

SÄHKÖ- VAI POLTTOMOOTTORITRUKKI SATAMATYÖS-
KENTELYYN

Tähti Joonas

Opinnäytetyö

Konetekniikka
Insinööri (AMK)

2025

Konetekniikka
Insinööri (AMK)

Tekijä	Joona Tähti	Vuosi	2025
Ohjaaja(t)	DI Petri Kesälahti		
Toimeksiantaja	Hooli Oy Ari Hooli		
Työn nimi	Sähkö- vai polttomoottoritrucki satamatyöskentelyyn		
Sivumäärä	36 + 4		

Tässä opinnäytetyössä tarkasteltiin sähkö- ja dieseltrukkien soveltuvuutta satamaympäristöön vihreän siirtymän, käytännön olosuhteiden ja yritysvastuun näkökulmista. Työssä selvitettiin, milloin sähkötrukki on teknisesti ja taloudellisesti perusteltu valinta ja milloin dieseltrukki säilyttää etunsa. Taustalla vaikuttavat Euroopan unionin ja Suomen ilmastotavoitteet, jotka ohjaavat logistiikkatoimintoja kohti vähäpäästöisiä ja resurssitehokkaita ratkaisuja.

Työssä hyödynnettiin laadullista vertailua, jossa analysoitiin kahden Konecrane-sin trukkimallin teknisiä ominaisuuksia, kustannuksia ja käyttöolosuhteita. Aineistona käytettiin valmistajien toimittamia tarjouslaskelmia sekä ajankohtaista lähdekirjallisuutta.

Tulosten perusteella sähkötrukki on kannattava vaihtoehto silloin, kun käyttö on säännöllistä ja koneen lataus ja säilytys voidaan järjestää lämmitetyissä sisätiloissa. Tällöin se tarjoaa pienemmät käyttökustannukset, hiljaisemman työympäristön ja tukee yrityksen vastuullisuustavoitteita. Dieseltrukki on puolestaan perusteltu valinta tilanteissa, joissa sähköinfrastruktuuri puuttuu tai käyttöolosuhteet ovat kylmiä ja vaihtelevia. Kokonaisuutena sähkötrukki on tulevaisuuteen suunnautuva ratkaisu, jos sen käyttöönotto voidaan toteuttaa tarkoituksenmukaisesti osana yrityksen pitkän aikavälin strategiaa.

Avainsanat trukit, vihreä siirtymä, satamat, energiatehokkuus

Mechanical Engineering
Bachelor of Engineering

Author	Joonas Tähti	Year	2025
Supervisor(s)	Petri Kesälahti, M.Sc. (Tech.)		
Commissioned by	Hooli Oy		
Title	Electric or combustion engine forklift for port operations		
Number of pages	36 + 4		

This thesis explores the suitability of electric and diesel forklifts for port environment, focusing on the green transition, practical operating conditions, and corporate responsibility. The objective was to determine under which circumstances an electric forklift is a technically and economically viable option and when a diesel forklift remains the more appropriate choice. The study is guided by the climate targets of the European Union and Finland, which steer logistics operations toward low-emission and resource-efficient solutions.

A qualitative comparison was conducted by analyzing the technical specifications, costs, and operational environments of two forklift models provided by Konecranes. The data consisted of manufacturer-supplied quotations and current literature on the topic.

The results indicate that an electric forklift is a cost-effective solution when usage is regular, and both charging and storage can be arranged in heated indoor facilities. In such conditions, it provides lower operating costs, a quieter working environment, and supports a company's sustainability goals. Conversely, a diesel forklift remains a justified choice when electric infrastructure is unavailable or when the operating environment is cold and variable. Overall, the electric forklift represents a forward-looking solution, provided its implementation aligns with the company's long-term strategic objectives.

Keywords forklifts, green transition, ports, energy efficiency

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
2	TOIMEKSIANTAJA	10
2.1	Hooli Oy	10
2.2	Toimeksiantajan trukkitarpeet	12
3	SATAMAYMPÄRISTÖ	14
3.1	Satamatoiminta	14
3.2	Sähköistymisen velvoitteet satamaympäristössä	15
4	SATAMAN LASTAUSKONEET	16
4.1	Sataman toiminta	16
4.2	Sataman tyypillisimmät lastauskoneet	16
5	TRUKIT	17
5.1	Trukkityypit ja niiden käyttövoima	17
5.2	Tekniset ominaisuudet	18
6	TRUKKIEN TALOUDELLISUUS	20
7	YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET	21
7.1	Trukkien ympäristövaikutukset	21
7.2	Sähköistymisen haasteet	22
8	KANNATTAVUUSANALYYSI	24
8.1	Vertailtavat trukit	24
8.2	Investointi	26
8.3	Käyttökustannukset	26
9	VIHREÄ SIIRTYMÄ	30
9.1	Vihreän siirtymän vaikutukset	30
9.2	Yritysvastuu ja kilpailukyvyyn vahvistaminen vihreässä siirtymässä	31
10	TULOKSET	32
10.1	Kokonaiskustannukset	32
10.2	Suosituksat satamatoimijoille	33
11	POHDINTA	35

LÄHTEET.....	37
LIITTEET	39

ALKUSANAT

Tämän opinnäytetyön aihe nousi esiin ajankohtaisesta ja alati tärkeämmäksi muodostuvasta teemasta: teollisuuden ja satamatoiminnan sähköistämisestä sekä kestäväen kehityksen tavoitteiden tukemisesta. Entisen työnantajan ja työn toimeksiantajana toimineen Hooli Oy:n esittämä tarve arvioida sähkötrukkien soveltuvuutta satamaympäristöön tarjosi konkreettisen ja käytännönläheisen näkökulman aiheeseen, jonka merkitys kasvaa tulevina vuosina yhä enemmän.

Haluan esittää lämpimät kiitokset Hooli Oy:lle luottamuksesta ja mahdollisuudesta toteuttaa opinnäytetyö näin merkityksellisestä ja monitasoisesta aiheesta. On ollut antoisaa päästä syventymään satamatoimintojen kehitykseen ja tarkastelemaan kalustohankintaa taloudellisista, teknisistä sekä ympäristöllisistä näkökulmista.

Eriyiskiitos kuuluu myös Metsä Groupille mahdollisuudesta vieraila Ajoksen satamassa ja tutustua siellä käytössä oleviin sähkötrukkiratkaisuihin. Vierailun aikana saadut havainnot ja keskustelut asiantuntijoiden kanssa auttoivat muodostamaan realistisen käsityksen sähkökaluston toimivuudesta käytännön työympäristössä. Tämä kokemus toi työhön lisäarvoa ja syvyyttä, jota pelkän teoreettisen tarkastelun pohjalta olisi ollut vaikea saavuttaa.

Torniossa 3.5.2025

Joona Tähti

1 JOHDANTO

Vihreän siirtymän edetessä ilmastonmuutoksen hillintä ja vastuullisuuden kasvava rooli ovat alkaneet vaikuttaa merkittävästi yritysten liiketoimintastrategioihin. Kestävä kehitys, energiatehokkuus ja ympäristövastuu eivät enää näyttäyty pelkinä ulkopuolelta tulevina vaatimuksina, vaan ne integroituvat osaksi yritysten kilpailukykyä ja tulevaisuuden kasvua. Teollisuus- ja logistiikkasektorilla tämä näkyy siirtymänä kohti vaihtoehtoisia käyttövoimia, kuten sähköä, joiden avulla voidaan vähentää päästöjä ja parantaa resurssitehokkuutta pitkällä aikavälillä. (Teknoliateollisuus ry 2021.)

Yksi keskeinen sovellusalue, jossa tämä muutos näkyy, on trukkien käyttö. Perinteisesti teollisuudessa ja satamissa on hyödynnetty diesel- ja kaasukäyttöisiä trukkeja niiden voimakkaan suorituskyvyn ja polttoaineen helpon saatavuuden vuoksi. Kuitenkin viime vuosina sähkötrukkien kehitys on edennyt merkittävästi, ja niiden kilpailukyky on kasvanut etenkin sisälogistiikassa ja raskaassa teollisuudessa. Sähkökäyttöisten trukkien etuina ovat muun muassa paikallispäästöttömyys, alhaisemmat melutasot ja pienemmät huoltokustannukset, mutta toisaalta niiden hankintahinta ja toimintasäde voivat muodostaa haasteita raskaammissa käyttökohteissa. (Työtehoseura 2022.)

Opinnäytetyön ajankohtaisuutta ja merkittävyyttä korostaa se, että toimeksiantaja pohtii tällä hetkellä trukkilaluston uudistamista ja halutaan selvittää, voisiko sähkötrukkien käyttöönotto olla kannattava ratkaisu myös satamatoiminnan kaltaisessa vaativassa ympäristössä. Kyse ei ole ainoastaan teknisestä muutoksesta, vaan kokonaisvaltaisesta investointipäätöksestä, jossa huomioidaan laitteiden suorituskyvyn lisäksi käyttöikä, käyttökustannukset sekä ympäristövaikutukset.

Sähkötrukkien käyttöön liittyy myös mahdollisuus vahvistaa organisaation vastuullisuusprofiilia ja vastata yhä tiukentuviin ympäristötavoitteisiin ja -säädöksiin. Esimerkiksi EU:n Green Deal -strategian mukaisesti teollisuutta ohjataan siirtymään vähäpäästöisiin ratkaisuihin, mikä näkyy konkreettisina tavoitteina päästöjen vähentämiseksi ja energiatehokkuuden parantamiseksi vuoteen 2030 mennessä. Tällaiset poliittiset ja taloudelliset ohjaukeinot lisäävät paineita tehdä ennakkoivia ja tietoon perustuvia investointeja. (Euroopan komissio 2020.)

Euroopan unionin vihreän kehityksen ohjelma, eli European Green Deal, on vuonna 2019 julkaistu strateginen aloite, jonka tavoitteena on tehdä Euroopasta ensimmäinen ilmastoneutraali maanosa vuoteen 2050 mennessä. Strategian ytimessä on ilmastomuutoksen hillitseminen, luonnon monimuotoisuuden turvaaminen ja siirtyminen resurssitehokkaaseen, kiertotalouteen perustuvaan talouteen. Green Deal toimii sateenvarjona useille politiikka-alueille, mukaan lukien energia, liikenne, teollisuus, maatalous ja rakentaminen, ja se koskettaa myös suoraan teknologiateollisuutta ja logistiikkaa. (Euroopan komissio 2019.)

Green Deal asettaa kunnianhimoiset päästövähennystavoitteet, jotka ohjaavat muun muassa fossiilisista polttoaineista luopumista, uusiutuvan energian käytön lisäämistä ja teollisuuden sähköistämistä. Vuoden 2030 välietapissa EU tavoittelee vähintään 55 %:n kasvihuonekaasupäästöjen vähennystä vuoden 1990 tasosta. Tämä vaikuttaa suoraan myös esimerkiksi logistiikkaan ja materiaalinkäsittelyyn liittyvien koneiden, kuten trukkien, käyttövoimavaatimuksiin sekä valmistavan teollisuuden tuotantoprosesseihin. (Euroopan komissio 2021.)

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on selvittää, kumpi käyttövoimavaihtoehto, sähkö- vai polttomoottorikäyttöinen trukki, soveltuu paremmin satamaympäristössä tapahtuviin trukkitöihin. Työn päämääränä on tuottaa toimeksiantajalle vertailuun perustuvaa tietoa, jota voidaan hyödyntää tulevaisuuden trukkipalustohankinnoissa. Tarkastelussa huomioidaan sekä tekniset että taloudelliset näkökulmat, mutta erityisesti painotetaan ympäristöystävällisyyttä, käyttökustannuksia sekä käyttöominaisuuksia raskaassa teollisuudessa.

Työssä vertaillaan erityisesti Konecranes E-VER 16-1200 sähkötrukkia ja vastaavaa dieseltrukkia, jotka soveltuvat raskaisiin nostoihin ja satamalogistiikkaan. Näiden kahden trukkityyppin vertailussa otetaan huomioon muun muassa:

- energiankulutus ja käyttövoimakustannukset
- huolto- ja kunnossapitotarpeet
- käyttöikä ja luotettavuus
- ympäristövaikutukset (esimerkiksi päästöt, melu)

- investointien takaisinmaksuaika.

Opinnäytetyö rajataan tarkastelemaan vain kyseistä käyttökohdetta satamatyöympäristössä. Muut trukkityypit, kuten kaasukäyttöiset tai hybridit, jäävät tämän työn ulkopuolelle. Työssä ei myöskään tarkastella yksityiskohtaisesti trukien valmistusteknologiaa tai laajempia logistiikkaprosesseja, vaan keskitytään puhtaasti käyttövoiman valintaan liittyvään kannattavuusvertailuun ja ympäristöystävällisyyteen.

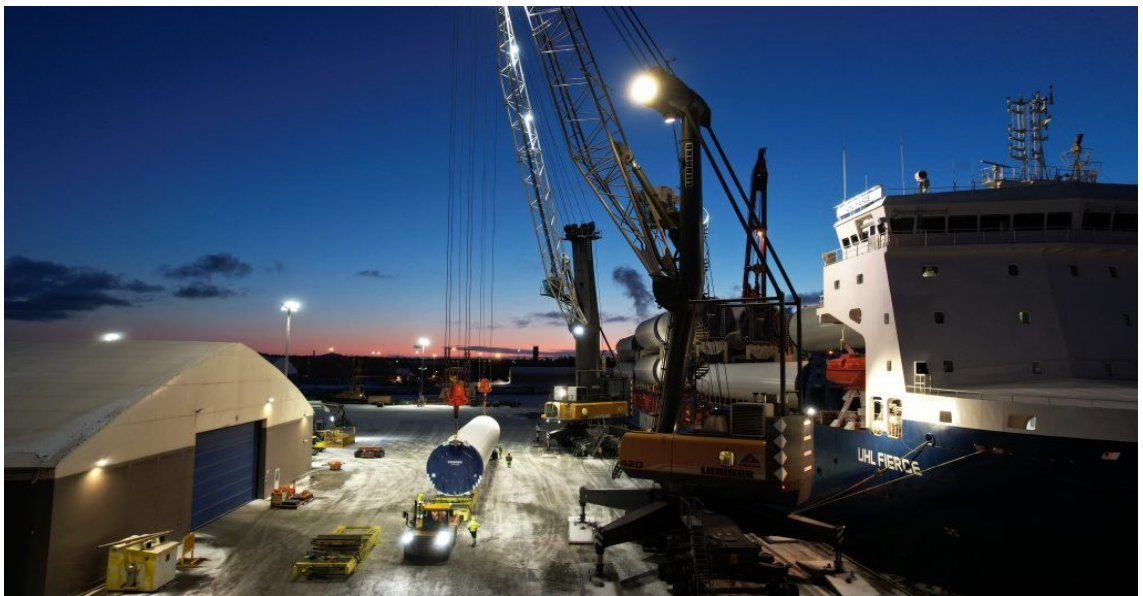
Tavoitteena on tuottaa realistinen ja päätöksenteon kannalta hyödyllinen kokonaiskuva siitä, kumpi vaihtoehto palvelee paremmin organisaation tarpeita nykyisessä toimintaympäristössä ja tulevaisuuden vihreän siirtymän vaatimuksissa.

2 TOIMEKSIANTAJA

2.1 Hooli Oy

Hooli Oy on vuonna 1990 perustettu suomalainen yritys, se toimii satamaoperaattorina ja lastinkäsittelypalveluiden tarjoajana Raahen satamassa. Yrityksen kotipaikka on Raahen satama, ja sen päätoimialana on raskaan lastin käsittely ja nosto- operaatiot erityisesti teollisuuden ja logistiikan tarpeisiin. Hooli Oy:n toimitusjohtajana toimii Ari Hooli, joka on ollut mukana yrityksen toiminnassa ja kehityksessä alkuvaiheista lähtien yhdessä veljensä, Kimmo Hoolin kanssa. Yritys on kasvanut tasaisesti ja saavuttanut merkittävän aseman Suomen satamatoiminnassa ja teollisuuden logistiikassa. (Hooli Oy 2025.)

Hooli Oy on erikoistunut erityisesti tuulivoimakomponenttien käsittelyyn, mikä on yksi nopeimmin kasvavista toimialoista logistiikassa ja satamatoiminnassa. Vuonna 2022 Hooli Oy käsitteli 150 tuuliturbiinia, mikä tekee siitä Suomen johtavan tuulivoimaprojektien satamaoperaattorin. Tuulivoimakomponenttien käsittely edellyttää erityisosaamista ja tarkkaa logistiikan suunnittelua, sillä komponentit ovat erittäin suurkokoisia ja raskaita. Tämä on asettanut yritykselle vaatimuksia muun muassa kaluston, henkilöstön ja turvallisuuskäytäntöjen osalta. Kuviossa 1 esitetty tilannekuva tuulivoimalan runkoputkia kuljettaneen laivan purusta. (Kuvio 1).



Kuvio 1. Tuulivoimalan runkoputken lastaus (Hooli Oy 2024)

Hooli Oy:llä on Raahen satamassa käytössä 15 500 m² sisävarastotilaa, joka soveltuu muun muassa sahatavaran, terästuotteiden ja muiden sääsuojattavien tuotteiden varastointiin. Tämän lisäksi varastointitilaa löytyy ulkoa erittäin suurilla alueilla. Yritys käsittelee tuulivoimakomponenttien lisäksi sahatavaraa ja puutuotteita, kuten sellupuuta ja pakattua sahatavaraa, tarjoten asiakkailleen kokonaisvaltaisia logistiikkaratkaisuja. Terästuotteiden käsittely on toinen merkittävä toiminta-alue, jossa Hooli Oy käsittelee muun muassa teräslevyjä, -keloja ja palkkeja tehokkaasti ja tarkasti. (Hooli Oy 2025.) Kuviossa 2 esitetty ulkovarastointitilaa, jossa säilytetään tuulivoimaloiden osia. (Kuvio 2)



Kuvio 2. Lapaluodon ulkovarastotilaa (Hooli Oy 2024)

Kestävä kehitys on keskeinen osa Hooli Oy:n strategiaa. Yritys on sitoutunut noudattamaan kansainvälisiä ympäristöstandardeja ja on sertifioinut toimintansa ISO 9001:2015 (laadunjärjestelmä) ja ISO 14001:2015 (ympäristöjärjestelmä) -standardien mukaisesti. Nämä sertifikaatit osoittavat yrityksen sitoutumista korkeaan laatuun, turvallisuuteen ja ympäristövastuullisuuteen. Lisäksi yrityksen toimintaa ohjaa jatkuva kehitys ja investoinnit uuteen kalustoon ja teknologiaan, mikä tukee toimintaympäristön muuttuvia vaatimuksia ja kestävän kehityksen tavoitteita. (Hooli Oy 2025.)

Tulevaisuudessa Hooli Oy aikoo keskittyä entistä enemmän offshore-tuulivoima-projekteihin, jotka edellyttävät uudenlaista kalustoa ja erityisosaamista. Offshore-tuulivoima on nopeasti kasvava sektori ja Hooli Oy:n tavoitteena on olla edelläkävijä tämän alan logistiikan ja materiaalinkäsittelyn saralla. Yrityksen strategia on yhdistää vahva operatiivinen osaaminen ja moderni kalusto tarjotakseen asiakkailleen tehokkaita ja luotettavia palveluita myös tulevaisuudessa. (Hooli Oy 2025.)

Hooli Oy:n toimintaa ohjaavat asiakaslähtöisyys, turvallisuus ja ympäristöystävällisyys. Yritys pyrkii jatkuvasti kehittämään toimintaansa vastaamaan asiakkaiden tarpeita sekä muuttuvaa toimintaympäristöä. Laadukas kalusto, ammattitaitoinen henkilöstö ja vahva strateginen suunnittelu takaavat sen että, Hooli Oy on jatkossakin kilpailukykyinen toimija Suomen satamatoiminnassa ja raskaan lastinkäsittelyn markkinoilla.

2.2 Toimeksiantajan trukkitarpeet

Hooli Oy toimii Raahessa, Lapaluodon satamassa, jossa yritys tarjoaa logistiikka- ja materiaalinkäsittelypalveluita erilaisille asiakasryhmille. Yrityksen keskeisiin tehtäviin kuuluu tavaravirtojen tehokas hallinta satamaolosuhteissa, mikä edellyttää monipuolista ja suorituskykyistä trukkipalustoa. Trukit ovat olennainen osa päivittäistä toimintaa ja mahdollistavat erityyppisten kuormien turvallisen ja sujuvan käsittelyn.

Yksi merkittävä trukkien käyttökohteista on irtotavaran siirtäminen ja käsittely, mikä vaatii koneilta hyvää nostokapasiteettia, vakautta ja liikkuvuutta sataman monimuotoisessa toimintaympäristössä. Irtotavaran siirtelyt voivat tapahtua eri kellonaikoina ja eri sääolosuhteissa, joten trukkien on oltava käyttövarmoja ja nopeasti liikkeelle lähteviä.

Sahatavara, kuten laudat, saapuvat pääsääntöisesti satama-alueelle rekoilla ja lähtevät edelleen laivoilla merikuljetukseen. Tämä logistinen ketju edellyttää, että trukeilla voidaan tehokkaasti purkaa rekkoja ja siirtää sahatavaraa laivauksen valmistelupisteisiin. Sahatavara on materiaalina herkkää mekaanisille vaurioille, minkä vuoksi kuormien käsittelyssä korostuvat trugin vakaus, tarkkuus ja kuorman hallittu liike.

Lisäksi Hooli Oy osallistuu yhä useammin tuulivoimaloiden mukana toimitettavien suurikokoisten kehikoiden eli niin sanottujen "frame"-rakenteiden käsittelyyn. Näiden massiivisten komponenttien purku ja siirto vaatii trukeilta erityisen suurta nostotehoa sekä mekaanista kestävyyttä. Raskaat ja tilaa vievät rakenteet asettavat haasteita näkyvyydelle ja turvalliselle liikkumiselle satama-alueella, joten käytettävien trukkien on oltava teknisesti huippuluokkaa.

Toimintaympäristö Lapaluodon satamassa edellyttää, että trukit kykenevät toimimaan ympäri vuoden vaihtelevissa sääolosuhteissa, mukaan lukien talvipakkaset ja kosteammat jaksot. Tämä vaikuttaa kaluston valintaan erityisesti huollon, latausjärjestelmien ja käyttöönoton osalta. Esimerkiksi sähkötrukkien osalta on otettava huomioon, että akkujen lataaminen ja tehojen hyödyntäminen kylmässä voi vaatia lämmitettyjä säilytys- ja lataustiloja.

Kaiken kaikkiaan Hooli Oy:n kalustotarpeet edellyttävät trukeilta monikäyttöisyyttä, hyvää ergonomiia ja tehokkuutta, jotta sataman eri toiminnot voidaan suorittaa sujuvasti ja turvallisesti. Näiden vaatimusten kartoittaminen ja tarkastelu toimii perustana tälle opinnäytetyölle, jonka tavoitteena on selvittää kaluston sähköistämisen kannattavuutta ja soveltuvuutta yrityksen operatiiviseen ympäristöön.

3 SATAMAYMPÄRISTÖ

3.1 Satamatoiminta

Satamien toiminta on keskeinen osa globaalia logistiikkaa ja kaupankäyntiä, ja niiden tehokkuus vaikuttaa merkittävästi kansainvälisiin toimitusketjuihin. Trukit ovat olennainen osa satamien materiaalinkäsittelyä, ja niiden valinnalla on merkittäviä vaikutuksia toiminnan tehokkuuteen, kustannuksiin ja ympäristövaikutuksiin. Viime vuosina logistiikka-alalla on noussut esiin kestävän kehityksen haasteet, minkä vuoksi trukkikaluston sähköistäminen on noussut ajankohtaiseksi vaihtoehdoksi. Tämän opinnäytetyön tavoitteena on selvittää, onko nykyaikainen sähkötrukki taloudellisesti ja toiminnallisesti parempi vaihtoehto polttomoottoriturkin sijaan satamakäytössä. (Euroopan komissio 2021; Konecranes 2025.)

Satamien toimintaympäristö asettaa trukeille erityisiä vaatimuksia, kuten suuren nostokapasiteetin, pitkät työvuorot ja vaihtelevat sääolosuhteet. Kuormankäsittelyn on oltava tehokasta ja keskeytyksetöntä, sillä toimintakatkokset voivat aiheuttaa huomattavia taloudellisia tappioita. Näistä syistä on tärkeää vertailla eri käyttövoimilla toimivien trukkien suorituskykyä, huoltotarpeita, käyttöikää ja kokonaiskustannuksia. Trukkikaluston sähköistäminen voi tuoda merkittäviä hyötyjä ympäristövaikutusten ja käyttökustannusten näkökulmasta, mutta se vaatii samanaikaisesti investointeja sekä latausinfrastruktuurin kehittämistä. (VTT 2020.)

Sähkötrukkien suosio on kasvanut viime vuosina erityisesti niiden alhaisten käyttökustannusten ja ympäristöystävällisyyden ansiosta. Ne tarjoavat päästöttömän ja hiljaisemmän vaihtoehdon perinteisille polttomoottoritrukeille, mikä voi olla merkittävä etu kiristyvien päästörajoitusten ja kestävän kehityksen tavoitteiden näkökulmasta. Polttomoottoriturkit, erityisesti diesel- ja nestekaasukäyttöiset mallit, ovat perinteisesti olleet suosittuja satamissa niiden suorituskyvyn ja pitkän käyttöajan ansiosta. Ne eivät ole yhtä riippuvaisia latausinfrastruktuurista ja voivat toimia pitkiä työvuoroja ilman keskeytyksiä, mikä voi olla ratkaiseva tekijä monille satamaoperaattoreille. (Toyota Material Handling Finland Oy 2021.)

Tämän opinnäytetyön aiheen valintaan vaikuttaa useita näkökulmia. Ympäristönäkökulmasta sähkötrukit voivat tarjota merkittäviä etuja hiilidioksidipäästöjen vähentämisessä, mutta niiden valmistukseen ja akkuteknologiaan liittyy myös

haasteita. Taloudellisesta näkökulmasta polttomoottoritruckien polttoainekustannukset voivat olla korkeammat, mutta sähkötruckien alkuinvestointi ja akkujen uusimiskustannukset voivat vaikuttaa niiden kokonaiskannattavuuteen. Lisäksi teknologian kehitys, kuten akkujen energiatehokkuuden ja latausinfrastruktuurin parantaminen, voi muuttaa asetelmia tulevaisuudessa. Myös satamaympäristössä tehtävät päästövähennystavoitteet ja lainsäädännölliset velvoitteet voivat ohjata yrityksiä kohti sähköistämistä. (Ala-Hiiri 2021.)

3.2 Sähköistymisen velvoitteet satamaympäristössä

Euroopan unionin ilmastotavoitteiden sekä kansallisen ilmasto- ja energiapolitiikan kiristyessä myös satamatoimijoille asetetaan kasvavassa määrin velvoitteita energiankäytön tehostamiseen ja fossiilisten polttoaineiden käytön vähentämiseen. Satamat ja niissä toimivat yritykset nähdään keskeisinä toimijoina siirryttäessä kohti vähähiilistä logistiikkaketjua, ja erityisesti raskaan kaluston sähköistämisen sekä vaihtoehtoisten käyttövoimien käyttöönotto kuuluvat sähköistymisen edistämishjelmien painopisteisiin. (Liikenne- ja viestintäministeriö 2018.)

Satamaoperaattorit ovat keskeisessä asemassa, sillä niiden vastuulla on varmistaa, että infrastruktuuri, kuten latauspisteet ja sähköverkot, tukevat sähköistymistä. Yksittäisiltä yrityksiltä puolestaan edellytetään toimenpiteitä kaluston modernisoinnissa ja ympäristövaikutusten arvioinnissa. Useissa satamissa edellytetään jo nyt ympäristölupien yhteydessä, että toimijat osoittavat konkreettisia toimia päästövähennysten saavuttamiseksi. (Raahensatama 2025)

4 SATAMAN LASTAUSKONEET

4.1 Sataman toiminta

Satamat ovat keskeisiä solmukohtia kansainvälisessä ja kotimaisessa logistikkassa, yhdistäen maa- ja merikuljetukset tehokkaaksi toimitusketjuksi. Satamien toiminta perustuu monien eri toimijoiden yhteistyöhön. (Satamaliitto 2022)

Satamien toiminta perustuu tehokkaaseen tavaravirtojen käsittelyyn, jossa keskeisessä asemassa ovat erilaiseen lastinkäsittelyyn suunnitellut koneet. Näihin kuuluvat erityisesti trukit, kurottajat, satamanosturit ja materiaalinkäsittelykoneet. Kunkin laitetyypin valintaan vaikuttavat lastin koko, muoto, paino ja käsittelynopeuden tarve. (Satamaliitto 2022; Cargotec 2023).

4.2 Sataman tyypillisimmät lastauskoneet

Kurottajat, erityisesti teleskooppipuumilla varustetut versiot, ovat tärkeitä erityisesti irtotavaran ja erikoismuotoisten yksiköiden käsittelyssä. Ne mahdollistavat lastin nostamisen ja siirtämisen korkeammille paikoille tai vaikeasti saavutettaviin kohteisiin. Kurottajien etuna on laaja ulottuvuus ja joustava käyttö eri korkeuksissa ja kulmissa. (Manitou Group 2023.)

Satamanosturit, esimerkiksi konttinosturit tai mobiilinosurit ovat keskeisessä roolissa erityisesti laivasta maihin tai päinvastoin suuntautuvassa konttiliikenteessä. Ne on suunniteltu suurten massojen nopeaan siirtoon ja niitä ohjataan joko ohjaamosta tai automaattisesti. Nosturien kapasiteetti voi ylittää 100 tonnia, ja niissä on yhä useammin sähköinen käyttövoima vähäpäästöisyyden vuoksi. (Kalmar 2023.)

Mantsinen materiaalinkäsittelykoneet edustavat raskaan sarjan laitteistoa, joita käytetään erityisesti irtotavaran, kuten hakkeen, metallin tai kivihiilen käsittelyyn. Nämä koneet yhdistävät nosturin ulottuvuuden ja kaivinkoneen liikeradat, mikä mahdollistaa tehokkaan ja tarkan kuormauksen. Mantsinen tarjoaa myös täys-sähkökäyttöisiä vaihtoehtoja, jotka vähentävät merkittävästi päästöjä ja huolto- tarpeita. (Mantsinen Group 2024.)

5 TRUKIT

5.1 Trukkityypit ja niiden käyttövoima

Trukit ovat keskeinen osa materiaalinkäsittelyä erityisesti logistiikassa, teollisuudessa ja satamatoiminnoissa. Niiden tarkoituksena on siirtää, nostaa ja pinota tavaraa tehokkaasti eri ympäristöissä. Käyttökohteesta ja -tarpeesta riippuen trukkeja on saatavilla erilaisilla käyttövoimilla: sähkö, diesel, kaasu ja harvinaisemmissa tapauksissa hybridiratkaisut. Tässä työssä keskitytään sähkö- ja dieselkäyttöisiin trukkeihin, koska ne ovat yleisimmät vaihtoehdot raskaassa satamakäytössä. (Konecranes 2025.)

Sähkökäyttöiset trukit hyödyntävät akkuun varastoitua energiaa, ja ne toimivat sähkömoottorin avulla. Yleisesti sähkötrukit ovat hiljaisempia, tuottavat vähemmän päästöjä ja vaativat vähemmän huoltoa verrattuna polttomoottorikäyttöisiin malleihin. Ne soveltuvat erityisesti sisätiloihin ja suljettuihin ympäristöihin, mutta akkuteknologian kehittymisen myötä niitä on alettu hyödyntää myös ulkotiloissa ja vaativissa teollisuusolosuhteissa, kuten satamissa. (Motiva 2023a.)

Dieselkäyttöiset trukit ovat perinteisesti olleet vahvoilla raskaassa käytössä suuren vääntömomenttinsa ja pitkän toiminta-aikansa ansiosta. Ne soveltuvat hyvin ulkokäyttöön, erityisesti tilanteissa, joissa työtä tehdään useita tunteja kerrallaan ilman mahdollisuutta akun lataukseen. Polttomoottorikäyttöisten trukkien haittapuolia ovat kuitenkin niiden suuremmat päästöt, melu sekä suuremmat käyttökustannukset pitkällä aikavälillä, erityisesti polttoaineiden hintavaihtelujen vuoksi. (JKT- Vuokratrukit Oy 2024)

Satamaympäristössä trukkien on selviydyttävä suurista kuormista, vaihtelevista sääolosuhteista sekä pitkäkestoisesta ja jatkuvasta käytöstä. Näiden vaatimusten täyttäminen on perinteisesti ollut dieseltrukkien vahvuusalue, mutta sähkötrukkien tekninen kehitys, esimerkiksi litiumioniakkujen käyttö ja suurempi energiatiheys, on mahdollistanut niiden soveltamisen myös raskaisiin käyttökohteisiin. (THTT 2025.)

Käyttövoiman valintaan vaikuttaa myös ympäristönormien kiristyminen ja yritysten oma vastuullisuustavoite. Vihreän siirtymän mukaisesti monet organisaatiot

pyrkivät siirtymään vähäpäästöisiin ja energiatehokkaisiin ratkaisuihin, mikä tekee sähkötrukeista entistä houkuttelevamman vaihtoehdon (Ympäristöministeriö 2024).

Kokonaisuutena voidaan todeta, että trukkien käyttövoimaratkaisun valinta ei ole yksiselitteinen. Valintaan vaikuttavat muun muassa käyttöympäristö, käyttöaste, huoltomahdollisuudet, investointikyky ja organisaation ympäristöstrategia. Sähkötrukkien osalta kehityssuunta on nouseva, ja niiden käyttö tulee todennäköisesti kasvamaan lähivuosina etenkin julkisen sektorin ja suurten teollisuusyritysten parissa.

5.2 Tekniset ominaisuudet

Sähkö- ja dieseltrukkien tekniset ominaisuudet poikkeavat merkittävästi toisistaan, ja näillä eroilla on suora vaikutus siihen, kumpi käyttövoima soveltuu paremmin tiettyyn työympäristöön, kuten satamatoimintaan. Tekniset ominaisuudet määrittävät muun muassa trukin suorituskyvyn, huoltovälin, käyttöaikojen pituuden sekä käyttökustannukset. (Konecranes 2025.)

Sähkötrukit hyödyntävät modernia akkuteknologiaa, jossa yleisimmät vaihtoehdot ovat lyijyakut ja litiumioniakut. Näistä litiumioniakut tarjoavat paremman energiatehokkuuden, nopeamman latauksen ja pidemmän käyttöiän, mutta ovat hankintahinnaltaan kalliimpia. Sähkötrukkien vääntömomentti on käytettävissä välittömästi, mikä tekee niistä ketteriä ja tehokkaita erityisesti alhaisilla nopeuksilla ja ahtaissa tiloissa. Tämä ominaisuus tukee turvallista ja tarkkaa työskentelyä esimerkiksi konttikentillä. (Konecranes 2025.)

Dieseltrukit tarjoavat suuren nimellistehon ja pitkän yhtäjaksoisen toiminta-ajan ilman lataustarvetta, mikä tekee niistä edelleen houkuttelevan vaihtoehdon ympäristöissä, joissa työtä tehdään tauotta useita vuoroja päivässä. Dieseltrukkien polttomoottori vaatii kuitenkin säännöllistä huoltoa, ja ne tuottavat enemmän tärinää sekä melua käytön aikana. Näiden haittapuolien vuoksi käyttöolosuhteet – esimerkiksi sisätilat tai ympäristöt, joissa ilmansaasteita on rajoitettava – rajaavat

usein dieselkäyttöisten koneiden käyttöä. (Toyota Material Handling Finland Oy 2023.)

Kantavuudeltaan molemmat käyttövoimatyytit pystyvät nykyteknologialla kilpailemaan samassa kokoluokassa, ja esimerkiksi sähkökäyttöisten vastapainotrukkien kantavuus voi olla jopa yli 16 tonnia. Eroja kuitenkin ilmenee trukkien painopistealueessa: sähkötrukkit ovat usein raskaampia akun vuoksi, mikä voi vaikuttaa käsiteltävyyteen erityisesti epätasaisilla pinnoilla. Toisaalta akun massa toimii vastapainona, mikä tukee vakaata nostamista. (Konecranes 2025)

Ohjaus- ja automaatiotekniikan osalta sähkötrukeissa on usein valmius älykkäisiin toimintoihin, kuten energiankulutuksen seurantaan, huollon ajanhallintaan ja etädiagnostiikkaan. Tällaiset toiminnot tukevat modernia kunnossapitostrategiaa ja voivat osaltaan pienentää käyttökatkoja (Konecranes 2025)

Voidaan siis todeta, että teknisten ominaisuuksien osalta molemmilla trukkityypeillä on vahvuutensa. Dieseltrukkit tarjoavat pitkän yhtäjaksoisen toiminnan, kun taas sähkötrukkit tuovat mukanaan paremman energiatehokkuuden ja ympäristöystävällisyyden, sekä modernia teknologiaa tukevan rakenteen. Tekniset ratkaisut tulee sovittaa käyttöympäristöön ja yrityksen tarpeisiin, jotta saavutetaan optimaalinen yhdistelmä tuottavuutta, kustannustehokkuutta ja turvallisuutta.

6 TRUKKIEN TALOUDELLISUUS

Taloudellisesta näkökulmasta sähkötrukin ja polttomoottoritrukin välillä on selkeitä eroja, jotka vaikuttavat suoraan investoinnin kannattavuuteen ja takaisinmaksuaikaan. Sähkötrukin hankintahinta on selvästi korkeampi – tarkasteltavan Konecranes E-VER 16-1200 -sähkötrukin hankintahinta on arviolta kaksinkertainen verrattuna vastaavaan dieselkäyttöiseen trukkiin. Suunniteltuun käyttöympäristöön vaaditaan malli, jossa on kaksi akkupakettia toiminnan katkeamattomuuden varmistamiseksi. Tämä kasvattaa alkuinvestointia entisestään. (Konecranes 2025.)

Korkeasta hankintahinnasta huolimatta sähkötrukin käyttökustannukset ovat huomattavasti alhaisemmat. Sähköenergia maksaa selkeästi vähemmän kuin dieselpolttoaine, ja sähkötrukki vaatii vähemmän huoltoa, koska siinä ei ole esimerkiksi moottoriöljyä, pakokaasujärjestelmää tai vaihdelaatikkoa. Myös komponenttien kuluminen on vähäisempää. Lisäksi sähkötrukit eivät vaadi pakokaasujen käsittelyyn liittyviä huoltotoimia tai päästöjen seurantaratkaisuja, jotka voivat aiheuttaa lisäkustannuksia dieseltrukeissa etenkin tiukentuvien ympäristömääräysten myötä. (Konecranes 2025.)

Kokonaiskustannuksia arvioitaessa voidaan hyödyntää elinkaarikustannusten (TCO, Total Cost of Ownership) tarkastelua. Sähkötrukin valinta on taloudellisesti perusteltua silloin, kun sen käyttö on jatkuvaa ja latauskapasiteetti on mitoitettu oikein. Kaksinkertaisen akkupaketin vaatimus nostaa alkuinvestointia, mutta mahdollistaa toiminnan käskytyksettömyyden ja parantaa käyttöastetta. Mikäli käyttöympäristö on ulkotilapainotteinen ja melu- ja päästötasot halutaan pitää matalina, sähkötrukki tarjoaa pitkällä aikavälillä taloudellisesti kilpailukykyisen vaihtoehdon. Sähkötrukin akkukapasiteetin varmistamisen takia, on tärkeää että, trukki on mahdollista säilyttää lämmitetyssä sisätilassa, kun laite on latauksessa tai sitä ei operoida. (Toyota-forklifts 2024.)

7 YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET

7.1 Trukkien ympäristövaikutukset

Sähkö- ja polttomoottorikäyttöisten trukkien välillä on merkittäviä eroja ympäristövaikutusten näkökulmasta. Vihreän siirtymän edetessä yritykset pyrkivät yhä vahvemmin vähentämään toimintansa hiilijalanjälkeä ja edistämään ympäristöystävällisiä ratkaisuja logistiikassa sekä materiaalinkäsittelyssä. Sähkötrukit tarjoavat tässä suhteessa huomattavia etuja verrattuna perinteisiin dieseltrukkeihin.

Sähkötrukit eivät tuota lainkaan paikallisia päästöjä käytön aikana. Ne eivät vapauta ilmakehään hiilidioksidia (CO_2), typen oksideja (NO_x), hiukkasia tai muita pakokaasuja, mikä parantaa sisätilojen ilmanlaatua ja vähentää työntekijöiden altistumista haitallisille epäpuhtauksille. Tämä on erityisen tärkeää suljetuissa tai huonosti ilmastoiduissa työympäristöissä, kuten varastoissa ja terminaaleissa. (Konecranes 2025.)

Dieseltrukit sen sijaan aiheuttavat käytön aikana jatkuvasti päästöjä, jotka vaikuttavat sekä ilmastonmuutokseen että paikalliseen ilmanlaatuun. Vaikka nykyaikaiset dieseltrukit täyttävät EU:n päästöstandardit, ne eivät silti ole päästöttömiä. Polttomoottoritrukkien huoltotoimenpiteisiin kuuluu myös pakokaasujen käsittelyjärjestelmien ylläpito, joka voi lisätä ympäristökuormitusta epäsuorasti esimerkiksi jätehuollon ja vaihdettavien komponenttien kautta. (Konecranes 2024.)

Myös melupäästöt ovat keskeinen osa ympäristövaikutusten arviointia. Sähkötrukit toimivat huomattavasti hiljaisemmin kuin dieselkäyttöiset vaihtoehdot. Tämä vähentää meluhaittoja työympäristössä ja parantaa työergonomiaa sekä ympäristön viihtyisyyttä, erityisesti yöaikaan tai alueilla, joissa meluntorjunta on tärkeää. (Työsuojelu 2025.)

Sähkötrukkien ympäristöystävällisyys ei kuitenkaan rajoitu pelkästään käytön aikaisiin päästöihin. Mikäli sähkötrukin lataukseen käytetään uusiutuvaa energiaa, voidaan koko käyttöketju toteuttaa lähes hiilineutraalisti. Toisaalta akkujen valmistus aiheuttaa omaa ympäristökuormitustaan, ja niiden kierrätys vaatii erityis-

osaamista. Tästä huolimatta sähkötrukin elinkaaren aikaiset ympäristövaikutukset ovat selkeästi pienemmät kuin dieseltrukilla, erityisesti pitkäaikaisessa käytössä. (Fortum 2024.)

Kestävän kehityksen periaatteiden mukaisesti sähkötrukki on pitkällä aikavälillä parempi valinta ympäristövaikutusten näkökulmasta, etenkin kun huomioidaan mahdollisuus uusiutuvan energian hyödyntämiseen ja kiristyvät ympäristömääräykset. Yrityksen kannalta tämä voi myös parantaa julkisuuskuvaa ja vastata paremmin sidosryhmien kasvaviin vastuullisuusvaatimuksiin.

7.2 Sähköistymisen haasteet

Vaikka sähkötrukit tarjoavat merkittäviä etuja ympäristöystävällisyyden ja käyttökustannusten osalta, liittyy niiden käyttöönottoon ja laajempaan hyödyntämiseen useita teknisiä ja toiminnallisia haasteita. Näiden ymmärtäminen on tärkeää ennen investointipäätösten tekemistä, erityisesti teollisuusympäristössä kuten satamatoiminnassa, jossa vaaditaan korkeaa luotettavuutta ja käyttövarmuutta.

Ensimmäinen merkittävä haaste on korkeampi hankintahinta. Sähkötrukin investointikustannus on usein noin kaksinkertainen verrattuna vastaavaan polttomootorikäyttöiseen malliin. Tämä johtuu erityisesti akkuteknologian kustannuksista sekä kehittyneistä ohjaus- ja latausjärjestelmistä. Satamakäytössä sähkötrukkiin vaaditaan usein lisäksi kaksi akkupakettia, jotta se pystyy täyttämään pitkien työvuorojen ja raskaan käytön vaatimukset ilman käyttökatkoksia, mikä nostaa kokonaiskustannuksia entisestään. (Konecranes 2025.)

Toinen keskeinen haaste on latausinfrastruktuurin rakentaminen ja siihen liittyvä sähkönsyötön kapasiteetti. Suuritehoinen teollisuuskäyttöön soveltuva 200 kW CCS-pikalaturi on kallis hankinta, mikä tekee siitä merkittävän investoinnin erityisesti silloin, kun latauspaikkoja tarvitaan useita. Lisäksi latausinfrastruktuuri vaatii sähköverkon kapasiteetin tarkastelua ja mahdollisesti lisämuuntajien tai -kaapeloitien asentamista.

Käyttöympäristön lämpötila tuo sähkötrukkien toimintaan lisää haasteita erityisesti pohjoisissa oloissa, kuten satamissa. Akustot eivät lataudu tehokkaasti kylmässä, ja alhaisissa lämpötiloissa akkujen tehonantokyky heikkenee, mikä voi rajoittaa trukin suorituskykyä ja aiheuttaa käyttökatkoksia. Tästä syystä sähkötrukit tulisi säilyttää ja ladata lämmitetyissä sisätiloissa, mikä puolestaan lisää kiinteistön kustannuksia ja vaatii erityisjärjestelyjä tuotannon aikataulujen ja tilaresurssien suhteen. (Toyota-forklifts 2025a.)

Käyttöaikaan liittyvä suunnittelu korostuu sähkötrukeissa. Akkujen varaus kestää rajatun ajan, ja niiden lataus vaatii taukoja, mikä vaatii logistista suunnittelua ja työn uudelleenjärjestelyä. Tämä voi aiheuttaa haasteita erityisesti ympäristöissä, joissa käyttö on intensiivistä ja keskeytyksetöntä, kuten satamien lastaus- ja purkutoiminnoissa. (Toyota-forklifts 2025b.)

Säänkestävyys ja käyttöolosuhteet voivat muodostua haasteeksi. Sähkötrukin elektroniikka ja akustot on suojattava tehokkaasti kosteudelta, suolalta ja ääriämpötiloilta, joita esiintyy erityisesti satamaympäristössä. Vaikka nykyaikaiset sähkötrukit on suunniteltu kestämaan vaativia olosuhteita, niiden huoltovaatimukset ja käyttövarmuus tulee varmistaa erityisesti käyttöönottovaiheessa. (Toyota-forklifts 2025a.)

Käyttöönotto vaatii henkilöstön koulutusta. Uudenlaisen tekniikan, kuten energianhallintajärjestelmien ja turvallisen akkujen käsittelyn, hallinta vaatii koulutusta sekä käyttöhenkilöstölle että huoltotiimille. Tämä lisää alkuvaiheen kustannuksia ja vaatii aikaa ennen kuin täysi hyöty sähköistymisestä saavutetaan. (Konecranes 2025.)

Kaikista haasteista huolimatta sähköistyminen etenee materiaalinkäsittelyalalla nopeasti, ja investointien kannattavuus paranee jatkuvasti teknologian kehittyessä ja käyttökustannusten laskiessa.

8 KANNATTAVUUSANALYYSI

8.1 Vertailtavat trukit

Vertailun kohteena olevat trukit ovat kuviossa 3 esiintyvä Konecranes E-VER 16-1200C -sähkötrukki (Kuvio 3) sekä kuviossa 4 esiintyvä SMV 16-1200C -dieseltrukki (Kuvio 4). Molemmat koneet täyttävät satamatoiminnan nostokykyvaatimukset, ja niiden mitoitus sekä rakenteellinen suunnittelu mahdollistavat turvallisen ja tehokkaan työskentelyn myös epätasaisessa tai raskaasti kuormitetussa ympäristössä. (Konecranes 2025.)



Kuvio 3. Konecranes'in E-VER 16-1200 C Sähkötrukki (Konecranes 2022)



Kuvio 4. Konecranes:in SMV 16-1200 C Dieseltrukki (Truck1 2024)

Sähkökäyttöinen Konecranes E-VER 16-1200C edustaa vihreän siirtymän mukaisia ratkaisuja ja tarjoaa modernin vaihtoehdon perinteisille dieseltrukeille. Mallin valinnassa on painotettu erityisesti alhaisia päästöjä, melutasoa sekä energia- tehokkuutta. SMV 16-1200C puolestaan edustaa perinteistä dieselteknologiaa, jota on kehitetty vuosien ajan satamien raskaaseen käyttöön, ja sen etuna on tällä hetkellä suurempi liikkumavapaus ja vakiintunut huoltoverkosto. (Konecranes 2025.)

Näiden trukkien vertailu tarjoaa mahdollisuuden arvioida sähköistymisen tuomia muutoksia satamatoimintoihin sekä tarkastella koneiden soveltuvuutta satama käyttöön taloudellisesta, teknisestä ja ympäristönäkökulmasta käsin.

8.2 Investointi

Sähkökäyttöisten trukkien tekninen kehitys ja ympäristöystävällisyys ovat tehneet niistä entistä kiinnostavampia vaihtoehtoja raskaisiin teollisuusympäristöihin. Tämä kehitys näkyy kuitenkin selvästi myös hankintahinnoissa. Sähkötrukki, joka vastaa teknisesti ja kapasiteetiltaan valittua dieselvaihtoehtoa, on huomattavasti kalliimpi investointi. Toimittajalta saadun liitteen 1 tarjouspyynnön mukaisen tarjouslaskelman perusteella sähkötrukin hankintahinta on noin 80 % korkeampi verrattuna dieselkäyttöiseen vaihtoehtoon. (Konecranes 2025.)

Tämä merkittävä hintaero aiheuttaa perustellun tarpeen tarkastella investointia erityisen huolellisesti. Vaikka sähkötrukin käyttökustannukset voivat pitkällä aikavälillä osoittautua edullisemmiksi, alkuinvestoinnin suuruus vaikuttaa ratkaisevasti päätöksentekoon.

Koska kyseessä on yksittäinen yrityksen sisäinen tarjouslaskelma, tarkat hinnat eivät ole julkisesti esitettävissä, mutta toimeksiantajalla on kaikki tarvittava taloudellinen tieto käytettävissään päätöksenteon tueksi. Tarjouslaskelma toimii tässä työssä keskeisenä lähteenä hankintahinnan vertailuun ja kokonaisinvestoinnin arviointiin. (Konecranes 2025.)

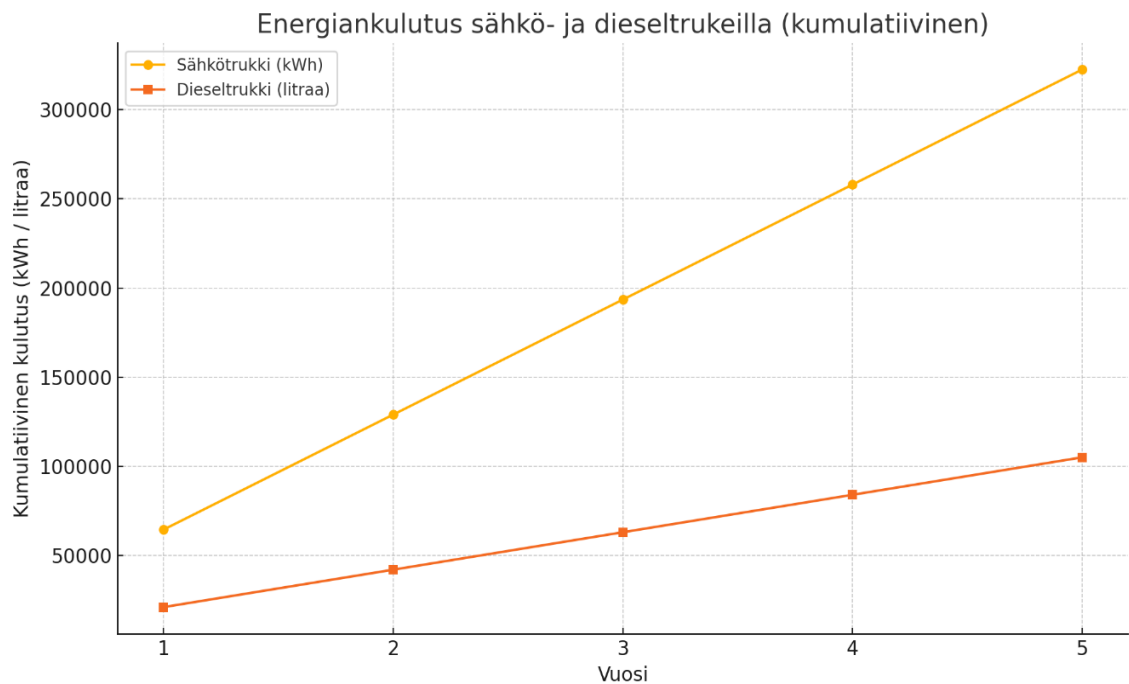
8.3 Käyttökustannukset

Sähkö- ja polttomoottorikäyttöisten trukkien käyttökustannukset eroavat toisistaan merkittävästi. Sähkötrukin suurimmat edut liittyvät edullisempaan energian hintaan, vähäisempään huollon tarpeeseen sekä pienempään varaosatarpeeseen. Toisaalta sähkötrukin käyttöön liittyy myös uusia kustannuseriä, joita ei esiinny polttomoottorimalleissa. (Toyota-forklifts 2025b.)

Sähkötrukin energiakustannukset perustuvat sähkön hintaan, joka on Suomessa keskimäärin 0,10–0,20 €/kWh riippuen ajankohdasta ja sopimustyyppistä. Verrattuna polttoöljyn nykyiseen hintatasoon (noin 1,30 €/l, Stat 2025), sähkö on huo-

mattavasti edullisempi käyttövoima. Esimerkiksi raskaan trukin vuosittainen energian kulutus voi olla yli 50 000 kWh, jolloin säästöt voivat nousta kymmeniin tuhansiin euroihin vuodessa verrattuna dieseltrukkiin. (Konecranes 2025)

Käyttökustannukset muodostavat merkittävän osan trukin kokonaiskustannuksista koko sen elinkaaren aikana. Tähän tarkasteluun on sisällytetty kummankin vertailtavan trukin osalta energiankulutukseen ja polttoaineeseen perustuvat kustannukset viiden vuoden ajanjaksolta, 3000 ajotunnin vuositahdilla, yhteensä 15 000 ajotuntia. Kustannuslaskelmat perustuvat valmistajan ilmoittamiin keskimääriisiin kulutusarvoihin ja voimassa olevaan energian hintaan. Laskelmassa ei ole huomioitu mahdollisia erillisiä sähkösopimuksia tai polttoaineen bulkkihintaa. Kuviossa 5 ilmenee vuotuinen kulutus kummastakin trukista.



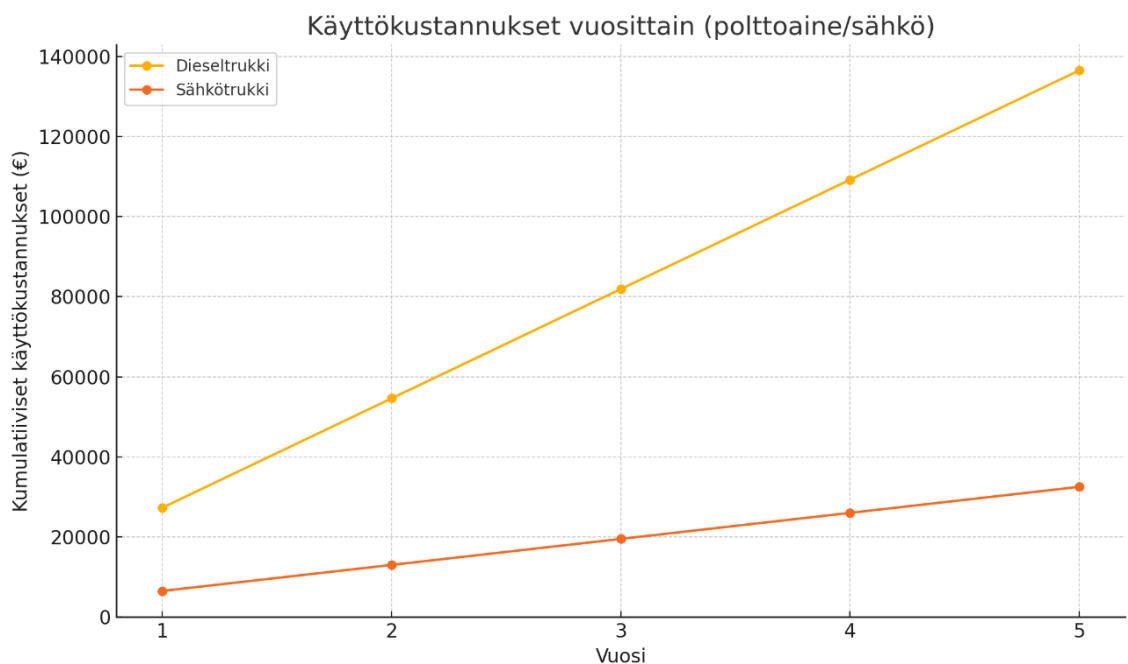
Kuvio 5. Energia- ja dieselkulutus.

Sähkökäyttöinen E-VER 16-1200C kuluttaa keskimäärin 21,5 kWh energiaa tunnissa. Kun sähkön hinnaksi oletetaan 0,10 euroa/kWh, muodostuu vuosittaiseksi energiakustannukseksi 6 450 euroa. Viiden vuoden ajalta kokonaissähkökustannus on tällöin noin 32 250 euroa. Trukissa on myös regeneratiivinen jarrutusjärjestelmä, joka mahdollistaa energian talteenoton käyttötilanteissa. Tämä voi

tuoda arviolta noin 8 % säästöä kulutukseen, mutta sitä ei ole sisällytetty suoraan tähän vertailuun, koska toteutunut hyöty riippuu työympäristön ja -tavan vaihtelusta. (Konecranes 2025)

Dieselmököinen SMV 16-1200C kuluttaa keskimäärin 7 litraa polttoainetta tunnissa. Dieselin hinnaksi on arvioitu 1,30 euroa litralta, jolloin vuosittainen polttoainekustannus on noin 27 300 euroa. Viiden vuoden ajalta kustannukset nousevat noin 136 500 euroon. Dieselin kustannusvertailussa tulee huomioida mahdollinen hintavaihtelu tulevaisuudessa sekä fossiilisten polttoaineiden verotuksen kiristyminen, joka saattaa kasvattaa käyttökustannuksia entisestään. (Konecranes 2025)

Kuviossa 6 voidaan tarkastella käyttökustannuksia, jonka avulla voidaan tehdä selkeä havainto: sähkötrukin energiakustannukset ovat huomattavasti alhaisemmat kuin vastaavan dieseltrukin. Tämä kustannusetu voi muodostua merkittäväksi tekijäksi pitkän aikavälin taloudellisessa tarkastelussa, erityisesti, jos koneen käyttömäärät pysyvät korkeina ja sähkön hintataso vakaana. Vaikka sähkötrukin hankintahinta ja tarvittavat latausinfrastruktuurit ovat merkittäviä investointeja, sen energiankäytössä saavutettavat säästöt ovat huomattavia pitkällä aikavälillä.



Kuvio 6. Sähkö- ja dieseltrukin operointi kustannukset (pelkkä käyttövoima)

Huoltokustannusten osalta sähkötrukki on yksinkertaisemmän voimansiirtoteknologiansa ansiosta huoltovapaampi. Sähkötrukki ei tarvitse moottoriöljyn vaihtoa, polttoainesuodattimien huoltoa tai pakokaasujen jälkikäsittelyjärjestelmien ylläpitoa. Tämä vähentää vuosittaista huoltokustannusta sekä seisokkien määrää, mikä vaikuttaa positiivisesti myös tuotantolinjan tehokkuuteen. (Konecranes 2025)

Toisaalta sähkötrukin käyttöön liittyy uusia investointitarpeita, kuten latauslaitteiston hankinta ja mahdollisesti lisäakun käyttö. Tässä tapauksessa sähkötrukki vaatisi 200 kW:n CCS-laturin. Lisäksi akuston lataus ja käyttö vaativat lämmitettyä tilaa, mikä aiheuttaa lisäkuluja erityisesti kylmissä olosuhteissa. Kylmässä akku ei lataudu tehokkaasti, eikä sen tarjoama teho ole optimaalisella tasolla, mikä voi heikentää työskentelyn sujuvuutta. (Metsä group 2025.)

Dieseltrukin käyttökustannukset koostuvat lähinnä polttoaineesta, öljynvaihtoista, suodattimien uusimisesta ja moottorin mekaanisista huolloista. Vaikka käyttökulut ovat korkeammat polttoaineen osalta, järjestelmä on vakiintunut ja käyttövarmuus korkealla tasolla. Toisaalta jatkuvasti tiukkenevat ympäristövaatimukset voivat tulevaisuudessa tuoda lisäkustannuksia myös dieseltrukin käyttöön esimerkiksi päästökompensaatioiden tai verotuksen muodossa. (Konecranes 2025.)

9 VIHREÄ SIIRTYMÄ

9.1 Vihreän siirtymän vaikutukset

Vihreä siirtymä tarkoittaa yhteiskunnan ja teollisuuden laajamittaista muutosta kohti vähähiilisiä ja resurssitehokkaita toimintamalleja. Euroopan unionin Green Deal -strategia ohjaa jäsenvaltioita kohti ilmastoneutraaliutta vuoteen 2050 mennessä, ja siihen sisältyy merkittäviä tavoitteita myös raskaan kaluston päästöjen vähentämiseksi. (Euroopan komissio 2023.)

Suomessa kansallinen ilmasto- ja energiastrategia tukee tätä siirtymää asettamalla päästövähennystavoitteita, jotka ulottuvat teollisuuden ja logistiikan eri osaluueille, mukaan lukien satamatoiminta (Valtioneuvosto 2022).

Satamissa käytettävät trukit ja muut lastauslaitteet ovat usein merkittävä päästölähte, sillä perinteinen dieselkäyttö aiheuttaa sekä hiilidioksidipäästöjä että paikallisia saasteita, kuten typen oksideja ja pienhiukkasia. Siirtyminen sähkötrukkien käyttöön tukee suoraan vihreän siirtymän tavoitteita vähentämällä paikallis-päästöjä ja parantamalla työympäristön ilmanlaatua. (Kalmar 2024.)

Vihreän siirtymän vaikutukset ulottuvat talouden ja teknologian lisäksi myös yritysten imagoon ja kilpailukykyyn. Ympäristövastuullisuus on noussut yhdeksi keskeiseksi kilpailutekijäksi logistiikkaketjuissa, ja asiakkaat – erityisesti kansainväliset toimijat – odottavat nykyisin toimittajiltaan konkreettisia toimenpiteitä päästöjen vähentämiseksi. (Valtioneuvosto 2022.)

Lisäksi on odotettavissa, että sääntely tiukkenee tulevina vuosina. Esimerkiksi polttoaineiden päästöhinnointelu ja mahdolliset käyttörajoitukset voivat kasvattaa dieselkäyttöisten koneiden käyttökustannuksia, mikä puolestaan lisää sähköisten vaihtoehtojen houkuttelevuutta. (Konepörssi 2018.)

Yrityksen kannalta vihreään siirtymään vastaaminen ei ole pelkästään ympäristöteko, vaan myös liiketaloudellisesti perusteltua ennakoivaa riskienhallintaa. Investointi sähkökalustoon voi olla strateginen siirto, joka turvaa kilpailukykyä muuttuvassa toimintaympäristössä ja tukee yrityksen pitkän aikavälin kestävästä kehitystä. (Valtioneuvosto 2022.)

9.2 Yritysvastuu ja kilpailukyvyn vahvistaminen vihreässä siirtymässä

Vihreä siirtymä edellyttää yrityksiltä vastuullista toimintaa paitsi ympäristön myös yhteiskunnan ja talouden näkökulmasta. Yritysvastuun merkitys on korostunut, kun ilmastonmuutoksen hillintä, resurssitehokkuus ja vähäpäästöiset ratkaisut ovat nousseet sekä lainsäädännöllisiin että asiakkaiden odotuksiin liittyviin vaatimuksiin. Teollisuusyritysten, kuten satamatoimintaa tukevien logistiikkayritysten, tulee huomioida hiilijalanjälkensä ja kehittää prosessejaan vähäpäästöisempään suuntaan säilyttääkseen toimilupansa ja kilpailukykyä. (Motiva 2024b.)

Kilpailukyvyn näkökulmasta vihreä siirtymä tarjoaa mahdollisuuden erottautua markkinoilla vastuullisena toimijana. Esimerkiksi sähkötrukkien käyttöönotto voidaan nähdä strategisena investointina, joka paitsi pienentää yrityksen päästöjä myös tukee asiakasyritysten omia vastuullisuustavoitteita. Usein kilpailutuksissa painotetaan nykyisin kestävän kehityksen mukaisia valintoja, mikä lisää painetta myös alihankkijatasolla toimiville yrityksille kehittää omaa ympäristösuoriutumistaan (Business Finland 2022).

Yritysvastuu ei kuitenkaan rajoitu pelkästään päästöjen vähentämiseen. Se tarkoittaa myös työntekijöiden hyvinvoinnista huolehtimista, turvallisten työympäristöjen luomista sekä toiminnan läpinäkyvyyttä. Näitä tekijöitä arvostetaan yhä enemmän asiakkaiden ja sidosryhmien keskuudessa. Yritykset, jotka onnistuvat yhdistämään liiketoimintansa tavoitteet vastuullisiin valintoihin, ovat paremmin varautuneita tuleviin regulaatioihin ja markkinamuutoksiin (Ympäristöministeriö 2021).

10 TULOKSET

10.1 Kokonaiskustannukset

Tässä opinnäytetyössä vertailut sähkö- ja dieseltrukki ovat teknisesti hyvin samankaltaisia suorituskyvyn osalta, mutta niiden käyttövoiman erot vaikuttavat merkittävästi taloudellisiin ja ympäristöön liittyviin tekijöihin. Sähkötrukin etuina korostuvat erityisesti sen huomattavasti alhaisemmat käyttökustannukset, alhaisempi melutaso sekä päästöttömyys ajon aikana. Dieseltrukki sen sijaan on edullisempi hankintahinnaltaan ja teknisesti yksinkertaisempi, mikä voi vaikuttaa huoltojen toteutumiseen erityisesti paikoissa, joissa sähkölatausmahdollisuudet ovat rajalliset.

Sähkötrukki on teknistaloudellisesti kannattavampi vaihtoehto silloin, kun trukkia käytetään säännöllisesti ja sen säilytys- sekä latausolosuhteet ovat hallinnassa. Litiumioniakustolla varustettu sähkötrukki mahdollistaa tehokkaan energiankäytön ja minimoi käyttöaikakatkokset, mikäli kone voidaan ladata taukojen aikana tai yön yli lämmitetyissä sisätiloissa. Erityisesti satamaympäristöissä, joissa on mahdollista järjestää koneiden varastointi lämpimässä hallissa ja energiainfrastruktuuri mahdollistaa pikalatauksen, sähkötrukin käyttöönotto vähentää polttoainekustannuksia, huoltotarvetta ja paikallisia päästöjä. Lämpimissä olosuhteissa akut toimivat optimaalisesti, mikä parantaa koneen suorituskykyä ja pidentää akkujen elinkaarta. Näissä olosuhteissa sähkötrukki on ympäristövastuullinen ja pitkällä aikavälillä myös kustannustehokas valinta

Kokonaiskustannusten tarkastelu on olennainen osa trukkihankinnan kannattavuusarviointia. Vaikka sähkötrukin hankintahinta on huomattavasti korkeampi, noin 80 % enemmän kuin vastaavan dieseltrukin, tulee päätöksenteossa huomioida myös pitkän aikavälin käyttökustannukset. Tähän sisältyvät energiankulutuksesta (sähkö tai diesel) aiheutuvat kustannukset sekä säännölliset huollot ja kunnossapito.

Ympäristönäkökulmasta tarkasteltuna sähkötrukki tukee selvästi paremmin vihreän siirtymän tavoitteita. Se vähentää päästöjä, edistää hiljaisempaa työsken-

tely-ympäristöä ja on linjassa niin EU:n Green Dealin kuin kansallisten päästövähennystavoitteiden kanssa. Sähkötrukin valinta voi tukea myös yrityksen vastuullisuusstrategiaa ja vahvistaa imagoa vastuullisena toimijana.

Sähkötrukki kuluttaa noin 21,5 kWh energiaa tunnissa, mikä vuositasolla (3000 käyttötuntia) tarkoittaa 64 500 kWh ja kustannuksena noin 6450 €. Dieseltrukki puolestaan kuluttaa noin 7 litraa polttoainetta tunnissa, mikä vastaa vuosittain noin 27300 € kustannusta polttoaineen hinnan ollessa 1,3 €/l. Viiden vuoden käyttöjaksolla ero käyttökustannuksissa nousee yli 100 000 euroon sähkötrukin eduksi. Tämä vähentää tehokkaasti sähkötrukin korkeamman hankintahinnan vaikutusta kokonaistaloudellisessa tarkastelussa.

Lisäksi on huomioitava, että leasing- tai suorakauppamallissa huoltokustannukset sisältyvät usein toimittajan vastuulle, mikä tasoittaa käyttöaikaisia riskejä molemmissa vaihtoehdoissa. Huoltojen määrä ja luonne voivat kuitenkin erota käyttövoiman mukaan. Sähkötrukissa on vähemmän liikkuvia mekaanisia osia, mikä yleensä tarkoittaa pienempää huollon tarvetta ja alempia kustannuksia pitkällä aikavälillä.

Yhteenvedona voidaan todeta, että vaikka sähkötrukki vaatii suuremman alkuinvestoinnin, sen huomattavasti alemmat käyttökustannukset voivat pidemmällä käyttöjaksolla tehdä siitä taloudellisesti kilpailukykyisen vaihtoehdon.

10.2 Suositukset satamatoimijoille

Tämän opinnäytetyön tarkastelujen ja laskelmien perusteella voidaan esittää suosituksia satamaympäristössä toimiville yrityksille, jotka harkitsevat sähkötrukin käyttöönottoa osana kalustonsa sähköistämistä.

Ensisijaisesti suositellaan, että yritykset arvioivat omat käyttötarpeensa tarkasti ennen päätöksentekoa. Mikäli trukin käyttö on säännöllistä ja vuosittainen käyttötuntimäärä korkea, voivat sähkötrukin alhaisemmat käyttökustannukset pitkällä aikavälillä kompensoida sen korkeamman hankintahinnan. Investoinnin takaisinmaksuaika voi tällöin olla kohtuullinen ja taloudellisesti perusteltu.

Sähkötrukki soveltuu erityisesti kohteisiin, joissa ympäristöarvot, alhainen melutaso sekä vähäpäästöinen toiminta ovat tärkeitä. Lisäksi yritysten, joilla on pääsy edulliseen ja vakaaseen sähkönjakeluun sekä mahdollisuus ladata kalustoa lämpimissä sisätiloissa, kannattaa painottaa sähköisen vaihtoehdon tarkastelua.

Toisaalta tilanteissa, jossa sähkötrukin lataamiseen ei ole saatavilla luotettavaa sähköinfrastruktuuria tai koneen säilyttäminen lämmitetyssä sisätilassa ei ole mahdollista, on dieseltrukki edelleen järkevämpi valinta. Erityisesti satamaympäristöissä, joissa trukkien käyttöpaikat voivat vaihtua ja infrastruktuuri ei tue sähkötrukkien toimintaa, dieselkäyttöinen trukki tarjoaa käyttövarmuutta ja joustavuutta. Dieseltrukit kestävät kylmiä sääolosuhteita ilman suorituskyvyn merkittävää heikkenemistä, eivätkä ne ole riippuvaisia ulkoisista latausratkaisuista tai lämmitetyistä varastotiloista. Tämä tekee niistä toimivan ratkaisun tilanteissa, joissa käyttö on epäsäännöllistä tai sijaintiolosuhteet eivät tue sähköisten vaihtoehtojen tehokasta hyödyntämistä.

Kokonaisuutena voidaan suositella, että satamatoimijat ryhtyvät systemaattisesti selvittämään mahdollisuuksiaan siirtyä sähköisiin vaihtoehtoihin. Päätöksenteon tueksi on tärkeää laatia yksityiskohtaisia kannattavuuslaskelmia, joissa huomioidaan paitsi käyttö- ja investointikustannukset, myös saatavat tuet, ympäristöveloitteet ja tulevat sääntelymuutokset. Näin voidaan tukea sekä taloudellista tehokkuutta että vihreän siirtymän edistymistä satamalogistiikassa.

11 POHDINTA

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli vertailla sähkö- ja dieselkäyttöistä trukkia satamaympäristössä erityisesti taloudellisten ja ympäristöön liittyvien tekijöiden näkökulmasta. Tutkimuskysymyksiä tarkasteltiin, kumpi vaihtoehto on teknistaloudellisesti kannattavampi ja miten ne tukevat vihreän siirtymän tavoitteita. Tulokset osoittavat, että sähkötrukki on kokonaisuudessaan kilpailukykyinen vaihtoehto erityisesti silloin, kun latausolosuhteet ja käyttöympäristö ovat hallinnassa. Vaikka investointikustannukset ovat korkeammat, sähkötrukin alhaiset käyttökustannukset ja päästöttömyys kompensoivat tämän viiden vuoden leasing-jaksolla. Dieseltrukki säilyttää kuitenkin käyttöetunsa ympäristöissä, joissa sähköinfrastruktuuria ei ole saatavilla tai käyttö on epäsäännöllistä.

Tämä opinnäytetyö tarjoaa ajankohtaisen ja käytännönläheisen vertailun sähkö- ja dieselkäyttöisten trukkien välillä erityisesti satamaympäristössä. Työn merkitys korostuu siinä, että se tuottaa toimeksiantajalle konkreettista, laskelmiin perustuvaa tietoa kalustohankinnan tueksi. Analyysi auttaa ymmärtämään paitsi suoria kustannuksia, myös laajempia ympäristövaikutuksia ja strategisia ulottuvuuksia, kuten vihreän siirtymän toteuttamista satamatoiminnassa. Näin ollen työ tukee myös organisaation pitkän aikavälin päätöksentekoa ja vastuullisuusviestintää.

Jatkokehittämismahdollisuuksia on useita. Tulevaisuudessa tutkimusta voisi laajentaa tarkastelemaan kaluston koko elinkaarikustannuksia entistä yksityiskohteisemmin, mukaan lukien huoltokustannusten erot sekä käytöstä poiston ja kierrätyksen vaikutukset. Sähköistyminen ei rajoitu vain trukkeihin, vaan kurottajia ja nostureitakin tarjotaan sähköisellä voimanlähteellä. Lisäksi aiheeseen voisi yhdistää käyttäjäkokemuksia tai mittauksia trukkien suorituskyvystä erilaisissa sää- ja kuormitusolosuhteissa. Myös vaihtoehtoisten käyttövoimien, kuten vetypoltto-kennojen tai hybriditekniikan, vertaileva tutkimus tarjoaisi mielenkiintoisen jatkumon nykyiselle selvitykselle.

Työ luo hyvän pohjan sekä yrityksille että oppilaitoksille kehittää ja syventää ymmärrystä sähköistymisen vaikutuksista raskaan teollisuuden logistiikkaratkaisuihin.

Tämän opinnäytetyön tekeminen on tarjonnut merkittävän mahdollisuuden syventää omaa asiantuntijuuttani raskaan kaluston käytöstä, kustannusrakenteista ja vihreän siirtymän vaikutuksista teolliseen työympäristöön. Työskentely konkreettisten trukkien ja niihin liittyvien teknisten ja taloudellisten tietojen parissa on kehittänyt valmiuksiani tarkastella monimutkaisia investointeja kokonaisvaltaisesti, ei vain hinnan, vaan myös käyttöarvon, ympäristövaikutusten ja strategisten hyötyjen näkökulmasta.

E erityisenä oppimiskokemuksena pidän kykyäni jäsentää ja vertailla laajoja kokonaisuuksia kuten energiankulutusta, käyttökustannuksia sekä investoinnin takaisinmaksua eri skenaarioissa. Excel-laskelmien, kaavioiden ja vertailujen laatiminen on vahvistanut sekä taloudellista lukutaitoani että kykyäni kommunikoida teknisiä asioita selkeästi ja ymmärrettävästi. Työssä hyödynnettiin useita tietolähteitä, mukaan lukien tarjousmateriaaleja ja alan julkaisuja, mikä on opettanut lähdekritiikin ja dokumentoinnin tärkeyden osana tutkimuksellista kirjoittamista.

Lisäksi työn kautta olen saanut syvempää ymmärrystä teollisuuden sähköistymisestä ja siihen liittyvistä haasteista sekä mahdollisuuksista. Yhteistyö toimeksiantajan kanssa ja käytännönläheinen lähestymistapa ovat korostaneet, kuinka tärkeää on yhdistää teoria ja käytäntö sekä tehdä päätöksiä faktoihin, ei oletuksiin perustuen. Kokonaisuudessaan työ on lisännyt ammatillista varmuuttani ja valmiuksiani toimia suunnittelu- tai asiantuntijatehtävissä teollisuuden parissa.

LÄHTEET

Ala-Hiiri, J. 2021. Hiilineutraalit sekä vähäpäästöiset työkoneet ja työmaat. Hankintakeino. Viitattu 14.4.2025. https://www.hankintakeino.fi/sites/default/files/media/file/Hiilineutraalit%20sek%C3%A4%20v%C3%A4h%C3%A4h%C3%A4p%C3%A4st%C3%A4st%C3%B6iset%20ty%C3%B6koneet%20ja%20ty%C3%B6maat_Juha%20Ala_Hiiri.pdf

ELY-keskus 2023. Logistiikan energiatehokkuus ja sähköistymisen mahdollisuudet. Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. Viitattu 2.4.2025 <https://www.ely-keskus.fi/web/ely/logistiikka-ja-liikenne>

Euroopan komissio 2021. Sustainable and Smart Mobility Strategy – putting European transport on track for the future. Viitattu 30.4.2025 https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/mobility-strategy_en

Kalmar 2024. Kalmar ECG50-90 sähkötrukit. Viitattu 30.4.2025 <https://www.kalmar.fi/laitteet/haarukkatrukit/ecg50-90/>

Konecranes 2025. Tarjouspyyntö/opinnäytetyö. Yksityinen sähköpostiviesti 30.4.2025. Viestin saaja: Joonas Tähti.

KT-Vuokratrukit Oy 2024. Sähkö- vs diesel-vastapainotrukit: kumpi on parempi? Viitattu 13.4.2025 <https://vuokratrukit.fi/sahko-vs-diesel-vastapainotrukit-kumpi-on-parempi/>

Liikenne- ja viestintäministeriö 2018. Pääluokka 31 Liikenne- ja viestintäministeriön hallinnonala. Viitattu 3.4.2025 <https://lvm.fi/documents/1410829/154089316/LVM-TAE%2B2019%2C%2B9.8.2018%2B.pdf/192d4e12-75a9-4e85-8fb2-0ad89f532397/LVM-TAE%2B2019%2C%2B9.8.2018%2B.pdf?t=1533799306000>

Motiva 2023a. Akut. Viitattu 10.4.2025 https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava_liikenne_ja_liikkuminen/valitse_auto_viisaasti/ajoneuvotekniikka/akut

Motiva 2023b. Kiertotalous. Viitattu 10.4.2025 <https://www.motiva.fi/ratkaisut/kiertotalous>

Raahensatama 2025. Sataman ohjeet. 3.3.2025 <https://www.raahensatama.fi/ohjeet>

Stat.fi 2025. Polttonesteiden keskihinnat nousivat tammikuussa 2025. Viitattu 3.3.2025 <https://stat.fi/julkaisu/cm18u3ba14u3108w95cj9gp6i>

THTT 2025. Sähkötrukki. Viitattu 13.4.2025 <https://thtt.fi/sahkotrukki.cat>

Toyota Material Handling Finland Oy 2021. Trukin valinta – Polttomoottori vs. sähkömoottori. Viitattu 30.4.2025 <https://blog.toyota-forklifts.fi/trukin-valinta-polttomoottori-vs-sahkomoottori>

Toyota Material Handling Finland Oy 2023. Vastapainotrukit – ostajan opas. Viitattu 30.4.2025 <https://toyota-forklifts.fi/oppaat/vastapainotrukit-ostajan-opas/>

Toyota Material Handling Finland Oy 2025a. Kylmä- ja pakkasvarastot. Viitattu 30.4.2025 <https://toyota-forklifts.fi/ratkaisut/oma-tuotantoymparistosi/kylma-ja-pakkasvarastot/>

Toyota Material Handling Finland Oy 2025b. Lithium-ion-ratkaisut. Viitattu 30.4.2025 <https://toyota-forklifts.fi/ratkaisut/trukin-energiaratkaisut/lithium-ion-battery-solutions-from-toyota>

Työ- ja elinkeinoministeriö 2022. Energiainvestoinnit ja vihreä siirtymä: Teollisuuden sähköistymisen mahdollisuudet ja haasteet. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja. Viitattu 13.4.2025 <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/164154>

Työ- ja elinkeinoministeriö Energia- ja investointituet. Viitattu 3.4.2025 <https://tem.fi/energia-ja-investointituet>

Työsuojelu.fi. Melu työoloissa 30.4.2025 <https://tyosuojelu.fi/tyoolot/fysikaaliset-tekijat/melu>

VTT 2020. Vuosaaren sataman työkoneliikenteen päästövähennyksiä koskeva selvitys ja tiekartta. Viitattu 13.4.2025 https://cris.vtt.fi/files/45403809/VTT_CR_01565_20.pdf

Ympäristöministeriö 2021. Ympäristöministeriön vastuullisuusraportti 2021. Viitattu 30.3.2025 [https://ym.fi/documents/1410903/40810204/Ymp%C3%A4rist%C3%B6ministeri%C3%B6n+vastuullisuusraportti+2021+\(2\).pdf/62685a7c-325d-f954-0fb9-97883cd26d3b/Ymp%C3%A4rist%C3%B6ministeri%C3%B6n+vastuullisuusraportti+2021+\(2\).pdf?t=1672665588799](https://ym.fi/documents/1410903/40810204/Ymp%C3%A4rist%C3%B6ministeri%C3%B6n+vastuullisuusraportti+2021+(2).pdf/62685a7c-325d-f954-0fb9-97883cd26d3b/Ymp%C3%A4rist%C3%B6ministeri%C3%B6n+vastuullisuusraportti+2021+(2).pdf?t=1672665588799)

LIITTEET

Liite 1. Tarjouspyyntö trukkitoimittajalle.

Liite 1. Tarjouspyyntö trukkitoimittajalle

Tervehdys,

Lähestyn teitä Hooli Oy:lle tehtävän opinnäytetyön merkeissä.

Teen Hooli Oy:lle opinnäytetyönä selvityksen onko taloudellisesti kannattavampaa hankkia diesel- vai sähkötrukki. Tarjoustanne käytetään apuna laskiessa kannattavuutta.

Yrityksen toiveesta selvitän mahdollisen sähköisen kaluston hankintaa leasing-vaihtoehtona satamatoimintaan. Selvitykseen pyytäisin myös tarjouksen suoraan kertakaupasta ilman leasingjärjestelyä.

Leasing-sopimuksen tulisi pitää sisällään kaikki tarvittavat huollot, määräaikaissikä tarvittavat lisähuollot.

Pyytäisin teiltä leasing- ja kertakaupan tarjousta seuraavista trukeista:

- E-Ver 16–1200 (kahdella akkupaketilla)
- SMV 16-1200 C

Molemmat selvityksessä olevista trukeista on tarkoitettu satamassa operointiin haarukkapihdeillä.

Toivoisin tarjouksen sisältävän myös teknistä tietoa laitteista. Mikäli teillä on kysyttävää tästä selvityksestä, voitte olla minuun yhteydessä ja toimitan mahdolliset tarvittavat lisätiedot.

Ystävällisin terveisin:

Joona Tähti

Konetekniikan insinööriopiskelija

Lapin ammattikorkeakoulu