

Opinnäytetyö AMK

Energia- ja ympäristötekniikan insinööri

2024

Julia Makkonen

Henkilönostimien
vuokraustoiminnan
kustannusvertailu
ympäristövaikutukset huomioon
ottaen

Opinnäytetyö (AMK) | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Energia- ja ympäristötekniikan koulutusohjelma

Kesäkuu 2024 | 31 sivua

Julia Makkonen

Henkilönostimien vuokraustoiminnan kustannusvertailu ympäristövaikutukset huomioon ottaen

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tarkastella toimeksiantajan vuokraustoimintaa asiakkaan työmaalla. Tutkimuksella haluttiin vertailla ja tarkastella henkilönostimien kokonaiskustannuksia, kun dieselkäyttöiset nostimet vaihdettiin ympäristöystävällisempiin vaihtoehtoihin.

Kokonaiskustannuksiin kuului henkilönostimien vuokrat sekä niiden käyttövoimien kustannukset. Toimeksiantajana toimi Ramirent Finland Oy.

Tutkimuskysymyksenä toimi ”Onko ympäristöystävällisempien koneiden vuokraaminen kalliimpaa kuin vähemmän ympäristöystävällisten koneiden?” Tätä lähdettiin tutkimaan aineistoon perustuvan kokonaiskustannusvertailun avulla. Tähän otettiin huomioon henkilönostimien vuokran kustannukset sekä niiden käyttövoiman kustannukset.

Vertailu osoitti, että dieselkäyttöisten henkilönostimien vaihtaminen sähkökäyttöisiin vastaaviin olisi kannattavaa, sillä kokonaiskustannukset putosivat melkein puolella alkuperäisistä kustannuksista.

Asiasanat:

Kiertotalous, konevuokraus, kustannusvertailu

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Energy and environmental engineering

June 2024 | 31 pages

Julia Makkonen

Cost comparison of personnel lift rental operations taking environmental impacts into account

The aim of this thesis was to examine the rental activities of the commissioner at the client's site. In the thesis, the total cost of personnel lifts when diesel-powered lifts were replaced with more environmentally friendly alternatives were compared and examined. Total costs included the cost of the rent for the lifts and the cost of the operating power of the lifts. The thesis was commissioned by Ramirent Finland Oy.

The research question was "Is renting more environmentally friendly machines more expensive than less environmentally friendly ones?" The research question was examined using a total cost comparison based on the data. In the comparison, the cost for the rent of the lifts and the cost of the operating power of the lifts were taken into account.

The comparison showed that it would be profitable to replace diesel powered lifts with electric powered equivalents, as the total cost fell by almost half of the original cost.

Keywords:

Circular economy, machine rental, cost comparison

Sisältö

1 Johdanto	6
2 Menetelmät ja materiaalit	8
2.1 Tutkimusmenetelmä	8
2.2 Aineisto	9
2.2.1 Aineiston muokkaaminen	9
2.2.2 Energian lisääminen aineistoon	10
2.3 Kokonaiskustannusvertailu	14
3 Konevuokraus ja kiertotalous	16
3.1 Kiertotalous	16
3.2 Tuote palveluna -liiketoimintamalli	17
3.3 Työkonealan Green Deal -sopimus	18
3.4 Työkonealan ympäristövaikutukset	19
4 Tulokset	20
4.1 Vertailu vuokrahinnan mukaan	21
4.2 Vertailu vaihtamalla uusiutuvaan polttoaineeseen	23
4.3 Kokonaiskustannusten vertailu	23
5 Pohdinta	26
Lähteet	29

Kuvat

Kuva 1. Kiertotalouden malli (Mukaillen: Euroopan parlamentti 2023.)	17
--	----

Kuviot

Kuvio 1. Nostimien prosenttiosuudet.	21
Kuvio 2. Nostimien päivävuokrien keskiarvohintoja.	22
Kuvio 3. Käyttövoiman prosenttiosuuksia kokonaiskustannuksista.	23
Kuvio 4. Kokonaiskustannusten keskiarvohintoja.	24
Kuvio 5. Kokonaiskustannusten prosenttiosuuksia.	25

Taulukot

Taulukko 1. Kevyen polttoöljyn kuukausittaisia hintatietoja.	12
Taulukko 2. Sähkön kuukausittaisia hintatietoja.	13

1 Johdanto

Kiertotalouden toimintamalleihin siirtyminen on kovassa vauhdissa tällä hetkellä. Nykyinen lineaarinen toimintamalli on luonnonvaroja liikaa kuluttavaa toimintaa, joten tätä yritetään muuttaa. Kuluttajat vaativat yhä enemmän kestävämpiä ratkaisuja, palveluita ja tuotteita, joten yritysten täytyy mukautua kysyntään. Sen mukaan yrityksetkin ottavat enemmän huomioon kestävät ratkaisut ja ympäristölle suotuisaan toimintaan pyritään entistä enemmän.

Työn tarkoituksena on tarkastella ja vertailla Ramirent Finland Oy:n vuokraustoiminnan kustannuksia ympäristövaikutukset huomioon ottaen asiakkaan työmaalla. Vertailun kohteena on asiakkaalla vuokralla olleet henkilönostimet ja vertailua tehdään diesel,- hybridi- sekä sähkö-/akkukäyttöisten nostinten välillä. Kustannusvertailussa otetaan huomioon ympäristöystävällinen vuokraustoiminta sekä vähemmän ympäristöystävällinen vuokraustoiminta ja vertaillaan näiden kustannuksia. Ympäristöystävällisellä vuokraustoiminnalla tarkoitetaan tässä työssä sähkö- tai akkukäyttöisiä henkilönostimia, joista ei kerry päästöjä niiden käytön aikana. Vähemmän ympäristöystävällisellä vuokraustoiminnalla tarkoitetaan taas dieselkäyttöisiä henkilönostimia, joista aiheutuu käytönaikaisia päästöjä.

Tutkimuskysymys on:

- Onko ympäristöystävällisempien koneiden vuokraaminen kalliimpaa kuin vähemmän ympäristöystävällisten koneiden?

Tutkimuskysymystä tarkastellaan kustannusvertailun avulla, jolloin pyritään huomioimaan kaikki mahdolliset vaihtoehdot dataan perustuen. Vertailuun otetaan huomioon tuotteiden vuokrat sekä niiden käyttöenergian kustannukset tarkasteltavan ajanjakson aikana. Tutkimuksen aineistona toimii Excel-muotoinen aineisto asiakkaan työmaalla olleista henkilönostimista.

Työn toimeksiantajana toimii konevuokrausalan yritys Ramirent Finland Oy. Yritys on Suomen suurin konevuokraamo, joka tarjoaa monia palveluita konevuokrauksen lisäksi, kuten erilaisia koulutuksia sekä monia muita rakentamiseen liittyviä palveluja. Yritys myös huoltaa ja korjaa omaa vuokrakalustoaan ja huolehtii käytöstä poistosta sekä uusien laitteiden hankinnasta. Konevuokrausala on itsessään kiertotalouden mukaista toimintaa ja yritys pyrkii omilla toimillaan edistämään kestävästä kehitystä ja ympäristöystävällistä liiketoimintamallia. Vuokraamalla tuotteita niiden elinkaari pitenee, ja ne pysyvät kierrossa mahdollisimman pitkään. Tämä tukee ympäristöystävällistä rakentamista ja vähentää ympäristövaikutuksia. (Ramirent 2023.)

Ramirent Finland Oy on jo pitkään ollut edelläkävijä ympäristöystävällisessä konevuokrauksessa, sillä heiltä löytyy monia sähkö- ja akkukäyttöisiä vaihtoehtoja nykyisille bensiini- tai dieselkäyttöisille työkoneille. Yritys haluaa toimia kestävästä kehityksen esimerkkinä, jonka toiminta on kustannus- ja ekotehokasta. He ovat mukana ympäristöministeriön ja Teknisen kaupan neuvottelemassa vapaaehtoisessa Green Deal -sopimuksessa ja ovat sitoutuneet omalla toiminnallaan pienentämään omia ympäristökuormituksiaan. He tarjoavatkin asiakkailleen Rami Green-palvelua, joka on työkalu työmaiden päästöjen vähentämiseen ja resurssitehokkaaseen toimintaan. Palvelupaketti auttaa asiakkaita vähentämään ympäristökuormitustaan, ja se sisältää erilaisia tuotteita ja palveluita, joilla voidaan hallita omia päästöjä. (Ramirent 2023.)

2 Menetelmät ja materiaalit

2.1 Tutkimusmenetelmä

Tutkimusmenetelmiä on monia erilaisia ja usein valitaankin tutkittavaan asiaan tai ilmiöön sopiva menetelmä. Tutkimusta voidaan ajatella prosessina, jonka tavoitteena on usein kehittää tutkittavaa kohdetta. Tutkimus on lähestymistapa, jossa otetaan huomioon lähtökohdat, tutkimuksen eteneminen ja saadut lopputulokset sekä niiden pohtiminen. Tutkimus aloitetaan usein käytännön ongelmasta tai kehittämisideasta, jolloin kerätään aineistoa tutkittavasta kohteesta. Aineiston keräämisen jälkeen sitä voidaan analysoida erilaisin menetelmin. Opinnäytetyöhön kuuluu itse tutkimuksen kuvailu, analysointi, tuloksien esittäminen sekä pohdintaosio. Opinnäytetyö toteutetaan aina selkeästi, jotta samanlainen tutkimus olisi mahdollista suorittaa uudelleen kenen tahansa toimesta. (Muotio, 2022.)

Tämän opinnäytetyön tutkimusmenetelmänä toimii vertaileva tutkimus. Tutkimuksessa perehdyttiin asiakkaan vuokraamiin henkilönostimiin ja vertailtiin niiden kustannuksia ympäristöystävällisempiin vaihtoehtoihin ja uusiutuvalla energialla toimiviin. Vertailuun otettiin mukaan kokonaiskustannukset eli vuokra-aikojen, käytetyn polttoaineen ja sähkön hinnat. Kokonaiskustannusten varsinaisia hintoja ei opinnäytetyössä mainita, koska tiedot ovat salassa pidettäviä. Tuloksia tarkastellaan keskiarvojen ja prosentuaalisten osuuksien avulla. Tarkastelujaksona oli työmaan kohteen koko valmistusaika, joka on noin 2 vuotta. Vertailukohteina käytettiin yrityksen omia vähäpäästöisempiä vaihtoehtoja vuokratuille tuotteille. Mikäli yritykseltä ei löytynyt vastaavaa ympäristöystävällisempää tuotetta, katsottiin, onko markkinoilla olemassa vastaavaa.

2.2 Aineisto

Tutkimus perustuu yritykseltä saatuun aineistoon, jossa on koottuna kaikki asiakkaalla vuokralla olleet henkilönostimet noin kahden vuoden ajalta.

Tutkimuksen aineisto kerättiin yrityksen toimesta heidän omista järjestelmistään, tarvittavien tietojen perusteella. Aineisto on Excel-pohjainen taulukko, jota lähdettiin muokkaamaan tutkimukseen sopivaksi. Aineistosta löytyy tarkkoja tietoja nostimista, kuten niiden vuokran alkamis- ja loppumispäivämäärät. Aineisto sisälsi kaikki työmaalla sijainneet henkilönostimet, joten niitä on yli 700 kappaletta. Tutkimus alkoi aineiston tarkastelulla, jolloin huomattiin puuttuvat tiedot. Tarkasteluun käytettiin Excelin suodatustoimintoa, jolla pystyttiin valikoimaan aina tarkasteltava kohde.

2.2.1 Aineiston muokkaaminen

Aineistoa muokattiin tarpeen mukaan, jotta saatiin selville tarpeellisia tietoja kokonaiskustannuksiin liittyen. Muokkaaminen alkoi vuokrapäivien laskemisella vuokran alkamis- ja päättymispäivämäärien avulla. Kokonaisvuokrapäivien lisäksi haluttiin selvittää todelliset käyttöpäivät, koska laskentaan otettiin huomioon vain arkipäivät, joten tätä varten selvitettiin kaikki tutkimusajanjakson aikana olleet juhlapyhät ja viikonloput. Sitä kautta saatiin laskettua nostimien todelliset käyttöpäivät.

Vuokra- ja käyttöpäivien lisäyksen jälkeen etsittiin kaikille nostimille hinnat yrityksen omilta sivuilta. Hintojen etsiminen tapahtui nostimien tietojen ja nimen perusteella yrityksen sivujen haun avulla. Kaikille tuotteille ei löytynyt suoraa hintaa sivuilta, joten hintaa kysyttiin erikseen nostimien tuotepäälliköltä. Kun kaikille nostimille oli saatu hinnat, pystyttiin laskemaan vuokran kokonaiskustannus kertomalla vuokrapäivät nostimen hinnalla.

Dieselkäyttöisten nostimien tietojen keräämisen ja täydentämisen jälkeen aloitettiin ympäristöystävällisten vaihtoehtojen etsiminen yrityksen sivuja hyödyntäen. Työmaalla on ollut noin 130 sähkö-/akkukäyttöistä nostinta, jotka

ovat valmiiksi ympäristöystävällisiä, ja näin ollen ne pystyttiin jättämään vertailun ulkopuolelle. Yritykseltä löytyy akkukäyttöisiä vaihtoehtoja muun muassa saksilavoille sekä nivelpuominostimille, mutta työmaalla olleille teleskooppipuominostimille oli haastavampaa löytää suoraan ympäristöystävällisempää vaihtoehtoa. Niille nostimille, joille ei suoraan löytynyt sähkö-/akkukäyttöistä vaihtoehtoa yrityksen sivuilta, etsittiin markkinoilta vastaava vaihtoehto tuotepäällikön toimesta. Muutamalle korkeammalle nostimelle ei löytynyt yrityksen omilta sivuilta tai markkinoilta akku-/sähkökäyttöistä vaihtoehtoa, joten tähän otettiin huomioon uusiutuvaan polttoaineeseen vaihtaminen.

Löydetyille sähkö-/akkukäyttöisille nostimille täydennettiin myös vuokrahinnat, jotka löytyivät yrityksen sivuilta. Vuokrahintojen perusteella pystyttiin laskemaan vuokran kokonaismäärä, jos käytössä olisi ollut ympäristöystävällisempi vaihtoehto. Vuokran kokonaiskustannuksen laskeminen tapahtui kertomalla ympäristöystävällisemmän nostimen vuokrahinta vuokrapäivillä eli samalla tavalla kuin dieselkäyttöisten nostinten osalta oli tehty.

2.2.2 Energian lisääminen aineistoon

Tutkimuksessa otettiin huomioon myös käytetty energia, joten aineistoon lisättiin energiaan liittyviä tietoja. Yrityksen sivuilla dieselkäyttöisten nostinten tiedoissa on polttoaineen kulutuksen tiedot eli kuinka monta litraa nostin kuluttaa polttoainetta tunnissa. Tämä tieto lisättiin kaikille dieselkäyttöisille nostimille. Joillekin nostimille ei löytynyt sivuilta kulutustietoja, joten ne lisättiin erikseen valituille nostimille. Työmaalla työskennellään kahdessa työvuorossa, ja oletuksena on, että yhdessä vuorossa nostinta käytetään neljän tunnin ajan. Päivässä käyttötunteja tulee siis kahdeksan tuntia. Kulutustietojen perusteella pystyttiin laskemaan päivittäinen polttoaineen kulutus kertomalla polttoaineen kulutustieto kahdeksalla tunnilla.

Kuluneen polttoaineen kustannusten selvittämiseksi etsittiin kevyen polttoöljyn menneitä hintoja tutkimuksen ajanjakson ajalta. Kevyen polttoöljyn hintoja

etsittiin Tilastokeskuksen sivuilta maksuttomien tilastotietokantojen avulla. PxWeb-tietokantojen avulla pystyy itse luomaan tilastoja. Tilaston luominen tapahtuu ensin halutun taulukon etsimisellä tilastokannoista, tässä tapauksessa haettiin ”poltonesteiden kuukausihinnat” ja taulukko ”Poltonesteiden keskihintoja, kuukausitiedot, 2002M01–2024M03”. Taulukosta valitaan halutut tiedot, kuten tarkasteltava ajanjakso sekä hyödyke. (Tilastokeskus n.d.)

Tässä tapauksessa ajanjaksoksi valikoitui marraskuu 2021–marraskuu 2023. Hyödykkeeksi valikoitui dieselkäyttöisissä henkilönostimissa polttoaineena käytettävä kevyt polttoöljy. Haku antoi tulokseksi selkeän taulukon, josta ilmeni valitun ajanjakson ajalta kevyen polttoöljyn keskihinnat kuukausittain. Taulukosta 1 ilmenee kevyen polttoöljyn hintatietoja valitun ajanjakson ajalta. Laskennassa päätettiin käyttää hintojen mediaaniarvoa, joka on 1,51 €/l. Hinnassa on mukana myös kevyen polttoöljyn vero. Hinta kuitenkin vaihtelee vuodenajan mukaan, mikä otetaan huomioon tulosten pohdinnassa.

Taulukko 1. Kevyen polttoöljyn kuukausittaisia hintatietoja.

Ajankohta	€/l
2021 marraskuu	1,15
2021 joulukuu	1,11
2022 tammikuu	1,18
2022 helmikuu	1,29
2022 maaliskuu	2,06
2022 huhtikuu	1,59
2022 toukokuu	1,74
2022 kesäkuu	1,95
2022 heinäkuu	1,78
2022 elokuu	1,62
2022 syyskuu	1,73
2022 lokakuu	1,93
2022 marraskuu	1,8
2022 joulukuu	1,44
2023 tammikuu	1,55
2023 helmikuu	1,45
2023 maaliskuu	1,45
2023 huhtikuu	1,4
2023 toukokuu	1,28
2023 kesäkuu	1,33
2023 heinäkuu	1,35
2023 elokuu	1,51
2023 syyskuu	1,59
2023 lokakuu	1,54
2023 marraskuu	1,48

Päivittäisen kulutustiedon perusteella pystyttiin laskemaan polttoaineen kustannus päivässä kertomalla päivittäinen kulutus valitulla kevyen polttoöljyn litrahinnalla. Vastaukseksi saatiin polttoaineen päivittäinen kustannus, ja polttoaineen kokonaiskustannus saatiin laskettua kertomalla polttoaineen päivittäinen kustannus nostimen käyttöpäivillä. Nämä laskettiin kaikille dieselikäyttöisille nostimille, jotta saadaan selville polttoaineen kokonaiskustannukset.

Sähkön kustannusten osalta laskettiin akku-/sähkökäyttöisten henkilönostimien lataamisen kustannukset. Tätä varten etsittiin menneitä sähkön hintoja

tutkimuksen ajanjakson ajalta. Myös sähkön hintojen etsintään hyödynnettiin Tilastokeskuksen maksuttomia tilastotietokantoja. Tietokannasta etsittiin ensin haun avulla ”sähkön hinta” ja saaduista tuloksista valittiin ”Sähkön hinta kuluttajatyypeittäin” -taulukko. Taulukosta valittiin halutut muuttujat; Hinta (snt/kWh), kuukaudet, hintakomponentti sekä sähkön kuluttajatyypit. Muuttujien perusteella luotiin taulukko, josta käy ilmi sähkön keskihintoja valitun ajanjakson aikana. Taulukosta 2 ilmenee sähkön kuukausittaisia keskihintoja ajanjakson ajalta. Laskennassa käytetään sähkön mediaanihintaa, joka on 9,354 snt/kWh. Hinta on sähkön kokonaishinta ja sisältää sähköenergian hinnan, verkkopalvelumaksun sekä sähköverot. Pohdinnassa otetaan huomioon sähkön hinnanvaihtelut.

Taulukko 2. Sähkön kuukausittaisia hintatietoja.

Ajankohta	snt/kWh
2021 marraskuu	7,134
2021 joulukuu	12,539
2022 tammikuu	11,139
2022 helmikuu	8,539
2022 maaliskuu	7,099
2022 huhtikuu	6,379
2022 toukokuu	9,727
2022 kesäkuu	10,84
2022 heinäkuu	13,672
2022 elokuu	17,393
2022 syyskuu	16,379
2022 lokakuu	11,787
2022 marraskuu	13,623
2022 joulukuu	19,155
2023 tammikuu	12,659
2023 helmikuu	9,354
2023 maaliskuu	9,874
2023 huhtikuu	7,657
2023 toukokuu	5,729
2023 kesäkuu	5,839
2023 heinäkuu	5,449
2023 elokuu	7,345
2023 syyskuu	5,913
2023 lokakuu	5,749

2023 marraskuu	7,549
----------------	-------

Yrityksen sivuilta nostimien tiedoista etsittiin tarvittavat puuttuvat tiedot, jotta sähkön kustannukset pystyttiin selvittämään. Ympäristöystävällisten nostimien tietojen perusteella pystyttiin laskemaan, kuinka paljon yksi latauskerta kustantaa ja sen perusteella pystyttiin laskemaan sähkön kokonaisvaltaiset kustannukset. Laskenta suoritettiin työmaalla sijainneille dieselkäyttöiset nostimet korvaaville akku-/sähkökäyttöisille nostimille.

Sen varalta, että kaikille nostimille ei löydy sähkökäyttöistä vaihtoehtoa, otettiin huomioon vaihtaminen uusiutuvaan kevyeen polttoöljyyn. Sen tiedettiin olevan 20 snt kalliimpaa kuin fossiilinen kevyet polttoöljy. Uusiutuvan kevyen polttoöljyn hinta on 1,71 €/l, joten se on noin 12 % kalliimpaa kuin fossiilinen kevyt polttoöljy. Uusiutuva kevyt polttoöljy sopii sellaisenaan työkoneiden dieselmoottoreihin, eikä kaipaa suurempia muutoksia. Käytön aikaisia päästöjä ei synny ollenkaan verrattuna fossiiliseen polttoaineeseen.

2.3 Kokonaiskustannusvertailu

Kokonaiskustannusvertailussa otetaan huomioon eri vuokrausvaihtoehtojen kokonaisvaltaiset kustannukset. Työssä otettiin huomioon tuotevuokrien- ja energiankustannukset tarkasteltavalla työmaalla. Työssä vertailtiin dataan perustuen vähemmän ympäristöystävällisiä ja ympäristöystävällisiä henkilönostimia. Tutkimuksen dataan kerättiin ja täydennettiin asiakkaan työmaalla vuokralla olevat henkilönostimet, niiden vuokra-ajat, vuokrahinnat sekä käytetyn energian kustannukset. Kustannuksia vertailtiin alkuperäisten dieselkäyttöisten henkilönostimien ja vaihdettujen ympäristöystävällisempien akku-/sähkökäyttöisten henkilönostimien välillä. Jos vaihtaminen yrityksen omaan ympäristöystävällisempään kalustoon ei ollut mahdollista, etsittiin markkinoilta vastaavanlainen nostin. Vaihtaminen uusiutuvaan polttoaineeseen otettiin huomioon, kun markkinoilla ei ollut ympäristöystävällistä vaihtoehtoa.

Kustannuksia kertyy monista eri toiminnoista tarkasteltavan ajanjakson ajalta. Tuotekohtaiset vuokrat riippuvat vuokra-ajan pituudesta sekä valitusta tuotteesta. Vuokrahinnan lisäksi kustannuksia kertyy tuotteen tarvitsemasta käyttövoimasta, kuten kevyestä polttoöljystä tai sähköstä.

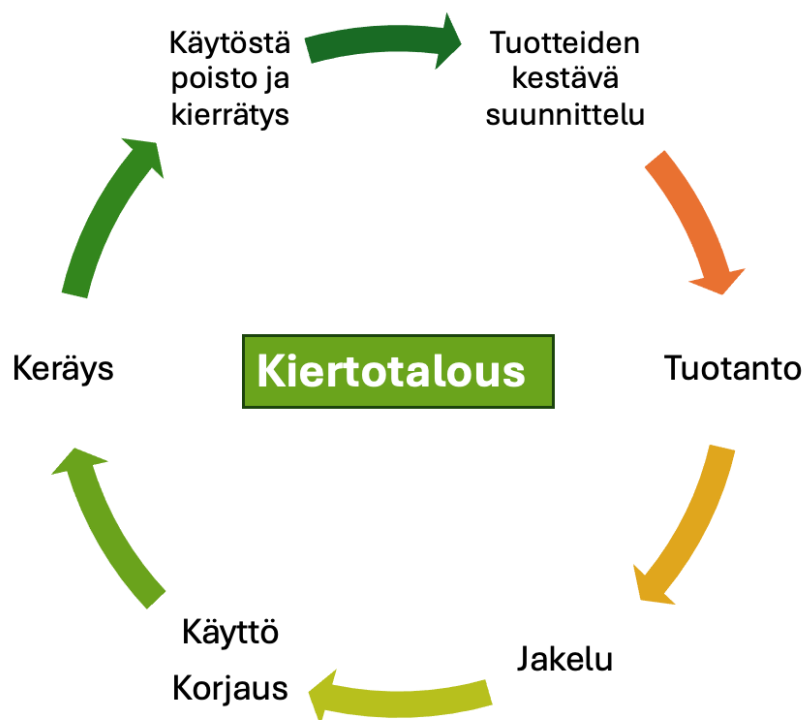
Kokonaiskustannukseen vaikuttaa siis moni muuttuva asia. Vertailulla pyritään vaikuttamaan vuokrauskäyttämiseen tulevaisuudessa, jotta ympäristöystävällisyys olisi ensisijainen valinta tuotteita valittaessa.

3 Konevuokraus ja kiertotalous

3.1 Kiertotalous

Nykyisessä lineaarisessa talousmallissa tuotteet valmistetaan, käytetään tietyn ajan ja sen jälkeen ne päätyvät jätteeksi. Tällainen talousmalli ei ole tulevaisuuden kannalta kestävä, koska jätemäärät kasvavat. Se myös edistää ilmastonmuutoksen kiihtymistä ja luonnon monimuotoisuuden köyhtymistä. Luonnonvarat eivät riitä loputtomiin ja tulevat loppumaan, jos niiden käyttö jatkuu samanlaisena. Luonnonvarojen loppuminen tekisi maapallolla elämisen mahdottomaksi, joten meidän täytyy keskittyä luonnonvarojen kestäväan käyttöön. Sitä varten on kiertotalous, jossa jätteitä ei ole, sillä kaiken pystyy kierrättämään takaisin käyttöön. (Ellen McArthur Foundation, 2023.) Myös päästöt ovat koko ajan lisääntymässä lineaarisen talousmallin seurauksena. Kiertotalouteen siirtyminen vaatii ajattelumallin muutosta sekä kansainvälisten sopimusten ja lakien muuttamista. Kiertotalouden avulla jätteet vähentyisivät merkittävästi ja materiaalit pysyisivät kierrossa pidempään. (Pietikäinen 2020, 12.)

Kiertotalous on siis talousmalli, jossa materiaaleja ja tuotteita pyritään hyödyntämään koko niiden elinkaaren ajan. Tämä tarkoittaa tuotteiden elinkaaren pidentämistä muun muassa korjaamalla, kunnostamalla, lainaamalla tai vuokraamalla kun itselle ei ole enää tarvetta käyttöön ja lopuksi tuotteen materiaalien kierrättämisellä. (Euroopan parlamentti, 2023.) Kuvassa 1 on esitelty kiertotalouden malli, jossa näkyy selkeästi mallin pääkohdat. Raaka-aineet pyritään pitämään kierrossa mahdollisimman pitkään, jolloin keskeinen osa on tuotteen suunnittelu. Kun tuotteen suunnitteluvaiheessa pyritään huomioimaan kestävyys, saadaan pitkäikäisiä tuotteita.



Kuva 1. Kiertotalouden malli (Mukaihen: Euroopan parlamentti 2023.)

3.2 Tuote palveluna -liiketoimintamalli

Kiertotaloudessa on viisi erilaista liiketoimintamallia: kiertävät raaka-aineet, jakamislustat, tuote palveluna, elinkaaren pidentäminen ja raaka-aineiden talteenotto. Kaikki mallit täydentävät toisiaan. Konevuokraus kuuluu tuote palveluna -liiketoimintamalliin. Siinä tuotteet ovat yrityksen tai jonkun muun tahon omistuksessa ja asiakkaat vuokraavat niitä omiin tarpeisiinsa. Mallissa asiakas maksaa sen ajan, kun tuotetta käyttää ja käytön jälkeen palauttaa tuotteen takaisin yritykselle, jolloin se on vuokrattavissa taas seuraavalle asiakkaalle. Toiminta perustuu kestäviin tuotteisiin ja pitkäaikaisiin asiakassuhteisiin. Tällöin asiakkaiden ei tarvitse huolehtia tuotteiden huolloista tai korjauksista, vaan ne ovat vuokraavan yrityksen vastuulla. Tuotteen tullessa elinkaarensa päähän yritys vastaa loppusijoituksesta ja kierrätyksestä. Kun tuote vanhenee tai markkinoille tulee uusia ja tehokkaampia malleja, asiakkaan on helppo vaihtaa tuote toiseen. Tuote palveluna liiketoimintamalli tulee

haastamaan nykyistä myyntimallia, jossa tuotteita myydään suoraan asiakkaille. (Lacy, Long & Spindler, 2020, 25-26.)

3.3 Työkonealan Green Deal -sopimus

Green Deal -sopimukset ovat vapaaehtoisia sopimuksia, joilla pyritään ehkäisemään erilaisia kestävyteen liittyviä haasteita, kuten luontokatoa, ilmastonmuutosta, luonnonvarojen ylikulutusta sekä edistämään kiertotaloutta. Sopimukset täydentävät tai edistävät nykyinsäädäntöä ja sisältävätkin lakeja kunnianhimoisempia tavoitteita. Green Deal -sopimukset luodaan sopimusosapuolten kesken, kuten toimialajärjestöjen ja kuntaryhmittymien. Sopimukset luovat lisää yhteistyötä toimijoiden välille, jolloin jokainen pystyy pyrkimään tavoitteisiinsa omalla parhaalla mahdollisella tavalla. Sopimuksessa määritetään merkittävät kriteerit ja tavoitteet niiden saavuttamiseksi. Ympäristöministeriö hyväksyy aina Green Deal -sopimuksen. Tavoitteena on saada aikaan muutoksia, joita ilman sopimusta olisi hitaampaa saada aikaiseksi. Tulokset raportoidaan julkisesti Sitoumus2050-sivustolla, jolloin ne ovat kaikkien saatavilla. (Sitoumus2050, n.d.)

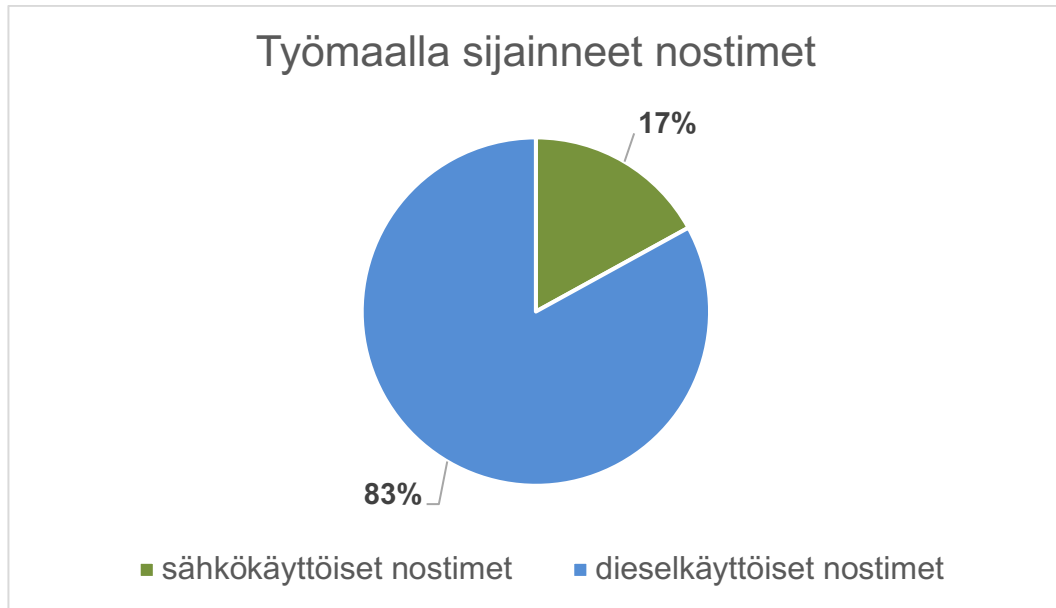
Työkonealalle on solmittu syksyllä 2019 green deal -sopimus, jossa pyritään vähentämään työkoneista peräisin olevia päästöjä lisäämällä sähkökäyttöisiä ja vähäpäästöisiä koneita. Työkoneisiin kuuluu erilaisia koneita ja laitteita, jotka eivät ole tieliikennekäytössä. (Sitoumus2050 n.d.) Niistä aiheutuvia päästöjä oli yhteensä 4 % kaikista Suomen päästöistä vuonna 2020. Työkoneissa käytetään usein polttoaineena fossiilista polttoöljyä, jonka palamisesta päästöt syntyvät. (Valtioneuvosto, 2022.) Yksi keino päästöjen vähentämiseen olisi jakeluvaihteen nostaminen, joka tarkoittaa uusiutuvien polttoaineiden käytön edistämistä liikenteessä. Myös biopolttoöljyn käyttöä halutaan lisätä, jolloin se korvaisi käytössä olevan fossiilisen polttoöljyn esimerkiksi työkoneissa. (Energiavirasto, n.d.) Green deal -sopimuksen tavoitteena on tuoda käyttöön lisää sähkökäyttöisiä ja vähäpäästöisiä työkoneita. Tällä hetkellä sopimuksessa on otettu huomioon vain eniten päästöjä aiheuttaneet työkoneet: vastapainotrukit, pyöräkuormaajat ja nostimet. (Sitoumus2050 n.d.)

3.4 Työkonealan ympäristövaikutukset

Työkonealan suurimmat ympäristövaikutukset syntyvät yleensä kuljetuksista työmaalle ja sieltä pois sekä työkoneiden päästöistä työmaalla. Työkoneiden päästöihin vaikuttaa vahvasti valittu kone ja sen ominaisuudet, työskentelytapa sekä ajotavat. Hiilidioksidi- ja pakokaasupäästöjen lisäksi työkoneista aiheutuu melupäästöjä. Laajasti katsottuna päästöjä syntyy myös koneiden raaka-aineiden louhinnasta ja valmistuksesta käytönaikaisten päästöjen lisäksi. Työkoneiden päästöjä säädellään niihin liittyvällä Stage-luokituksella, jossa luokitus tulee moottorin tehon mukaisesti. (Motiva, n.d.) Suurin päästöjen aiheuttaja on työkoneiden polttoaineena käytetyt fossiiliset polttoaineet. Useimmiten työkoneissa käytetään polttoaineena kevyttä polttoöljyä, joka on työkoneisiin ja lämmitykseen tarkoitettua dieselöljyä.

4 Tulokset

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää aiheuttavatko ympäristöystävällisemmät vuokrat koneet enemmän kustannuksia kuin perinteiset fossiilisella käyttövoimalla toimivat koneet. Kohteena oli työmaalla sijainneet henkilönostimet, joita oli eri kokoisia 9–55 metrin välillä. Fossiilisella käyttövoimalla toimineet henkilönostimet vaihdettiin sähkö-/akkukäyttöisiin vastaaviin. Kaiken kaikkiaan nostimia oli työmaalla yli 770 kappaletta koko työmaan ajanjakson aikana, joka oli yhteensä noin kaksi vuotta. Nostimia oli erilaisia, kuten saksilavoja, teleskooppipuominostimia sekä nivelpuominostimia. Valmiiksi akkukäyttöisiä nostimia oli 9–19 metrin välillä, yhteensä noin 130 kappaletta. Kuviosta 1 voidaan nähdä, että ne muodostivat noin 17 % kaikista vuokratuista nostimista. Akkukäyttöisten nostimien vuokran päivähinnat vaihtelivat noin 115 € ja 265 € välillä. Dieselkäyttöisiä nostimia oli vuokratuista noin 640 kappaletta. Ne muodostivat noin 83 % kaikista vuokratuista nostimista, kuten kuviosta 1 ilmenee. Dieselkäyttöisiä nostimia oli 10–55 metrin välillä ja vuokran päivähinta vaihteli 105:stä eurosta yli 970:een euroon. Henkilönostimien päivähinta määräytyy monen muuttujan mukaan, usein mitä suurempi lavakorkeus sitä suurempi hinta.



Kuvio 1. Nostimien prosenttiosuudet.

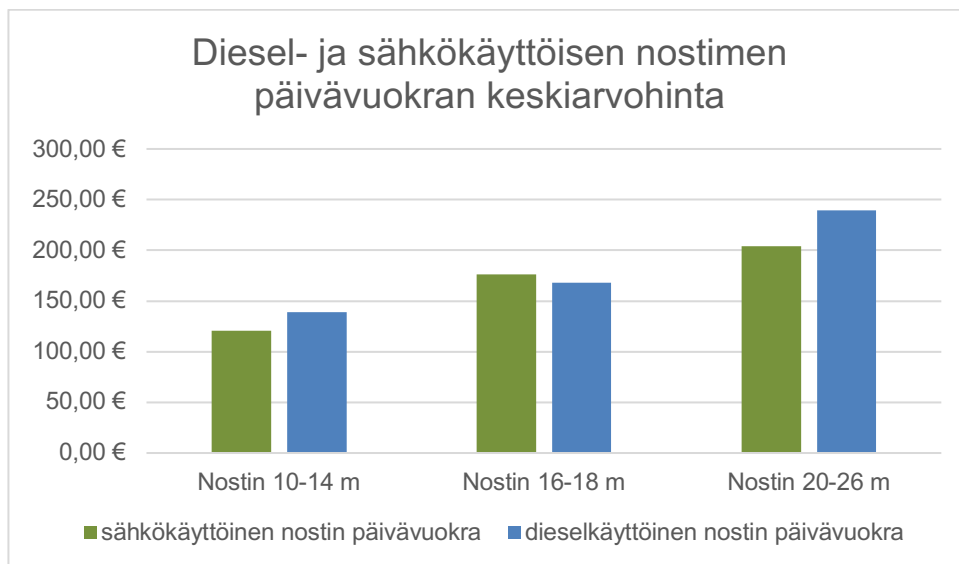
4.1 Vertailu vuokrahinnan mukaan

Vuokran kokonaiskustannus vaihtelee vuokrapäivien ja nostimen hinnan mukaan. Nostimet voidaan jakaa kolmeen luokkaan niiden lavakorkeuden perusteella: 10–14 m, 16–18 m ja 20–26 m. Tästä jaottelusta on jätetty ulkopuolelle muutama nostin, koska niille ei löytynyt ympäristöystävällisempää vaihtoehtoa. Niiden osalta kustannuksia tarkasteltiin vaihtamalla nostimen käyttövoima uusiutuvaan polttoöljyyn.

10–14 metrin nostimien kohdalla voidaan huomata, että niiden vuokrahinnat tulevat 8–31 % edullisemmaksi vaihtamalla diesekäyttöinen nostin akku-/sähkökäyttöiseen vastaavaan nostimeen. Näiden ympäristöystävällisemmät vaihtoehdot haettiin markkinoilta, koska yrityksellä ei ollut valmiiksi kalustossaan täysin vastaavia nostimia. Yhden 14 metrin nivelpuominostimen vuokrahinta tuli 15 % hintavammaksi, kun diesekäyttöisen nostimen tilalle vaihdettiin yrityksen kalustosta sähkö-/akkukäyttöinen vastaava nostin. Kuviosta 2 voidaan nähdä, että keskiarvohinnan perusteella ympäristöystävällisempi vaihtehto tulisi edullisemmaksi kuin fossiilisella käyttövoimalla toimiva vastaava nostin.

16–18 m nostimien kohdalla dieselkäyttöisen nostimen korvaaminen akku-/sähkökäyttöiselle tulisi 2–12 % hintavammaksi. Yrityksen kalustosta löytyneet 16–18 m nivelpuominostimet olivat hintavampia kuin dieselkäyttöiset vastaavat. Kuviosta 2 voidaan huomata, että sähkö-/akkukäyttöinen 16–18 m korkea nostin tulisi hintavammaksi kuin fossiilisella käyttövoimalla toimiva vastaava nostin. Sähkö-/akkukäyttöisen 16–18 metrin korkuisen nostimen vuokrahinta on korkeampi kuin fossiilisella käyttövoimalla toimiva vastaava nostin. Hintaero näiden välillä ei kuitenkaan ole suuri.

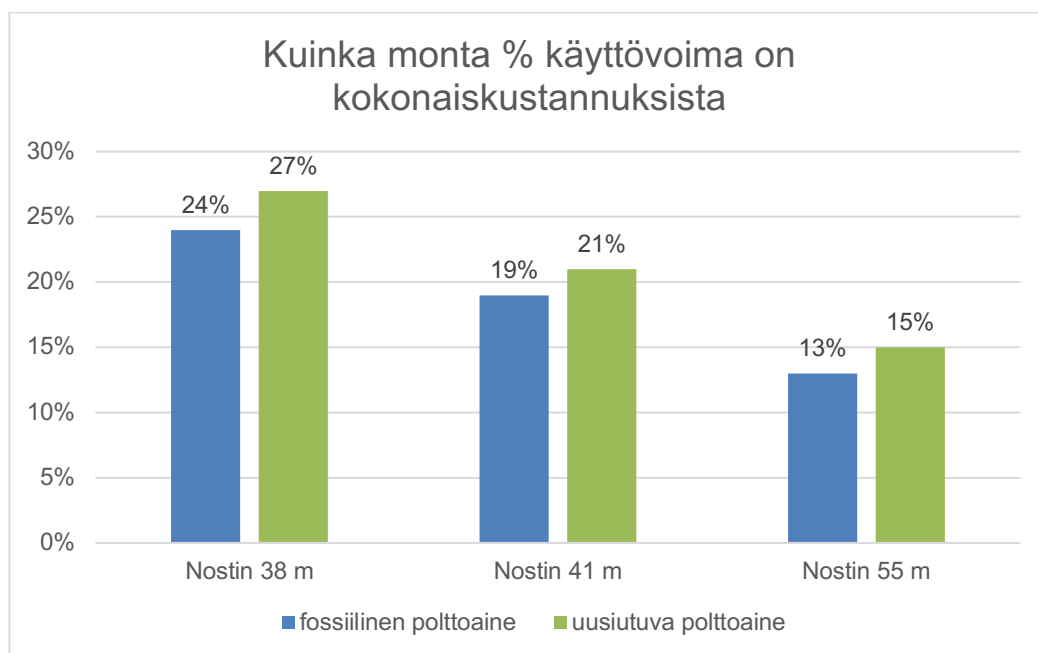
20–26 m nostimien kohdalla dieselkäyttöisen korvaaminen akku-/sähkökäyttöisellä vastaavalla nostimella tulisi 13–22 % edullisemmaksi. Näille nostimille korvaavat nostimet etsittiin markkinoilta. Yrityksen kalustosta löytyi yhdelle 26 metriä korkealle nostimelle sähkö-/akkukäyttöinen vastaava nostin, mutta se tuli 21 % hintavammaksi kuin työmaalla sijainnut alkuperäinen dieselkäyttöinen nostin. Kuitenkin keskiarvohintojen perusteella sähkö-/akkukäyttöinen nostin tulisi edullisemmaksi tässä kokoluokassa, kuten kuviosta 2 voidaan huomata.



Kuvio 2. Nostimien päivävuokrien keskiarvohintoja.

4.2 Vertailu vaihtamalla uusiutuvaan polttoaineeseen

Muutaman nostimen osalta tarkasteltiin polttoaineen vaihtamista uusiutuvaan kevyeen polttoöljyyn, koska niille ei ollut saatavilla sähkökäyttöistä vaihtoehtoa yrityksen omasta kalustosta tai markkinoilta. Uusiutuva kevyt polttoöljy on noin 13% kalliimpaa kuin fossiilinen kevyt polttoöljy. Uusiutuvan kevyen polttoöljyn polttoainekustannukset tuovat 15–27 % lisäkustannuksia vuokrahinnan lisäksi kun taas fossiilisen polttoaineen kustannukset tuovat 13–24 % lisäkustannuksia. Kuvioista 3 voidaan huomata, että kaikissa kolmessa nostimessa vaihtamalla uusiutuvaan polttoaineeseen kokonaiskustannukset nousevat. Kuitenkaan hintaero ei ole kuin 2–3 % jokaisen nostimen kohdalla.



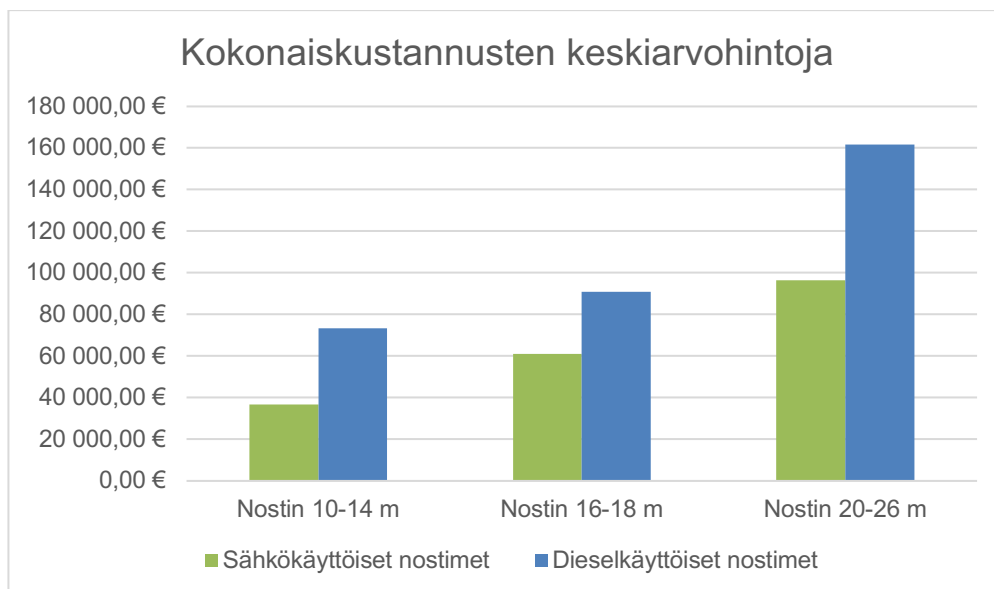
Kuvio 3. Käyttövoiman prosentiosuuksia kokonaiskustannuksista.

4.3 Kokonaiskustannusten vertailu

Kokonaiskustannukset koostuvat kaikista yhteenlasketuista kustannuksista, joita ovat nostimien päivävuokrat ja käyttövoiman kustannukset. Sähkön kustannukset ovat paljon edullisempia kuin kevyen polttoöljyn kustannukset. Vaihtamalla sähköiseen nostimeen kokonaiskustannukset tulevat jopa 17–68 %

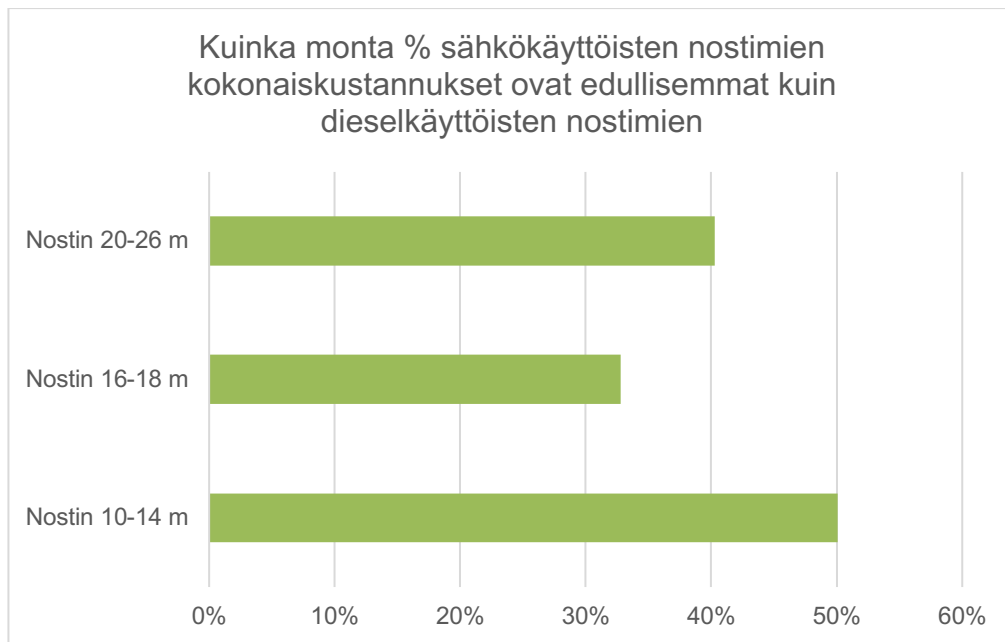
edullisemmaksi kuin dieselkäyttöisten kokonaiskustannukset. Laskemalla kaikkien nostimien kokonaiskustannukset voidaan huomata, että vaihtamalla sähkökäyttöiset nostimet dieselkäyttöisten tilalle kustannukset vähenevät 49 %. Kokonaiskustannukset tulevat siis melkein puolet edullisemmaksi kuin alkuperäisillä nostimilla. Vaikka muutamaan nostimeen vaihdetaan hieman kalliimpi uusiutuva kevyt polttoöljy, se ei kuitenkaan vaikuta kokonaisuuteen.

Kuviossa 4 on kokonaiskustannuksista keskiarvohintoja sähkökäyttöisten ja dieselkäyttöisten nostimien osalta. Kuvioista voidaan huomata, että sähkökäyttöisten nostimien kokonaiskustannukset ovat alhaisemmat kuin dieselkäyttöisten nostimien. Suurin ero kustannuksissa on 20–26 m nostimien osalta, joissa erotus on kymmeniä tuhansia euroja. Pienin ero on taas 16–18 metrin nostimissa, joissa erotus on puolet pienempi kuin suurempien nostimien kohdalla. Eroavaisuutta ilmenee, koska suurimman osan sähkökäyttöisten nostimien vuokrahinnoista on edullisempia kuin dieselkäyttöisten vastaavien nostimien vuokrahinnat. Kokonaiskustannuksiin vaikuttaa myös sähkön ja kevyen polttoöljyn hintaero. Sähkö on itsessään edullisempaa kuin kevyt polttoöljy ja nostimien lataaminen maksaa vähemmän kuin fossiilisen polttoaineen tankkaaminen.



Kuvio 4. Kokonaiskustannusten keskiarvohintoja.

Kuviossa 5 on verrattu sähkökäyttöisten ja dieselkäyttöisten eri kokoisten nostimien kokonaiskustannuksia keskenään. Tästä voidaan huomata, että sähkökäyttöisten nostimien kokonaiskustannukset ovat noin 30–50 % edullisemmat. 10–14 m nostimien osalta kustannukset tippuvat jopa puolella alkuperäisistä kustannuksista. 16–18 metrin nostimien kohdalla kokonaiskustannukset tulevat noin 33 % edullisemmiksi ja 20–26 metrin nostimien osalta 40 % edullisemmiksi.



Kuvio 5. Kokonaiskustannusten prosenttiosuuksia.

Tutkimuksen perusteella olisi siis kannattavaa vaihtaa dieselkäyttöisten henkilönostimien tilalle ympäristöystävällisemmät vaihtoehdot, koska ne alentavat huomattavasti kokonaiskustannuksia. Sähkön kustannukset ovat myös edullisemmat kuin kevyen polttoöljyn kustannukset. Dieselkäyttöisistä nostimista aiheutuu huomattavasti enemmän päästöjä käytön aikana, jolloin myös työmaan kokonaispäästöt kasvavat. Päästöjä aiheutuu polttoaineen palaessa moottorissa. Ympäristöystävällisistä nostimista ei käytönaikaisia päästöjä synny ollenkaan, joten niihin vaihtaminen olisi kannattavaa.

5 Pohdinta

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tarkastella toimeksiantajan vuokraustoimintaa asiakkaan työmaalla ja tehdä tutkimusta vihreämpään vuokrauskäyttäytymiseen liittyen. Vertailu tehtiin vaihtamalla työmaan dieselkäyttöiset henkilönostimet sähkö-/akkukäyttöisiin vastaaviin ja vertaamalla niiden kokonaiskustannuksia dieselkäyttöisiin nostimiin. Kokonaiskustannuksiin kuului nostimen vuokrahinta sekä käyttövoiman kustannukset. Tutkimuksessa saatiin tietoa siitä onko ympäristöystävällisempi konevuokraus kalliimpaa vai halvempaa vähemmän ympäristöystävälliseen verrattuna.

Tulokset näyttäytyivät ympäristöystävällisemmän konevuokrauksen kannalta positiivisesti ja tukevat vihreämpään vuokrauskäyttäytymiseen siirtymistä. Vertailussa huomattiin, että sähkö- ja akkukäyttöisten nostimien kustannukset ovat paljon edullisemmat kuin fossiilisen polttoaineen, jolloin myös kokonaiskustannukset tulivat edullisemmiksi. Joillekin nostimille ei löytynyt toimeksiantajayrityksen kalustosta tai markkinoilta sähkö- ja akkukäyttöistä vastaavaa nostinta, joten näiden kohdalla arvioitiin kustannukset vaihtamalla käyttövoima uusiutuvaan polttoöljyyn. Vaikka uusiutuva kevyt polttoöljy on noin 12 % kalliimpaa kuin fossiilinen vastaava, ei siihen vaihtaminen vaikuta negatiivisesti kokonaiskustannuksiin. Sähkökäyttöisten nostimien kokonaiskustannukset tulevat paljon edullisimmiksi, joten vaikka uusiutuva kevyt polttoöljy on kalliimpaa, ei se vaikuta kokonaiskustannuksiin. Tulosten perusteella tutkimus oli hyödyllinen ja vaihtamalla ympäristöystävällisempään vaihtoehtoon tehtäisiin mittavia säästöjä sekä päästöt vähentyisivät.

Tutkimuksen luotettavuuteen vaikuttaa moni erinäinen asia. Tutkimus on toteutettu melkein kokonaan manuaalisesti laskemalla ja arvioimalla, joten tuloksiin tulee suhtautua kriittisesti. Kevyen polttoöljyn ja sähkö- ja akkukäyttöisten nostimien hinnat ovat Tilastokeskuksen kokoamia kuukausittaisia keskiarvohintoja, joten todelliset hinnat saattavat poiketa niistä. Tulokset ovat joka tapauksessa suuntaa antavia, joista voidaan tehdä johtopäätelmät tutkimuksen onnistumisesta. Myös kirjoittajan tieto ja kokemus rakennuskoneisiin liittyen saattaa vaikuttaa

tutkimuksen tuloksiin. Kokemusta kyseisistä rakennuskoneista tutkijalla oli vain vähän, joten tutkimuksen tekeminen on myös antanut lisää tietoa ja ymmärrystä rakennuskonealalta.

Tuloksia pystytään hyödyntämään jatkossa esimerkiksi toimeksiantajayrityksen hiilineutraaliustavoitteiden saavuttamisessa. Yrityksen tavoitteena on vähentää Scope 3 päästöjä 30 % vuoteen 2030 mennessä verrattuna vuoteen 2019.

Tähän sisältyy muun muassa sähköisen rakennuskoneiden lisääminen kalustoon ja tämän tutkimuksen avulla voidaan osoittaa sähköisen kaluston lisäämisen olevan kannattavaa. (Green Building Council Finland, 2024.)

Tutkimusta voi pitää positiivisena esimerkkinä ympäristöystävällisyydestä työmaalla. Nykyään vihreämpiin valintoihin tulee kiinnittää entistä enemmän huomiota, ja tutkimus antaa vahvaa näyttöä tälle. Tuloksia pystyy hyödyntämään myös ympäristöystävällisten nostimien markkinoinnissa ja asiakas pystytään vakuuttamaan, kun tulokset perustuvat oikeaan tutkimukseen. Asiakas säästää kustannuksissa samalla kun tuetaan ympäristöystävällisyyttä.

Sähköisten henkilönostimien käytölle erilaisilla työmailla on erinäisiä vaatimuksia ja mahdollisuus käyttöön täytyy katsoa tapauskohtaisesti. Jotkut työmaat saattavat sijaita paikoissa, joissa latausmahdollisuutta ei välttämättä ole. Tällöin latauspisteen rakentaminen saattaa aiheuttaa lisäkustannuksia. Myöskään sähköä kuljettaminen työmaalle ei ole kannattavaa. Kuitenkin rakennetussa ympäristössä sähköä on yleensä hyvin saatavilla ja voidaan ajatella, että sähköiset koneet sopivat moniin työkohteisiin. (Valtioneuvosto, 2022, 79.) Kun sähkönsyöttöä ei ole mahdollista järjestää, voidaan pohtia hybridityökoneiden lisäämistä työmaalla. Polttoaineena voitaisiin käyttää uusiutuvaa polttoainetta, jolloin käytönaikaiset päästöt olisivat pienemmät kuin fossiilista polttoainetta käytettäessä.

Markkinoilta etsityt sähkö-/akkukäyttöiset nostimet on valmistettu Kiinassa, mikä selittää niiden vuokran edullisuuden verrattuna muihin markkinoilla oleviin nostimiin. Kiinassa tuotanto sekä raaka-aineiden kustannukset ovat edullisempia ja tuotanto tapahtuu massatuotantona, mikä vaikuttaa uuden

sähkökäyttöisen nostimen hankintahintaan alentavasti. Tulevaisuudessa sähkö- ja akkukäyttöisten työkoneiden määrä tulee lisääntymään, sillä pyritään edistämään vihreää siirtymää.

Suoria ohjauskeinoja työkoneiden sähköistymiseen ei vielä ole, mutta EU:n ilmastotavoitteet hiilineutraaliudesta vuoteen 2050 mennessä tulevat varmasti yltämään myös työkoneiden piiriin. Puuttuvan hiilidioksidipäästösäätelyn takia koneiden tuotekehityksessä ei ole innostusta kehittää ympäristöystävällisempiä työkoneita nykyisten tilalle. (Työ- ja elinkeinoministeriö, 2022.)

Päästövähennyskeinoja on asetettu KAISU-ilmastopolitiikan suunnitelmassa ja ne koskevat myös työkoneita. KAISU on ”Suomen keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelma”. Siinä asetetaan kasvihuonekaasuille päästövähennystavoitteet ja keinoja millä tavoitteeseen päästään. Työkoneiden osalta suunnitelmassa halutaan lisätä vähäpäästöisiä ja energiatehokkaita työkoneita, vaihtaa fossiiliset polttoaineet uusiutuviin sekä lisätä sähköisten koneiden osuutta. (Sitoumus2050, 2019.)

Tutkimusta voisi tulevaisuudessa kehittää ja suorittaa muillekin työkoneille kuin henkilönostimille. Työmailla on usein monia erilaisia dieselmootoreilla toimivia koneita ja laitteita, jolloin samanlainen tutkimus mahdollistaisi myös muiden työkoneiden kustannusvertailua. Vertailua voitaisiin tehdä myös uusiutuvien polttoaineiden osalta sekä perehtyä sähköisiin vaihtoehtoihin fossiilisilla polttoaineilla toimivien työkoneiden tilalle.

Lähteet

Eiro, L; Hirvonen, J; Patala, S; Pietikäinen, S. & Sirén S. 2020. And yet it circulates. From linearity to circularity: European way and solutions. Viitattu 14.11.2023. https://toivoajatuspaja.fi/wp-content/uploads/2020/12/And-yet-it-circulates_Ajatuspaja-Toivo_valmis_verkko-PDF.pdf

Ellen McArthur Foundation. 2023. What is the linear economy? Viitattu 9.11.2023. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/what-is-the-linear-economy>

Energiavirasto. 2024. Toimialat. Uusiutuva energia. Jakeluvaihe. Viitattu 27.2.2024. <https://energiavirasto.fi/jakeluvaihe>

Euroopan parlamentti. 30.6.2023. Kiertotalous. Mitä kierrätys on ja miksi sillä on merkitystä? Viitattu 10.11.2023. <https://www.europarl.europa.eu/topics/fi/article/20151201STO05603/mita-kiertotalous-on-ja-miksi-silla-on-merkitysta>

Green Building Council Finland. 2.5.2024. 4 uutta tiekarttaa kohti pienempiä päästöjä. Ramirent – kohti päästötöntä työmaata. Viitattu 13.5.2024. <https://figbc.fi/nelja-uutta-tiekarttaa-paastojen-vahentamiseksi>

Kari, E & Lintilä M. 30.3.2022. Valtioneuvosto. EU:n kierrätyspaketti: pitkäikäisempiä tuotteita, parempaa tuotesuunnittelua, pienempää ympäristökuormaa ja kestäviä tekstiilejä. Viitattu 12.3.2024. <https://valtioneuvosto.fi/-/1410903/eu-n-kiertotalouspaketti-pitkaikaisempia-tuotteita-parempaa-tuotesuunnittelua-pienempaa-ymparistokuormaa-ja-kestavia-tekstiileja>

Lacy, P; Long, J & Spindler W. 2020. The circular economy handbook: realizing the circular advantage. Viitattu 12.3.2024.

Motiva. 20.10.2023. Työkoneet. Viitattu 26.3.2024. https://www.motiva.fi/julkinen_sektori/kestavat_julkiset_hankinnat/tietopankki/tyokoneet

Muotio L. 2022. muotoilu.info. Johdatus prosessiluonteisiin menetelmiin muotoilun tutkimuksessa. Viitattu 15.11.2023.

<https://www.muotoilu.info/index.php/tutkiva-muotoilu/menetelmat/johdatus-prosessiluonteisiin-menetelmiin-muotoilun-tutkimuksessa/>

Pihlatie, M; Söderena, P; Markkanen, J; Nylund, N; Rahkola, P; Åman, R; Muona, T; Pettinen, R; Naumanen, M; Shah, S & Baranauskas, M. Valtioneuvosto. 19.10.22. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2022:63. Työkoneiden kustannustehokkaat päästövähennyskeinot. Viitattu 13.5.2024.

https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/164372/VNTEAS_2022_63.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ramirent. 2023. Palvelut. RamiGreen. Viitattu 7.11.2023.

<https://www.ramirent.fi/tutustu-palveluihimme/ramigreen>

Ramirent. 2023. Yritys. Ramirent Suomessa. Viitattu 7.11.2023.

<https://www.ramirent.fi/tietoa-ramirentista/yritys>

Sitoumus2050. 2024. Green Deal. Työkonealan Green Deal -sopimus.

https://sitoumus2050.fi/documents/20143/71604/Ty%C3%B6konealan_green_deal.pdf/5802b287-184c-e0f4-6935-00ba04cda9ca

Sitoumus2050. 2024. Vapaaehtoiset green deal -sopimukset edistämässä ympäristötavoitteita. Viitattu 27.2.2024. <https://sitoumus2050.fi/tietoa-green-dealista#/>

Tilastokeskus. 2024. Tilastokeskuksen maksuttomat tilastotietokannat.

Polttoaineiden keskihintoja, kuukausitiedot. Viitattu 16.4.2024.

https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin_khi/statfin_khi_pxt_11xx.px/table/tableViewLayout1/

Työ- ja elinkeinoministeriö. 19.10.2022. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminta, työ- ja elinkeinoministeriö. Selvitys: Liikkuvien työkoneiden päästövähennysten tiellä haasteita. Viitattu 13.5.2024. <https://valtioneuvosto.fi/-/10616/selvitys-liikkuvien-tyokoneiden-paastovahennysten-tiella-haasteita>

Valtioneuvosto. 14.6.2023. Kiertotalousohjelma. Kansallisen ja EU-tason kiertotalouden tilannekuva. Viitattu 12.3.2024.

<https://ym.fi/documents/1410903/42733297/Kiertotalousohjelman+kansallinen+ja+EU-tason+tilannekuva.pdf/77335b7c-9254-a047-aa4b-c72f83ec7dcf/Kiertotalousohjelman+kansallinen+ja+EU-tason+tilannekuva.pdf?t=1686738166654>

Valtioneuvosto. 19.10.2022. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminta, työ- ja elinkeinoministeriö. Selvitys: Liikkuvien työkoneiden päästövähennysten tiellä haasteita. Viitattu 27.2.2024. <https://valtioneuvosto.fi/-/10616/selvitys-liikkuvien-tyokoneiden-paastovahennysten-tiella-haasteita>

Ympäristöministeriö. 2024. Vastuualueet. Ekosuunnitteludirektiivi ja energiamerkintädirektiivi. Viitattu 11.3.2024. <https://ym.fi/ekosuunnittelu-ja-energiamerkintadirektiivit>