



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: toimintamatka ja hiilijalanjälki. Skeptikko, 2, 12-17.

Sähköautot: toimintamatka ja hiilijalanjälki

VESA LINJA-AHO

”Sähköauto on käytännössä kiistaton ekoteko. Vielä parempi on liikkumisen vähentäminen ylipäätään.”

Tämä artikkeli on jatkoa Skeptikon edellisen numeron juttuun, jossa käsiteltiin sähköauton akun käyttöikä.

”LUVATTU” JA TODELLINEN TOIMINTAMATKA

POPULAARIMEDIASSA VIITATAAN usein sähköauton *luvattuun toimintamataan* ja verrataan sitä vaikkapa toimittajan koeajolla saavuttamaan toimintamataan. Luvattulla toimintamatalla tarkoitetaan standardoidun NEDC- tai WLTP-testisyklin mukaan valmistajan ilmoittamaa toimintamatkaa. Kyseessä *ei ole valmistajan lupaus* vaan tarkkaan määritellyn testin mukainen toimintamatka. Jo yleistä tietoa on, että myyntiesitteeseen painettu polttomoottoriauton polttoaineenkulutus ei ole ”lupaus” vaan arvo, joka voidaan varovaisella ajotavalla saavuttaa hyvissä olosuhteissa – käytännössä auto kuin auto kuluttaa normaaliajossa enemmän. Kukaan ei onneksi puhukaan luvattusta polttoaineenkulutuksesta, mutta luvattu toimintamatka kummittelee usein artikkeleissa.

Vanhempi NEDC-testisykli mallintaa käytännössä kaupunkiajoa, ja mukana on vain lyhyt maantieajopätkä. Käytännössä NEDC-syklin mukainen toimintamatka voidaan saavuttaa kesäsäällä ajamalla vakionopeudensäätimen kanssa 60 km/h suoralla tiellä. Tarkka todellinen kulutus riippuu olosuhteista, mutta hyvä nyrkkisääntö on, että toimintamatka moottoritiellä nopeusrajoituksen mukaan ajettaessa on puolet tai alle NEDC-toimintamatkasta. Esimerkiksi jos auton NEDC-toimintamatka on 200 km, autolla voi ajaa 120 km/h noin 100 km, eli esimerkiksi Espoon Leppävaarasta Salon ABC:lle.

200 kilometriä on tyypillinen reilun 20 kilowattitunnin akustolla varustetun, vuosikymmenen alkupuolen täyssähköauton NEDC-toimintamatka. Nykyään edullisimmissakin uusissa sähköautoissa on 40-60 kilowattitunnin ajoakku, jolla voi ajaa yhdellä latauksella olosuhteista riippuen noin 200-500 kilometrin matkan. Toimintamatka ei kasva lineaarisesti akkukoon kasvaessa, koska akun koon mukana kasvaa myös auton massa ja siten myös auton kulutus.

Käytännössä kaikissa vuonna 2018 ja myöhemmin myyntiin tulleissa autoissa toimintamatka on ilmoitettu WLTP-syklin mukaan. WLTP antaa realistisen toimintamatkan autolle kesä-, kevät- ja syysäällä maantieajossa. Jos WLTP-toimintamatkaksi on ilmoitettu 400 kilometriä, tämän voi olettaa pääsevänsä yhdellä latauksella täydellä akullisella, jos matkalla ei ole moottoriteitä, ajaa rajoitusten mukaan eikä ohittele. Esimerkiksi helsinkiläisen käytännön toimintasädettä syö nimenomaan reipas moottoritiekulutus: lähtipä Helsingistä pohjoiseen, itään tai länteen, käytössä on toista sataa kilometriä moottoritietä. Mikään ei tietenkään kiellä ajamasta moottoritiellä vain satasta, mutta jos autoja verrataan yksi yhteen, on rehellistä olettaa että kaikilla ajetaan niin lujaa kuin laki sallii.

Se, onko 300 tai 400 kilometriä liian vähän toimintamatkaksi, on tietenkin täysin yksilöllistä. Kesät talvet suuntaansa 300-400 kilometrin keikkareissuja tekevä myyntitykki tai rakennusalan keikkatyöläinen ei voi laskea vielä elämäänsä täyssähköauton varaan. Tarkkaa dataa siitä, kuinka suurella osalla henkilöautoista ei ajeta lähes koskaan yli 300-400 kilometrin päivittäisiä ajosuoritteita, ei ole Suomessa olemassa eikä sellaisen kerääminen onnistuisikaan kuin Stasi-henkisellä satelliittiseurannalla. Suomessa toteutetaan säännöllisesti henkilöliikennetutkimus, jossa seurataan eri pituisten matkojen määrää, mutta siitä, miten nämä matkat jakautuvat eri käyttäjille, voidaan esittää vain valistuneita arvailuja.

Jos 500 kilometrin sukulointireissu tehdään vain keran vuodessa, 20-30 minuutin lataustauon puolimatassa sietää kyllä kahvitellen tai lounastaen. Tauon tarkka pituus riippuu autosta, matkan varren latausmahdollisuuksista ja olosuhteista. Esimerkiksi muhkeasta 95 kilowattitunnin akustosta huolimatta Audi e-tronilla (Mukka ym, 2019) jo 400 kilometrin matka vaati 50 minuutin lataustauon, koska alkumatka oli moottoritietä, pikalaturi kykeni vain 50 kilowatin tehoon ja korkea ja 2,5 tonnin painoinen auto kuluttaa energiaa etenkin moottoriteajossa huppeasti. 150 kilowatin laturilla – joita Suomessa on vasta yksi kappale Lohjalla – tauko kutistuisi 16 minuuttiin, jota voidaan pitää jo kohtuullisena paussina tavalliselle ihmiselle 400 kilometrin matkalla. Nämä laturit ovat kalliita ja vaativat myös järeän sähköliittymän, joka maksaa sekini.

Sähköautoilun kannattajat vetoavat joskus siihen, että henkilöautoilla ajetaan keskimäärin vain 40-50 kilometriä päivässä¹, joten lyhyet toimintamatkat eivät ole ongelma. Keskiarvoon vetoaminen ei kuitenkaan tässä toimi, koska ajosuorite voi hyvin jakautua esimerkiksi 20 kilometrin päivittäiseen työmatkaan ja kerran tai pari kuussa

ajettavaan useiden satojen kilometrien mökki- tai sukulointimatkaan. Siltojakaan ei voi mitoittaa niiden keskimääräisen kuorman mukaan.

Se missä keskiarvoon vetoaminen toimii, on pysäköintialueiden sähköistyksen mitoittaminen. Esimerkiksi rivitaloyhtiön 20 auton pysäköintialueella riittää, että latausjärjestelmä mitoitetetaan niin, että se kattaa keskimääräisen autoilutarpeen. Sähköurakoinnin ja suunnittelun ammattilaisten ST-kortissa numero 51.90 suositellaan mitoittamaan pysäköintialue kaupunkiseudulla 100 km ja maaseudulla 200 km päivittäisen ajosuoritteen mukaan. Mitoitussuositus on varmuuden vuoksi yläkanttiin. Ylimiöitys varmuuden vuoksi on perusteltua, mutta maaseudun tuplamitoitus kaupunkiin verrattuna voidaan helposti kyseenalaistaa: vaikka maaseudulla siirtymät ovat usein pidempiä, ne eivät ole kaksi kertaa pidempiä.

Trafin avoimen ajoneuvodatan perusteella (ks. esim. Näytä data 2017) vähiten kilometrejä autoa kohti ajettiin Hangossa, Turussa ja Pietarsaareissa (14700 km/vuosi) ja eniten Utsjoella (21300 km/vuosi)². Kuten kirjoittaja esittää (Näytä data 2017), jako maaseudun ja kaupun- kien välillä ei ole yksiselitteinen ajokilometrimäärän mää- räjä: esimerkiksi Oulussa ja Kuopiossa ajetaan enemmän kuin useissa pienissä maaseutumaisissa kunnissa.

Olennaista sähköauton kaikille tyrkyttämisen sijasta on huomioida henkilön autoilun tarve. Esimerkiksi itse ajan 30000 kilometriä vuodessa eli kaksinkertaisen mää- rän keskivertoautoilijaan nähden, mutta pisin matka mitä olen ikinä ajanut Suomessa henkilöautolla on Espoosta Seinäjoelle (350 km). Kun otetaan huomioon, että alku- matka on moottoritietä, tämä vaatii lähes kaikilla nykyaikaisillakin sähköautoilla yhden välilatauspysähdyksen. Poikkeuksen muodostaa Tesla Model S Long Range -mal-

li, jonka 610 kilometrin WLTP-toimintamatka riittää yhdensuuntaiseen Helsinki-Seinäjoki-matkaan ilman latauspysähdyksiä. Pikalataustauko vaaditaan vasta, jos men- nään Helsingistä Vaasaan asti (420 km), ja sekin kestää vain 5 minuuttia Jalasjärven pikalatausasemalla.

Yksi vaihtoehto latauspysähdyksen välttämiseen on ajaa moottoritielläkin sadan kilometrin tuntinopeutta. Perinteisten, 50 kilowatin pikalataustehoon kykenevien autojen kanssa tämä voi jopa nopeuttaa kokonaismatkaa: 180 kilometrin moottoritiepätkän ajaa 120 km/h nopeu- della puolessatoista tunnissa ja 100 km/h tuntinopeudel- la aikaan 1 h 48 min. 18 minuutin pysähdyksen aikana energiaa lataa autosta ja laturista riippuen 15–45 kilowat- tituntia. Ajotavan kanssa kikkaileminen on kuitenkin sel- littelynmakuista: valtaosa ihmisistä halunnee ajaa muun liikennevirran mukana eikä lähteä muuttamaan tottu- muksiaan vain käyttövoiman vaihdon takia.

TOIMINTA(MATKA) TALVELLA

SÄHKÖAUTOJEN TOIMINTAMATKA TALVELLA ei ole yhtä pitkä kuin kesällä. Ensimmäiseksi energiankulutusta kasvattavat samat seikat jotka lisäävät polttomoottoriau- tonkin kulutusta: lumisohjossa ajaminen kuluttaa ener- giaa verrattuna kuivaan tiehen, pakkasilma on tiheämpää ja kuivempaa³ kuin lämmin kesäilma. Vierinvastusvoimat kasvavat, kun laakerit ja voiteluaineet kangistuvat pakkasella.

Kovakaan pakkaneen ei häiritse sähkömoottorin eikä si- tä ohjaavan tehoelektronikan toimintaa, mutta täyssäh- köautossa merkittävimmät kulutusta kasvattavat tekijät ovat akun häviöiden kasvu ja akun lämmittämiseen tar-

Taulukko: Renault Zoe R90 vm 2016 toimintamatka eri lämpötiloissa.
Auto on Renault Clion kokoinen pikkuauto, jossa on 41 kWh ajoakku.

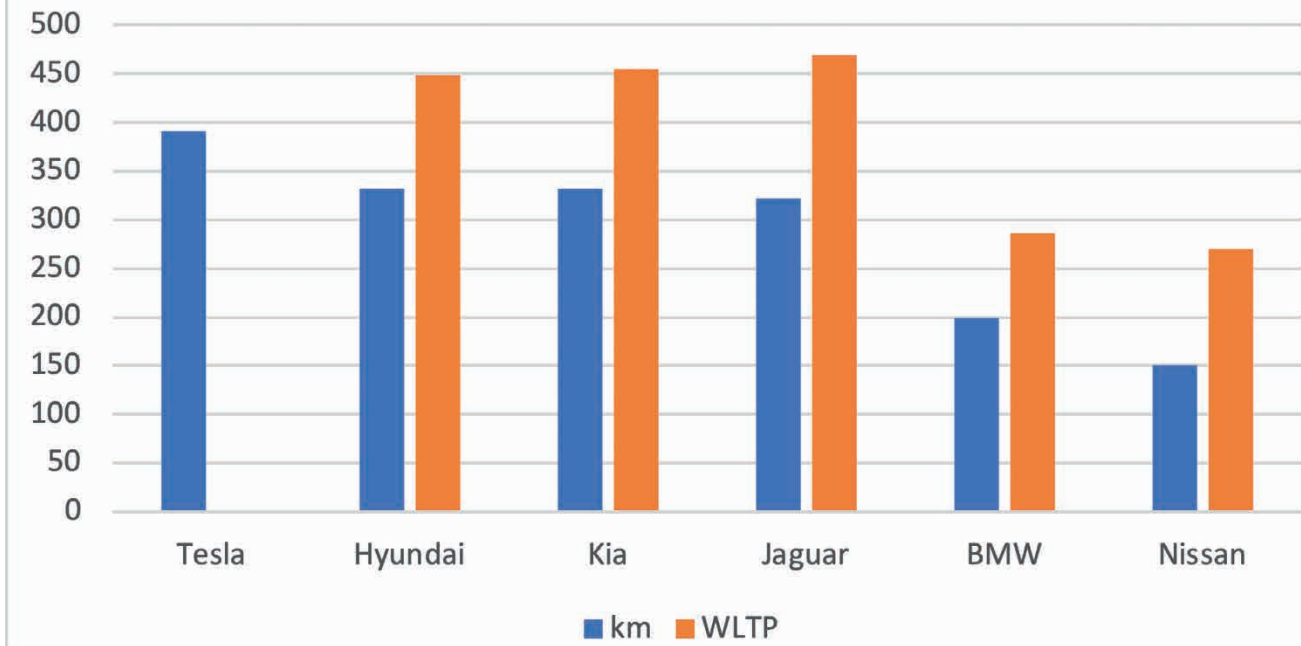
Toimintamatka (km)	Nopeus (km/h)	80	100	120
Lämpötila (°C)				
20		295	231	180
0		249	199	157
15		194	160	130

[1.] Tarkka lukema vaihtelee lähteestä ja vuodesta riippuen. Esimerkiksi vuonna 2017 Suomessa rekisteröidyillä henkilöau- toilla ajettiin keskimäärin 14000 kilometriä, eli 38 kilometriä päivässä (Lahtinen 2018).

[2.] Tilastokeskuksen (Lahtinen 2018) ja Näytä data -blogistin kilometrimäärät eroavat hieman toisistaan, esimerkiksi vähi- ten autoilevilla paikkakunnilla autoiltiin muka vähemmän kuin koko Tilastokeskuksen mukaan Suomessa keskimäärin... Näytä data -blogisti on laskenut arvot suoraan raakadatasta jakamalla auton mittarinlukeman auton iällä ja Tilastokeskus on oikaissut ja jalostanut dataa eteenpäin: ”Tulokset perustuvat katsastushetkellä Trafin ajoneuvorekisteriin tallennettuihin matkamittarilukemiin ja niistä edelleen Tilastokeskuksen jalostamaan tilastoaineistoon.” Tässä pääasia on, että arvojen suuruusluokka on oikea.

[3.] Vastoin intuitiota pienempi ilmankosteus tekee ilmasta raskaampaa: vesihöyry on kevyempää kuin ilman pääainesosat tyyppi tai happi. Ks. esim. https://www.engineeringtoolbox.com/density-air-d_680.html

Toimintamatka -11 °C



Tekniikan Maaailma (3/2019) testasi sähköautoja käytännön talviolosuhteissa Suomessa. Lämpötila vaihteli testin aikana, ollen keskimäärin -11 °C. Tulokset verrattuna ajoneuvon valmistajan ilmoittamaan WLTP-toimintamatkaan on esitetty oheisessa kuvassa (Teslalta puuttuu WLTP-tyypitys).

vittava energia, sekä se, että ohjaamon lämmitykseen vaadittava energia otetaan suoraan ajoakusta. Joissain sähköautoissa ohjaamo lämmitetään ilmalämpöpumpulla.

Esimerkiksi Tesla Model S -sähköautoissa on noin 5 kilowatin tehoinen akun lämmitin ja noin 9 kilowatin tehoinen ohjaamon lämmityslaite. Jos pihassa pakkasessa seisella autolla lähtee liikkeelle ja ajaa 10 kilometrin työmatkan keskinopeudella 80 km/h – joka kesällä kuluttaisi vain noin 2 kilowattituntia – tulee tästä 7,5 minuutin matkasta lisäkulutusta 1,75 kilowattituntia päälle, eli kulutus pomppaa kesäkelien 20 kWh / 100 km lukemasta 37,5 kWh:iin sadalla kilometrillä. Todellisuudessa lukema voi olla suurempikin, kylmän akun häviöistä johtuen. Toisaalta sisätalälämmitin ei puhalla koko matkaa täydellä 9 kilowatin teholla ellei pakkasta ole kymmeniä asteita.

Jos tällaisia lyhyitä ajoja on päivän aikana monta peräkkäin, kulutus kovassa pakkasessa on suuruusluokkaa kaksinkertainen kesälukemiin verrattuna. Samankaltainen ilmiö toki toistuu polttomoottorillakin, mutta polttomoottorimaailmassa lisääntynyt kulutus ei ole ongelma muuta kuin kuluneen energian ja rahan muodossa.

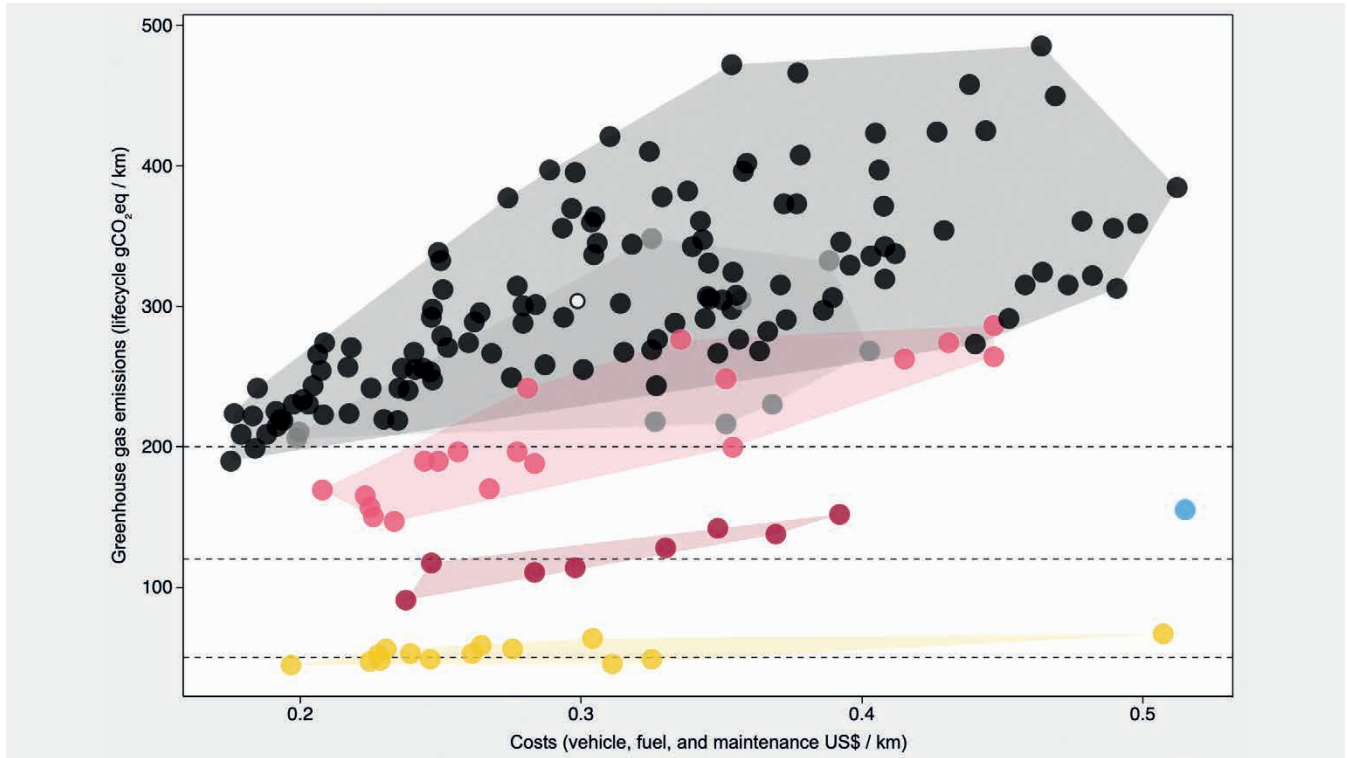
Lämmityksen tarve akkusähköllä pienenee, jos autoa säilytetään lämpimässä tallissa tai sen esilämmittää sen ollessa vielä johdon päässä.

Kasvanut kulutus ei ole ainoa sähköauton talviongelma: kylmää akkua ei voi ladata yhtä nopeasti kuin lämmintä akkua. Hidas tai keskinopea lataaminen (n. 2-22 kW) onnistuu pakkasellakin, mutta esimerkiksi 20 asteen pakkasessa seisseen auton akun pikalataaminen 50-150 kilowatin teholla ei ole mahdollista. Tarve on harvinaisen muttei mahdoton. Esimerkiksi (kesällä ihan hyvin

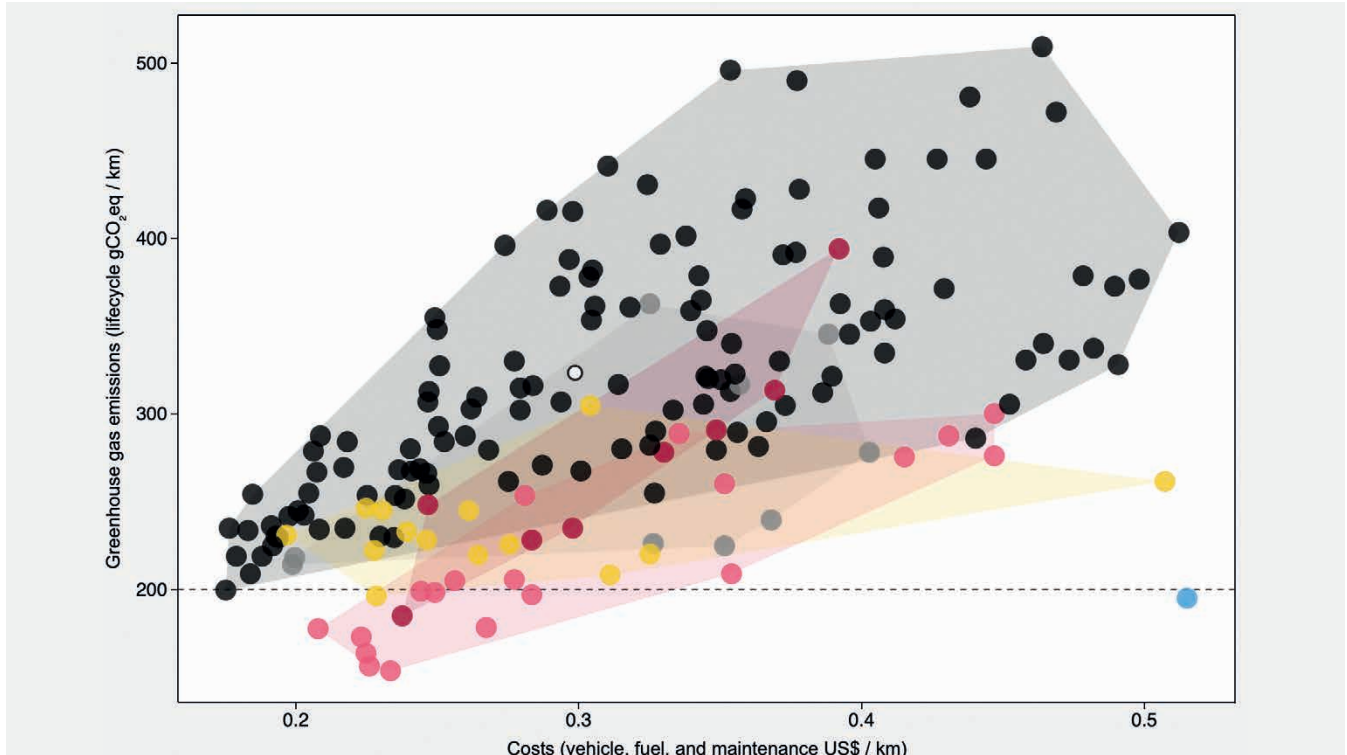
toimiva) 25 asteen pakkasessa ajaminen ensin Helsingistä Turkuun ja sitten Paimion pikalaturin kautta takaisin Helsinkiin on huono ajatus: normaalisti 15 minuutin latauspysähdys voi venyä yli 40-minuuttiseksi. Parempi ajatus on ladata akku perillä Turussa.

Paljonko pakkanen sitten puraisee toimintamatkaa? Kesäsaällä normaalissa maantieajossa nykyaikaisten sähköautojen toimintasäde on melko tarkkaan WLTP-normin mukaan mitattu ja ilmoitettu toimintasäde. Talvitestaukseen ei ole olemassa yleisesti käytettyä standardia. Joidenkin sähköautojen valmistajilla tai maahantuojalla on verkkosivuilla laskuri, jolla voi arvioida lämpötilan vaikutusta toimintamatkaan. Esimerkiksi Renault Zoen – jonka NEDC-toimintamatka on 400 kilometriä ja WLTP-toimintamatka 300 kilometriä – toimintamatka on laskurin mukaan 80 km/h nopeudella 20 °C:een ulkolämpötilassa 295 kilometriä, nollakelillä 249 kilometriä ja -15 °C:een pakkasella enää 194 kilometriä. 100 km/h nopeudella vastaavat arvot ovat 231 km, 199 km ja 160 km. Talvi- ja kesätoimintamatkan eron merkitystä kaventaa se, että talvella nopeusrajoitukset ovat matalammat.

Ulkoilmassa suomalaisen lehden – eli pienellä budjetilla pienen kielialueen takia – tekemän testin haasteena on, että autot pitää varata koeajoon hyvissä ajoin etukäteen jotta ne saadaan testattua samassa säässä ja tulokset ovat vertailukelpoisia keskenään. Ulkolämpötilaa taas on vaikea ennustaa etukäteen. -11 asteen pakkasta mielenkiintoisempaa olisi tietää miten autot pärjäävät esimerkiksi -25 °C lämpötilassa – lämpötila joka on harvinaisen muttei tavaton Suomen tiheimmin asutuilla alueilla rannikon tuntumassa. Jos sähköauto on perheen ainoa



Kuva 1: Jos sähkö tuotetaan Suomen sähköntuotantoprofililla, sähköautot (alhaalla oranssilla) ovat selvästi vähäpäästöisiä. Seuraavana tulevat ladattavat hybridit, tavalliset hybridit ja ylimmäisenä polttomoottoriautot. Yksinäinen sininen pallukka oikealla on Toyota Mirai -vetyauto, jonka pallukka putoaa lähes sähköautojen tasolle, jos vedyn tuotantotavaksi valitaan höyrymetaaniprosessin sijaan elektrolyysi.



Kuva 2: Vaikka ajoajan valmistuksen päästöt arvioitaisiin kolme kertaa suuremmaksi, sähköautojen päästöt nousevat 30-40 gramman tuntumasta 50-100 gramman suuruusluokkaan. Tämä johtuu siitä, että kuten kaikilla autoilla, suurin osa päästöistä syntyy autoa käytettäessä. Tilanne muuttuu, jos sähkö tuotetaan pelkällä kivibiilellä. Tällöin pienet polttomoottoriautot parantavat asemaansa sähköautojen tasolle tai jopa sen ohii, ja pieniruokaiset hybridiautot, kuten Toyota Prius, pesivät sähköautot mennen tullen.

auto ja sillä kuljetaan työmatkat, hankintaa harkitsevan on tärkeää tietää, että työmatka taittuu myös kireimpinä pakkaspäivinä.

Tekniikan maailman testin puutteeksi voidaan mainita, että vaikka se laittaa sähköautot ”paremmuusjärjestykseen” pakkassäässä kulkemiselle, vertailukohta siitä, paljonko samalla testilenkillä olisi päästy kesäkelillä – eli paljonko pakkasen prosentuaalisesti haukkasi toimintamatkaa – jää näkemättä. Jos otetaan vertailukohdaksi WLTP-toimintamatka, tähän verrattuna autojen toimintamatka aleni keskimäärin 32 %.

SÄHKÖAUTON HIILIJALANJÄLKI

SÄHKÖAUTOJA MARKKINOIDAAN usein ”nollapäästöisinä”, mitä ne paikallisesti toki ovatkin, mikäli rengasme-lua ja renkaiden ja tien kulumisesta aiheutuvia pöly- ja mikromuovipäästöjä ei lasketa. Päästövähennyksillä perustelevalle myös poliitikot sähköautojen kevyempää vero-kohtelua, hankintatukia ja latausinfrastruktuurille suunnattuja investointitukiaisia.

Onko sähköauto ylipäättään ympäristöystävällinen vai ei? Koska sähköautoja on – jo kauan ennen kuin nykyaikaiset ”oikean auton” kanssa kilpailevat sähköautot tulivat markkinoille – pidetty suuren yleisön keskuudessa ympäristöystävällisinä, tämän väitteen haastavat uutiset leviävät nopeasti sosiaalisessa mediassa.

Sähköauton ympäristöystävällisyyttä voidaan käsitellä lyhyesti tai pitkästi. Lyhyt vastaus on, että sähköauton valmistaminen kuluttaa enemmän energi-

aa kuin polttomoottoriauton, mutta kun tarkastellaan auton koko elinkaarta, sähköauto on merkittävästi pienipäästöisempi kuin fossiilisella polttoaineella kulkeva polttomoottoriauto, mikäli sähkö tuotetaan vähäpäästöisesti.

Mikäli polttomoottoriautossa käytetään biopolttoainetta, ero kutistuu pieneksi ja valitsemalla kertoimet sopivasti (tai vertaamalla pientä dieselautoa ja kahden ja puolen tonnin painoista sähköautoa) ero saadaan jopa dieselauton eduksi. Biopolttoaineiden hiilijalanjäljen aukipureksiminen vaatisi käytännössä oman artikkelinsa: yksi ongelma on, että jätteistä valmistetun biopolttoaineen hiilijalanjäljen laskeminen alkaa vasta siitä hetkestä kun jätettä ryhdytään kuljettamaan ja prosessoimaan polttoaineeksi – ajatellaan ikään kuin, että jäte syntyy ”joka tapauksessa”. Jos prosessi vaatii vähän ulkopuolista energiaa, laskennallinen hiilijalanjälki jää pieneksi. Biopolttoaineiden ehdottomia hyviä puolia ovat, että niiden käyttö vähentää myös vanhan ajoneuvokannan päästöjä ja ne mahdollistavat päästövähennykset myös soveluksissa, joissa sähköä voidaan hyödyntää vasta kaukaisessa tulevaisuudessa: esimerkiksi raskaan liikenteen ja lento-liikenteen sovelluksissa.

Puhuttaessa sähköautojen yhteydessä ympäristöstävällisyydestä pitää määritellä, mitä tarkoitetaan ympäristöystävällisyydellä. Yksi tapa laskea päästöjä on puhua hiilidioksidipäästöistä eli hiilijalanjäljestä. Teema on tapetilla ilmastonmuutoksen takia: juuri hiilidioksidi- ja muut kasvihuonekaasupäästöt edistävät ilmastonmuutosta. Vesivoimalan rakentamisella tai öljyvuoto-onnettomuudella on toki ympäristövaikutuksia, mutta niiden mit-

Suuruusluokat kohdalleen

SÄHKÖAUTOT ON HELPPO TUOMITA Tohmajärven Nesteen kahvilassa rikkaiden cityvihreiden vouhokseksi. Sen sijaan suurin piirtein jokaiselta suomalaiselta löytyy älypuhelin. Mobiilivimpaimet ovat yleistyneet myös kehittyvissä maissa. Vähintään jonkinlainen peruskapula löytyy niin kenialaiselta maanviljelijältä kuin indonesialaiselta torikauppiailta. Kehittyvien maiden kaupungeissa älypuhelimet helppottavat taksikuskien ja muiden yrittäjien arkea.

Puhelinten litiumakuissa käytetään samaa kobolttia kuin sähköautojenkin akuissa, mutta harva on luopumassa puhelimestaan Kongon kobolttikaivosten lapsityövoima mielessään.

Manitoban yliopiston emeritusprofessori Vaclav Smil vertailee teoksessaan ”Energia ja sivilisaatio” (Energy and Civilization 2017, suom. Terra Cognita 2019) mielenkiintoisesta kulmasta matkapuhelimia ja autoja (s. 382). Tyypillinen henkilöauto painaa 1400 kg ja matkapuhelin noin 140 g – eli ero massoissa on 10000-kertainen. Auton valmistamiseen kuluu kuitenkin energiaa vain satakertainen määrä verrattuna matkapuhelimen valmistamiseen.

Matkapuhelinten elinkaari on lyhyt, vain noin kak-

si vuotta, kun autolla ajetaan vähintään vuosikymmen. Tästä voidaan laskea, että henkilöauton tuotantoon kuuluu käyttövuotta kohden 30 % vähemmän energiaa kuin matkapuhelimen tuotantoon. Smil muistuttaa, että vaikka lähtöarvoihin sisältyy epävarmuutta, suuruusluokka on silti sama.

Miksi puhelin ei kuitenkaan ole ympäristörikos kulutetun energian määrässä mitattuna? Puhelin kuluttaa käytössä vain noin 3 % siitä energiasta, mitä sen valmistamiseen tarvittiin. Auto taas kuluttaa käyttöikänsä aikana 4–5-kertaisen määrän energiaa kuin mitä sen valmistamiseen tarvittiin.

Juuri käytön energiantarve tekee liikenteestä energiäsyöpön. 80 kilogramman lihakimpaleen liikkuttaminen paikasta toiseen tarvitsee energiaa, tapahtuipa liikkumisen lentäen, junalla tai autolla.

Yksi olennainen tapa vähentää liikenteen päästöjä on jättää turhat matkat tekemättä. Varsinkin ennestään tuttujen henkilöiden kanssa työpalaveri on nykylaitteistolla helppoa pitää etäkokouksena, kunhan vain käytössä on 4g-datayhteys.

VESA LINJA-AHO

taaminen ja vertailu keskenään edellyttää valintoja, jotka ovat aina subjektiivisia.

Sama pätee polttoaineiden ja raaka-aineiden tuotantoon: Kongon kobolttikaivosten lapsityövoiman käyttö (Siddharth 2018) on yksi eettinen ongelma joka on nostettu esiin sähköautoistumiskeskustelussa (Kettunen 2019), toisaalta myös suurimpien öljyntuottajamaiden listalla komeilee valtioita, jotka eivät ole tunnettuja hyvällä tolalla olevista ihmisoikeuksistaan.

Paljonko sitten on sähköauton hiilijalanjälki? Kätevin työkalu vertailuun on MIT:n liikennelaboratorion kehittämä Carboncounter-palvelu (carboncounter.com), joka visualisoi autojen ominaisuudet koordinaatistoon niin, että vaaka-akselilla on ajokilometrin hinta ja pystyakselilla ajoneuvon elinkaari päästöt kilometriä kohti. Käyttäjä voi itse valita liukuvalitsimilla monia vertailu parametreja, kuten sähkön tuotantotavan ja ajoakkujen valmistuksen hiilidioksidipäästöekvivalentin.

Suomessa sähköntuotannon päästöt ovat erittäin matalat, noin 100 grammaa kilowattitunnilta (esim. Virtanen 2019). Tällä arvolla laskettuna sähköautojen elinkaari päästöt jäävät polttomoottoriautoja selvästi pienemmäksi, verrattiinpa minkä kokoisia autoja tahansa (kuva 1).

LOPUKSI

SUOMEN SÄHKÖNTUOTANTOPROFIILILLA sähköauto on käytännössä kiistaton ekoteko, varsinkin jos lasketaan hiilidioksidipäästöjä. Vielä parempi on liikkumisen vähentäminen ylipäätään. Kaikki liikenne tuottaa päästöjä. Lomailusta tinkiminen voi olla vaikea valinta, mutta parin tunnin autoilua vaativan työpalaverin korvaaminen etäkokouksella leikkaa niin päästöjä kuin firman kulujakin.

Suomen kasvihuonekaasupäästöistä 74 % tuli energiatektorilta, ja tästä potista 28 % taas liikenteestä, eli liikenteen osuus päästöistä on noin 20 %. Liikenteen päästöistä taas noin 90 % prosenttia tulee tieliikenteestä, ja tieliikenteen päästöistä noin 55 % tulee henkilöautoista. Henkilöautoilun osuus koko Suomen kasvihuonekaa-

supäästöistä on siis noin 10 %. Vertailun vuoksi: maataloudesta syntyy 12 % ja teollisuudesta ja rakentamisesta 17 % (Traficom 2019).

Päästösektoreista ei löydy suurta yksittäistä syntipukkia josta olisi helppo vähentää päästöjä. Henkilöautojen sähköistäminen, vähäpäästöisten sähköntuotantotapojen kehittäminen ja käyttöönotto sekä biopolttoaineiden käyttö raskaassa liikenteessä ovat toimivia tapoja päästöjen vähentämiseen.

LÄHTEET:

Mukka, Mattila, Kinnari, Malmberg: Miltä sähköauto tuntuu ensimmäisellä kerralla? Joukko ummikoita otti sähköauton viikoksi käyttöön, ja kaikki törmäsivät samaan pulmaan. Helsingin Sanomat 2019. <https://www.hs.fi/autot/art-2000006124721.html>

Lahtinen: Henkilöautoilla ajettiin edellisvuosien lailla – maanteiden tavarankuljetukset tehostuivat. Tilastokeskus 2018.

<http://www.stat.fi/tietotrendit/artikkelit/2018/henkilöautoilla-ajettiin-edellisvuosien-lailla-maanteiden-tavarankuljetukset-tehostuivat/>

Sähköinfo: ST-kortti 51.90, Sähköauton lataaminen ja latauspisteiden toteutus. 16.10.2018.

Näytä data: Autoilu Suomessa osa 1 – ajokilometrit vuodessa. Blogikirjoitus Trafin avoimen ajoneuvodatan pohjalta. 2017, verkkoarkistolinkki: <https://web.archive.org/web/20190117035314/http://naytadata.com/2017/09/07/ajokilometrit-vuodessa/>

Siddharth: Is your phone tainted by the misery of the 35,000 children in Congo's mines? Guardian 2018. <https://www.theguardian.com/global-development/2018/oct/12/phone-misery-children-congo-cobalt-mines-drc>

Kettunen: Sähköautojen akkuihin louhitaan kobolttia lapsityövoimalla ja kaivosjätteet pilaavat ympäristöä – Voisiko tärkeää alkuainetta ottaa talteen merivedestä? Helsingin Sanomat 2019. <https://www.hs.fi/tiede/art-2000006097034.html>

Virtanen: Historiallinen käänne Suomen sähköntuotannossa: 2018 tuulivoimalla tuotettiin enemmän sähköä kuin hiilivoimalla. Tekniikka & Talous 2019. <https://www.tekniikkatalous.fi/uutiset/historiallinen-kaanne-suomen-sahkontuotannossa-2018-tuulivoimalla-tuotettiin-enemmän-sahkoa-kuin-hiilivoimalla/>

Traficom: Liikenteen kasvihuonekaasupäästöt ja energiankulutus. 31.5.2019 https://www.liikenne fakta.fi/ymparisto/paastot_ja_energiankulutus

TIEDE TODISTAA
JUMALAN



**ENNUSTAAKO
KVANTTIMEKANIikka
SIELUN OLEMASSAOLON?**



**KOSMOLOGIAN AIKAKÄSITYS ON
HUUHAATA.**

KASVEILLAKIN ON TIETOISUUS JA ÄLY – MILLÄ SIIS EI OLISI?



**LUSIKANTAIVUTUSTA
REIKIHOIDON WORKSHOPISSA
ALBERTAN YLIOPISTOSSA.**



**TIEDE LÄHESTYY
VANHAA VIISAUTTA...**



**TYÖNNÄ LUSIKKASI SOPPAAN. KIIHKEÄÄ MIELIPITEENVAIHTOA JOKA SIUNATUN PÄIVÄ:
KESKUSTELU.SKEPSIS.FI**