopiirien jakelumuuntajien kohdalla. Tällöin muuntaja voidaan vaihtaa kokoa suurempaan – näin on jo meneteltykin esimerkiksi maalämpöpumppujen yleistyttyä maaseudulla. Kaukolämmön piirissä olevilla asuinalueilla taas sekä sähköliittymissä että jakelumuuntajissa on pikemminkin ylikapasiteettia kuin pulaa kapasiteetista.

KYSYMYKSIÄ SÄHKÖAUTOISTA

Onko nykyinen dieselauto biodieseliä käyttäen puhtaampi kuin sähköauto?

Biodieselin päästölukema riippuu käytetystä raaka-aineesta, ja niiden kohdalla päästölukema on myös joissakin tapauksissa poliittinen päätös. Lisäksi valmistajat eivät useinkaan kerro julkisuuteen lukemia polttoaineen valmistuksessa kuluva lämpö- ja sähköenergiasta, tai käytetyn veden määrästä tai miten se tuotetaan. Näin ollen biodieselin vertailukelpoinen päästölukema on useimmissa tapauksissa kysymysmerkki, julkisten lähtötietojen puuttuessa.

Tavallinen virhe on laskea yhteen kaikki sähköauton valmistuksessa kuluva energia ja olettaa se tuotettavan suuripäästöisesti. Usein samassa vertailussa biodieselin valmistukseen kuluva energia oletetaan nollapäästöiseksi, jolloin sillä ei ole vaikutusta päästölukemaan, paljonko energiaa valmistuksessa kuluu.

Biodieselin päästöjen laskentaan liittyy useita epävarmuustekijöitä, joista merkittävimpiä on raaka-aineiden alkuperän salaaminen. Aihetta käsitellään laajemmin Helsingin Sanomien [1] ja Tekniikka&Talouden [2] artikkeleissa.

[1] <https://www.hs.fi/talous/art-2000006379007.html>

[2] <https://www.tekniikkatalous.fi/blogit/outoa-salailua-miksi-suomen-energiavirasto-panttaa-tietoja-uusiutuvan-dieselin-raaka-aineista-kun-vastaavat-tiedot-luovutetaan-ruotsista-iloisen-hejsanin-kerä/2635d05d-4a5a-4145-8508-ab2601a4496e>

Miten lasketaan, kuinka kauan sähköautolla tulee ajaa vuosia ja kilometrejä ennen kuin se on oikeasti vihreämpi kuin polttomoottori?

Esimerkiksi Suomen ilmastopaneelin julkaiseman autokalkulaattorin avulla (www.autokalkulaattori.fi).

Sähköauton valmistus tuottaa noin 3-4 tonnia enemmän CO₂-päästöjä kuin polttomoottoriauton. Suomen sähköntuotannon CO₂-päästöt vuonna 2019 olivat 88 g/kWh, jolloin 20 kWh/100 km kuluttavan sähköauton päästö olisi 18 grammaa kilometrille.

Keskimääräisen uuden polttomoottoriauton WLTP-mitustustavan mukainen CO₂-päästö on 141 g/km. Tähän tulee laskea noin +20-25 % lisää polttoainetuotannosta aiheutuvia päästöjä, jolloin vertailukelpoinen polttomoottorin CO₂-päästölukema olisi vähintään 169 g/km.

Tästä voidaan laskea, että Suomen keskimääräisellä sähköntuotannolla sähköauton päästöt ovat 169 - 18 = 151 g/km polttomoottoria pienemmät. Näin ollen sähköauto on polttomoottoria puhtaampi viimeistään 26 500 km kohdalla. Lukema luonnollisesti vaihtelee käytettyjen lähtötietojen mukaan, mutta lopputulos pysyy samana, eli sähköauto on suomalaisella sähköllä moninkertaisesti polttomoottoria puhtaampi valinta.

Laskelmat, joissa sähköauto on saatu näyttämään polttomoottoriautoa enemmän saastuttavalta, perustuvat usein siihen, että verrataan pientä dieselautoa suureen sähköautoon, ja valitaan sähkön - myös auton valmistuksessa käytetyn sähkön - tuotantotavaksi kivihiili. Tiukat päästönormit vaativat myös kalliita pakokaasujen puhdistusjärjestelmiä, minkä vuoksi valmistajat ovat luopuneet pienten dieselautojen valmistuksesta.

Valmistajat harvoin ilmoittavat auton valmistuksen päästöjä suoraan. Esimerkiksi Hyundai Kona Electric -täyssähköauton valmistuksen aikaiset päästöt on arvioitu jopa kolminkertaisiksi bensiiniversioon verrattuna. [1] Tässäkin laskelmassa sähkö-Kona ottaa bensiiniversion kiinni alle kolmessa vuodessa eli noin 50 000 ajokilometrin jälkeen.

[1] <https://tekniikanmaailma.fi/lehti/23b-2018/sahkoauton-co2-kuorma-synty-ym-valmistuksessa/?shared=927341-5d989ae4-1>

Mikä on totuus sähköauton valmistuksen ympäristökuormituksesta?

Sähköauton on todettu vähentävän liikenteen ilmastopäästöjä merkittävästi, joten se ei ole enää kysymys. Akkujen tuotanto luo kuitenkin lisää kysyntää eräille mineraaleille, jolla on väistämättä ympäristövaikutuksia. Toisaalta kaikkeen muuhun kaivostoimintaan verrattuna akkujen raaka-aineet eivät välttämättä tuo kovin suurta lisää. Raaka-aineet eivät myöskään häviä akuista mihinkään, joten ne voidaan kierrättää ja käyttää uudelleen.

Vertailukelpoisuuden vuoksi on huomattava, että siinä missä sähköauto painaa yleensä joitakin satoja kiloja vastaavaa polttomoottoriautoa enemmän, tarvitsee polttomoottoria varten tuottaa tuhansia litroja polttoainetta, joka poltetaan ilmaan. Esimerkiksi 200 000 kilometrin ajamiseen tarvitsee valmistaa ainakin 10 000 litraa kertakäyttöistä polttoainetta.

Myös polttoaineiden tuotantoon kuuluu kobolttia rikinpoiston vuoksi.

Toinen huomio on polttoaineiden tuotantoketjuista aiheutuvat öljyvudot, joita tapahtuu maailmalla jatkuvasti, aiheuttaen laajoja ympäristötuhoja. Oma asiansa ovat myös polttomoottoreiden voiteluöljyt, joita katoaa suuri määrä vuosittain, osan niistä päätyessä laittomasti luontoon.

Ylipäättään ympäristökuormituksia vertailtaessa on tärkeää ottaa huomioon kaikki eri käyttövoimien vaikutukset ympäristölle, jotta saadaan vertailukelpoisia tuloksia. Sen pohjalta voidaan arvioida, ovatko sähköisen liikenteen ympäristövaikutukset pahempia kuin esimerkiksi öljypohjaisen liikenteen ympäristövaikutukset.

Ajan autollani (Audi E-tron) 12 tkm/v ja akut kestävät ainakin 8 vuotta. Mielestäni hiilidioksidipäästöt ovat akku huomioiden suuremmat kuin edellisellä dieselautollani Q5:lla.

Internetissä on liikkunut lukuisia virheellisiä laskelmia sähköautojen hiilijalanjäljestä. Hyvä ja luotettava työkalu on Suomen ilmastopaneelin Autokalkulaattori (www.autokalkulaattori.fi).

Lisäksi Suomen sähköntuotannon CO₂-päästöt olivat vuonna 2019 noin 88 grammaa kilowattitunnilta, joka on selvästi EU:n keskiarvoa pienempi lukema. Suomen sähköntuotanto on myös puhdistumassa entisestään, jolloin sähköautolla ajaminen myös puhdistuu jatkuvasti, autoa vaihtamatta. Lähes jokaisessa käyttötapauksessa polttomoottoriauto on sähköautoa puhtaampi vain, jos polttomoottoriautolla ei ajeta. Eikä silloinkaan päästä keuhkoihin, kun katsotaan elinkaaripäästöjä ajettua kilometriä kohden.

Akkujen valmistaminen tuottaa paljon päästöjä ja vaatii puhdasta vettä.

On toki totta, että akkujen valmistaminen tuottaa päästöjä siinä missä muidenkin tuotteiden valmistus. Ne päästöt eivät kuitenkaan ole erityisen suuria verrattuna polttoaineiden tuotantoketjusta aiheutuviin tai polttoaineen loppukäytön päästöihin. Ja siinä, missä akkujen mineraalit eivät häviä mihinkään, on polttoaine kertakäyttöistä.

Puhtaan veden tarvetta arvioitaessa on syytä suhteuttaa asiat muihin tuotteisiin. Esimerkiksi maitolitrnan valmistus tarvitsee noin 1 000 litraa vettä. Farkkuperin valmistukseen käytetään noin 7 000 litraa vettä. Naudanlihakilon tuottamiseen tarvitaan 5 000–20 000 litraa vettä. Niinpä, jos 64 kWh akkuun tarvittavan litiumin tuotantoon kuuluu arviolta 4 000 litraa vettä, on perusteltua

Lähes jokaisessa käyttötapauksessa polttomoottoriauto on sähköautoa puhtaampi vain, jos polttomoottoriautolla ei ajeta.

kysyä, tuotetaanko sähköautoon akku vai lautaselle pihvi.

Kuten aina, on tasapuolisuuden nimissä erittäin suositeltavaa perehtyä myös muihin polttoainetuotannon ympäristövaikutuksiin, jotka jäävät sähköisen liikenteen myötä pois.

Mikä sähköauton todellinen hiilijalanjälki verrattuna polttomoottoriin, jos verrataan kumpaakin valmistuksen alusta asti?

Luotettavan vastauksen tähän antaa Suomen ilmastopaneelin Autokalkulaattori (www.autokalkulaattori.fi).

Miksi sähköauton akkumateriaalia ei voi kierrättää? Muuttuuko tilanne tulevaisuudessa?

Kyllä voi ja kierrätetäänkin jo. Esimerkiksi suomalainen Fortum on ilmoittanut pystyvänsä jopa 80 % kierrätysasteeseen sähköautojen akuissa. Suunta on luonnollisesti tästä ylöspäin, kohti sataa prosenttia.

Miten akut kierrätetään?

Ensin akkujen sähköinen varaus puretaan tyhjäksi ja syötetään takaisin sähköverkkoon tai muuhun hyötykäyttöön. Sen jälkeen akut puretaan mekaanisesti osiin ja erotellaan eri materiaalit karkeasti (teräs, kupari, alumiini, muovit, elektroniikka, kennot). Lopuksi akkukennot murskataan/rouhitaan, ja syntyneestä rouheesta erotellaan eri aineet kuten öljymäinen elektrolyyttineste, kupari, alumiini, grafiitti, litium, nikkeli, mangaani ja koboltti. Kierrätysaste on jo parhaillaan yli 90 %.

Miten paljon sähköllä ajaminen on halvempaa vrt. bensa tai diesel, jos lasketaan pelkkä liikkuminen?

Lasketaan energian hinta sadalle kilometrille, käytetään hintoina bensiini 1,6 €/l, diesel 1,4 €/l ja sähkö 0,13 €/kWh sekä todellisia, realistisia kulutuslukemia:

Bensa-auto 8 l / 100 km * 1,6 € = 12,8 € / 100 km

Diesel-auto 5 l / 100 km * 1,4 € = 7 € / 100 km

Sähköauto 20 kWh / 100 km * 0,13 € = 2,6 € / 100 km

Energiakustannukset ovat siis keskimäärin noin yksi neljäsosa polttomoottoriauton ajokustannuksista, vertailukohteista riippuen. Sähkön hintaan vaikuttaa paljon sähkön siirtomaksu, ja siihen taas se, missä päin Suomea asuu: suurissa kaupungeissa voi saada yö sähköä alle 0,10 € / kWh hintaan, ja vastaavasti haja-asutusalueella sähkön hinta siirtomaksuineen voi olla jopa 0,20 € / kWh. Sama toki pätee polttoaineiden kuluttajahintoihin: Pohjois-Suomessa ja haja-asutusalueilla polttoaineet ovat kalliimpia.

Fortum on ilmoittanut pystyvänsä jopa 80 % kierrätysasteeseen sähköautojen akuissa. Suunta on luonnollisesti tästä ylöspäin, kohti sataa prosenttia.

KYSYMYKSIÄ SÄHKÖAUTOISTA

Minkälainen ohjelma ohjaa Toyotan (esim. Auris Hybrid) ajosähkömoottoria ja laturi-käynnistyssähkömoottoria?

Toyotan hybridijärjestelmä koostuu ajosähkömoottorista, laturi-käynnistyssähkömoottorista ja polttomoottorista. Nämä kaikki on kytketty planeettapyörästöön, jota kautta momentti tuodaan vetäville pyörille. Planeettapyörästö toimii myös ajoneuvon portaattomana vaihteistona, eli pyörittämällä eri moottoreita eri pyörintänopeuksilla saadaan haluttu välityssuhde. Laturi-käynnistyssähkömoottorilla voidaan käynnistää polttomoottori, ladata korkeajänniteakkua ja ottaa jarrutettaessa jarrutusenergiaa talteen.

Hybridijärjestelmän ohjausjärjestelmä ohjaa jokaisen moottorin pyörintänopeutta eri tilanteissa tarvittavan momentin ja välityssuhteen mukaan.

Miten sähköautojen akkujen ja ohjaamon lämmönhallinta on kehittynyt?

Sähköautoissa polttomoottorin tuottaman hukkalämpöenergian poisjäänti on muuttanut ohjaamon lämmönhallintaa. Usealla valmistajilla sähköautoissa on lämpöpumpputyypinen lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmä, jossa lämmönsiirto pääasiallisesti hoidetaan kylmäaineella, ilmaa, jäähdytysnestettä tai lämmönjohtumista hyväksi käyttäen. Perinteisen ilmastointijärjestelmän sähköautoissa kylmäainepiirin tehokkuutta on paranneltu piirin sisäisen lämmönvaihdon osalta, ja näin saatu lämmönsiirto tehokkaammaksi. Näiden lisäksi käytössä on vastuksia lämmön tuottamiseksi. Akkujen lämmönhallinta on erityisen tärkeä tekijä akkujen turvallisuuden ja luotettavan toiminnan kannalta. Akkua voidaan tilanteesta riippuen joko jäähdyttää tai lämmittää, ja varmistua siitä, ettei akussa olevien kennojen lämpötila pääse nousemaan määriteltyjä arvoja korkeammaksi. Järjestelmästä riippuen kennoja voidaan jäähdyttää jäähdytysnestettä, ilmaa tai johtumista hyväksi käyttäen. Lisäksi sähköautossa voidaan sähköisen voimalinjan komponenttien tuottamaa lämpöä käyttää hyväksi esim. ohjaamon lämmittämässä.

Onko sähköautojen renkaat jo tehtaalla optimoitu sähkön kulutusta ajatellen?

Ainakin osa autonvalmistajista varustaa sähköautot jo tehtaalta lähtiessään hiukan kapeammilla ja matalan vierinvastuksen omaavilla renkailla. Tämän lisäksi, etenkin hybridautoissa, renkailla on suurempi kantavuus (load index) suuremman massan takia. Tämä tulee huomioida ajoneuvoon renkaita tai vanteita uusittaessa.

Terveysten vaikuttaa sähkömagneettiset kentät (EMF), myös ionisoimattomat kentät. Tutkitaanko/mitataanko näitä kenttiä sähköautoista?

Sähköautoja koskevat samat EMC-vaatimukset kuin muitakin ajoneuvoja (esim. UN/ECE-R10) ja sähkölaitteita: auto ei saa päästää häiritseviä/haittaavia häiriöitä, eikä sen toiminta saa häiriintyä ulkopuolelta tulevista sähkömagneettisista kentistä. Mahdolliset sähkömagneettiset terveysvaikutukset eivät siis ole sähköautoilla sen kummempia kuin polttomoottoriautolla, kännykällä tai kannettavalla tietokoneellakaan.

Nykytieteen käsityksen mukaan kuluttajatuotteiden sähkömagneettiset kentät eivät vaikuta millään tavalla ihmisen terveyteen. Eniten on tutkittu matkapuhelimia, koska ne säteilevät lähellä päätä. Niiden haitallisuudesta ei ole löytynyt näyttöä laajoissakaan tutkimuksissa. Esimerkiksi professori Juhani Knuuti on laatinut hyvän katsauksen alan tutkimuksesta. [1]

[1] <https://blogit.ts.fi/terveys-tiede/kannykan-kaytto-ja-aivosyopa-2/>

Nykytieteen käsityksen mukaan kuluttajatuotteiden sähkömagneettiset kentät eivät vaikuta millään tavalla ihmisen terveyteen.

Ainakin viimeiset 25 vuotta polttokenno-auton tuleminen on ollut 10 vuoden päässä, mutta näin ei ole käynyt. Tuleeko polttokennoauto koskaan vai onko se säilynyt vain high tech -imagon takia?

Polttokennotekniikka on toistaiseksi suhteellisen kallista, kenno on kuluva osa ja jakeluverkko on vielä kohtuullisen heikko (Suomessa ei kirjoitushetkellä ole yhtään kaupallista vedyn tankkausasemaa). Tekniikan selkeä etu on sähköajoneuvon päästöttömyys ja polttomootoriautomainen nopea tankkaus. Todennäköisesti tekniikka lisääntyy ensialkuun ammattiliikenteessä, esimerkiksi tavarakuljetuksissa, joissa auton tulee olla liikkeessä eikä seisottaa pitkiä aikoja latauksessa. Toki tämäkin edellyttää ensin toimivan jakeluverkoston.

Polttokennojen polttoaineena voidaan käyttää myös metanolia, jonka varastointi jakelu on helpompaa kuin vedyn.

https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava_liikenne_ja_liikkuminen/nain_liikut_viisaasti/valitse_auto_viisaasti/ajoneuvotekniikka/moottoritekniikka/polttokennoautot

Onko sähkömoottorilla jonkinlainen käyttöikä vai toimiiko sähkömoottori ikuisesti?

Mikään mekaaninen, liikkuva osa ei ole ikuinen. Nykyaikaisten ajoneuvosähkömoottoreiden ainoa suoraan mekaanisesti kuluva osa ovat laakerit. Itse käämitys on myös kuluva osa, jonka käyttöikä on aika lailla suoraan verrannollinen moottorin lämpötiloihin. Mitä suuremmissa lämpötiloissa ja pidempiä aikoja käämitys on, sitä lyhyempi on sen kestoikä, joka näkyy muun muassa käämityksen lakan hajoamisena, johtaen käämien keskinäiseen oikosulkuun tai moottorin eristysvikaan.

Moottorit pyritään mitoittamaan kestävämmän suunnitellun ajoneuvon eliniän. Käytännössä sähkömoottorit kestäisivät huomattavasti pidempäänkin. Sähkömoottori voi hyvin kestää ajoneuvokäytössä miljoona kilometriä tai paljon enemmän.

Ottavatko ns. kevythybridit jarrutusenergian talteen, oli sitten kyse moottorilla tai jarrupolkimella tapahtuvasta jarrutuksesta?

Lyhyesti: pääsääntöisesti kyllä. Kevythybridien, myös nykyisten 48 V jännitteellä toimivien kevythybridien, yksi tärkeimmistä ominaisuuksista energiatehokkuuden kannalta on jarrutusenergian talteenotto. Kuinka paljon

Sähkömoottori voi hyvin kestää ajoneuvokäytössä miljoona kilometriä tai paljon enemmän.

energiaa otetaan missäkin tilanteessa talteen riippuu valmistajasta sekä järjestelmän rakenteesta ja mitoituksista. Kaasupoljin vapautettuna ajoneuvo voi ajonopeudesta ja ohjelmistosta riippuen ottaa energiaa talteen tai rullata mikäli rakenne sallii (sähkömoottori pystytään erottamaan fyysisesti polttomoottorista) jolloin energiaa ei oteta talteen, vaan pyritään säilyttämään liike-energiaa. Mikäli sähkömoottoria ei pystytä polttomoottorista erottamaan, jarruttaa moottorin kitka ja mäntien ilman pumppaaminen jo luonnostaan liikenopeutta kuitenkin tavallisessa polttomootoriautossa. Tällöinkin sähkömoottorilla yleensä otetaan energiaa talteen moottorijarrutuksessa. Moottorijarrutuksessa sähkömoottorin ohjauksella voidaan lisäksi vielä pehmentää automaattivaihteiston alavaihtamisia, jolloin moottorijarrutuksesta saadaan tasaisempi. Kun painetaan jarrupoljinta, pyritään mahdollisimman suuri osa jarrutuksesta hoitamaan sähkömoottorilla, jolloin liike-energiasta saadaan suurempi osa talteen. Energian talteenoton määrää (jarrutustehoa sähkömoottorilla) rajoittaa yleensä sähkömoottorin teho tai akun vastaanottokyky, johon vaikuttaa huomattavasti mm. akun sen hetkinen lämpötila.

Sähköautot tuottavat todella suuren vääntömomentin ja niitä rajoitetaan ohjainlaitteiden avulla, jotta komponentit kestävät. Millä sähkömoottorin kierrosnopeudella tehtaot ilmoittavat suorituskykyyn liittyvän vääntömomentin?

Sähkömoottorin suurin vääntömomentti on vakio noin nollasta niin sanottuun nimellisyörintänopeuteen (esimerkiksi 4 000 rpm), jonka jälkeen vääntömomentti alkaa laskea pyörintänopeuden edelleen kasvaessa. Ajoneuvossa sähkömoottorin vääntömomentista puhuttaessa on hyvä muistaa, että momentti ilmoitetaan yleensä sähkömoottorin akselilla eikä se ole suoraan vertailtavista

sa polttomoottorin tuottamaan vääntömomenttiin, sillä vaikutus vetävillä pyörillä on erilainen. Polttomoottorin ja pyörien välissä oleva välitys on yleensä erilainen kuin sähkömoottorin ja pyörien välissä oleva.

Eivätkö sähköautot ole jo siirtymässä syrjään, kun paljon järkevämmät kaasu-/vetyautot ovat arkipäivää Japanissa, Saksassa, Tanskassa jne?

Jos järkevyydellä tarkoitetaan sitä, että vetyautojen hankinta-, huolto-, ja tankkausinfra kustannukset sivuutetaan tyystin, niin mikä ettei. Valitettavasti vety ei ole kuitenkaan kehittynyt käyttövoimana toivotusti viimeisten kymmenien vuosien aikana. Moni autovalmistaja onkin ilmoittanut luopuvansa vetyautoista ja keskittyvänsä sähköautoihin. Tähän on vaikuttanut erityisesti se, että akkuteknikka on kehittynyt huimaa vauhtia viimeisen kymmenen vuoden aikana ja käytännössä poistanut valtaosan sähköautoilun yleistymisen esteistä.

Vety-/polttokennotekniikkaa tutkitaan kuitenkin edelleen ja sitä pidetään mahdollisena tekniikkana etenkin raskaassa kalustossa ja esimerkiksi junissa.

Onko markkinoilla sähköautoja, jotka käyttävät sähköisen voimalinjan hukkalämpöä auton sisätilan lämmittämiseen?

Osa autonvalmistajista hyödyntää sähköisen voimansiirron tehoelektronikan hukkalämpöä hybrideissä polttomoottorin ns. peruslämmön ylläpitämiseen, kun moottori on sammuksissa ja osassa ajoneuvoja hukkalämpöä otetaan lämpöpumpun avulla talteen sisätilan lämmittämiseksi.

Moni autovalmistaja onkin ilmoittanut luopuvansa vetyautoista ja keskittyvänsä sähköautoihin.

TALOUDELLISUUS

KYSYMYKSIÄ SÄHKÖAUTOISTA

Mistä valtio ottaisi menettämänsä polttoaineverot, jos sähköautot korvaisivat polttomootoriautot?

Vastauksen tähän tietää parhaiten valtiovarainministeriö. Vaihtoehtoja on monia, kuten tienkäyttömaksut ja ajoneuvoveron korotukset ynnä muut. Toisaalta, ei ole mitenkään lukkoon lyötyä, että verotuloja olisi pakko kerätä tietty määrä nimenomaan liikenteestä. Valtio voi keksiä verotettavaa myös muualta.

Yksi vaihtoehto on sähköveron korottaminen, jolloin vero kohdistuu energian kulutukseen, ei siihen, lämmitetäänkö energialla saunaa vai ajetaanko sillä autoa.

Mitä maksaa ladata sähköauto täyteen?

Riippuu autosta ja erityisesti akun koosta. Esimerkiksi 64 kWh akun täyteen lataaminen tarvitsee karkeasti 70 kWh sähköä, kun lataushäviöt huomioidaan. Jos sähkön hinnan oletetaan olevan 0,12 €/kWh, niin kyseisen akun täyttäminen maksaisi 8,40 euroa. Sillä energialla voi ajaa jopa yli 400 kilometriä.

Miten julkisten latauspisteiden hinnoittelu menee? Nousevatko hinnat, kun autot yleistyvät?

Peruslatauspisteet ovat useimmiten kWh-hinnoiteltuja ja pikalaturit aikahinnoiteltuja. Peruslatauspisteissä kWh-hinta on tyypillisesti 0,15 €...0,30 € / kWh, jolloin maksetaan käytetystä sähköstä. Minuuttiveloitteisissa latauspisteissä maksetaan siitä ajasta, kun autoa ladataan. Esimerkiksi ladattavilla hybridautoilla voi laskea karkeasti, että 0,15 €/kWh hinnalla ladatulla sähköllä ajaminen maksaa kolmasosan siitä, mitä samaisella autolla bensalla ajaminen maksaisi. Peruslatauspisteet ovat usein asiointilatauskäytössä esimerkiksi kaupoissa. Tällä pyritään saamaan myös ihmisiä asioimaan kauppaan, mikä rajoittaa tietysti hinnan nostamista. Kotona lataamisen hinta on myös otettava huomioon. Mikäli se on paljon halvempaa, miksi joku lataisi kaupassa, jos ei ole pakko?

Nyt on käytössä dieselauto, joka kuluttaa 4,5 litraa dieselöljyä 100 kilometrillä. Milloin noin 50 000 euroa maksava sähköauto alkaa olla edullisempi ja vähäpäästöisempi, kuin nyt käytössä oleva 10 000 euron auto?

Käytettyjen ja uusien autojen hintojen vertailu ei ole järkevää. Jokainen auto on joskus ostettu uutena, eikä käytettyjen sähköautojen markkinaa ole vielä päässyt kunnolla muodostumaan.

Luotettavan vastauksen tähän antaa Suomen ilmasto-paneelin Autokalkulaattori (www.autokalkulaattori.fi).

Miten sähköauton autoverotus ja käyttövero määritellään?

Veroprosentin suuruus muuttuu päästömäärän mukaan hiilidioksidipäästöjen suhteessa. Autoveron osuus uuden auton kuluttajahinnasta on vuonna 2020 vähintään 2,7 % ja enintään 48,9 %. Sähköauton hiilidioksidipäästö on 0 g/km ja sen autovero 2,7 %.

Ajoneuvovero jaetaan perusveroon ja käyttövoimaveroon. Bensiinikäyttöisestä autosta maksetaan vain perusveroa muista myös käyttövoimaveroa. Perusvero määräytyy hiilidioksidipäästöjen perusteella niiden henkilöautojen osalta, joiden kokonaisuudessa on enintään 2 500 kg ja jotka on otettu käyttöön 1.1.2001 tai sen jälkeen.

Käyttövoimaveron määrä vaihtelee käyttövoiman perusteella. Sähköautoissa se on 1,5 snt/pv/100 kg. Esimerkiksi bensahybrideissä käyttövoimaveron määrä on 0,5 snt/pv/100 kg, dieselhybrideissä 4,9 snt/pv/100 kg.

Käytettyjen sähköautojen markkinaa ei ole vielä päässyt kunnolla muodostumaan.

TOIMIVUUS KYLMÄSSÄ

KYSYMYKSIÄ SÄHKÖAUTOISTA

Mitkä ovat yleisimmät tekniikat, joilla sähköautojen sisälämmitys ja huurteenpoisto hoidetaan kylmässä ilmastossa?

Tavallinen ilmastointilaite, joka poistaa kosteuden, sekä ilmalämpöpumppu ja/tai PTC-vastuslämmitin.

Kuinka paljon akun teho heikkenee pakkasella?

Litiumakusta saatava teho heikkenee huomattavasti lämpötilan laskiessa. Käytettävä kemia vaikuttaa huomattavasti ominaisuuksiin. Esimerkiksi yhdessä tällä hetkellä yleisesti käytössä olevassa NMC-kemialla käyttäväsä akussa siitä saatava suurin teho putoaa kohtuullisen lineaarisesti noin puoleen -10 °C lämpötilassa ja lähelle nollaa -35 °C lämpötilassa. Tehoja tarkasteltaessa ei saa sekoittaa ajoneuvon moottoritehoa ja akusta saatavaa tehoa. Sähköautoissa akuston suurin teho on yleensä huomattavasti suurempi kuin sähkömoottorin teho, jolloin lämpötilan vaikutus suorituskykyyn ei ole yhtä merkittävä. Ensimmäisenä akun lämpötilan vaikutus tehoon näkyy yleensä jarrutusenergian talteenoton (regenerointi) rajoittamisena.

-28 pakkasta ja päivän työmatka Joensuusta Nurmekseen edessä. Miten onnistun?

Helposti. Kyseinen matka on noin 130 kilometriä suuntaansa, jonka moni nykysähköauto kykenee ajamaan edestakaisinkin kovillakin pakkasilla. Mikäli auton saa Nurmeksessa töiden ajaksi lataukseen, niin pienempikin akku riittää.

Räntä- ja lumisateella ajo Joensuusta Kuopioon. Pääsenkö takaisin?

Jos valitset auton, jossa on riittävän kokoinen akku, niin kyllä pääset. Kaiken lisäksi Kuopiossa on nykyään lukuisia vaihtoehtoja lataukselle pysähdyksen ajaksi, jolloin pienempikin akku riittää.

Litiumakusta saatava teho heikkenee huomattavasti lämpötilan laskiessa. Käytettävä kemia vaikuttaa huomattavasti ominaisuuksiin.

Miten auton säilytys talvella kylmässä vaikuttaa akuilla ajettavaan matkaan?

Mikäli akku pääsee jäähtymään esimerkiksi -20 °C asteeseen, niin ajomatka luonnollisesti lyhenee. Onkin suositeltavaa kytkeä auto lataukseen ja esilämmittää se ennen ajoa, aivan kuten polttomoottorinkin kohdalla kannattaa tehdä.

Tarkka vaikutus matkaan riippuu automallista ja käytetystä akkukemiasta, mutta se on kovalla pakkasella suuruusluokaltaan muutamia kymmeniä prosentteja.

Miten akut, joissa ei ole lämmönhallintaa, toimivat -30 asteen keleillä? Voiko niiden lämpötilaa nostaa lataamalla/käyttämällä akkua?

Pääsääntöisesti hyvin, mutta autokohtaisia erojakin löytyy. Jos auto on päivittäisessä käytössä, niin akku ei todennäköisesti jäädy koskaan kovin kylmäksi, sillä se on eristetty ulkoilmasta. Akku lämpenee ajossa, mutta helpoimmalla pääsee, kun varmistaa, että autossa on akkujen lämmitysominaisuus, jolloin auton esilämmityksen yhteydessä myös akut lämmitetään.

TURVALLISUUS

KYSYMYKSIÄ SÄHKÖAUTOISTA

Mitä pelastushenkilöiden tulisi tietää sähköauton ollessa osallisena liikenneonnettomuudessa? (esim. VPK:n väelle annettu opastus olematonta)

Pelastushenkilöstöllä tulisi olla koulutus vaurioituneiden sähköajoneuvojen käsittelyyn. Yksiselitteistä ohjetta on hankala antaa, mutta lähtökohtaisesti sähköiskun vaara on yleensä vaurioituneessakin autossa pieni. Suuremmat riskit liittyvät akun syttymiseen etenkin rajussa kolarissa. Pelastushenkilöstön tulisi tuntea missä voi olla vaarallista sähköä, kuinka sen saa kytkettyä turvallisesti pois ja minkälaisia vaatimuksia liittyy litiumakkujen palamiseen ja palon sammuttamiseen.

Pelastusala valmistelee tällä hetkellä yksinkertaista ja mahdollisimman yleispätevää ohjeistusta sähkö- ja hybridiajoneuvojen käsittelyyn.

Mitkä ovat varoalueet kolaritilanteissa, jossa osallisena on yksi tai useampi sähköauto?

Sähköautoissa ei lähtökohtaisesti ole suurempia varoalueita kuin polttomoottoriautoissakaan. Lähinnä kyseeseen voi tulla tulipalovaara ja mahdollisesta palosta aiheutuvat terveydelle vaaralliset palokaasut. Haitallisia palokaasuja tulee toki myös polttomoottoriauton palosta.

Kuinka voin varmistua, ettei lataaminen kotona aiheuta ylikuormitusta?

Tämä on latauslaitteen asentavan sähköurakoitsijan tehtävä. Jos sähköautoa ladataan tavallisesta pistorasiasta, on etenkin vanhemmissa taloissa suositeltavaa antaa sähköurakoitsijan tarkastaa pistorasia kaapelireitteineen.

Mitä pätevyksiä vaaditaan autojen purkutyössä, jos halutaan purkaa myös akut kennoja myöten?

Varsinaisia pätevyksiä ei tarvita, mutta sähköajoneuvojen korkeajännitejärjestelmään liittyvissä sähkötöissä edellytetään riittävää perehtyneisyyttä, joka käytännössä

tarkoittaa sähkötekniikan tuntemusta, sähköajoneuvojen sähköjärjestelmien erityispiirteiden tuntemusta, kyseisen automallin ohjeiden tuntemusta ja käytännön kokemusta sähköajoneuvojen korkeajännitejärjestelmän sähkötöistä. Tämän lisäksi, kun avataan akun kansi ja käsitellään jännitteellisiä akun komponentteja, edellytetään erityistä jännitetyökoulutusta jossa on huomioitu ajoneuvoakuston erityispiirteet ja turvalliset työskentelytavat.

Pätevyysvaatimukset sähköautotöissä ovat tulkinnallisia. Mitä kukin saa tehdä ja millä osaamisella/koulutuksilla? Mitä töitä perusajoneuvojen asentaja saa tehdä SFS6002/ensiapukoulutuksella työn suorituksesta vastaavan henkilön ohjaamana?

Sähköturvallisuuslain mukaan tieliikennekäyttöön soveltuvan sähköajoneuvon voimajärjestelmän sähkötöissä työn suorittajan on oltava riittävästi perehtynyt tai perehdytetty kyseisen ajoneuvomallin sähköjärjestelmään ja sähköön vaaroihin.

Tarkkaa työlistausta ei ole olemassakaan ja riittävä perehtyneisyys on eri asteista erilaisia töitä varten. Lähtökohtaisesti voi miettiä kahta asiaa: työturvallisuutta ja ajoneuvon sähköturvallisuutta, kun se luovutetaan asiakkaalle. Työnantajalla on vastuu henkilöstön työturvallisuudesta, joten asentajien koulutuksen on oltava sellainen, että he tunnistavat vaarat, tietävät mihin saa koskea ja mihin ei, sekä ymmärtävät milloin nostetaan kädet pystyyn ja haetaan paikalle joku toinen. Kun korjattu auto lähtee korjaamolta, on korjaamolla vastuu siitä, että ajoneuvo täyttää kyseiselle tuotteelle asetetut turvallisuusvaatimukset eli voidaan turvallisesti luovuttaa kuluttajan käyttöön.

Sähköturvallisuusstandardi SFS 6002 sanoo, että sähkötyöturvallisuus SFS 6002 -koulutus on annettava soveltuvin osin kaikille, jotka huoltavat tai korjaavat sähkö- tai hybridiautoja joiden ajovoimajärjestelmän nimellisjännite on yli 120 V tasajännitettä. Koulutuksen tarkoituksena on, että asentaja tunnistaa käsittelevänsä ajoneuvoa jossa on ihmiselle vaarallisia jännitteitä, tuntee rakennetta ymmärtääkseen missä vaarallinen sähkö on sekä tietää mihin saa koskea ja mihin ei. Lisäksi hän tuntee ajoneuvon sähköturvallisuuteen vaikuttavat keskeiset tekijät ja osaa kiinnittää niihin huomiota auton ollessa korjaamolla, jotta mahdolliset viat saadaan korjattua ennen kuin ne aiheuttavat käyttäjälleen vaaraa. Koulutus

antaa siis valmiudet tehdä perinteisiä huolto- ja korjaustöitä turvallisesti sekä tekemättä autosta tietämättään vaarallista asiakkaalle, sekä kiinnittämään huomiota mahdollisiin sähköturvallisuuteen vaikuttaviin poikkeamiin.

Kun tehdään varsinaisia sähkötöitä, ei pelkkä sähkötyöturvallisuuskoulutus riitä, vaan lisäksi tekijällä tulee olla riittävä perehtyneisyys kyseisen ajoneuvomallin sähköjärjestelmään. Sähkötöillä tarkoitetaan tässä yhteydessä korkeajännitejärjestelmään kohdistuvia töitä, jotka edellyttävät syvempää osaamista. Hyvänä käytännön rajana ovat kaikki työt, joissa korkeajännitejärjestelmä tulee valmistajan ohjeen mukaan poiskytkä. Poiskytkentä itsessään ei välttämättä ole vaikea toimenpide. Riittävä perehtyneisyys työhön määräytyykin sen mukaan miksi korkeajännite kytketään pois. Tämä määrää mitä kaikkea työssä tulee huomioida ja minkälaisia mahdollisia mittauksia, tarkastuksia ja dokumentaatiota jännitteen uudelleenkytkennän yhteydessä tulee tehdä, jotta auton sähköturvallisuus saadaan varmistettua.

Tällaisia erityistä perehtyneisyyttä edellyttäviä töitä ovat mm. vaurioituneen sähköajoneuvon käsittely ja erilaiset korkeajännitejärjestelmän vianmääritys sekä korjaustoimenpiteet. Akkuun kohdistuvat työt edellyttävät lisäksi erityistä jännitetyökoulutusta.

Miten suuri riski on saada sähköisku onnettomuudessa vaurioituneesta sähkö- tai hybridiautosta? Koskien lähinnä ensimmäisiä auttajia, palo- ja pelastustointa, poliisia tai onnettomuustutkintaa.

Todellinen sähköiskun vaara on hyvin pieni. Akun kontaktorit saavat ohjausvirtansa akun ulkopuolelta, yleensä Airbag-ohjainlaitteen kautta - kolaritilanteessa kontaktorit avataan, eli autosta tulee jännitteetön. Tämän lisäksi osassa akkuja käytetään myös pienellä räjähdyspanoksella varustettuja koskettimia, joilla virtapiiri saadaan katkaistua, vaikka kontaktorit olisivat hitsanneet kiinni.

Auton pelastuskortista löytyy tieto, miten pelastushenkilöstö voi katkaista auton ns. Interlock-piirin. Ko. piirin ollessa poikki, akun kontaktorit avataan (mikäli näin ei vielä ole tapahtunut).

On hyvä myös muistaa, että vaikka autotekniikassa käytetään termiä "korkeajännite", ovat jännitetasot oikeasti varsin matalia, EU:n jännitedirektiivin mukaan "pienjännitteitä" - samaa suuruusluokkaa kuin kotitalouksien sähkönsyötön jännitteet.

Auton pelastuskortista löytyy tieto, miten pelastushenkilöstö voi katkaista auton ns. Interlock-piirin.

Ovatko palotilanteet yleisiä? Miten sammutetaan?

Tilastollisesti sähköajoneuvojen palotilanteet eivät ole sen yleisempiä kuin polttomoottoriautojenkaan palot. Sammutettaessa oleellista on saada akku jäähtymään, jotta siinä tapahtuvat reaktiot saadaan pysähtymään. Akun sijainnin ja massan takia tämä vaatii huomattavan määrän vettä. Riskinä on, että vaikka palo on sammunut, jää johonkin akun kennoon reaktio vielä käyntiin, jolloin se alkaa muodostaa uudelleen lämpöä ja ajoneuvo voi syttyä uudelleen palamaan usean tunnin tai vuorokauden kuluttua. Tästä syystä on kokeiltu esimerkiksi menetelmää, jossa koko auto upotetaan vedellä täytettyyn konttiin ja jätetään sinne pitkäksi aikaa jotta koko akku on varmasti jäähtynyt.

Miten sähköauto tehdään onnettomuustilanteessa vaarattomaksi?

Turvatyöniyjen lauetessa korkeajännitejärjestelmän virtapiiri katkaistaan. Tämän lisäksi onnettomuuspaikalla on hyvä katkaista sytytysvirta ja irrottaa 12V akkukaapeli. Näillä toimenpiteillä varmistetaan että kukaan ei vahingossa onnistu kytkemään korkeajännitepiiriä uudelleen päälle. Tämän lisäksi on eri automallien pelastusohjeissa toimintaohjeet korkeajännitejärjestelmän poiskytkentää varten.

Miten varmistetaan alalla turvaohjeistus sähkö- ja hybridiautojen osalta (ei koulutusvaatimukset)? Esim. hinausyrittäjät, merkkiverkoston ulkopuoliset ym.

Merkkiverkoston ulkopuolisia korjaamoja koskee sama sähköturvallisuuslaki kuin merkkikorjaamojakin: työn suorittajan on oltava riittävästi perehtynyt tai perehdytetty kyseisen ajoneuvomallin sähköjärjestelmään ja sähkönsyötön vaaroihin.

Korkeajännitejärjestelmällä varustettujen autojen käsittely hinausalalla ja vaikkapa autopurkamonalalla on osa kyseisten alojen omaa tekniikan kehityksen seuraamista, eikä siihen ole toistaiseksi nähty tarvetta puuttua esimerkiksi viranomais sääntelyllä.

YLEISTÄ SÄHKÖAUTOILUSTA

KYSYMYKSIÄ SÄHKÖAUTOISTA

Ovatko sähköautoilijat olleet tyytyväisiä autoihinsa? Onko täyssähköautoilijoiden kokemuksista ja ajotavoista tehty tutkimuksia Suomessa?

Autoalan tiedotuskeskus on tehnyt tutkimuksen, jossa selvitettiin sähköautojen sekä ladattavien hybridien käyttö- ja lataustapoja. Otokseen poimittiin satunnaisesti 5 000 ladattavan auton haltijaa. Ohessa muutama ote tutkimuksen tiivistelmästä:

Ladattavien autojen tyytyväisyyttä nykyisen ladattavan autonsa ominaisuuksiin ja myönteistä suhtautumista ladattaviin autoihin kuvaavat myös arviot seuraavan auton todennäköisestä käyttövoimasta. Vastaajien näkemystä eri käyttövoimien houkuttelevuuteen selvitettiin kysymyksellä, jossa vastaajaa pyydettiin arvioimaan, kuinka todennäköisesti hän päätyisi bensiini-, diesel- tai kaasuautoon tai ladattavaan autoon, jos auton vaihto olisi ajankohtaista juuri nyt. Ladattavan hybridien käyttäjistä yli 90 % voisi hankkia myös seuraavana autonaan ladattavan hybridin ja noin 65 % täyssähköauton. Täyssähköauton käyttäjistä vain noin 15 % piti todennäköisenä, että päätyisi seuraavassa autonhankinnassaan bensiini-, diesel- tai kaasuautoon, mutta lähes puolet arvioi ladattavan hybridin mahdolliseksi seuraavan auton käyttövoimaksi.

Ladattavat autot ovat suhteellisen nuoria, sillä niiden määrä on kasvanut varsinkin vuosina 2018–2019. Otoksen autojen keski-ikä oli hieman alle 2 vuotta. Täyssähköauto oli hankittu useimmin bensiiniauton tilalle, ladattava hybridi sen sijaan korvasi kotitaloudessa useimmin dieselauton. – Tulosten perusteella sähköauton hankinnan polku etenee täyssähköautoa hankkivilla useammin siten, että kotitaloudessa on jo aiemmin kokemuksia ladattavista autoista. Noin kaksi kolmasosaa ladattavien autojen haltijoista asuu omakotitalossa, jossa auton lataaminen on yleensä toteutettavissa ilman suuria lisäkustannuksia.

Tärkeimmät syyt ladattavan auton hankintaan olivat vähäpäästöisyys ja mahdollisuus auton lataamiseen kotona. Kotilatausmahdollisuus rajaa jyrkästi sähköauton hankintaa – noin 90 prosenttia sähköauton hankkineista arvioi kotilatausmahdollisuuden tärkeäksi käyttövoiman valintakriteeriksi. – Ladattavien hybridien sähköllä ajon osuus oli 53 prosenttia.

Ladattavien autojen käyttäjien toiveet latausinfrastruktuurin kehittämiseen kohdistuivat yleisimmin maksujärjestelmien kehittämiseen, julkisen latauspisteverkon laajentamiseen erityisesti päätieverkon varrella, latauksen hinnoitteluun ja

kotilatausmahdollisuuksien parantamiseen. Täyssähköauton käyttäjien ensisijainen toive on pikalatausasemien rakentaminen siten, että myös pitkiä matkoja olisi vaivatonta tehdä sähköautolla.

Koko tutkimus löytyy Autoalan Tiedotuskeskuksen sivuilta: http://www.aut.fi/tieliikenne/polttoaineet_ja_kayttovoimat/ladattavien_autojen_tutkimus

Mikä on tämänhetkisten sähköautojen maksimitoimintasäde yhdellä latauksella?

Nyt markkinoilla olevissa uusissa täyssähköautoissa on tyypillisesti 40–100 kWh akku, joka mahdollistaa noin 250–600 kilometrin toimintamatkan yhdellä latauksella.

Mitä muutoksia vaaditaan omakotitalon sähköjärjestelmään, jos tulevaisuudessa tulee tarve ladata sähköautoa?

Omakotitaloissa käytetään monesti 3x25 A:n tai 3x35 A:n pääsulakkeita. Esimerkiksi sähköauton lataaminen 3x16 A:n virralla (11 kW) jättää (25 A:n sulakkeilla) muuhun käyttöön vain 3x9 A, mikä ei välttämättä riitä edes sähkökiukaan käyttämiseen. Mikäli pääsulakekokoa ei ole järkevää nostaa, kannattaa harkita älykästä latauslaitetta. Älykäs latauslaite mittaa talon muuta kulutusta ja säättää auton lataamiseen annettavan virran sen perusteella. Tällöin autoa ladataan pienemmällä teholla silloin, kun on paljon muuta kulutusta ja lataustehoa nostetaan heti, kun muu kulutus pienenee.

Lataustarve riippuu myös auton käyttötarpeesta: jos ajaa päivittäin alle 100 kilometriä, energiaa tarvitaan 20 kWh päivittäin, ja jos lataamiseen käytetään 10 tuntia yöllä, lataustehoksi riittää vaivaiset 2 kilowattia – mikä ei vaadi mitään muutoksia itse sähköjärjestelmään latauslaitteelle vedettävän kaapelin lisäksi.

Mikä on oikein ja ymmärrettävin standardimuoto, jolla sähköauton lukuisat eri kulutus-, akusto- ja lataustiedot voisi ilmoittaa mahdollisimman ymmärrettävästi, luotettavasti ja vertailukelpoisesti?

Tällä hetkellä paras on käyttöön tullut WLTP (Worldwide Harmonized Light Vehicle Test Procedure). Se vastaa entistä NEDC-standardia paremmin todellista ajotilannetta ja antaaakin 25–30 % suurempia kulutuslukemia ja vastaa- vasti lyhyempiä ajomatkoja sähköllä. Uusien autojen kulutuslukemat, hiilidioksidipäästöt ja myös sähköautojen kulutuslukemat ilmoitetaan tällä standardilla. WLTP-tes- tillä tehdyt mittaukset ovat keskenään vertailukelpoisia ja ne antavat myös hyvän käsityksen todellisesta kulu- tuksesta. Aidot ajotilanteet ja kuljettajat ovat tosin hyvin vaihtelevia, joten sähköauton kulutus voi olla reilustikin alle tai päälle tämän annetun lukeman. Tärkeää on myös huomata, että lämmityslaitteen ottama teho kylmällä il- malla voi alussa olla jopa 6 kW luokkaa. Lyhyellä matkalla lämmitys voi siis viedä jopa puolet energiasta. Toisaalta lämpötila vaikuttaa myös akun antamaan kapasiteettiin.

Miksi sähköautolla ei voi hinata peräkärriä?

Kysymys sisältää väärän tai oikeastaan vanhentuneen oletuksen: monella nykysähköautolla, kuten Audi e-tro- nilla, Tesla Model X:llä ja Model 3:lla sekä Volvo XC40:llä voi vetää peräkärriä. Esimerkiksi Volvo XC40:n vetomas- sa on 1 500 kg ja Tesla Model X:n peräti 2 250 kg.

Ensimmäinen vetokykyinen täyssähköauto oli juurikin vuonna 2015 markkinoille tullut Tesla Model X. Tätä en- nen täyssähköautoilla ei voinutkaan vetää peräkärriä.

Monissa, etenkin pienissä täyssähköautoissa, on auton rakennetta kevennetty, jotta kulutus saadaan pieneksi. Esi- merkiksi tavaratilan pohja voi olla vain lujitemuovia, jolloin autoon ei voi laittaa vetokoukkua – eikä tällä ole mitään tekemistä itse käyttövoiman kanssa. Suomi on poikkeukselli- nen maa peräkärrikulttuureineen, ja ajoneuvovalmistajat tekevät autoja lähinnä suuria maita silmällä pitäen.

Auton on tyyppihyväksyntävaatimusten mukaan kyettävä lähtemään liikkeelle jyrkkään 12 % ylämäkeen täydellä perä- kärrikuormalla. Vaikka sähkömoottorien vääntömomentit ovat suuria, on vaatimus haastava, kun ajatellaan koko voi- malinjan ja auton rakenteen kestävyyttä. Lisäksi sähköau- tossa ei ole luistavaa kytkintä, joka antaa periksi jos vaunu ei syystä tai toisesta lähdekään ylämäessä liikkeelle.

Aihetta käsitellään melko laajasti ja käytännönlähei- sesti Helsingin Sanomien artikkelissa, jossa on haastatel- tu Traficomien johtavaa asiantuntijaa Otto Lahtea. [1]

[1] <https://www.hs.fi/autot/art-2000006374287.html>

Monissa, etenkin pienissä täyssähköautoissa, on auton rakennetta kevennetty, jotta kulutus saadaan pieneksi.

Miksi niin monessa sähkö- ja hybridautossa on yli 150 kW?

Ekologisessa mielessä sähköauton tulisi olla pieni ja pienitehoinen. Teknologinen kehitys ja uusi tekniikka ovat ensialkuun kalliita, joten siksi on taloudellisesti järkevämpää tuoda uutta teknologiaa markkinoille kalliimmissa ja pienempivolyymisissa tuotteissa. Autoissa tämä tarkoittaa ylellisimpiä ja tehokkaampia automalleja. Tämä on ollut periaatteena muissakin kehitysaskelissa kuten ruisku- ja turbomootorit, navigaattorit, ilmastointi jne. Sähköautossa saadaan suhteellisen edullisesti suuria tehokukemia, joten on ymmärrettävää hyödyntää tätä ominaisuutta. Tesla valitsi tehon ja suorituskyvyn erottautumistekijäksi sekä näytti samalla suuntaa myös muille. Varmasti myös pienempitehoiset ja edullisemmat autot ovat tulossa. Edullisimmat täyssähköautot maksavat jo nyt alle 20 000 euroa.



Teknologinen kehitys ja uusi tekniikka ovat ensialkuun kalliita, joten siksi on taloudellisesti järkevämpää tuoda uutta teknologiaa markkinoille kalliimmissa ja pienempivolyymisissa tuotteissa.

Ovatko lataushybridautot jäämässä välivaiheen tuotteiksi, joiden jälleenmyyntiarvo muutaman vuoden päästä on olematon?

Lataushybrideille on varmasti oma sijansa myös tulevaisuudessa. Ylipäättään käyttötarve vaikuttaa ratkaisevasti itselle järkevimmän käyttötavan valintaan. IHS Markit on tutkinut markkinoille tulevien ajoneuvojen määriä. Kaikista uutena myydyistä henkilöautoista vuonna 2025 täyssähköautoja on heidän ennusteensa mukaan 13 %, lataushybrideitä 9 % ja polttomootoriautoja yli 70 %, joten äkkinaistä muutosta jälleenmyyntiarvossa lähivuosina tuskin on nähtävissä.

<https://www.transportenvironment.org/publications/electric-surge-carmakers-electric-car-plans-across-europe-2019-2025>

Onko näköpiirissä, että autojen valmistajat vakioisivat latausportin sijainnin autossa? Nyt se voi olla edessä, vasemmalla tai oikealla...

Mainittujen sijaintien lisäksi se voi sijaita myös takana. Vakioitua sijaintia ei tällä hetkellä ole näköpiirissä. Joissain malleissa latausportin saa molemmille puolille ajo-
neuvoa.

YLEISTÄ SÄHKÖAUTOISTA

KYSYMYKSIÄ SÄHKÖAUTOISTA

Täyssähköauto

Täyssähköautossa energiana käytetään vain sähköä. Sähkö ladataan auton akkuun ja sähkömoottori käyttää akkuun varastoitua energiaa. Autoon ladattava sähköenergia voidaan tuottaa erilaisin menetelmin, kuten aurinko- ja tuulivoimalla, bio- tai maakaasulla, ydinvoimalla tai kivihiilellä. Akun kapasiteetti on tyypillisesti 30–100 kWh ja ajomatka sähköllä 150–500 km.

Ladattava hybridi

Ladattavaa hybridiä voidaan ladata ja ajaa kuten sähköautoa, mutta siinä on lisäksi polttomoottori, joka voi tuottaa sähköä tai suoraan mekaanisesti ajovoimaa pyörille. Akusto on yleensä pienempi kuin täyssähköautoissa ja myös polttomoottoriksi riittäisi pienikokoinen moottori. Akun kapasiteetti on tyypillisesti 5–20 kWh ja ajomatka sähköllä 20–100 km.

Hybridi, kevythybridi ja itselataava hybridi

Hybridissä akustoa ei voi ladata ulkopuolisesti, eli energialähde on polttoaine. Akusto on melko pieni ja se ladataan aina polttomoottorilla tuotetulla sähköenergialla. Auto siis lataa itse akuston pyörittämällä polttomoottorilla generaattoria. Sähkömoottorilla voidaan liikkua lyhyitä matkoja ja hidastettaessa voidaan ladata akkuja liike-energialla, kuten sähköautossa tai ladattavassa hybridissä. Tekniikalla voidaan vähentää polttoainekulutusta ja päästöjä. Akun kapasiteetti on tyypillisesti 1–3 kWh ja ajomatka sähköllä 5–10 km.

Kevythybridi on hybridin alalaji, jossa käytetty sähkömoottori on pieni eikä yksin kuljeta autoa, vaan ainoastaan tukee polttomoottoria ja hyödyntää hidastuksissa liike-energian.

Sarjahybridi ja rinnakkaishybridi

Kaikissa hybrideissä on kaksi energianlähdettä. Rinnakkaishybridissä ne tuottavat voimaa rinnakkain. Polttomoottori pyörittää voimansiirron kautta suoraa pyöriä ja autoa liikuttavan ajovoiman. Samoin tekee sähkömoottori. Ne voivat toimia erikseen tai samanaikaisesti. Tekniikka sopii ladattavaan-, itselataavaan ja kevythybridiin.

Sarjahybridissä ne tuottavat voiman sarjaan kytkettynä eli peräkkäin. Polttomoottori pyörittää generaattoria, joka tuottaa sähköä sähkömoottorille, joka tuottaa autoa liikuttavan ajovoiman. Tämä ratkaisu edellyttää erillistä generaattoria tai kahta sähkömoottoria, joista toista käytetään generaattorina. Useissa sarjahybrideissä sähkö- ja polttomoottori voidaan kytkeä sekä sarjaan että rinnan. Tekniikkaa käytetään lähinnä ladattavissa ja itselataavissa hybrideissä.

OPPAAN ASIANTUNTIJAT



HEIKKILÄ, Tuukka

Sähkötekniikan diplomi-insinööri, Asiantuntija Energiateollisuus ry:ssä, puheenjohtaja SESKOn SK 69 sähköautot ja lataus-järjestelmät -standardointikomiteassa. Kirjoitti vuonna 2011 kandidaatintyönsä sähköautojen yleistymisen vaikutuksista.

.....



HIKMAN, Kai

Ajoneuvotekniikan insinööri (YAMK), Sähkö- ja hybridiajoneuvojen sekä sähkötyöturvallisuuden kouluttaja Taitotalo-oppilaitoksessa.

.....



KAIHONEN, Kari

Ajoneuvotekniikan insinööri, Suomen Autoteknillisen Liiton puheenjohtaja ja kehitysjohtaja Taitotalo-oppilaitoksessa. Hän on toiminut myös suunnittelijana ja jälkimarkkinointipäällikkönä Fortumin Elcat-sähköautoissa.

.....



LINJA-AHO, Vesa

Diplomi-insinööri, autoelektroniikan lehtori Metropolia-ammattikorkeakoulussa. Linja-aho on mukana sähköajoneuvojen ja niiden lataamisen työ-, palo- ja sähköturvallisuuteen liittyvässä kansallisessa ja kansainvälisessä standardoinnissa sekä tutkimuksessa niin kansallisesti kuin kansainvälisestikin.

.....



MALMARI, Frans

Ajoneuvotekniikan insinööri (YAMK), kehityspäällikkö, Diagno Finland Oy. Pitkä kokemus autosähkötekniikan ja sähköajoneuvotekniikan asiantuntija- ja koulutustehtävistä. Jäsenenä Autoalan keskusliiton alaisessa sähkö- ja hybridiajoneuvojen neuvottelukunnassa.

.....



MÄNTYLÄ, Janne

Electrics Engineer, Electric Vehicle and Electric Engineering, Valmet Automotive Oy. Mäntylän työtehtäviin kuuluu muun muassa akkujen, akkujärjestelmien ja sähköisten voimalinjojen ja ajoneuvojen suunnittelu sekä tuotekehitys.

.....



SEPPÄLÄ, Juha

Ajoneuvotekniikan insinööri, liiketoiminnan kehitysjohtaja Örum-konsernissa. Seppälällä on pitkä kokemus autosähkötekniikan ja diagnostiikan koulutus-toiminnasta ja autokorjaamoiden kehityshankkeista. SESKOn SK 69 sähköautot ja latausjärjestelmät -standardointikomitean jäsen.