

22.10.2020

Tieverkon sähköistäminen

Taustamuistio Fossiilittoman liikenteen tiekartan valmisteluun

Johdanto

Suomen kaltaisissa maissa, joissa asutus on harvassa ja etäisyydet pitkiä, tieliikenteen saaminen fossiilisista polttoaineista riippumattomaksi on haastavaa. Haasteellisinta on pitkämatkaisen raskaan tieliikenteen saaminen päästöttömäksi. Kuorma-autot ja linja-autot aiheuttavat yhteensä noin 37 % tieliikenteen kasvihuonekaasupäästöistä.

Yhtenä mahdollisena ratkaisuna näihin haasteisiin vajaat parikymmentä maata eri puolilta maailmaa ovat lähteneet selvittämään tai pilotoimaan tieverkon sähköistämistä. Sähköistetyllä tiellä ajoneuvot saavat liikkumiseen tarvittavan sähkön tieverkosta ja voivat liikkeessään myös ladata akkuihin. Tieverkosta saatavan sähkön hyödyntäminen edellyttää ajoneuvoilta erityisiä teknisiä ratkaisuja, mutta sähköistetyllä tiellä voivat samanaikaisesti ajaa myös tavalliset ajoneuvot. Pitkien välimatkojen maissa tieliikenteen laajamittainen sähköistäminen saattaa edellyttää keskeisen päätieverkon sähköistämistä ja akkujen hyödyntämistä muulla tieverkolla.

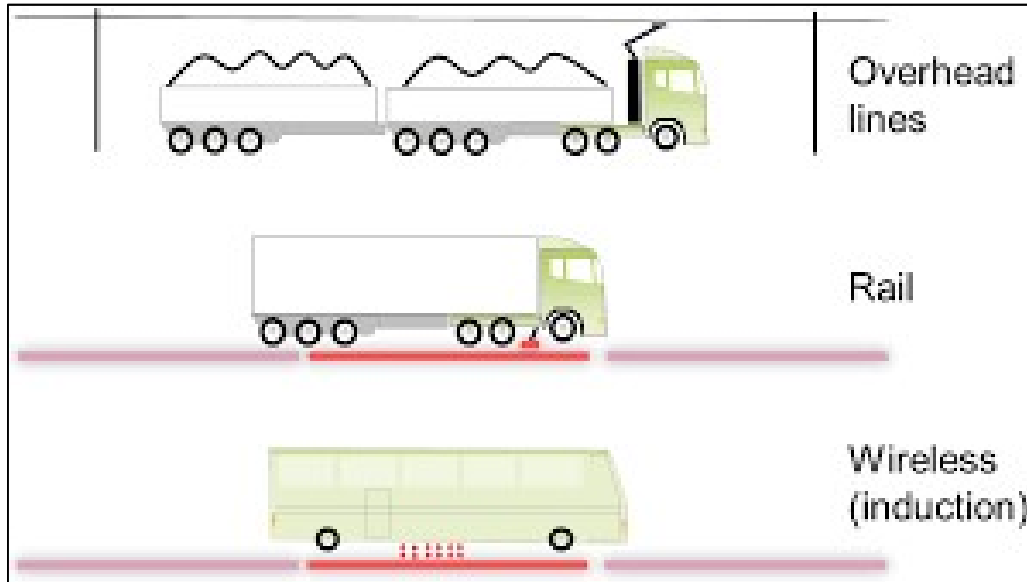
Suomessa tieverkon sähköistäminen on ollut vähän esillä. Kesäkuussa 2020 valmistui [Väyläviraston selvitys tieverkon sähköistämisen mahdollisuuksista ja haasteista Suomessa](#). Tässä muistiossa kuvataan tiivistetysti selvityksen havainnot.

Sähköteiden toteuttaminen ja liiketoimintamallit

Tieverkon sähköistäminen edellyttää useiden toimijoiden yhteistyötä. Keskeisiä toimijoita ovat mm. tienpitäjä, sähköyhtiöt, sähkötieteknologian toimittajat, ajoneuvojen valmistajat, tieverkon käyttäjät, viranomaiset ja sähköteitä hallinnoivat operaattorit. Pilottimaissa keskeiseksi haasteeksi on tunnistettu toimivien liiketoimintamallien kehittäminen. Kysymys on siitä, ketkä investoivat teiden sähköistämiseen ja kuinka käyttömaksuja käytännössä kerätään. Lisäksi kysymys on siitä, miten sähkötiet saadaan sopimaan kannattavaksi osaksi kuljetuslogistiikkaa ottaen huomioon kuljetusyritysten investoinnit uuteen kalustoon ja viime kädessä siitä, alkavatko kuljetusten tilaajat laajemmin vaatia ympäristöystävällisiä kuljetuksia. Sähköteiden kannattavaksi saaminen saattaa edellyttää laajaa systeemistä muutosta logistiikkatoiminnoissa, koska kuljetusyritykset joutuvat uudella tavalla sitomaan kalustoaan sähköistettyihin tieosuuksiin.

Suomessa potentiaalinen sähköteiden toteuttamistapa voisi olla julkisen ja yksityisen sektorin toimijoiden yhdessä perustama yhtiö, joka vastaisi sähköteiden rakentamisesta ja operoinnista. Sähköteiden investoinneille voidaan kerätä tuloja tien käyttömaksuilla. Maksujen keräämiseen on olemassa useita teknisiä vaihtoehtoja. Potentiaalisia vaihtoehtoja voisivat olla esimerkiksi ajettuihin kilometreihin tai ladattuun energiaan perustuvat maksut.

Sähköteiden teknologiavaihtoehdot



Kuva 1. Sähkötien keskeisimmät teknologiavaihtoehdot

Tieverkon sähköistämiseen on olemassa erilaisia teknologiavaihtoehtoja. Pääasialliset vaihtoehdot ovat ajolangat tien yläpuolella, kontaktirakenne tien pinnassa tai sivussa sekä langaton induktio.

Teknologian kypsyyden näkökulmasta tien yläpuoliset ajolangat ovat potentiaalinen vaihtoehto. Tätä teknologiaa on hyödynnetty jo useita vuosikymmeniä mm. Keski- ja Itä-Euroopan kaupunkien johdinlinja-autoissa. Ajolangoista on mahdollista saada riittävä tehotaso myös raskaalle kalustolle maantieliikenteessä. Ajolangat eivät vaikuta ajotien rakenteisiin tai kunnossapitoon. Teknologia soveltuu vain tietyn korkuisille ajoneuvoille, joten sama ratkaisu ei soveltuisi sekä raskaille (korkeille) että kevyille ajoneuvoille. Haittapuolena on, että ajolankarakenteet ovat visuaalisesti hallitsevia ja ne saattavat estää korkeita kuljetuksia ja pelastustoimia.

Tien pinnassa olevat kontaktirakenteet ovat alttiita vaurioitumiselle ja ne hankaloittavat tien kunnossapitoa, joten niillä ei ehkä ole Suomen olosuhteissa potentiaalia.

Langaton induktio perustuu siihen, että tiepinnan alla olevista johdinkäämeistä indusoituu sähkövirtaa ajoneuvossa oleviin käämeihin. Tämä teknologia soveltuu yhtäaikaaisesti raskaalle ja kevyelle ajoneuvoliikenteelle. Induktio on turvallinen tienkäyttäjille eikä sillä ole vaikutusta tien hoitoon tai maisemaan. Routa voi kuitenkin altistaa tiepinnan alla olevat käämit vaurioille. Induktion suurimpana haasteena on heikommat tehot johtaviin rakenteisiin verrattuna. Tehot eivät ole tällä hetkellä riittäviä raskaalle kalustolle ja korkeille nopeuksille. Käämit ovat myös hankalasti huollettavissa asennuksen jälkeen. Induktio voi kuitenkin olla potentiaalinen esim. kaupunkiympäristössä ja maantieliikenteessäkin pitkällä aikavälillä, jos tehotasoja saadaan merkittävästi nostettua.

Teknologiaratkaisut ajoneuvoissa

Eryityisesti sähköteille suunniteltuja autoja ei ole valmiina. Autojen voimalinjan rakenteeseen vaikuttaa hyvin paljon tarvittavat käyttöäteet ajolangan ulkopuolella. Vain lyhyitä matkoja verkon ulkopuolella liikkuvat voisivat olla ilman polttomoottoria ja liikkua nämä välit kohtuullisen kokoisen akun turvin. Toistaiseksi Ruotsissa koekäyttöön valmistetut ajolankatekniikkaan perustuvat prototyypit on valmistettu ladattavan dieselhybridin pohjalta. Kyseinen ratkaisu on suhteellisen kallis, koska ladattava hybridi on noin 60 t€ vastaavaa dieseliä kalliimpi. Ajolankatekniikan hinta siihen päälle nostaa auton hinnan reilu 80 t€ vastaavaa dieseliä korkeammaksi. Samaa teknologiaa voisi soveltaa pitkän matkan maantiebusseihin.

Tarkkoja teknisiä tietoa prototyypeistä ei ole saatavilla. Saksaan koekäyttöön toimitettavat 15 kpl Scanian valmistamia autoja ovat mallimerkinnän perusteella noin 330 kW moottoriteholla. Sähkömoottori on sijoitettu voimalinjassa dieselin ja vaihteiston väliin. Tavallisessa ladattavassa hybridissä moottoriteho on 130 kW ja akkukapasiteetti 10 kWh.

Teknologia ei itsessään aseta rajoja autojen moottoritehon tai vetotavan osalta. Kaupallinen potentiaali on todennäköisesti noin 40 t massalle suunnitelluissa puoliperävaunun vetoautoissa. Tällöin riittää noin 250 kW sähkömoottori ja yksi vetävä akseli. Suomessa pitkän matkan liikenteessä käytössä olevilla massoilla tarvitaan yli 300 kW moottoriteho. Eurooppalaiset hyvin tiukat mittasäännöt raskaalle kalustolle asettavat haasteita uuden tekniikan mahdollistamiseksi autoon. Tämä rajaa todennäköisesti käyttöä ns. päiväohjaamomalleihin.

Tieverkon sähköistämisen kustannukset

Sähköistämisen kustannukset riippuvat mm. hankkeen mittakaavasta ja käytettävästä teknologiasta. Kansainvälisissä pilottihankkeissa tien sähköistämisen kustannukset ovat pääsääntöisesti olleet 1-2 miljoonan euron suuruusluokkaa kaistakilometriä kohden. Tämän lisäksi kustannuksia syntyy mm. ajoneuvoihin tehtävistä muutoksista, sähköverkon muutostöistä ja sähkötien operoinnista. Laajempien sähköistyshankkeiden ja teknologioiden yleistymisen myötä hinnat oletettavasti laskevat. Tällä hetkellä hinta on edullisimmillaan ajolankatekniikassa.

Muutamana kymmenen kilometrin sähkötien investointikustannus molempiin suuntiin toteutettuna olisi siis arviolta 50-100 miljoonaa euroa. Jos Suomen vilkasliikenteisin päätieverkko sähköistettäisiin kokonaisuudessaan, investointikustannukset kipuaisivat useisiin miljardeihin euroihin.

Sähköistettävän tieverkon potentiaali ja laajuus

Sähköteiden suurin potentiaali on raskaassa liikenteessä. Henkilöautojen osalta akkutehojen nopea kehitys mahdollistaa pitkienkin matkojen ajamisen. Henkilöautoliikenne ei ole kuitenkaan poissuljettu sähkötien käyttäjä etenkin, jos käytössä on sellainen teknologia, jota voi hyödyntää sekä raskas että kevyt ajoneuvoliikenne.

Tavaraliikenteessä säännöllisiä reittejä käyttävät kuljetukset ovat potentiaalisimpia sähköteiden hyödyntäjiä. Suomessa potentiaalia voisi löytyä malmi- ja rikastekuljetuksissa, konttaliikenteessä sekä osittain elintarvikkeiden, kappaletavaran ja metsäteollisuuden tuotteiden kuljetuksissa.

Potentiaalisia kohteita sähkötien rakentamiselle Suomessa voisivat olla teollisuuslaitoksen ja sataman väliset, säännölliset kuljetusreitit tai laajemmat satamalogistiikkayhteydet. Toisaalta vilkasliikenteisen pidemmän yhteysvälin sähköistämisestä voisivat hyötyä useat eri tienkäyttäjät.

Sähkötien investoinnille saa parhaan tuoton silloin, jos mahdollisimman suuri osa liikenteestä hyödyntää tarjolla olevaa sähköä. Koska Suomen tieverkolla on paljon epäsäännöllistä liikennettä etenkin henkilöautoliikenteessä, kannattava liiketoimintamalli voi edellyttää laajamittaista päätieverkon sähköistämistä. Tällöin ajoneuvot saisivat tarvitsemansa käyttövoiman ja lataisivat samalla akkujaan sähköistetyllä päätieverkolla ja tukeutuisivat akkuihin muulla tieverkolla.

Keskeiset vaikutukset

Väyläviraston selvityksessä on arvioitu tieverkon sähköistyksen vaikutuksia ja kannattavuutta eri laajuuksissa toteutettuna. Tieverkon sähköistamisellä voi olla suuri potentiaali tieliikenteen kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisessä. Kuljetusten ajosuoritteesta noin puolet ovat sähköistetylle tieverkolle hyvin soveltuvia kuljetuksia. Tieliikenteen päästöjen merkittävä vähentäminen voi kuitenkin edellyttää tieverkon sähköistämistä hyvin laajassa mittakaavassa kattaen esimerkiksi lähes kaikki maanteiden pääväylät. Päästövähennysten määrä on riippuvainen tuotetun sähkön ominaispäästöistä.

Tavaraliikenteen päästöjen vähentämisessä sähköteiden kilpailijoina voidaan pitää biopolttoaineita ja pidemmällä tähtäimellä myös synteettisiä polttoaineita ja polttokennoteknologiaa. Tietyillä pidemmillä kuljetusreiteillä kilpailijana voi olla myös junakuljetukset tai yhdistetyt kuljetukset. Jos tieverkko sähköistettäisiin myös henkilöautoja varten, autoihin riittäisi pienempi akkukapasiteetti, mikä mahdollisesti pienentäisi sähköauton hankkimiskustannuksia.

Tieverkon hyvin laajamittainenkin sähköistäminen lisäisi sähkönkulutusta Suomessa maksimissaan toistakymmentä prosenttia nykyisestä pitkällä aikavälillä. Sähköntuotanto pystyy sopeutumaan tällaiseen vähitellen tapahtuvaan kasvuun. Sähkönsiirto järjestettäisiin alueellisten sähkönjakeluyhtiöiden toimesta. Laajamittainen tieverkon sähköistäminen voi aiheuttaa paikallisesti paineita sähkönjakeluverkkojen kapasiteetille.

Liikennejärjestelmän näkökulmasta tieverkon sähköistamisellä voi olla vaikutuksia kuljetusten liikennemuotojakaumaan ja raideliikenteen kannattavuuteen. Tämä voi tavaraliikenteen ohella koskea myös henkilöliikennettä, koska johdinbussit voivat myös käyttää sähköteitä.

Johtopäätökset

Tieverkon sähköistämisen hyödyntäminen Suomessa edellyttää tarkempia jatkoselvityksiä sekä pilottien suunnittelua ja toteutusta. Tieverkon sähköistäminen voi olla potentiaalinen vaihtoehto tieliikenteen kasvihuonekaasupäästöjen merkittävään vähentämiseen erityisesti raskaan liikenteen osalta. Kehitysvaiheet vievät kuitenkin oman aikansa ja merkittäviä hyötyjä voidaan saada aikaisintaan 2030-luvulla.

Lisätietoja

Tapio Ojanen
apulaisjohtaja
Väylävirasto

Otto Lahti
johtava asiantuntija
Liikenne- ja viestintävirasto, Traficom



tapio.ojanen@vayla.fi



otto.lahti@traficom.fi