

MESI

SÄHKÖKUORMA-AUTOJEN LATAUSINFRASELVITYS

Projekti	MESI – Sähkökuorma-autojen latausinfra selvitys
Projekti nro	1510083734
Vastaanottaja	Pirjo Venäläinen, Metsäteho
Asiakirjatyyppi	Raportti
Versio	1
Päivämäärä	24.09.2024
Laatija	Saku Käsnänen, Jukka Sirén, Erna Virtanen, Jaakko Takala
Tarkastaja	<i>Pirjo Venäläinen</i>
Hyväksyjä	<i>Pirjo Venäläinen</i>
Kuvaus	Raportissa tarkastellaan annettuja skenaarioita ja tarvittavaa latausinfraa kuorma-autojen ja työkonoiden sähköistymiselle metsäteollisuuden case-tarkasteluilla.



**Euroopan unionin
rahoittama**

NextGenerationEU

Sisältö

1.	Johdanto ja työn taustat, tutkimuskysymykset	2
2.	Lähtötietotarkastelu	3
3.	Case-tarkastelut	4
4.	Suositukset, jatkoselvitystarpeet	10

1. Johdanto ja työn taustat, tutkimuskysymykset

Metsäteho Oy toteuttaa MESI-hanketta¹, jonka aiheena on metsäyhtiöiden autokuljetusten sähköistäminen. Hankkeen tavoitteena on tuottaa metsäyhtiöille ja metsäsektorin kuljetusyrityksille tietoa täyssähköisiä autokuljetusratkaisuja koskevan päätöksenteon tueksi. Hanke saa osarahoitusta Traficomien Sähköisen raskaan liikenteen ohjelman kautta.

Ramboll Finland Oy:n toteuttaman osaprojektimme tavoitteena oli kartoittaa metsäsektorin sähkökuorma-autojen latausinfrastruktury toteutusvaihtoehtoja ja niiden kustannuksia. Työssä laadittiin myös asiakkaan käytettäväksi Excel-pohjainen työkalu toteutusvaihtoehtojen arviointiin.

Latausinfrastruktury toteutusvaihtoehtoja ja kustannuksia arvioitiin erikseen annetuille skenaarioille. Lataustarve oletettiin tasaiseksi ja toiminta-aikaa ei rajoitettu. Lähtötiedoksi selvitettiin erilaisten työkoneiden ja ajoneuvojen nykyisin saatavilla olevien mallien tietoja, kuten akuston kokoa, kulutusta tai käyttöaikaa ja lataustehoa, jonka ne kykenevät vastaanottamaan. Lähtötiedoista lisää luvussa 2. Laadittu excel-laskuri on luonteeltaan salainen, sisältämiensä hintatietojen johdosta, joten sitä ei liitetä osaksi tätä raporttia. Lisätietopyyntöjä laskurista voi osoittaa Metsäteho Oy:lle (Pirjo Venäläinen).

Latausinfraan liittyen vastattiin seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

- Kuinka tehokkaita latauslaitteita tarvitaan mahdollistamaan tarkasteltavan kaluston operointi?
- Mitkä ovat kaluston rajoitukset lataustehon suhteen?
- Montako latauslaitetta tarvitaan eri lataustarpeiden täyttämiseksi?
- Millaisia vaatimuksia lataustarpeet asettavat kiinteistön sähköliittymälle?

Latausinfraalle laadittiin myös kustannusarvio käyttäen oletuksia, joiden mukaan kiinteistön omistaja hankkii latauslaitteet omaan käyttöönsä.

Työssä tarkasteltiin yhdeksän kappaletta metsäyhtiöiden caseja. Yrityskohtaisissa keskusteluissa tehtiin havaintoja sijoitussuunnitteluun liittyvistä tekijöistä ja haasteista. Keskeisiä havaintoja on otettu yleistäen huomioon tässä raportissa.

¹ <https://www.metsateho.fi/mesi-metsayhtioiden-autokuljetusten-sahkoistaminen/>

2. Lähtötietotarkastelu

Työssä selvitettiin latausinfra kustannuksia ja arvioitiin erilaisten tehtävien sähköistystä. Tätä varten kartoitettiin monipuolisesti haastatteluja ja aineistokatsauksia, mihin eri laitteet pystyvät. Alle on koottu taulukko lähtötiedoille ja olettamille, joita on hyödynnetty osana tämän työn laskelmia.

Taulukko 1. Lähtötietojen alkuperä raportissa selvitettiin online-lähteistä ja haastatteluista

Sähköisen kuorma-auton kulutus- ja lataustiedot sekä standardoinnin ja markkinan tilanne	1) Haastattelu & online-aineisto, Scania 2) Haastattelu & online-aineisto, Volvo
Sähköisten työkoneiden kulutus- ja lataustiedot	3) online-aineisto, Kalmar sähkötrukki 4) online-aineisto, Volvo pyöräkuormaaja 5) online-aineisto, Sennebogen materiaalikone 6) online-aineisto, Kalmar vetomestari
Hintatiedot, latausasemat	7) Haastattelu, Kempower 8) Haastattelu, Plugit
Hintatiedot, sähköliittymäkustannukset	9) Haastattelu, Vantaan energia 10) Haastattelu, Caruna
Hintatiedot, yksikkökustannukset (sähköinfra)	11) online-aineisto, Energiavirasto

1	https://www.scania.com/group/en/home/products-and-services/trucks/battery-electric-truck.html Puhelinhaastattelu, 10.04.2024. Mika Jukkara, Tuotepäällikkö, Scania Suomi Oy
2	https://www.volvotrucks.fi/fi-fi/news/press-releases/2023/oct/volvo-toimittaa-68-tonnin-sahkokuorma-auton-vantaan-ja-lempaalan-valiseen-liikenteeseen.html Puhelinhaastattelu, 8/2024. Janne Silvonen, Commercial and Technical Manager Electromobility, Volvo Finland Ab
3	https://www.kalmarglobal.com/49c4b2/globalassets/media/293481/293481_Kalmar-Medium-Electric-Forklift-Brochure.pdf.pdf
4	https://www.volvoce.com/europe/en/products/electric-machines/l120h-electric-conversion/#specifications
5	https://www.sennebogen.com/fileadmin/8_Downloads/8_1_Umschlagmaschinen/817_M_E-Serie/817_M_Electro_Battery_EN.pdf
6	https://www.nwesales.com/PDF/268794_Kalmar-Ottawa-Electric-Terminal-Tractor-T2E-Brochure-web.pdf
7	Sähköpostihaastattelu, 20.5.2024. Antti Jokelainen, Head of Sales, Kempower Oy
8	Sähköpostihaastattelu, 15.5.2024. Veli-Pekka Härkönen, Key Account Manager, Plugit Finland Oy
9	https://www.vantaanenergiasahkoverkot.fi/palvelut/liittymismaksuhinnasto/
10	https://caruna.fi/tuotteet-ja-palvelut/sahkoliittymat/liittymishinnasto
11	https://energiavirasto.fi/documents/11120570/12862527/Yksikk%C3%B6hinnat+2024+s%C3%A4hk%C3%B6jakelu+(v2022+arvossa).xlsx/e09b5e61-ff3c-0778-90a9-ca727af887d1?t=1704877138878

3. Case-tarkastelut

Raportissa kerrotaan osa tekemistämme case-tarkasteluista. Tässä esitettävät caset eivät ole suoraan yhdistettävissä tarkasteltuihin metsäyhtiöihin ja niiden omiin caseihin, vaan niitä on abstraktoitu julkista raporttia varten. Esittelemme luonteeltaan toisistaan poikkeavia caseja, joihin loputkin tarkastellut caset ovat rinnastettavissa. Tavoite tällä ratkaisulla on, että lukija voi perehtyä erityyppisiin tilanteisiin, ja arvioida hänen omaa toimintaansa suhteessa näihin, valiten mikä on lähimpänä tarkastelemaansa tilannetta. Caseissa hyödynnettiin seuraavia oletettavia käytettävästä kalustosta:

Taulukko 2. Case-oletukset

Sähköinen kuorma-auto	Käytettävä akusto 518 kWh, latausteho 375 kW
Sähkötrukki	Käytettävä akusto 275 kWh, latausteho 90 kW
Sähköinen vetomestari	Käytettävä akusto 184 kWh, latausteho 150 kW
Sähköinen materiaalinkäsittelykone	Käytettävä akusto 252 kWh, latausteho 44 kW
Sähköinen pyöräkuormaaja	Käytettävä akusto 237 kWh, latausteho 150 kW
Energiainfran tarve	kohtokohtaisesti liittymä tai muuntaja
Latausinfra käytön vuorottelun mahdollisuus	kohtokohtaisesti arvioitu voiko vuorotella

Case A: Lyhytmatkainen syöttöliikenne, pieni synergia ja pieni toteutus

Tarkastelimme työssä case-tilannetta, jossa pyritään sähköistämään puun ja/tai hakkeen syöttöliikenne verrattain lähekkäin olevien laitosten välillä, matka noin 10-50 km suuntaansa. Lataus hoituisi yhdessä pisteessä (lähtöpisteessä), ja yhdellä latauksella ajettaisiin päivän suunnitellut kuormat 68-tonnisella yhdistelmällä laitosten välillä enimmäkseen maantieympäristössä, jossa toiseen suuntaan auto ajetaan tyhjänä. Latauspistettä hyödyntäisi myös skenaariossa 5 sähkötrukkia, jotka toimivat laitoksen sisäisessä liikenteessä lähtöpisteessä. Oletetaan trukkien operoivan casessa 24/7. Casessa sähköinen kuorma-auto muodostaa vain pienen lataustarpeen, 1-2 latausta päivässä per ajoneuvo. Pääosan lataamisajasta päivän aikana käyttäisivät sähkötrukit. Sijoittelussa on huomioitava synergia ja työturvallisuus, käyttäen sellaista aluetta, jolla molemmat kulkuneuvot voivat operoida ongelmitta.

Skenaario mahdollistaa kuorma-auton hyödyntämisen muihinkin kuljetustehtäviin sekä latausinfra synergian sähkötrukeille. On huomattava, että sähkötrukit eivät kykene vastaanottamaan yhtä suuria teholumia nykyisin, niiden latausteho on n. 90 kW luokkaa mallista riippuen. Yksi 350 kW latauspiste palvelee tehtävän kuorma-autoa ja viittä trukkia siten, että tehtävä saadaan suoritettua, mikäli operointi mahdollistaa lataamisen vuorottelun eri käyttäjien välillä ja eri käyttäjäryhmien liikkuvan samalla latausalueella. Näistä näkökulmista voisi kuitenkin olla parempi toteuttaa kaksi latauspistettä, joista toinen sijoitellaan trukkeja varten ja toinen olisi tämän yhden ajoneuvon käytettävissä sen tehtäväkriittisyydestä johtuen. Trukit voivat hyödyntää yhtä 350 kW pistettä keskenään hyvin lähelle maksimitehoa, jos latauspistokkeita on riittävästi. Tälle määrälle tarvitaan kaksi lataussatelliittia.

Yhden tai kahden pisteen perustaminen sähköintensiivisen toimialan kohteissa tyypillisesti ei edellytä erillisiä vahvistuksia sähkösuunnittelun näkökulmasta. Case A:ta varten suositellulle 2 x 350 kW latausteholle riittää pienjänniteliittymät, jotka voivat vaatia kuormanhallintaa nykyisestä käytöstä riippuen. Latauspisteiden hankintakustannukset ovat selvityksenaikaisilla hinnoilla olleet n. 55 000 € /kpl, ja mikäli olemassa olevista liittymistä tuo teho saadaan, kuten energiantensiivisen metsäteollisuuden kohteissa on turvallista olettaa, toteutukseen ei tulisi suuria oheiskuluja mahdollisesti tarvittavan kaapeloinnin lisäksi. Lataussatelliitteja tarvitaan kaksi, josta seuraa 28 000 € lisäkustannus.

Arvio case A kustannuksista:

Sähköisten trukkien latauspiste 1 x 350 kW	n. 55 000 €, käytössä n. 20 h / 24 h
Sähköisen kuorma-auton latauspiste 1 x 350 kW	n. 55 000 €, käytössä n. 4 h / 24 h
Ladattavaa energiaa vuorokaudessa	<= 3 786 kWh
Lataussatelliitit x2	n. 28 000 €
Pienjänniteliittymä 3x1000 A (<i>mikäli tarpeen</i>)	n. 105 000 - 136 000 €
1x Muuntaja 1000 kVA + puistomuuntamo (<i>mikäli tarpeen</i>)	n. 50 000 €
Maakaapeli ja sen kaivutyö (luokka 3, tavallinen)	n. 60 - 100 €/m riippuen kaapelityypistä
Yhteensä	n. 155 000 – 335 000 € + kaapelointi

Case B: Lyhytmatkainen vaihteleva liikenne, synergia ja pieni toteutus

Tarkastelimme työssä case-tilannetta, jossa pyritään sähköistämään sellutehtaan syöttöliikenne ajaen sivuvirtoja vaihtelevasti eri sahoilta alle 50 kilometrin säteeltä sellutehtaalle, jonne investoitaisiin latausinfraan. Yhdellä latauksella tulisi päästä latauspisteeltä tyhjänä noutopaikalle ja täytenä takaisin purkukohteeseen 76 t yhdistelmällä niin usein kuin tarpeen, että vuoden kuljetukset täyttyvät. Tehtävän parametrit huomioiden, 76 t painoisia yhdistelmiä tulisi ajaa päivän aikana noin kuusi kertaa. Ajotehtävää muodostuu siten keskimäärin noin 300 km/päivä. Kun latauspiste on vapaana, sitä voisi hyödyntää terminaalin sisäinen rekka. Oletetaan sen operoivan casessa 24/7. Casessa sähköinen kuorma-auto muodostaa vain pienen lataustarpeen, 3 latausta päivässä per ajoneuvo. Sijoittelussa on huomioitava synergia ja työturvallisuus, käyttäen sellaista aluetta, jolla molemmat kulkuneuvot voivat operoida ongelmitta ja mahdollisuuksien mukaan liikkuvat päivän aikana tavallisesti, jotta sijoitus ei johtaisi toiminnan tehottomuuteen.

Skenaario mahdollistaa kuorma-auton hyödyntämisen muihinkin kuljetustehtäviin sekä synergiatarkastelun terminaalin sisäisen rekan kanssa. Yhden latauspisteen perustaminen tyypillisesti ei edellytä vahvistuksia sähkösuunnittelun näkökulmasta. Yksi latauspiste palvelee tehtävän kuorma-autoa ja terminaalirekkaa siten, että tehtävä saadaan suoritettua. Latauskapasiteettia jää käyttämättä vaikka toteutettaisiin sekä synergia että ylimääräisiä kuljetustehtäviä. Tämä on hyvä, sillä skenaariossa päiväkuljetuksen reitti ei ollut vakio, ja yhtälöön on jätävä vapaata kapasiteettia poikkeavia päiviä varten. Näin voidaan tarpeen vaatiessa ajaa pidempiä matkoja tai useampia kuljetuksia päivässä.

Terminaalin sisäiset rekat voivat casessa liikkua samalla alueella kuin sähköiset kuorma-autot, joten casessa oletetaan yhden latauspisteen riittävän. Yhden pisteen perustaminen sähköintensiivisen toimialan kohteissa tyypillisesti ei edellytä erillisiä vahvistuksia sähkösuunnittelun näkökulmasta. Casea varten suositellulle 1 x 350 kW latausteholle riittää pienjänniteliittymä, joka voi vaatia kuormanhallintaa nykyisestä käytöstä riippuen. Latauspisteiden hankintakustannukset ovat selvityksenaikaisilla hinnoilla olleet n. 55 000€/kpl, ja mikäli olemassaolevasta liittymästä tuo teho saadaan, kuten energiantensiivisen metsäteollisuuden kohteissa on turvallista olettaa, toteutukseen ei tulisi suuria oheiskuluja mahdollisesti tarvittavan kaapeloinnin lisäksi.

Arvio case B kustannuksista:

Sähköisen kuorma-auton ja terminaalin sisäisen rekan yhteinen latauspiste, 1 x 350 kW	n. 55 000 €, käytössä n. 9 h / 24 h
Ladattavaa energiaa vuorokaudessa	<= 3 150 kWh
Pienjänniteliittymä 3x600 A (<i>mikäli tarpeen</i>)	n. 63 000 - 81 600 €
1x Muuntaja 800 kVA + puistomuuntamo (<i>mikäli tarpeen</i>)	n. 40 000 €
Maakaapeli ja sen kaivutyö (luokka 3, tavallinen)	n. 60 - 100 € /m riippuen kaapelityypistä
Lataussatelliitti x1	n. 14 000 €
Yhteensä	n. 70 000 – 190 000 € + kaapelointi

Case C: Pitkämatkainen siirtoliikenne, maksimaalinen päiväsuorite

Tarkastelimme työssä case-tilannetta, jossa pyritään sähköistämään pyöreän puun siirtoliikenne kahden verrattain kauempana olevan laitoksen välillä, matka yli 150 km suuntaansa. Molemmat suunnat ajetaan täysin. Lataus olisi hoidettava kuljetusten päätepisteissä ja välipysähdys matkalla, toteuttaen 76 t yhdistelmällä niin usein kuin vuorokaudessa mahdollista. Olettaen tehtävän kestoksi keskimäärin noin 3 tuntia taukoineen/suunta, vuorokaudessa ehtisi matkoja latauksineen ja taukoineen tekemään n. 5 kpl, vaatien 5 latausta. Latauspisteitä kohteissa voisivat hyödyntää materiaalinkäsittelykoneet ja pyöräkuormaajat.

Mikäli kaikki lataus saataisiin tehtyä lähtö- ja määränpäässä, lataustarvetta olisi kahdessa sijainnissa. Käytyjen keskusteluiden perusteella, pyöreän puun käsittelyyn riittävän järeät materiaalinkäsittelykoneet eivät ole akkusähköisiä vaan kaapeloituja, joten ne on jätettävä tässä vaiheessa synergiatarkastelun ulkopuolelle. Toteuttamalla 350 kW latauspiste molempiin kohteisiin, yhteensä 6 pyöräkuormaajaa (3+3) olisi sähköistettävissä synergiaetuja täysimääräisesti hyödyntäen, tarkoittaen 12 latausta per kohde.

Skenaario aiheuttaa investointikustannuksia arviolta seuraavasti: 2 latauspistettä, antoteholtaan max. n. 350 kW. Laajuuteen tarvitaan kaksi suurteholatauspistettä, yksi per kohde. Yhden tai kahden pisteen perustaminen sähköintensiivisen toimialan kohteissa tyypillisesti ei edellytä erillisiä vahvistuksia sähkösuunnittelun näkökulmasta. Casea varten suositellulle 2 x 350 kW latausteholle riittää pienjänniteliittymät jotka voivat vaatia kuormanhallintaa nykyisestä käytöstä riippuen. Latauspisteiden hankintakustannukset ovat selvityksenaikaisilla hinnoilla olleet n. 55 000€/kpl, ja mikäli olemassaolevista liittymistä tuo teho saadaan, kuten energiantensiivisen metsäteollisuuden kohteissa on turvallista olettaa, toteutukseen ei tulisi suuria oheiskuluja mahdollisesti tarvittavan kaapeloinnin lisäksi. Lataussatelliitteja tarvitaan kaksi, josta seuraa 28 000 € lisäkustannus.

Arvio case C kustannuksista:

Sähköisen kuorma-auton ja pyöräkoneiden latauspisteet 2x 350 kW	n. 110 000 €, käytössä n. 44 h/48 h
Ladattavaa energiaa vuorokaudessa	<= 7 990 kWh
2x Pienjänniteliittymä 3x600 A (<i>mikäli tarpeen</i>)	n. 126 000 – 163 200 €
2x Muuntaja 800 kVA + puistomuuntamo (<i>mikäli tarpeen</i>)	n. 80 000 €
Maakaapeli ja sen kaivutyö (luokka 3, tavallinen)	n. 60 - 100 € /m riippuen kaapelityypistä
Lataussatelliitit x2	n. 28 000 €
Yhteensä	n. 140 000 – 380 000 € + kaapelointi

Case D: Pitkämatkainen epäsäännöllinen syöttöliikenne, ilman omaa latausinfraa, pieni toteutus

Tarkastelimme työssä case-tilannetta, jossa pyritään sähköistämään puun noutoliikenne ennalta määrittelemättömistä paikoista rautatieterminalille, jonne ei voida investoida latausinfraan tilanpuutteen ja luonnollisen investoijan puutteen vuoksi. Kuljetustoiminta pyörisi siis casessa julkiseen latausinfraan nojautuen, ja/tai latausasema pitäisi toteuttaa kohteen läheisyyteen. Yhdellä latauksella tulisi päästä tyhjänä ajaen latauspisteeltä noutopaikalle, täydellä kuormalla purkukohteeseen ja tyhjänä latauspisteelle, toteuttaen 76 t yhdistelmällä niin usein kuin vuorokaudessa mahdollista. Kohteet casessa olivat yli 100 kilometrin päässä, joka tarkoittaisi vuorokaudessa lataustarvetta kohteessa n. 6 kertaa yhdellä ajoneuvolla toteutettuna.

Skenaariossa on erityisenä haasteena latauksen saatavuus kohteessa ja epävarmat kustannukset ulkopuoliselle operaattorille. Nämä tulisi varmistaa erillisillä sopimuksilla ulkopuolisessa kohteessa mahdollisimman lähellä määränpääterminalia. Keskusteluiden perusteella investointihalukkuuden ja riittävän tilan puuttuessa kohteesta, tällaisessa tilanteessa olisi suositeltavaa selvittää ulkoisen sopimuskumppanin kanssa muita vaihtoehtoja.

Arvio case D kustannuksista:

Sähköisen kuorma-auton latauspiste 350 kW	n. 55 000 €, käytössä n. 9 h /24 h
Ladattavaa energiaa vuorokaudessa	<=3 150 kWh
1x Pienjänniteliittymä 3x600 A	n. 63 000 – 81 600 €
1x Muuntaja 800 kVA + puistomuuntamo	n. 40 000 €
Maakaapeli ja sen kaivutyö (luokka 3, tavallinen)	n. 60 - 100 €/m riippuen kaapelityypistä
Lataussatelliitit x2	n. 28 000 €
Yhteensä	n. 186 000 – 215 000 € + kaapelointi + eri tontista koituvat kustannukset X €

Case E: Pitkämatkainen säännöllinen syöttöliikenne, toispuolinen latausinfra, pieni synergia, kattava toteutus

Tarkastelimme työssä case-tilannetta, jossa pyritään sähköistämään puun noutoliikenne ennalta määrittelemättömistä noutopaikoista integraattiin. Yhdellä latauksella tulisi päästä tyhjänä tai kuormassa ajaen tehdasalueelta noutopaikalle, puukuormalla takaisin, toteuttaen viidellä 76 t yhdistelmällä niin usein kuin vuorokaudessa mahdollista. Olettaen tehtävän kestoksi keskimäärin noin 3 tuntia taukoineen/suunta, vuorokaudessa ehtisi matkoja latauksineen ja taukoineen tekemään n. 5 kpl, vaatien 25 latausta. Case sisältää myös synergiatarkasteluita. Ajoneuvot integraatin sisäisessä ajossa (5 kpl) ja pyöräkoneet (5 kpl) voivat hyödyntää synergioita vain osin, sillä osa sisäisistä ajoneuvoista on kriittisiä ja vaatii oman dedikoidun latauspisteen. Työturvallisuuden näkökulmista ulkoisen ja sisäisen ajon ajoneuvojen ja pyöräkoneiden ei toivota operoivan keskenään samoilla alueilla ja latauspisteen sijoittelu on haasteellista case-alueen tiiviin tilankäytön vuoksi. Kaapelointimatkat ovat merkittäviä, tai sitten toteutus olisi tehtävä kahdesta eri liittymästä. Skenaariossa on haasteena etenkin latauspisteiden priorisointi, joka johtaa suurempaan lataustarpeeseen kuin olettaen joustava vuorottelu latauksessa. Skenaario aiheuttaa investointikustannuksia arviolta seuraavasti:

7 latauspistettä, antoteholtaan max. n. 350 kW, joista 5 on varattu kriittisille kuorma-autoille ja kahta käytetään joustavammin. Tähän lisättynä 3 latauspistettä antoteholtaan max 150 kW synergiatarkastelluille pyöräkoneille tarkoittavat yhteensä n. 2900 kW lataustehoa. 10 latauspisteen perustaminen tyypillisesti jo edellyttää erillisiä vahvistuksia sähkösuunnittelun näkökulmasta. Casea varten suositellulle 2900 kW latausteholle riittää keskijänniteliittymät (1-2 kpl). Näin suureen

toteutukseen tulee todennäköisesti jo merkittäviä oheiskuluja tarvittavan kaapeloinnin lisäksi, kuten esimerkiksi sähköasema, joka joudutaan asentamaan keskijänniteverkon ja latausasemien väliin.

Arvio case E kustannuksista:

Sähköisen kuorma-auton latauspisteet 7x 350kW	n. 385 000 €, käytössä n. 7,5 h/kpl (5) ja 19 h/kpl (2)
Työkoneiden latauspisteet 3x 150 kW	n. 105 000 €, käytössä n. 8 h/kpl
Ladattavaa energiaa vuorokaudessa	<= 29 805 kWh
Sähköasema keskijänniteverkkoon (<i>mikäli tarpeen</i>)	n. 1,0-2,0 M €
Maakaapeli ja sen kaivutyö (luokka 3, tavallinen)	n. 60 - 100 €/m riippuen kaapelityypistä
Lataussatelliitit x4	n. 56 000 €
Yhteensä	n. 1 500 000 – 2 500 000 €. Huom.: Sähköaseman kustannukset vaihtelevat merkittävästi ja toimitusajat ovat pitkiä.

Johtopäätökset caseista

Case A	Case B	Case C	Case D	Case E
latauspisteet käytössä 24 h / 48 h /vrk	latauspisteet käytössä 9 h / 24 h /vrk	latauspisteet käytössä 44 h / 48 h /vrk	latauspisteet käytössä 9 h / 24 h /vrk	latauspisteet käytössä 99 h / 240 h /vrk
teoreettinen käyttöaste 50 %	teoreettinen käyttöaste 38 %	teoreettinen käyttöaste 92 %	teoreettinen käyttöaste 38 %	teoreettinen käyttöaste 41 %
investoinnin vaihteluväli 155 000 - 335 000 €	investoinnin vaihteluväli 70 000 – 190 000 €	investoinnin vaihteluväli 140 000 – 380 000 €	investoinnin vaihteluväli 186 000-215 000 €	investoinnin vaihteluväli 1 500 000 – 2 500 000 €
ladattavaa energiaa vuorokaudessa <= 3 786 kWh	ladattavaa energiaa vuorokaudessa <= 3 150 kWh	ladattavaa energiaa vuorokaudessa <= 7 990 kWh	ladattavaa energiaa vuorokaudessa <=3 150 kWh	ladattavaa energiaa vuorokaudessa <= 29 805 kWh
raakaindeksi 1 40 -88 €/kWh	raakaindeksi 1 22 -60 €/kWh	raakaindeksi 1 18 – 48 €/kWh	raakaindeksi 1 59 – 68 €/kWh	raakaindeksi 1 50 – 83 €/kWh
normalisoitu indeksi 1 (kWh): Case A 100	normalisoitu indeksi 1 (kWh): Case B 55-68	normalisoitu indeksi 1 (kWh): Case C 45-54	normalisoitu indeksi 1 (kWh): Case D 77-147	normalisoitu indeksi 1 (kWh): Case E 94-125
raakaindeksi 2 6 458 - 13 958 (€/h/vrk)	raakaindeksi 2 7 777 – 21 111 (€/h/vrk)	raakaindeksi 2 3 181 - 8 636 (€/h/vrk)	raakaindeksi 2 20 666 – 23 888 (€/h/vrk)	raakaindeksi 2 15 151 – 25 252 (€/h/vrk)
normalisoitu indeksi 2 (h): Case A 100	normalisoitu indeksi 2 (h): Case B 120-151	normalisoitu indeksi 2 (h): Case C 49-62	normalisoitu indeksi 2 (h): Case D 171-320	normalisoitu indeksi 2 (h): Case E 180-234

Johtopäätöksenä havaitaan, että eri caseista keskenään verrattuna edullisimmaksi tulee energiayksikköä kohti verrattuna, ja ajan yksikköä kohti verrattuna Case C riippumatta sen infranvahvistus- ja oheistöiden tarpeista. Tämä johtuu sen merkittävästi muita suuremmasta teoreettisesta käyttöasteesta. Case E ja D taas tulevat ajan yksikköä kohti verrattuna muita kalliimmiksi. On muistettava, että Case D lisäksi saattaa sisältää oheiskustannuksia eri tontin johdosta, joita tässä taulukossa ei kyetä

huomioimaan. Tässä esitetyt luvut ovat nk. indeksilukuja, joita käytetään nyt casejen keskinäiseen vertailuun.

Näistä on pääteltävissä, että kalustokriittisyyden aiheuttamat pisteiden käytön rajoittaminen ja monipaikkasijainnit kasvattavat suhteellisia latausinfra toteutuskustannuksia huomattavasti eri casejen välillä. Tehokkuutta puolestaan saa pienemmällä toteutuskustannuksilla, kuten erityisesti olemassaolevan sähköinfra riittävyydellä sekä pienemmällä latauspisteiden määrällä. Myös synergiat joilla kasvatetaan latausmääriä per latauspiste, tuovat selvästi hyötyjä kun vertaillaan caseja erityisesti ladatun energiamäärän kautta. Vertailun tulosta näyttää parantavan myös, jos kaluston vastaanottama latausteho vastaa mahdollisimman hyvin latauslaitteiden tehoa.

Synergiaa myös kasvattaa, mikäli työkoneet kykenevät operoimaan samoja laitteita ja vastaanottavat riittävän suuria lataustehoja, että ne eivät muodostaisi pullonkauloja toiminnan suunnitteluun.

4. Suositukset, jatkoselvitystarpeet

Selvityksessä tutkittiin latausinfraan toteutuskustannuksia eri caseissa, jotka poikkeavat toisistaan luonteeltaan, synergiamahdollisuuksiltaan, kuljetettavilta tuotteiltaan ja kuljetusten matkoiltaan. Case-harjoitusten ja havaintojen perusteella tehtiin suosituksia:

Metsäteollisuuden kuljetuksista ensin sähköistynevät säännöllisemmät lyhyemmän matkan kuljetukset, ja siksi latausinfraa tulisi harkita toteutettavaksi sitä nopeammin, jos osana toimintaa on tällaisia ajoja.

- Näiden tehtävien vaatimaan lataamiseen saadaan joustavuutta, kun toiminta tietyssä ajan hetkenä ei ole kriittistä vaan toiminnan aikaikkuna on pidempi, esimerkiksi tietty tehtävä ajetaan tietyn vuoron kuluessa. Se mahdollistaa myös vuorottelun latauspisteellä, joka edesauttaa korkeampaa käyttöastetta ja kasvattaa investoinnin tehokkuutta, kun jokainen ajoneuvo ei tarvitse seurauksena omaa latauspistettään.
- Lähitulevaisuudessa Megawatt Charging System (MCS)- latausstandardi mahdollistaa tehokkaampaa lataustoimintaa ja sen myötä vaadittavat lataustehot kasvavat, tarvitaan suurempia laitteistoja ja samalla suurempi määrä kuljetuksia muodostuu sähköisesti toteutettavaksi. Tällä on infraan investointikustannuksia kasvattavia vaikutuksia, jos kohteessa on muitakin kuljetuksia, jotka voisivat sähköistyä tehokkaamman lataustekniikan myötä. Tehokkaampi lataus on pistettä kohti laskettuna tyypillisesti kalliimpaa toteuttaa, ja sen infravaikutukset ovat suuremmat.
- Energiainfran investoinnit ovat tyypillisesti pitkäaikaisia. Verkkoyhtiöt eivät voi tehdä investointeja proaktiivisesti, vaan ne tarvitsevat tilauksen ennen verkkojen vahvistustöitä. Tästä syystä verkkoyhtiön infraan tukeutuvia investointeja ei kannata osittaa liikaa, vaan tehdä riittävän suurena, jotta toimitusaika pysyisi nopeampana.

Yhtiöillä on laajaa kiinnostusta synergioiden saantiin latausinfraan toteutuksessa soveltuvia työkaluja sähköistämällä.

- Latausinfraa harkittaessa on taten järkevää selvittää, missä ja miten työkaluja operoidaan, jotta ne voisi saada sähköistettyä yhdellä kertaa tai ainakin että infra voisi palvella työkaluja myöhemmin.
- Vielä selvitystä tehdessä osassa työkaluista sähköiset versiot eivät olleet soveltuvia yhtiöiden tarpeisiin, mutta kehitystä ennakoidaan tapahtuvan asiassa tulevien uusien mallien myötä niin että tulevat sähköiset koneet soveltuvat metsäteollisuuden tarpeisiin.

Latausinfraan toteutuskustannukset tällaisessa pienemmässä toteutuksessa, jossa ensi alkuun puhutaan yhden tai kahden auton yhdestä tai parista latauksesta päivittäin ja mahdollisesta synergian tavoittelusta (1-2 latauspistettä, ei infranvahvistusvaateita), nähdään jo nyt pieninä.

- Merkittäviä kustannusmomentteja aikaansaa energiainfran tilanne ja fyysinen tilantarve suurempia kenttiä suunnitellessa. Tiukkaan rakennetulla tehdasalueella on mietittävä myös laskennassa muiden mahdollisten toimintojen tilantarve samalla aikavälillä.

Lataustapahtumat tulisi keskittää teollisuustontille, jossa energiainfra on lähtökohtaisesti kattavaa ja jossa usein tuotetaan itse sähköä merkittäviä määriä.

- Verrattaen esimerkiksi kuljetusliikkeen varikkoihin, joista MCS-latausta ei ilman suuria toimenpiteitä saada toimimaan vaadittavan tehon vuoksi, koska tähän asti tavallisesti käytetty pienjänniteliittymä ei mahdollista MCS-standardinmukaisten tehojen lataustoimintaa täydessä mittakaavassaan.

Jatkoselvitystarpeiksi selvityksessä muodostuivat latausinfraan tarkempi palvelunmäärittely ja tarkempi kohdesuunnittelu paloturvallisuusselvityksen kanssa.

Suuri osa latauslaitemarkkinasta myydään palveluna tai jonkinlaisena tuote-palvelu-hybridinä, ja puhtaiden laitehankintojen osuus voi olla niin vähäinen, että muita hankintamalleja tulisi tarkastella todellisen kuvan saamiseksi.

- Nyt selvitykseen oli määritetty ohjeelliset caset, joiden laajuuksien toteutushintaa voisi peilata palvelumallisten hankintojen kustannuksiin teettämällä markkinakartoitusta ja eri toimijoiden roolien tutkimusta. Tyypillisesti alalla toimivat yritykset tarjoavat suunnittelupalvelua, urakointipalvelua, ohjelmistoa ja ylläpitoa, itse latauslaitteita, tai näiden eri yhdistelmiä riippuen vahvuuksista ja kaupallisista yhteistyöstään.

Akkuvarastojen (Battery energy storage system, BESS) käyttömahdollisuuksia voisi tutkia erityisesti sellaisille alueille, joissa ei ole saatavilla sähköä tai riittävän tehokasta sähköliittymää.

- Akkuvarastoa voisi ladata pienellä teholla täyteen saatavilla olevan sähköliittymän ehdoilla ja myöhemmin purkaa eli käyttää energiaa ajoneuvon lataukseen huomattavasti suuremmalla teholla. Vaihtoehtona on myös siirtää täyteen ladattu akkuvarasto paikkaan, joka on sähköverkon ulottumattomissa.

Paloturvallisuus herätti mielenkiintoa ja huolta useissa metsäyhtiöissä. Asiakasyritysten turvallisuuspäälliköitä voisi törmäyttää yhteistyöpalaverissa laitevalmistajien turvallisuusasiantuntijoiden kanssa, ja näistä voisi johtaa raja-arvoja tarkempaan sijoitussuunnitteluun.

- Tehtävää voisi seurata oletusarvoltaan helpompien sähköistettävien kohteiden tarkempi kohdesuunnittelu, jossa määriteltäisiin jopa rakennussuunnitelmatasoisesti latauspisteiden toteutussijainnit kyseisiin kohteisiin, jotta nämä kohdeyritykset ja tehtävät saataisiin vähäpäästöisiksi mahdollisimman pian.