



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

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

Käytä viittauksessa alkuperäistä lähdettä:

Linja-Aho, Vesa (2019). Sähköautot - faktoja pöytään. Skeptikko, 1, 14-18.

Volvo esitteli helmikuussa uuden Polestar 2 -täyssähköauton. Siinä käytetään 78 kWh:n akustoa, jolla saavutetaan 500 kilometrin toimintamatka WLTP-mittaustavan mukaan.



LEHTIKUVA

SÄHKÖAUTO – FAKTOJA PÖYTÄÄN

VESA LINJA-AHO

Keskustelu ilmastonmuutoksesta ja lähestyvät eduskuntavaalit ovat nostaneet sähköautot ja mahdolliset polttomoottoriautoille asetettavat kiellot jälleen keskusteluun.

AUTOT JA AUTOILU HERÄTTÄVÄT vahvoja tunteita suuntaan jos toiseenkin. Aina viime vuosikymmenelle asti sähköautot olivat käytännössä kuriositeetteja. Kotimaassa tutuin esimerkki lienee Elcat Cityvan, jota käytettiin postin jakamiseen. 2010-luvulla markkinoille on tullut sähköautoja,

jotka painivat suorituskyvyltään samassa sarjassa polttomoottoriautojen kanssa. Polttomoottoriautot ovat edelleen joiltain ominaisuuksiltaan (mm. toimintamatka ja nopea tankkaus) ylivoimaisia sähköautoihin verrattuna. Polttomoottoriauton kiistaton etu on myös sähköautoa edullisemmat valmistuskustannukset.

Keskustelu ilmastonmuutoksesta ja lähestyvät eduskuntavaalit ovat nostaneet sähköautot ja mahdolliset polttomoottoriautoille asetettavat kiellot jälleen keskusteluun. Tässä artikkelissa otetaan kantaa sähköautoihin liittyviin faktakysymyksiin. Eri tekniikoiden tukeminen ja kieltäminen ovat poliittisia kysymyksiä, joita toki voidaan perustella faktoilla suuntaan jos toiseenkin.

Sähköautoihin liittyvistä vääristä käsityksistä ei ole Suomessa tehty tieteellistä selvitystä, mutta aihetta koskevissa verkkokeskusteluissa toistuvat yleensä akun keston, tarvittavaan toimintamatkaan ja todelliseen hiilijalanjälkeen liittyvät teemat. Käsitelen tässä artikkelissa näistä ensimmäistä: akun kestoikää. Toimintamatkaa ja talvikäyttöä sekä hiilijalanjälkeä käsitellään myöhemmissä artikkeleissa. Jos lukijoilla on muita sähköautoihin liittyviä skeptistä tarkastelua kaipaavia näkökulmia, niitä voi ehdottaa toimitukselle tai suoraan allekirjoittaneelle.

VÄÄRINKÄSITYKSIÄ

USEIN TOISTUVA VÄITE sähköverkon tai sähköntuotannon tukehtumisesta sähköautoihin on tyrmätty jo monessa populaarilehdessä, mutta se ansainnee lyhyen käsittelyn sekkin.

Keskusteluissa menee usein sekaisin oma tarve ja iso kuva: esimerkiksi henkilön, joka ajaa todella vähän ja harvoin, ei kannata ostaa sähköautoa pihaan vanhenemaan. Samoin henkilölle, joka joutuu esimerkiksi työn takia ajamaan vuoden ympäri päivittäin epäsäännöllistä reittiä 400-600 kilometriä – jos ei joka päivä niin ainakin säännöllisesti – ei kannata ostaa sähköautoa, koska auton saamisesta lataukseen ei ole varmuutta ja reitti on ajettava myös –30 asteen pakkasella. Esimerkki tällaisesta työstä on vaikkapa kiertävän myyjän tai tuote-esittelijän työ. Edellisen kaltaisia esimerkkejä on kuitenkin prosentuaalisesti hyvin pieni osuus kaikista autoilijoista.

Väärinkäsitykset vaihtelevat maittain: esimerkiksi Suomessa en ole törmännyt ainakaan säännöllisesti käsitykseen, että sähköautoa ei voisi ajaa autopesuun tai ettikö sillä voisi ajaa sateessa. Britanniassa vastaavia väärinkäsityksiä esiintyy [1], joskaan 2000 hengen kyselytutkimuksesta, jota keltainen lehdistö vielä dramatisoi [2] ei voi suorittaa pitkälle meneviä johtopäätöksiä. Suomessa tuskin kukaan luulee, että nelivedolla voisi korvata talvirenkaiden käyttöä, brittiläinen autojulkaisu taas kutsuu tätä yleiseksi oletukseksi (”general mainstream assumption”). [3] Suomessa kyseiselle luulolle naureskellaan. [4]

Talvirenkaista ja nelivedosta puhuttaessa voi nostaa esille sellaisenaan sähköautoihin liittymättömän, mutta psykologisia tekijöitä korostavan havainnon. Ruotsalaisen vakuutusyhtiön Folksamin testissä havaittiin, että nelivetoauto käyttäytyy huomattavasti paremmin liukkaalla tiellä kuin vastaava etuvetoauto. Kuitenkin nelivetoisten autojen onnettomuusriski on aivan yhtä suuri kuin kaksivetoisten. Lisäksi nelivetoiset autot olivat useammin osallisina suuremmissa nopeuksissa tapahtuneissa onnettomuuksissa. Yksi syy saattaa olla, että neliveto ei anna oikeaa kuvaa keliolosuhteista, minkä vuoksi kuljettajille syntyy väärä turvallisuuden tunne. Jarrutusmatka on neli- ja etuvetoautolla luonnollisesti sama. [5]

TERMISTÖSTÄ

TÄSSÄ ARTIKKELISSA SÄHKÖAUTOLLA TARKOITETAAN täyssähköautoa, jossa on yksi tai useampi sähkömoottori, joka saa käyttövoimansa ladattavasta akusta. Tämän lisäksi käsitellään hieman ladattavia hybridautoja sekä perinteisiä hybridautoja.

Ellei toisin mainita, artikkeli koskee henkilöautoja. Vaihtoehtoisten käyttövoimien soveltuvuus raskaaseen liikenteeseen kuten busseihin ja kuorma-autoihin sekä ajoneuvoyhdistelmiin vaatisi käytännössä kokonaan oman artikkelinsa. Lyhyesti voidaan todeta, että tarvittavat energiamäärät ovat niin suuria, että nykyakutekniikalla ja suurella todennäköisyydellä myös lähitulevaisuuden akutekniikalla ei vielä ajoneuvoyhdistelmiä kuljeteta. Sen sijaan kaupunkibusseihin ja tarkkaan mietityille vakioireille sähkö on lupaava käyttövoima.

AKUN KESTOIKÄ

SÄHKÖAUTON HEIKKAIN LENKKI on sen akku. Ajoneuvokäyttöä ajatellen suurin heikkous tällä hetkellä on akkujen hinta. Siinä, missä pienen polttomoottoriauton saa uutena noin 10 000 eurolla, joutuu sähköautosta pulittamaan noin 25 000 euroa. Akun hinta on suurin selittävä tekijä hintaerossa, vaikka myös sähköautojen pienemmät valmistusmäärät vaikuttavat.

Akut ovat myös painavia, eikä niiden täyttäminen onnistu kolmessa minuutissa, kuten polttonestesäiliön. Sähköauto painaakin tyypillisesti 300–400 kg vastaavankokoista ja -suorituskykyistä polttomoottoriautoa enemmän. Tämä painonlisäys näkyy energiankulutuksessa sekä teiden kulutuksessa kuten myös suurempina valmistuksen päästöinä.

Акун hintaa enemmän kuluttajaa arveluttaa sen kestoikä: hinta kun lukee kauppasopimuksessa. Mutta entä jos autoon tulee kallis akun vaihto heti takuuajan jälkeen? Sähköautoissa on hyvin tavallista antaa normaalitakuuta pidempi takuu akulle tai koko sähköiselle ajovoimajärjestelmälle, esimerkiksi 8 vuotta. Joillain merkeillä takuu kattaa vain varsinaiset viat eikä normaalia kapasiteetin alenemista. Esimerkiksi Nissan Leafissa on 8 vuoden tai 160 000 km:n akkutakuu, riippuen siitä kumpi tulee ensin täyteen. Takuu kattaa akun vaihdon, jos akun kapasiteetti laskee tänä aikana kojelaudalla näkyvästä 12 palkista alle 9 palkkiin eli jos akun kapasiteetti on laskenut alle 75 %:iin. [6]

Esimerkiksi Nissan Leafin 24 kWh:n akku maksaa 6200 euroa ja 30 kWh:n akku 7750 euroa. [7] Japanissa tehdaskunnostetun 24 kWh:n akun saa 2400 eurolla, kun uusien akkujen hinnat ovat 5100 euroa (24 kWh), 6300 euroa (30 kWh) ja 6400 euroa (40 kWh). [8]

Mutta kuinka pian akku tulee vaihtaa vai kannattaako sitä edes vaihtaa auton elinkaaren aikana? Nykyaikainen henkilöauto suunnitellaan kestäväksi noin 250 000 kilometriä [9], olipa kyseessä sähköauto tai polttomoottoriauto. Vain harvoilla autoyksilöillä ajetaan yli 300 000 kilometriä. Syyt ovat puhtaasti taloudellisia. Auton suunnitteleminen sellaiseksi, että se kes-

KOMMENTTI: Populaarilähteitä

SKEPTIKKON SOPIVAN ARTIKKELIN kirjoittaminen autoalalta on aina haastavaa: siinä missä monelta muulta alalta on saatavilla runsaasti tieteellistä tutkimusta ja julkista ja avointa materiaalia, autoalalla tuotekehitykseen liittyviä dokumentteja varjellaan yrityssalaisuuksina ja moni ”testattu” asia on populaarilehtien, ei vertaisarviointiseulan läpäisseiden tutkijoiden testaamaa.

Syy jälkimmäiselle on selvä: esimerkiksi kymmenen sähköauton rahtaaminen Lapin pakkasiin tai Barcelonan helteisiin toimintamatkan mittausta varten ei ylitä tieteellistä julkaisukynnystä. Tällaisen testin kun voi tehdä helposti kuka tahansa alan perusasiat tunteva ammattilainen. Sen sijaan rahaa, työaikaa ja käsipareja tällainen testi vaatii. Siksi on luonnollista, että tällaisia testejä tekevät kuluttajalehdet. Lukijoita aihe kiinnostaa ja he ovat siitä valmiita maksamaan.

Haittaako tämä? Vertaisarviointi tieteessä ei ole mikään taikaluoti artikkelin sisällön totuudenmukaistamiselle, vaan se toimii ainoastaan ensimmäisenä suodattimena (heti lehden päätoimittajan jälkeen), joka karsii suuren osan huonosta tieteestä pois.

Esimerkiksi Tekniikan Maailmassa julkaistu sähköautojen toimintamatkatesti on ihan pätevä lähde skeptiseenkin artikkeliin, koska artikkelissa on kuvattu yksityiskohtaisesti testausmenetelmä ja tulokset ovat linjassa muiden vastaavien testien kanssa. Ja ennen kaikkea testi on toistettavissa. Jos joku epäilee jonkun auton tulosta, voi käydä hakemassa kyseisen ajoneuvon koeajoon, toistaa testin ja katsoa, poikkesiko tulos olennaisesti toimituskunnan suorituksesta.

Tässä artikkelissa ei blogeihin viitata, mutta blogikirjoitus voi olla käypä lähde, jos kirjoittaja on asiantuntija, tieto ei ole ristiriidassa muiden, tiukemman seulan läpäisseiden lähteiden kanssa ja ennen kaikkea tieto on tarkistettavissa. Esimerkiksi, jos joku on pyöritynyt Trafín avoimesta datasta tunnuslukuja asialliseen näköiseen blogiinsa, tätä voi käyttää lähteenä. Tiedot voi tarvittaessa tarkistaa itsekin – kuten tämän artikkelin tapauksessa tein. Mainittakoon samaan hengenvetoon, että tieteellisessä vertaisarvioinnissa datasta tehtyjä laskelmia ei tavallisesti toisteta, vaan ne oletetaan oikein tehdyksi jos ei ole erityistä epäilyä tehdä toisin.

Vastaavalla tavalla ei löydy – tai en ainakaan onnistunut löytämään – vertaisarvioitua tieteellistä artikkelia, jossa ”todistetaan”, että nykyautot suunnitellaan kestämään noin 250 000 ajettua kilometriä. Saamme tyytyä ”vain” VTT:n johtavan tutkijan lausuntoon.

Vesa Linja-aho

täisi vaikkapa puoli miljoonaa ajettua kilometriä, ei ole taloudellisesti järkevää, koska esimerkiksi Suomessa liikennekäytössä olevien henkilöautojen vuotuinen ajosuorite on keskimäärin 17 000 kilometriä. 20 vuoden ikäisen – joka on autojen keskimääräinen romutusikä Suomessa – auton mittarissa olisi tällä ajosuoritteella vasta 340 000 kilometriä vuodessa.

Tietenkin on selvää, että ajoneuvon hajoaminen niin, että korjaaminen on taloudellisesti järjetöntä, ei tapahdu kuin taikaiskusta tietyn kilometrimäärän jälkeen, vaan osa autoista paalataan jo 200 000 kilometrin jälkeen siinä missä osalla porskutetaan satoja tuhansia kilometrejä. Myös nykyaikaisissa polttomoottoriautoissa on tekniikkaa, joiden korjauskustannukset liikkuvat tuhansissa euroissa. Esimerksi monista dieselautoista löytyvä kaksoismassavaihtopyörä kuuluu vaihtokuntoon noin 200 000 kilometrin paikkeilla. Korjauskustannukset lasketaan tuhansissa euroissa. Kalliita ovat myös pakokaasujen puhdistusjärjestelmän viat. [10]

Suomessa on Trafín tilastojen mukaan noin 2,7 miljoonaa liikennekäytössä olevaa henkilöautoa. Näistä reilulla 25 000 autolla on ajettu yli puoli miljoonaa kilometriä. Useammassa kuin joka kymmenennessä autossa mittarilukema on yli 300 000 kilometriä. [11]

Paljon ajettuihin ja vanhoihin autoihin ei ole taloudellisesti järkevää vaihtaa esimerkiksi uutta automaattivaihdelaatikkoa, vaan toimiva osa pyritään löytämään autopurkamolta. Myöskään yli 10 vuoden ikäiseen sähköautoon ei ole mielekää vaihtaa uutta akkua, vaan tyydytään tehdaskunnostettuun tai kolariautosta purettuun ja tarkastettuun akkuun.

Mutta paljonko voidaan olettaa akun kestävän käyttöä Suomen olosuhteissa?

MONIMUTKASEEN ASIAAN MONIMUTKAINEN VASTAUS

ARVION YLEENSÄ KYSYTTÄESSÄ, että sähköauton akku kestää käytöstä ja autosta riippuen noin 10–15 vuotta ja 200 000–300 000 kilometriä. Tämä on lyhyt ja yksinkertaistava vastaus. Ensinnäkin pitää määritellä, mitä tarkoitetaan akun *kestämisen* kanssa. Yleinen määritelmä ”käyttöikänsä lopussa olevalle akulle” on se, että akun kapasiteetti on pudonnut 70 %:iin alkuperäisen akun kapasiteetista.

Tällöinkään auto ei ole akkunsuolesta ”loppuunajettu”; toimintamatka vain on lyhyempi. Koska vanhimmatkin modernit sähköautot ovat iältään alle kymmenen vuoden ikäisiä, ei voida vielä varmaksi sanoa, millaiseen ratkaisuun markkinat päätyvät kapasiteetiltaan hiipuneiden, reilun kymmenen vuoden ikäisten autojen kanssa. Vaihtoehtoja on ainakin kaksi: joko tällaisia autoja käytetään kaupunki- ja kakkosautoina ja akku ajetaan aivan loppuun asti tai autoihin vaihdetaan tehdaskunnostettu tai kolmannen osapuolen edullinen tarvikeakku.

Akkujen kestoajan arvioinnista puhuttaessa on syytä korostaa, että koska nykyaikaisia, litiumakustolla varustettuja täyssähköautoja on ollut markkinoilla alle kymmenen vuotta, todellista dataa sähköajoneuvoakkujen



Sähköauto latauksessa Helsingin Kampissa tammikuussa 2017.

elinkaaren pituudesta saadaan vasta ensi vuosikymmenellä. Akkujen eliniän arviointi muistuttaakin jossain määrin eri tallennusmedioiden (cd-levy, dvd-levy) säilymisiin arviointia.

Litiumakkukennoja (kuten muitakin akkukennoja) vanhentavat ensisijaisesti kolme asiaa: lataus-purkaussyklist, niiden syvyys sekä kalenteri-ikä. Ajoneuvokäytössä kalenteri-ikä on yleensä merkityksellisin tekijä akuston ikääntymisessä. Kalenteri-ikäntymiseen vaikuttaa merkittävästi ympäristön lämpötila. Lämpimissä ja kuumissa maissa akusto on elinkaarensa lopussa nopeammin kuin esimerkiksi Pohjoismaissa. Myös akuston sisäisen lämmönhallinnan toteutus vaikuttaa tähän: pelkästään passiivisella jäähtymyksellä varustettu akusto kuumenee nopeasti raskaassa ajossa kuumalla säällä.

Kesäkuussa 2018 erittäin arvostetussa Nature Communications -lehdessä julkaistussa kattavassa tutkimusartikkelissa [12] tutkijat mallinsivat 24 kilowattitunnin akuston kulumista Yhdysvaltojen eri osavaltioiden ajokilometrimäärä- ja lämpötilaolosuhteissa.

Lopputuloksena tutkijat arvioivat, että akku on elinkaarensa lopussa 13,3 vuoden kuluttua Alaskan olosuhteissa ja 5,2 vuoden päästä Floridan olosuhteissa. Elinkaaren loppu määriteltiin siten, että akun käytettävissä oleva kapasiteetti on laskenut 70 prosenttiin alkuperäisestä.

Alaskassa käyttöikää pidensi viiteen lämpötilan lisäksi poikkeuksellisen alhainen vuotuinen ajokilometrimäärä (9400 kilometriä).

Samaisessa artikkelissa käsitellään myös harvemmin pöydälle nostettua asiaa: sähköauton kulutuksen kasvua akun vanhentuessa. Kun akku vanhenee, sen sisäinen resistanssi ja siten häviöt kasvavat. Uuden litiumakun lataus-purkasyklin hyötysuhde on peräti 98 %, mistä se laskee elinkaaren aikana 80 prosentin tuntumaan. Tämä kasvattaa auton energiankulutusta ja tulee ottaa huomioon laskettaessa auton elinkaaripäästöjä. Jos akun käyttöä jatketaan, hyötysuhde laskee edelleen.

Kun akun kapasiteetti on laskenut 70 prosenttiin alkuperäisestä, energiankulutus on kasvanut 11,5-16,2 prosenttia verrattuna uuteen akkuun. Jos akkua käytetään vielä tämän jälkeen, häviöt ja kulutus kasvavat luonnollisesti lisää.

Tutkijat korostavat, että tutkimustulokset koskevat 24 kilowattitunnin LMO-akustoa. Esimerkiksi uudemmista Nissan Leafeissa on 30 kilowattitunnin LMO ja vielä uudemmista 40 kilowattitunnin NMC-akusto. Mitä suurempi akku on, sitä matalampia purkaussyklejä sen arki-käytössä joudutaan tekemään, mikä pidentää akun elinkaarta. Lisäksi, mitä suurempi akku on, sitä pienempi ongelma on sen kapasiteetin aleneminen.

Useiden eri litiumakkukemioiden olemassaolo tekee ”sähköauton akun” eliniän arvioinnin monisyiseksi kysymykseksi. Esimerkiksi Aalto-yliopiston sähkökemiallisen energiantuotannon ja varastoinnin professori Tanja Kallio vierastaa ”litiumakuista” puhumista yhtenä könttänä: litiumakkukemioita on useita, ja niillä on kaikilla erilaiset ominaisuudet. Lisäksi jokaisella kennovalmistajalla on oma hienoviritetty cocktailinsa lisäaineineen.

Esimerkiksi sähköbussseissa käytetyt litiumtitanaattikennot (LTO) kestävät suuria latausvirtoja ja toistakymmentä tuhatta lataus-purkusykliä. Vastaavasti kennojännite ja energiatiheys ovat alhaisemmat kuin litiummangaanioksidi- (LMO) ja nikkelimagnaanikobolttioksidi (NMC) -akuilla.

Lähteet

- [1] 42% Of Brits Are Confused – Think Electric Cars Can't Go In A Car Wash. Inside EV:s, 3.8.2018. <https://insideevs.com/brits-confused-electric-cars-cant-car-wash/>
- [2] Brits fear electric cars can't be used in the rain or driven through puddles. The Sun. 27.12.2018. <https://www.thesun.co.uk/news/8066246/electric-cars-rain-puddles-battery-survey/>
- [3] Here's Proof That 4WD Is Useless On Snow Compared To Winter Tyres. CarThrottle, 2018. <https://www.carthrottle.com/post/heres-proof-that-4wd-is-useless-on-snow-compared-to-winter-tyres/>
- [4] Häh, eikö neliveto korvaakaan talvirenkaita? Suomessa kuvattu video hämmästyttää maailmalla. MTV Uutiset, 22.11.2018. <https://www.mtvuutiset.fi/artikkeli/hah-eiko-neliveto-korvaakaan-talvirenkaita-suomessa-kuvattu-video-hammastyttaa-maailmalla/7174390#gs.zYJuJCAW>
- [5] Talvirenkaat ratkaisevat myös nelivedolla. Kauppalehti, 8.3.2016. <https://www.kauppalehti.fi/uutiset/talvirenkaat-ratkaisevat-myos-nelivedolla/0de66d99-6827-3896-9f41-dc-351c8f4ef0>
- [6] Nissan Suomi, verkkosivut. Viitattu 10.3.2019. <https://www.nissan.fi/ajoneuvot/henkiloautot/leaf/toimintamatka.html>
- [7] Arveluttaako sähköauton akun kestävyys ja uuden hinta? IS selvitti – vastaus saattaa yllättää. Ilta-Sanomat. 11.11.2017. <https://www.is.fi/autot/art-2000005442836.html>
- [8] Nissan Leaf refurbished batteries offered for older electric cars, in Japan. Green Car Reports. 2.4.2018. https://www.greencarreports.com/news/1116042_nissan-leaf-refurbished-batteries-offered-for-older-electric-cars-in-japan
- [9] Ajoneuvovalmistajat eivät mainosta tätä verkkosivuillaan, kyseessä on ”alalla yleisesti tiedossa oleva asia”, jonka minulle kertoi ensimmäistä kertaa Daimlerin suunnitteluinsinööri tehdasvierailulla vuonna 2011. Mm. VTT:n johtava tutkija, moottoritekniikan asiantuntija Juhani Laurikko toteaa Helsingin Sanomissa, että auton moottorin pitäisi kestää Laurikon mukaan noin 200 000 – 300 000 kilometriä, minkä jälkeen sillä on kärjistäen sanoen lupa hajota. (Miksi autojen moottorit kestävät nykyään vähemmän kilometrejä? Koska autonvalmistajat pyrkivät ”riittäväan, mutta eivät liian hyvään” moottoriin. HS 8.6.2017. <https://www.hs.fi/autot/art-2000005243858.html>)
- [10] Asiantuntija: Autoja ei enää suunnitella 20 vuoden käyttöä varten – nämä viat voivat tulla kalliiksi. Vantaan Sanomat 12.2.2017. <https://www.vantaansanomat.fi/artikkeli/485605-asiatuntija-autoja-ei-ena-suunnitella-20-vuoden-kayttoa-var-ten-nama-viat-voivat>
- [11] Pyhimys-Volvon ja sen omistajan ystävyys kesti yli 5 000 000 kilometriä, kunnes toinen uupui matkalla. Helsingin Sanomat 30.11.2018. <https://www.hs.fi/autot/art-2000005917108.html>
- [12] Fan Yang, Yuanyuan Xie, Yelin Deng & Chris Yuan: Predictive modeling of battery degradation and greenhouse gas emissions from U.S. state-level electric vehicle operation. Nature Communications 2018. Open access: <https://www.nature.com/articles/s41467-018-04826-0> . Jos aihe kiinnostaa mutta artikkeli on raskaslukuinen: olen pyrkinyt tiivistämään siitä olennaisimmat asiat elokuun 2018 Tuulilasi-lehteen, johon voi tutustua esimerkiksi kirjastossa.

*Artikkelin kirjoittaja
työskentelee sähköalan lehtorina
Metropolia Ammattikorkeakoulussa.*