

Raskaiden kuljetusten sähköistymisen seminaari

MESI: Sähkökuorma-autojen ja niiden
latausinfrastruktuurin paloturvallisuus selvitys

Saku Käsnänen, 01.04.2025



Bright ideas.
Sustainable change.



Euroopan unionin
rahoittama
NextGenerationEU

Esitys 01.04.2025

Sähkökuorma-autojen ja niiden latausinfrastruktuurin paloturvallisuusselvitys

Esityksen sisältö:

- Selvityksen johdanto
- Kirjallisuuskatsaus
- Huomioita yritysten aineistosta
- Suositukset toimijoittain



Kuvat: ramboll, adobe stock

Johdanto

Taustat ja tavoitteet

Selvityksen johdanto

Selvitystyö osa Metsätehon MESI-hanketta ja työ koskee metsäteollisuuden omalla tontilla sijaitsevaa latausinfraa sekä siellä asioivia sähkökäyttöisiä kuorma-autoja.

- Työ on EU:n rahoittama (NextGenerationEU)

Sähkörekkoja Suomessa oli 2025 vaihtuessa vasta 126 kpl, mutta ne yleistyvät ennusteiden mukaan tästä alkaen nopeasti. Alana metsä on kiinnostava;

- Metsäteollisuudesta löytyy sekä jo nyt otollisia että pidemmässä puussa olevia mahdollisuuksia kuljetusten sähköistykselle, eli aihe voi toimijasta riippuen tulla joko varsin nopeasti vastaan tai tuntua vielä kaukaiselta.
- Tässä selvitystyössä tarkasteltiin myös mahdollisesti latausinfraan liittyvien akkuvarastojen paloturvallisuutta. Tällaista mobiilia latausinfraa voisi mahdollisesti hyödyntää kohteissa, jotka eivät ole kiinteän sähköinfran piirissä.
- Akkuvarastot (Battery Energy Storage System, BESS) ovat yleistymässä Suomessa.



Kuvat: ramboll, adobe stock

Selvityksen johdanto

Paloturvallisuutta on tutkittu aiheen osalta vielä varsin vähän.

- Tekniikka kehittyy nopeasti sekä ajoneuvoissa että niiden akkukalustoissa ja latauslaitteissa.
- Metsäteollisuuden kohteissa on erityisiä riskejä tulipaloihin liittyen, myös akkupalonäkökulmasta.
 - Pölyäminen, kemikaalit, palokuorma, ympäristö

Tämän selvityksen tavoitteina on:

- tunnistaa sähkökuorma-autojen tontin sisäisessä reitityksessä ja latausinfraan sijoittelussa paloturvallisuuden erityispiirteitä ja huomioon otettavia tekijöitä.
- laatia yleisiä suosituksia metsäyhtiöille sähkökuorma-autojen ja niiden latausinfraan paloturvallisuuden varmistamiseksi sähkökuorma-autojen yleistyessä.
- Selvitys julkaistaan valmistuttuaan huhti-/toukokuussa sivulla www.metsateho.fi/mesi



Kuvat: ramboll, adobe stock

Kirjallisuuskatsaus

Huomiot tutkimuksista

Kirjallisuuskatsaus

Tutkittiin sekä kansainvälisistä lähteistä tutkimuksia, että kotimaisia suosituksia pelastustoimialalta.

Euroopassa on tutkittu erityisesti palossa ympäristöön leviäviä yhdisteitä sekä sammutusveden laatua.

Tuloksista ilmeni, että sekä bensiinikäyttöisten että akkukäyttöisten ajoneuvojen sammutusvedet olivat erittäin myrkyllisiä testatuille lajeille.

- Sähköajoneuvojen ja akkupakettien sammutusvedet sisälsivät enemmän nikkeliä, kobolttia, litiumia, mangaania ja fluoridia verrattuna perinteisten ajoneuvojen sammutusvesiin.
- Sammutusvesiin muodostuu merkittävä määrä yhdisteitä, jotka ovat hyvin myrkyllisiä mm. vesieliöille.
- Sammutusvesien oikeaoppinen hallinta on hyvin tärkeää, jos sähkökäyttöisen ajoneuvon tulipalo päädytään sammuttamaan.



Kuvat: ramboll, adobe stock

Kirjallisuuskatsaus

Savukaasujen hallinta korostui tutkimushavainnoissa.

- Suljetussa pysäköintitilassa toteutetussa tutkimuksessa havaittiin 32 kWh:n litiumioniakun palon aiheuttavan noin 20 g/m² noen saastumista.
 - Raskaan ajoneuvon akusto on jopa 20-kertainen (!)
- Noki koostuu pääasiassa nikkeli-, mangaani- ja kobolttioksideista (18–20 % kutakin) sekä pienemmissä määrin litiumista (3–4 %), fluorideista (~2,5 %) ja klorideista (~0,2 %). Se on sähköä johtamatonta eikä syövyttävää.
- PAH-pitoisuudet (250–300 µg/m² keräinlevyillä, 120 µg/m² tekstiileissä) ylittivät taustatasot jopa 50- ja 20-kertaisesti.
- Tilan tuuletus levittää noen laajoille alueille, ja 100 metrin etäisyydeltä nokea löytyi enää 0,5 g/m².
 - Vaikka noen määrä kauempana on pienempi, sen raskasmetallikontaminaatio on edelleen korkea ja edellyttää ammattimaista puhdistusta.



Kuvat: ramboll, adobe stock

Kirjallisuuskatsaus

Teollisen kokoluokan akkuvarastoja ei vielä ole Suomessa montaa käytössä, mutta useampi on suunnitteilla tai rakennusvaiheessa.

- Liikuteltavien akkuvarastojen käyttövalmiita ratkaisuja on vielä rajallisesti markkinoilla, joten niistä on myös vähän käyttökokemusta. Myös liikuteltavassa akkuvarastossa on otettava huomioon turvallisuuteen vaikuttavat seikat ja riskien vähentäminen.
- Akkuvaraston suojaaminen esim. ilkeivallalta voi olla haastavampaa, jos sen sijaintialuetta ei ole aidattu.
- Akkuvarasto tulisi sijoittaa siten, että mahdollisen tulipalon sattuessa, palo ei leviä lähistöllä olevaan ympäristöön, kuten rakennelmiin tai luontoon.
- Akkupalon sammutukseen voi kulua paljon vettä, ja palon yhteydessä akusta voi vuotaa kemikaaleja. Onkin erityisen tärkeää, että mahdollisten sammutusvesien päätyminen vesistöön tai pohjaveteen on estetty.



Kuvat: ramboll, adobe stock

Kirjallisuuskatsaus

BESS-laitteistoissa käytetään tyypillisesti litiumioniakkuja niiden korkean energiatiheyden takia. Litiumioniakkuja käyttäessä on aina tulipalovaara, joka on otettava huomioon niitä käytettäessä ja järjestelmiä suunniteltaessa.

- Vaaratilanteita voi aiheutua esimerkiksi liian korkeasta lämpötilasta.
 - Jos akun lämpötila on korkea, voi se johtaa lämpökarkaamiseen, joka aiheuttaa reaktion kiihtymisen, jolloin kaasua syntyy enemmän ja akun paine nousee.
- Muita aiheuttajia lämpöpurkautumiselle on akun vaurioituminen, ulkoinen oikosulku tai kuormittuminen, liian suureen jännitteeseen lataaminen, akun varauksen kokonaan purkaminen, akun lataaminen pakkasella sekä valmistusvirheet.
- Myös akun ikä ja lämpötilaolosuhteet vaikuttavat lämpökarkaamisen aiheutumiseen.
- Litiumioniakut ovat tyypillisiä myös monessa muussa sovellutuksessa, mm. sähkökäyttöisissä ajoneuvoissa



Kuvat: ramboll, adobe stock

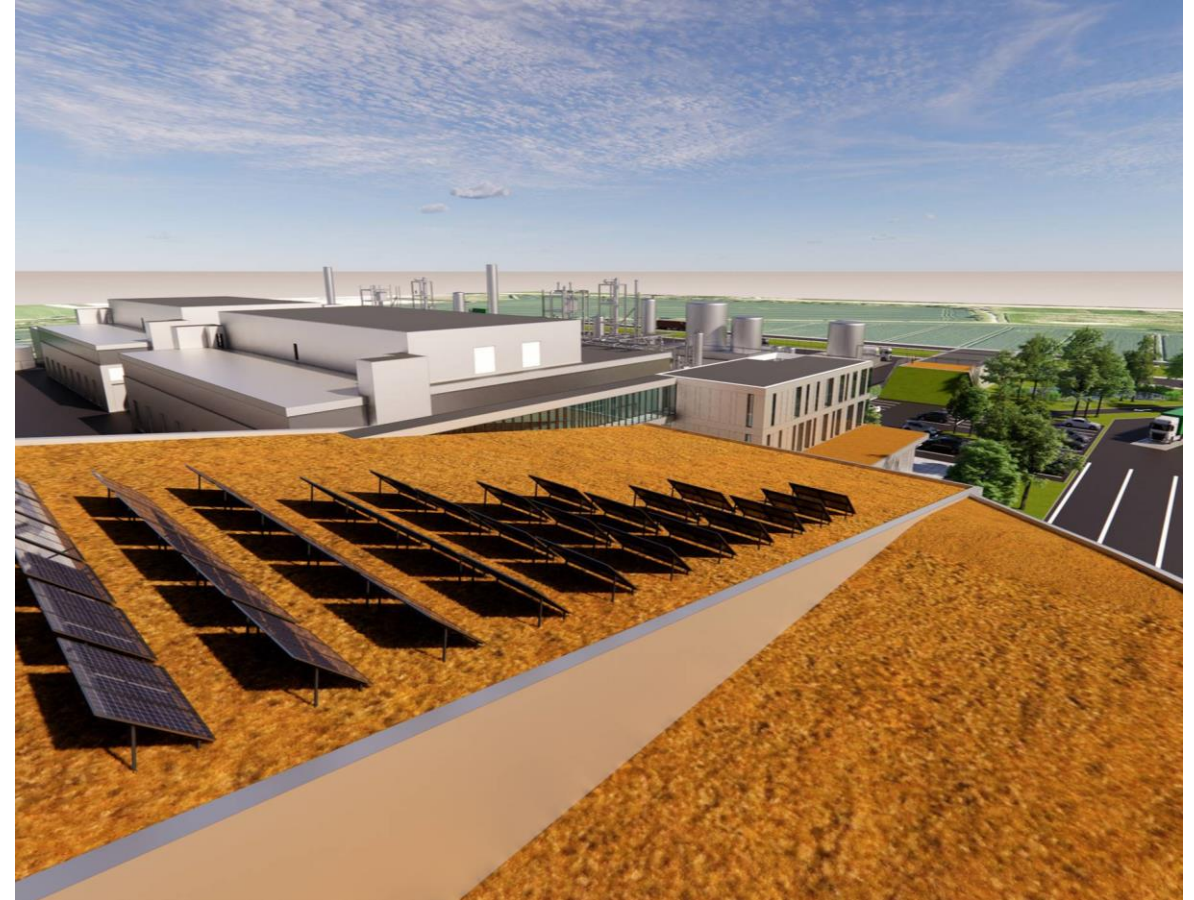
Yritysten aineistot

Case-kohteiden ominaisuuksien ja
yritysten materiaalien tarkastelut

Huomiot yritysaineistoista

Työssä tarkasteltiin viittä case-yritystä ja kymmentä case-sijaintia keskustellen niiden ominaispiirteistä ja siitä, kuinka relevantteja kohteelle tyypilliset haasteet ovat metsäteollisuuden sijainneille yleisesti. Tällaisia yleisiä, melko yhteisiä haasteita paloturvallisuuden kannalta metsäteollisuuden kohteille olivat:

- Ulkovarastojen pölyävyys ja palokuorma – paloriski
 - Hake ja puupöly muodostavat korkeampaa paloriskiä niiden helpon syttyvyyden ja varastojen suuren palokuorman vuoksi.
- Tontin ahtaus – paloriski
 - Kapeat liikennekäytävät voivat tukkeutua palavan kaluston johdosta vaikeuttaen pelastusta ja helpottaen palon leviämistä
- Vesistön välitön läheisyys - ympäristöriski.
 - Sammutusvesien käsittely on vaikeaa sammutuksen yhteydessä siten, että niitä ei lainkaan huuhtoutuisi vesistöön.
- Kemikaalivarastot – suuronnettomuusriski
 - Varastoitavat kemikaalit voivat palamisreaktiossa esimerkiksi räjähtää ja/tai muodostaa terveydelle erittäin vaarallisia yhdisteitä, jotka voivat levitä laajalle (kaasuvuoto).



Kuvat: ramboll, adobe stock

Huomiot yritysaineistoista

Metsäteollisuudella on myös kohteita, jotka ovat kauempana tyypillisestä tehdasinfrasta.

- Puun hankinta-alueet ja terminaalit ovat hankalammin hallittavia mahdollista akkupaloa ajatellen.
- Toisaalta ne eivät todennäköisesti ole ensimmäisiä käyttökohteita ladattavalle kalustolle.
- Esimerkiksi vettä ei usein ole saatavissa kohteessa riittävästi sammutusta ajatellen eikä välttämättä sähköäkään ja palokunnat olisivat kaukana.
- Tällöin korostuu erityisesti toimintojen sijoittelu, mahdolliset siirreltävät akkuvarastot ja latauspiste olisi sijoitettava niin että palo voisi palaa loppuun mahdollisimman turvallisesti, ilman lisävahinkoja.
- Kohteissa tulisi turvata tietoliikenneyhteydet, jotta akkuvaraston hallintajärjestelmä olisi yhteydessä ja operaattori saisi tiedon häiriöstä ennen paloa.



Kuvat: ramboll, adobe stock

Huomiot yritysaineistoista

Tyypillisesti metsäteollisuuden kohteissa huolehditaan paloturvallisuudesta hyvin tarkasti. Toimialalla on pitkää ja syvällistä ymmärrystä paloriskeistä.

- Monessa kohteessa, varsinkin suurimmissa, löytyy esimerkiksi tehdaspalokunta ja erillinen turvallisuusorganisaatio, sekä kattavat ohjeistukset tulipalotilanteisiin ja niiden ennaltaehkäisyyn.
- Sähkökäyttöinen kalusto on kuitenkin uutta suurelle osalle kohteita. Näiden osalta ohjeistusta puuttui.
- Missä ohjeaineistoa oli saatavilla, yhdenmukaisuus oli vaihtelevaa.
 - Erityisesti sähkökäyttöinen kuorma-autokalusto tulee ladata ulkona. Työkoneille sallittiin lataus sisätiloissa.
 - Etäisyys lataavien ajoneuvojen välillä, jos tätä oli ohjeessa määritetty, oltava vähintään 3 metriä.
 - Etäisyys lataavien autojen ja rakennusten välillä vähintään 8-30 metriä (suurtakin vaihtelua).



Kuvat: ramboll, adobe stock

Huomiot yritysaineistoista

Latauspisteiden sijoittelussa huomioidaan samanlaisia asioita kuin perinteisten ajoneuvojen reittien suunnittelussa.

- Latauspaikkaa käyttävien kuljetusten reittien risteämistä muiden alueen liikennevirtojen kanssa vältellään kaikkialla törmäysriskin vähentämiseksi.
- Latauspaikkojen sijoittelussa, ympäröivien asioiden huomiointi on tärkeää. Paikkojen päällä ei saa olla kuljettimia tai muitakaan rakenteita, kuten sähkölinjoja.
- Latauslaitteiden vahingoittaminen on estettävä fyysisillä esteillä.
- Jos (työkoneita) ladataan sisätiloissa, vaaditaan palo-osastointia ja automatiikkaa sammutusjärjestelmiin.
- Palokestot ja järjestelmien vedentuottokyvyn vaatimukset vaihtelivat ohjeiden välillä
- Kalustolta vaaditaan sammutusvälineistöä ja henkilöstöltä turvallisuuskoulutuksia.



Kuvat: ramboll, adobe stock

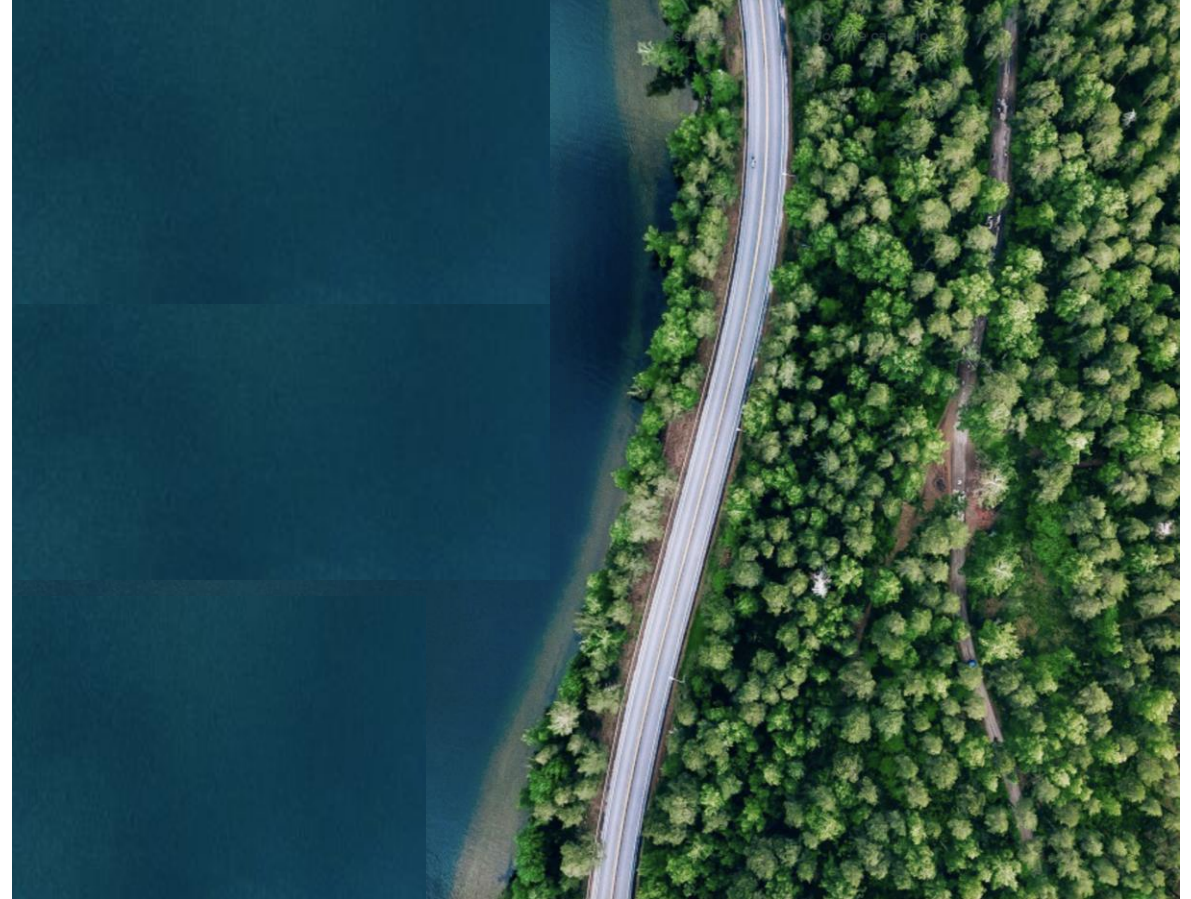
Suosituksset

Johtopäätökset

Suosituksset toimijoittain

Suosituksset jatkotoimenpiteille ja -suunnittelun huomioonille esitetään seuraavilla kalvoilla tarkemmin, ja ne jaettiin kohdistaen ne eri ryhmille:

- Metsäteollisuuden yritykset, kohteen omistajat
- Kuljetusyritykset metsäteollisuuskohteissa
- Kuljettajat metsäteollisuuskohteissa



Kuvat: ramboll, adobe stock

Suositukset toimijoittain

Metsäteollisuuden yritykset, kohteen omistajat

- Latausinfran sijoittelussa tulisi huomioida operatiivisen näkökulman lisäksi paloturvallisuus etäisyydellä rakennuksiin ja muuhun palavaan materiaaliin, sijainti aina ulkona
- Suositeltu minimietäisyys on 10 metriä (räjähdysvaaralliset tilat ja palavien nesteiden säilytysastiat ja -tilat)
- Sähkösuunnittelun kanssa tulee varmistaa pisteiden jännitteettömäksi kytkeminen turvallisesta tilasta ja riittävä virta paloteknisille laitteistoille.
- Sammutusvesien ja palokaasujen hallinta on toteutettava niin, että riskit ympäristövahingolle ja turvallisuudelle saadaan hallittua asianmukaisesti.
- Hyvä sijainti latauspisteelle risteää muun liikenteen kanssa mahdollisimman vähän, ja on sammutuskaluston saavutettavissa useammasta suunnasta.
- Ajoneuvojen puhtautta ja latauslaitteiston pölyttömyyttä on seurattava. Puhalluslaitteiston toteuttaminen edesauttaisi niiden puhtautta. Puupölyn määrä kasvattaa paloriskejä.
- Lataustapahtuman ja ladattavan ajoneuvon palo tulee huomioida henkilöstöohjeistuksessa ja edellyttää toiminnan osaamista myös urakoitsijoilta.



Kuvat: ramboll, adobe stock

Suositukset toimijoittain

Kuljetusyritykset metsäteollisuuskohteessa

- Kuljetusyritysten tulee käyttää vain vaatimukset täyttävää kalustoa sekä varmistaa tilaajan ohjeiden noudattaminen omassa ja aliurakoitsijoiden toiminnassa ja toimittaa kalustosta pelastuskortit.
- Henkilöstölle, aliurakoitsijoille ja kumppaneille on tarjottava säännöllistä koulutusta paloturvallisuuden toimenpiteistä ja pelastustoimista, kuten alkusammutuksesta.

Kuljettajat metsäteollisuuskohteessa

- Autonkuljettajien tulee tuntea teollisuuskohteen omistajan antamat paloturvallisuusohjeet ja toimintakäytännöt perusteellisesti. Autonkuljettajien on heidän oman työnsä turvallisuuden vuoksi varmistettava, että he ovat perillä näistä ohjeista ja noudattavat niitä kaikissa tilanteissa.
- On kuljettajan velvollisuus varmistaa, että hän osaa käyttää alkusammutusvälineitä oikealla tavalla ja toimia asianmukaisesti hätätilanteessa. **Akkupaloa** ei tyypillisesti saada sammumaan alkusammutuskalustolla, ja palokaasutkin ovat haitallisia → **akkupalon** sammutusta ei tule yrittää itse.



Kuvat: ramboll, adobe stock