

Opinnäytetyö (AMK)

Energia- ja ympäristötekniikka

2024

Nelli Kontturi

Kestävän liikenteen ja liikkumisen edistämisen keinot rakennustyömailla

– Case Kuntec Oy

Opinnäytetyö (AMK) | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Energia- ja ympäristötekniikka

2024 | 51 sivua

Nelli Kontturi

Kestävän liikenteen ja liikkumisen edistämisen keinot rakennustyömailla

- Case Kuntec Oy

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää erilaisia keinoja, joilla kestävää liikennettä ja liikkumista voidaan edistää rakennustyömailla, jotta niillä syntyvien kasvihuonekaasupäästöjen määrää saadaan vähennettyä. Työ tehtiin toimeksiantona Turun kaupungille, joka halusi edistää kestävää toimintaansa rakennustyömaiden osalta.

Työssä käytettiin aineistona kirjallisuutta kuten tieteellisiä julkaisuja, raportteja ja yritysten nettisivuja sekä Kuntecin toimitusjohtajan haastattelua. Keinoja kestävään toimintaan etsittiin työmatkaliikkumisen, siirtymien, materiaalien kuljetusten, työkoneiden sekä muiden keinojen kautta.

Keinoja löydettiin useita erilaisia, joista tärkeimmäksi nousi työkoneiden ja raskaan liikenteen sähköistäminen. Sähkökäyttöinen työkone on päästötön, minkä takia se on merkittävä keino rakennustyömaiden kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi. Koska sähkökäyttöisiä työkoneita ei vielä ole tarpeeksi saatavilla Suomen markkinoilla, on kannattavaa suosia muita vaihtoehtoisia polttoaineita työkoneissa kuten biopolttoaineita.

Asiasanat:

kasvihuonekaasupäästöt, hiilidioksidipäästöt, päästötön, liikenne, rakennustyömaa, kiertotalous

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Energy and environmental technology

2024 | 51 pages

Nelli Kontturi

Means of furthering sustainable traffic and mobility on construction sites

- Case Kuntec Oy

The aim of this thesis was to map different ways to further sustainable traffic and mobility on construction sites to reduce the amount of greenhouse gas emissions generated by these activities. The thesis was commissioned by the City of Turku, with a wish wanted to further its sustainable activities on its construction sites.

The thesis was made by using literature such as scientific publications, reports and company websites and an interview with Kuntec's CEO. Means for sustainable activities were searched for commuting, transitions, transportation of materials, construction vehicles and other means.

Several different ways to reduce greenhouse gas emissions were found, but the most important one was the electrification of construction vehicles and heavy traffic. An electric construction vehicle is emission-free, which is why it is a significant means of reducing greenhouse gases on construction sites. Since there are still not enough electric construction vehicles available in Finland, it is profitable to prefer other alternative fuels in construction vehicles, such as biofuels.

Keywords:

greenhouse gas emissions, carbon dioxide emissions, emission-free, traffic, construction site, circular economy

Sisältö

1 Johdanto	6
2 Toteutus	8
2.1 Tutkimusmenetelmä	8
2.2 Haastattelumenetelmä	8
2.2.1 Haastattelun toteutus	9
3 Päästötön rakennustyömaa	10
3.1 Rakennustyömaiden päästöt tällä hetkellä	10
3.2 Päästötavoitteet rakennustyömailla	11
3.3 Mitä ovat fossiilivapaa ja päästötön rakennustyömaa	12
4 Keinot kestäväen liikkumisen ja liikenteen edistämiseen	14
4.1 Työmatkat	15
4.2 Siirtymät	17
4.3 Materiaalien kuljettaminen	19
4.4 Työkoneet	21
4.4.1 Säädöksiä	22
4.4.2 Vaihtoehtoiset polttoaineet	22
4.4.3 Sähköisten työkoneiden saatavuus	26
4.4.4 Kiertotalouden keinot	28
4.5 Muita keinoja	30
5 Työntekijöiden opastaminen kestäväen toimintaan liikkumisen ja liikenteen osalta	34
5.1 Kestäväen toimintaa siirtyminen yleisesti rakennustyömailla	34
5.2 Kestäväen toimintaan siirtyminen – Case Kuntec Oy	36
5.3 Opastamisen keinot	39
6 Pohdinta	41
Lähteet	44

Liitteet

Liite 1. Haastattelukysymykset

Liite 2. Kestävän liikenteen ja liikkumisen edistämisen keinot – Kuntec Oy

1 Johdanto

Ilmastonmuutos on merkittävä uhka koko maapallolle ja sen elämälle. Ihmisten toiminta on lisännyt kasvihuonekaasupäästöjen määrää ilmakehässä, minkä seurauksena maapallon lämpötila nousee entistä nopeammin. Suurin osa ihmisten aiheuttamista kasvihuonekaasupäästöistä on peräisin fossiilisista polttoaineista. (Euroopan komission n.d.) Liikenteessä ja ajoneuvoissa käytetään edelleen paljon fossiilisia polttoaineita, ja jopa viidesosa Suomen kasvihuonekaasupäästöistä syntyykin liikenteestä (Suomen ympäristökeskus 2022). Tämän takia on erityisen tärkeä pohtia keinoja kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi liikenteen osalta, jotta ilmastonmuutosta voidaan hillitä.

Suurin osa liikenteen kasvihuonekaasupäästöistä on peräisin tieliikenteestä, jossa eniten päästöjä syntyy henkilöautoista (Suomen ympäristökeskus 2022). Liikenteen kasvihuonekaasupäästöjä aiheutuu kuitenkin myös muusta liikenteestä. Rakennustyömaiden liikenteen ja liikkumisen kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisen ja kestävyysedistämisen keinoja ei ole tutkittu vielä kovinkaan paljon Suomessa. Tämän takia tässä opinnäytetyössä keskitytään etsimään erilaisia keinoja kestävyysedistämiseen rakennustyömailla liikenteen ja liikkumisen osalta, jotta kasvihuonekaasupäästöjä saadaan vähennettyä myös näiden osalta.

Opinnäytetyön toimeksiantajana on Turun kaupunki, joka pyrkii toiminnallaan vaikuttamaan laaja-alaisesti ilmastonmuutoksen hillintään. Turun kaupunki on onnistunut vähentämään ilmastotoimillaan Turun kasvihuonekaasupäästöjä ja siirtymään kohti vähähiilisempään taloutta ja kestävää arkea. (Turun kaupungin konsernihallinto & Sitowise 2023, 3.) Tarkemmin toimeksianto liittyy Turun kaupungin SCALE-UP-hankkeeseen, joka keskittyy kestävästi liikenteen edistämiseen kaikilla liikkumisen osa-alueilla luoden käyttäjälähtöistä liikkumista. Yksi hankkeen tavoitteista Turun osalta on hiilineutraalin kaupunkilogistiikan ja työmaiden edistäminen, mihin myös opinnäytetyön toimeksianto perustuu. (Turun kaupunki n.d.)

Opinnäytetyön tavoitteena on löytää keinoja, joilla liikenteestä ja liikkumisesta saataisiin kestävämpää rakennustyömailla sekä pohtia, miten löydetyt keinot vaikuttavat kasvihuonekaasupäästöihin, työhyvinvointiin sekä materiaalitehokkuuteen. Opinnäytetyön tavoitteena on myös pohtia, miten työntekijöitä voidaan opastaa kestävään toimintaan liikenteen ja liikkumisen osalta.

Tutkimuskysymykset:

1. Miten liikkumisesta ja liikenteestä saadaan kestävämpää rakennustyömailla?
2. Miten löydetyt keinot vaikuttavat kasvihuonekaasupäästöihin, työhyvinvointiin ja materiaalitehokkuuteen?
3. Miten työntekijöitä voidaan opastaa kestävään toimintaan liikenteen ja liikkumisen osalta?

Opinnäytetyö alkaa toteutuksen ja tutkimusmenetelmien esittelyllä, jonka jälkeen käsitellään aiheen taustaa Päästötön rakennustyömaa -otsikon alla. Löydettyjä keinoja eli tutkimuksen tuloksia esitellään Keinot kestävä liikkumisen ja liikenteen edistämiseen -otsikon alla sekä kootusti Työntekijöiden opastaminen kestävään toimintaan liikkumisen ja liikenteen osalta -otsikon alla. Opinnäytetyön lopussa on vielä pohdinta osio, jossa pohditaan työn onnistumista, virhelähteitä ja jatkoa.

2 Toteutus

2.1 Tutkimusmenetelmä

Opinnäytetyö toteutettiin kirjallisuuskatsauksena, jonka lisäksi tehtiin yksi haastattelu. Kirjallisuuskatsaus on monipuolinen työkalu, sillä sen avulla voidaan kehittää olemassa olevaa teoriaa, luoda uutta teoriaa, arvioida teoriaa, rakentaa kokonaiskuvaa jostakin aiheesta, tunnistaa ongelmia sekä seurata teorian kehitystä historiallisesti. Kirjallisuuskatsauksella kootaan aiemmin tutkitut tulokset uudelle tutkimustulokselle. (Salminen 2011, 1, 3.)

Kirjallisuutta etsittiin Google Scholarista, Turun ammattikorkeakoulun Finna-palvelusta sekä tavallisella Google-haulla. Kirjallisuutta etsittiin suomen ja englannin kielellä, mikä lisäsi tulosten määrää. Finna-palvelusta sopivaa kirjallisuutta ei löydetty, mutta Google Scholarilla ja Google-haulla löydettiin. Löydetty aineisto koostui tieteellisistä tutkimuksista ja julkaisuista, eri tahojen, yritysten ja hankkeiden julkaisuista sekä yritysten kuten työkonemerkkien valmistajien nettisivuista.

Löydetyn kirjallisuuden avulla perehdyttiin aluksi rakennustyömaiden liikenteen ja liikkumisen kasvihuonekaasupäästöihin ja päästötavoitteisiin, joiden pohjalta selvitettiin aiheelle taustaa. Kirjallisuuden avulla etsittiin myös erilaisia keinoja, joilla liikenteestä ja liikkumisesta saadaan kestävämpää rakennustyömailla. Myös pidetyn haastattelun tarkoituksena oli saada selville keinoja kestävyysedistämiseen rakennustyömailla yrityksen näkökulmasta. Haastattelusta löytyneitä keinoja pyrittiin vertaamaan kirjallisuuskatsausta löytyneisiin keinoihin.

2.2 Haastattelumenetelmä

Puolistrukturoidussa haastattelussa kysymykset laaditaan etukäteen ja niiden esittäminen pyritään pitämään mahdollisimman samassa muodossa kaikille haastateltaville (Hyvärinen ym. n.d.). Toisin kuin strukturoidussa haastattelussa,

jossa kysymyksiin vastataan kyselylomakkeella ohjatusti, vastauksen tapa on puolistrukturoidussa haastattelussa vapaampi (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006). Opinnäytetyön haastattelumenetelmäksi valittiin puolistrukturoitu haastattelu, sillä haastattelun haluttiin olevan tietyltä osin rajattu, mutta kuitenkin keskustelun osalta vapaamuotoinen. Haastattelua varten laadittiin valmis kysymyslista, joka lähetettiin haastateltavalle nähtäväksi etukäteen. Haastattelun kysymykset esitetään liitteessä 1.

2.2.1 Haastattelun toteutus

Opinnäytetyössä pidettiin vain yksi haastattelu toimeksiantajan toiveesta, sillä haastattelun perusteella haluttiin selvittää juuri kyseisen yrityksen toimintatapoja, ja löytämään tälle yritykselle keinoja edistää kestävästä liikkumisesta. Haastateltavaksi yritykseksi valittiin Turun kaupungin omistama Kuntec Oy. Kuntec on Turussa ja sen lähiympäristössä toimiva ylläpito- ja viherrakentamisen palveluyritys. Yrityksen asiakaskuntaa ovat muut yritykset, taloyhtiöt, kiinteistöhuoltoyritykset, seurakunnat ja järjestöt. Kuntecin toimenkuvaan kuuluu muun muassa katujen kesä- ja talvikunnossapito, teollisuus ja kiinteistöalueiden kunnossapito, viheralueiden hoito, viherrakentaminen sekä viemäreiden huolto. (Kuntec n.d.)

Haastattelun tarkoituksena oli selvittää Kuntecin toimintatapoja sekä ajatuksia ja mahdollisuuksia kestävästä liikenteestä ja liikkumiseen liittyen. Tämän perusteella haastateltavaksi valittiin yrityksen toimitusjohtaja Harri Kaunisto, sillä hänellä on eniten tietoa yrityksestä sekä mahdollista vaikutusvaltaa muuttaa asioita.

Haastattelu toteutettiin Teams-haastatteluna, sillä kyseinen tapa oli molemmille, haastateltavalle sekä haastattelijalle, kätevin. Teams-haastattelu mahdollisti myös haastattelun äänittämisen, jolloin haastattelun aikana ei tarvinnut tehdä muistiinpanoja, vaan voitiin keskittyä täysin keskusteluun. Haastateltavalta kysyttiin suostumus äänitykseen ja kerrottiin äänitystallenteen hävittämisestä opinnäytetyön valmistuttua.

3 Päästötön rakennustyömaa

Rakennustyömaa voi olla isompi rakennettu työmaa, kuten uuden parkkihallin rakennusprojekti, jolla on pitkä rakennusaika. Rakennustyömaa voi myös olla pieni muutaman tunnin vievä rakennusprojekti, kuten kunnossapidon työ. Tässä opinnäytetyössä pyritään etsimään ensisijaisesti pienemmille rakennustyömaille keinoja kestävyuden edistämiseksi, sillä opinnäytetyössä haastatettava yritys Kuntec tekee enemmän tällaisia rakennusprojekteja. Oletettavasti kuitenkin löydettyjä keinoja pystytään soveltamaan kaikenlaisilla rakennustyömailla, joten esimerkkejä etsitään myös laajemmin.

3.1 Rakennustyömaiden päästöt tällä hetkellä

Rakennusteollisuuden hiilidioksidipäästöjen osuus on arviolta noin 39 % maailman energiaprosessien ja energiaan liittyvien päästöjen kokonaispäästöistä. Eniten hiilidioksidipäästöjä rakennustyömailla aiheuttavat raskas liikenne, työkoneet, lämmitys, kuivaus sekä rakennus- ja purkujäte. Aiheutuneista päästöistä jopa 95 % syntyy kuljetuksista ja koneista, mikä johtuu suurelta osin kuljetuksissa käytettävistä dieselkäyttöisistä työkoneista. (Nordic Council of Ministers & Nordic Innovation 2023, 5–6, 17.) Turun kaupungin vuotuisista päästöistä 8 % aiheutuu työkoneista ja teollisuudesta (HNRY n.d.).

Hiilidioksidipäästöjen lisäksi dieselmootorit aiheuttavat muun muassa erilaisia pakokaasuhiukkasia, joilla voi olla vaikutusta ihmisten terveyteen ja ympäristön tilaan esimerkiksi näkyvyyden heikkenemisenä. Dieselmoottorin käyttö aiheuttaa myös typen oksideja sekä hiilivetyjä, jotka taas vaikuttavat ihmisten hengityselimiin sekä ympäristöön lisäämällä otsonin muodostumista sekä vesien rehevöitymistä. Näiden lisäksi rakennustyömailla syntyy muitakin epäpuhtauksia kuten melua sekä vesistöjen saastumista. (Nordic Council of Ministers & Nordic Innovation 2023, 17–18.)

Rakennustyömailla syntyy merkittävästi myös rakennus- ja purkujätettä, joihin luetaan rakentamisen, jälleenrakentamisen, laajentamisen, konservoinnin,

purkamisen sekä ylläpidon synnyttämät materiaali-jätteet. Rakennus- ja purkujätteen osuus maailman yhdyskuntajätteen kokonaismäärästä on 30–40 %. Erilaisia keinoja jätteen kierrättämiseksi ja uudelleenkäytölle on kehitetty, mutta silti jopa 35 % rakennus- ja purkujätteestä päätyy maailmanlaajuisesti suoraan kaatopaikalle ilman jatkokäsittelyä. Jätteiden vaarallisuuden lisäksi ne aiheuttavat ekologisia ongelmia kuten ilman saastumista, maanvyörymiä sekä maaperän ja veden saastumista. (Nordic Council of Ministers & Nordic Innovation 2023, 18–20.)

Rakennusteollisuus on myös suuri raaka-aineiden kuluttaja, mikä näkyy jätteen ja kasvihuonekaasupäästöjen määrissä (Nordic Council of Ministers & Nordic Innovation 2023, 20). Rakennusmateriaalit ja työkalut tarvitsevat valmistukseensa paljon raaka-aineita aiheuttaen samalla päästöjä niin raaka-aineiden louhinnalla kuin työkalujen valmistuksella (Motiva 2023c). Päästöjä aiheuttaa myös materiaalien kuljetuksesta rakennustyömaille ja lopulta ylijääneiden materiaalien kuljetuksesta ja hävittämisestä. Tarvittavien materiaalien ja raaka-aineiden käytön suunnittelulla, uudelleenkäytöllä sekä kierrätyksellä pystytään vaikuttamaan tarvittavien raaka-aineiden määrään, kasvihuonekaasupäästöihin sekä syntyvän jätteen määrään (Nordic Council of Ministers & Nordic Innovation 2023, 20).

3.2 Päästötavoitteet rakennustyömaille

Suomen tavoitteena on olla hiilineutraali vuonna 2035 (Ilmastolaki 2022; Suomen kansallinen ilmastopolitiikka n.d.). Turun tavoitteena taas on olla hiilineutraali vuonna 2029 (Turun kaupungin konsernihallinto & Sitowise 2023, 4). Jotta tavoitteissa onnistuttaisiin ja kasvihuonekaasupäästöjä saataisiin vähennettyä rakennustyömaille, ovat ympäristöministeriö, Senaatti-kiinteistöt sekä Espoon, Helsingin, Turun ja Vantaan kaupungit julkistaneet vapaaehtoisen Päästöttömät työmaat – kestävien hankintojen green deal -sopimuksen, johon muut kaupungit, kunnat, virastot ja muut julkisen sektorin hankintaorganisaatiot voivat liittyä. Sopimuksen ensimmäisenä tavoitteena on fossiilittomat rakennustyömaat vuoden 2025 loppuun mennessä, mikä tarkoittaa, ettei

rakennustyömailla käytetä fossiilisia polttoaineita työkoneissa tai työmaiden sisäisissä kuljetuksissa. Toisena tavoitteena on, että vuoteen 2030 mennessä 50 % työkoneista ja työmaiden kuljetuksista tapahtuu sähköllä, vedyllä tai biokaasulla ja työmaiden ulkoiset kuljetukset ovat myös fossiilivapaita. (Päästöttömät työmaat – Kestävien hankintojen green deal -sopimus n.d.)

Työkonealalle on myös erikseen tehty ympäristöministeriön ja Teknisen Kaupan Liitto ry:n toimesta Työkonealan green deal -sopimus. Sopimus on voimassa vuoden 2025 loppuun, ja sen tarkoituksena on vähentää työkoneiden aiheuttamia hiilidioksidipäästöjä. Hiilidioksidipäästöjä pyritään vähentämään lisäämällä täyssähkökäyttöisten ja vähäpäästöisten työkoneiden tarjontaa ja laajempaa käyttöä. Sopimuksen alla ovat kaikki työkoneet, mutta alkuun se koskee erityisesti vastapainotrukkeja, pyöräkuormaajia ja nostimia, sillä näiden työkoneiden päästöt ovat neljäsosa työkoneiden kokonaispäästöistä. (Työkonealan green deal -sopimus n.d.)

3.3 Mitä ovat fossiilivapaa ja päästötön rakennustyömaa

Fossiilivapaalla rakennustyömaalla ei käytetä fossiilisia polttoaineita kuten dieseliä tai propaania. Hiiltä sisältävien polttoaineiden käyttö työkoneissa on sallittua, mikäli hiili ei lisää ilmakehän hiilidioksidin nettomäärää. Tällöin esimerkiksi kestävästi tuotetut biopolttoaineet ja sähköpolttoaineet ovat sallittuja. Päästöttömästä rakennustyömaasta taas puhutaan, kun polttoaineen palamisesta ei synny ilmaan leviäviä päästöjä missään vaiheessa. Sallittuja energialähteitä ovat sähkön lisäksi akut ja vedyt. Päästötön tarkoittaa myös fossiilitonta, mikä tarkoittaa, etteivät käytetyt energialähteet saa olla peräisin fossiilisista polttoaineista. Tällä pystytään hiilidioksidipäästöjen vähentämisen lisäksi vähentämään typen ja rikin oksidien ja hiukkasten määrää sekä melua, minkä seurauksena paikallinen ilmanlaatu ja ihmisten terveys paranevat. (Nordic Council of Ministers & Nordic Innovation 2023, 9–10.)

Fossiiliton ja päästötön rakennustyömaa pitää sisällään materiaalikuljetukset, työkoneiden kuljetuksen ja käytön, työntekijöiden kuljetuksen, energiakäytön,

sisäiset kuljetukset, tilapäiset työt, materiaalien asennukset sekä jätteiden kuljetuksen, käsittelyn ja loppusijoituksen. Tämä tarkoittaa, että fossiilittomuuden ja päästöttömyyden täytyy olla kaikkien näiden osioiden osalta huomioitu. (Fufa ym. 2019, 2.)

Päästötön rakennustyömaa ei välttämättä kuitenkaan ole todellisuudessa täysin päästötön, mikäli myös epäsuorat päästöt huomioidaan. Päästöjä syntyy nimittäin jonkin verran myös epäsuorasti uusiutuvasta sähköntuotannosta esimerkiksi voimalaitosten toiminnasta. Tämän lisäksi päästöjä syntyy epäsuorasti myös muun muassa työkoneiden tuotannosta sekä jätteiden käsittelystä. (Nordic Council of Ministers & Nordic Innovation 2023, 10, 15.)

Norjassa päästötöntä rakennustyömaakonseptia on hyödynnetty ainakin rakennettaessa Evenstadin yliopistokampusta Hedmarkissa ja Lian päiväkotia Osllossa. Evenstadin yliopistokampus on saanut korkean ZEB-tason luokituksen. (Fufa ym. 2019, 3.) ZEB tulee sanoista Zero Emission Buildings eli nollapäästöiset rakennukset. Tällainen rakennus tuottaa uusiutuvaa energiaa niin, että se pystyy kompensoimaan rakennuksen kasvihuonekaasupäästöt koko elinkaaren ajalta. ZEB-tasoja on erilaisia sen mukaan, miten moni osa-alue huomioidaan kompensoinnissa. (ZEB 2024.) Evenstadin yliopistokampuksen ZEB-taso on ZEB-COM, mikä tarkoittaa, että päästöt kompensoituvat operatiivisen energiakäytön, materiaalien, rakennusvaiheen sekä uusiutuvan energian tuotannon päästöjen osalta (Fufa ym. 2019, 3).

Lian päiväkodin rakennusprojekti on ensimmäinen fossiilivapaa rakennustyömaa. Se on saanut BREEAM-arvioinnissa tuloksen Very Good. (Fufa ym. 2019, 3.) BREEAM-arvioinnin avulla mitataan ja määritetään rakennusten kestävyyttä ja rakennusprojektien kestävä kehityksen tavoitteita. Yksi arvioinnin tarkoituksista on vähentää hiilidioksidipäästöjä, jota pystytään mittaamaan eri kategorioiden kautta, joita ovat muun muassa energia, kuljetukset, resurssit, materiaalit, jätteet, saastuminen sekä innovaatio. Kategorioiden ja mittausten perusteella lisensoitu arvioija myöntää rakennusprojektille BREEAM-sertifikaatin ja tason. (BRE Group n.d.)

4 Keinot kestävän liikkumisen ja liikenteen edistämiseen

Kestävästä liikenteestä ja liikkumisesta puhutaan silloin, kun kyseessä on ympäristön ja yhteiskunnan kannalta suotuisa kulkutapa. Kestävä kulkutapa on taloudellinen, sujuva, turvallinen sekä liikkujan terveyttä kohentava. Yleisesti ottaen kestävä liikenne ja liikkuminen pitävät sisällään kävelyn, pyöräilyn sekä joukkoliikenteen. Mikäli henkilöautoa on pakko käyttää, tulisi suosia yhteiskäyttöautoja, kimpakyytejä, taloudellista ajotapaa sekä pienikulutuksista autoa fossiilittomilla polttoaineilla. (Motiva 2023a.)

Kestävän liikenteen ja liikkumisen tarkoituksena on vähentää kasvihuonekaasupäästöjä, minkä seurauksena ilmanlaatu paranee ja melu vähenee. Muun muassa vähähiilisen energian käyttö sekä panostaminen puhtaisiin ja energiatehokkaisiin ajoneuvoihin edistää päästöjen vähenemistä. Kestävää liikkumista tukeva infrastruktuuri ja muutokset liikkujien asenteissa ja käyttäytymisessä taas edistävät vaihtoehtoisten kulkutapojen käytön lisääntymistä, ja näin ollen mahdollistavat kasvihuonekaasupäästöjen vähenemisen. Työmaa- ja ammattiliikenteessä vaihtoehtoiset polttoaineet ovat merkittäviä tulevaisuuden kannalta. Raskaiden ajoneuvojen ja työkoneiden osalta korostuvat myös logistinen suunnittelu, kalustovalinnat sekä ajotapa, joilla pystytään vaikuttamaan niin hiilidioksidipäästöihin kuin energiatehokkuuteenkin. (Motiva 2023a.)

Rakennustyömailla kestävä liikenne ja liikkuminen koskevat työmatkoja, siirtymiä, materiaalien kuljettamista sekä työkoneita ja niiden käyttöä. Tämän takia kestävyyttä edistäviä keinoja pyritään löytämään näiden osa-alueiden kautta. Luvussa esitetyt keinot pohjautuvat sekä kirjallisuuskatsaukseen, että Kuntecin toimitusjohtajan Harri Kauniston haastatteluun.

4.1 Työmatkat

Työmatkat pitävät sisällään työntekijöiden liikkumisen työn aloituspaikkaan ja töistä kotiin. Työmatkat kuuluvat rakennustyömaiden liikkumisen kokonaiskuvaan, jossa huomioidaan kaikki työntekijöiden, työkoneiden ja materiaalien liikkuminen. Kestävän liikkumisen kannalta suotuisat kulutavat työmatkoille ovat kävely, polkupyörä, joukkoliikenne, sähköauto, kimppakyyti sekä yhteiskäyttöauto. Useimmat näistä tavoista kohentavat liikkujan terveyttä ja näin ollen myös kasvattavat työhyvinvointia. (Motiva 2023a.) Arkiliikunnan hyöty kasvaa, ja samalla on mahdollista säästää rahaa ja hiilidioksidipäästöjä.

Keinoja, joilla kestäväää liikkumista voidaan edistää työmatkoilla, ovat esimerkiksi erilaiset työsuhde-edut ja muut kannustimet. Työnantaja voi tarjota työntekijälle työsuhdematkalippua, joka mahdollistaa verottoman matkustamisen joukkoliikenteessä 3 400 euroon asti. Joukkoliikenteen ohella työntekijän on mahdollista saada myös polkupyöräetu, joka taas on verotonta 1 200 euroon asti. Mikäli polkupyöräetua hyödynnetään, vähennetään se työsuhdematkalipun ja polkupyöräedun yhteisestä 3 400 euron verovapaasta enimmäismäärästä. (Vero 2023.) Nämä edut edistävät polkupyörän suosimista työmatkoilla autoilun sijasta, mikä vähentää syntyviä hiilidioksidipäästöjä huomattavasti sekä lisää arkiliikunnan määrää.

Työntekijöiden kannustaminen erityisesti polkupyöräilyyn vaatii hyvät tilat vaatteiden vaihtamiselle ja suihkussa käymiselle. Polkupyörällä on myös mukavampi tulla työpaikalle, mikäli tietää, että pyörän saa työpäivän ajaksi laitettua turvalliseen säilytyspaikkaan. Erilaiset polkupyörän huoltomahdollisuudet kuten pyörän pumppu luovat myös turvallisuuden tunnetta pyöräilylle. Myös kampanjat ja leikkimieliset kisat voivat kannustaa työntekijöitä tulemaan pyörällä tai kävellen töihin. (Sarkkinen 2020.) Muun muassa Kilometrikisa kannustaa työyhteisöjä, yhdistyksiä, kaveriporukoita ja muita ryhmiä osallistumaan leikkimieliseen pyöräilykilpailuun, jossa kilpaillaan eniten poljetuista kilometreistä ja/tai minuuteista (Kilometrikisa 2024). Hyötyliikunnan

lisäksi kilpailu voi lisätä yhteisöllisyyttä työpaikalla, mikä taas vaikuttaa työhyvinvointiin.

Pyöräilyyn ja kävelyyn kannustaa hyvät kulkureitit niin kesällä kuin talvellakin. Reittien hyvä ylläpito ympäri vuoden on tärkeää, jotta pyöräilyn tai kävelyn ainoana esteenä ei olisi huonosti hoidetut reitit. Hyvällä ylläpidolla pystytään pitämään pyöräilyn ja kävelyn osuus työmatkaliikkumisen osalta korkeana ympäri vuoden. Esimerkiksi Turun alueella Kuntecin toimitusjohtajan Harri Kauniston mukaan Kuntec tekee tehostettua talvihoitoa tietyillä valituilla reiteillä. Tehostettu talvihoito tarkoittaa lumen ja jään poistamista reiteiltä sekä hiekoituksen lisäämistä. Sen tarkoituksena on edistää kävely- ja pyöräilymahdollisuuksia talvella, jotta alueen ihmiset pääsisivät kulkemaan esimerkiksi työmatkat helposti ja turvallisesti talviaikaankin. (Kaunisto 2023.)

Joukkoliikenteen käyttö lisääntyy, mikäli työpaikka on hyvin saavutettavissa esimerkiksi bussilla tai junalla. Mikäli työntekijän ei ole mahdollista saavuttaa joukkoliikennettä kävellen, polkupyörällä tai liityntäpysäköintiä hyödyntäen, kulkee hän oletettavasti työmatkan autolla. Saavutettavuuden lisäksi bussi- ja junaliikkumista edistää vaivaton liikkuminen paikasta toiseen. Bussia tai junaa käyttäessä ei tarvitse itse miettiä ajoreittiä tai käyttää aikaa ajamiseen vaan voi vain istua rauhassa paikallaan. Mikäli työmatkan aikana joutuu vaihtamaan kulkuvälinettä bussista junaan ja takaisin bussiin tai odottamaan pitkiä aikoja vaihtojen välissä, saattaa siitä syntyä liikaa vaivaa liikkujalle, jolloin liikkuja valitsee enemmän autolla kulkemisen sen helppouden takia. (Mela & Mäkinen 2019.) Hieman pidemmän matkan joukkoliikenteessä voi ajatella kuitenkin myös hyödyn kannalta. Matkan aikana kerkeää hoitamaan työasioita valmiiksi tai hyödyntämään ajan muuhun tekemiseen, jota ei pystyisi ajamisen aikana hoitamaan.

Autoilusta sähköauton käyttäminen, yhteiskäyttöauto ja kimppakyyti ovat suotavimmat vaihtoehdot, sillä nämä vaihtoehdot tuottavat vähemmän hiilidioksidipäästöjä verrattuna yksityisautoiluun. Työnantaja voi edistää sähköauton käyttöä asennuttamalla työpaikalle latauspaikan sähköautoille. Tällöin sähköautolla on miellyttävämpi tulla työmatkat, sillä tietää, että

tarvittaessa pystyy lataamaan auton työpäivän aikana. Työnantaja voi myös edistää kestävästä liikkumisesta hankkimalla työpaikalle sähkökäyttöisen työsuhdeauton, jota työntekijät voivat käyttää yhteiskäyttöauton tavoin työmatkaliikkumiseen. (Liikenne- ja viestintävirasto Traficom 2023, 8.) Yhteiskäyttöauto voi toimia myös ikään kuin palkintona tai kannustimena hyvästä työstä, jolloin esimerkiksi kuukauden työntekijä saa käyttöönsä tämän auton kuukauden ajaksi. Kimppakyyti vähentää myös autoilusta syntyviä hiilidioksidipäästöjä, sillä jokainen ei tule omalla autolla vaan yhden auton päästöt voidaan ikään kuin jakaa autossa olijoiden määrällä. Kimppakyydit voivat lisätä myös yhteisöllisyyttä työntekijöiden kesken, joka edesauttaa työhyvinvointia.

4.2 Siirtymät

Siirtymillä tarkoitetaan tässä tapauksessa matkoja, jotka työntekijät, työkoneet ja materiaalit tekevät työn aloituspaikasta rakennustyömaalle, työmaalla, mahdollisten työmaiden välillä ja työmaalta takaisin aloituspaikkaan. Kuntecin toimitusjohtajan mukaan erityisesti pienille rakennustyömaille siirryttäessä mukaan tarvitsee ottaa erilaisia työkaluja ja kalustoa, minkä seurauksena niiden kuljettaminen kävellen tai pyörällä on haastavaa. Näissä tapauksissa pakettiauto tai muu vastaava on pakollinen, jotta työvälineet saa mukaan rakennustyömaalle. (Kaunisto 2023.) Mikäli rakennustyömaalle vietävät työvälineet mahtuvat kuitenkin kuormapyörään, kannattaa työnantajan harkita tällaisten hankkimista työpäivän aikaisiin siirtymiin (Sarkkinen 2020). Jotta päästötön liikkuminen toteutuu, tulee pakettiautojen tai muiden kuljetuksiin tarkoitettujen autojen olla mahdollisuuksien mukaan fossiilittomilla polttoaineilla toimivia tai sähkökäyttöisiä.

Kestävästä liikkumisesta edistää myös se, että autossa matkustaa rakennustyömaalle mahdollisimman monta työntekijää huomioiden työtehtävä ja työntekijöiden määrän tarve. Tällöin ajoneuvoja tarvitaan vähemmän, ja yhdestä ajoneuvosta syntyvät päästöt voidaan jakaa kyydissä olevien työntekijöiden määrällä. Näin toimii myös Kuntec toimitusjohtajan haastattelun perusteella,

sillä heidän pakettiautoillaan rakennustyömaalle kulkee aina 1–3 työntekijää riippuen työkohteesta. Työtehokkuuden kannalta ei kuitenkaan ole kannattavaa täyttää autoa täyteen työntekijöillä, jos heille ei ole tarvetta rakennustyömaalla. (Kaunisto 2023.)

Mikäli kyseessä on isompi pidemmän aikavälin rakennettu rakennustyömaa, on oletettavaa, että työntekijät aloittavat päivänsä suoraan työmaalta. Tällöin työntekijöiden rakennustyömaalle liikkuminen lukeutuu työmatkaliikkumiseen, ja näin ollen kestävän liikkumisen edistämiseen pätevät kestävän työmatkaliikkumisen keinot. Isoilla rakennustyömailla työskentelee useimmiten paljon työntekijöitä, minkä takia kimpakyydit ovat joukkoliikenteen rinnalla hyvä ratkaisu kestävyden edistämiseen, mikäli useita työntekijöitä tulee samalta suunnalta. Rakennustyömaan sijainnista ja työmaa-ajan kestosta riippuen voi olla myös järkevää pohtia työntekijöiden majoittamista kontteihin työmaa-alueen viereen, jolloin päästöjä ei synny rakennustyömaalle siirtymisestä. Muun muassa Evenstadin yliopistokampuksen rakennusprojektissa hyödynnettiin työntekijöiden majoittamista työmaa-alueella, mikä vähensi henkilökuljetusten hiilidioksidipäästöjä (Fufa ym. 2019, 5).

Työkoneiden ja materiaalien siirtymät voivat olla vaikeammin suunniteltavissa työntekijöiden siirtymiin verrattuna. Käytettävät työkoneet voivat olla joko yrityksen omia tai urakoitsijan, jolloin urakoitsijan toimintaan siirtymien suhteen ei voida vaikuttaa samalla tavalla. Kuten työntekijöidenkin kohdalla, kestävyden ja päästöttömyyden kannalta on parempi, että työkoneita kuljetetaan rakennustyömaalle mahdollisimman monta kerrallaan, jolloin hiilidioksidipäästöjen määrä vähenee. Mahdollisuuksien mukaan myös työntekijöiden ja työkoneiden yhteinen kuljetus on kannattavaa. Työntekijä voi kulkea rakennustyömaalle suoraan tarvittavalla työkoneella. Mikäli kyseessä on isompi rakennettu rakennustyömaa tai työkohde, johon tullaan seuraavanakin päivänä, on työkoneiden säilyttäminen työmaalla järkevää. Tällöin työkoneita ei tarvitse siirtää edestakaisin joka päivä, mikä vähentää huomattavasti hiilidioksidipäästöjä.

Materiaalien osalta siirtymät voivat tapahtua toimittajan toimesta. Oletettavasti materiaalit toimitetaan joko yrityksen toimistolle tai suoraan rakennustyömaalle. Toimittajan puolesta tehtäviin siirtymiin ei pysty välttämättä vaikuttamaan, mutta omissa materiaalien siirtymissä toimistolta rakennustyömaalle huomioidaan samoja keinoja kuin työkoneidenkin osalta. Mikäli on mahdollista, materiaalit tulee tuoda rakennustyömaalle tarvittavien työkoneiden kyydissä, jolloin rakennustyömaalle saadaan tuotua mahdollisimman paljon tarvittavista materiaaleista ja välineistä samaan aikaan. Toimittajien puolesta kannattavaa on tuoda eri materiaalit yhteiskuljetuksella, mikäli hakupaikat sijoittuvat järkevästi reitille. Tämä vähentää hiilidioksidipäästöjä, sillä kaikkia eri materiaalikuormia ei haeta erillisillä ajoneuvoilla. Kannattavaa on myös pohtia saako toimittaja vietyä rakennustyömaalta jotain pois kyydissään, jotta vältetään esimerkiksi rekan tyhjänä ajoa. (Suomen ympäristökeskus 2022.)

Kaikki siirtymät tulee tapahtua fossiilittomilla polttoaineilla tai sähkökäyttöisillä ajoneuvoilla. Mikäli kuljetus materiaalien, massojen tai työkoneiden osalta tapahtuu urakoitsijan tai toimittajan toimesta, voi heille maksaa päästöttömän tai biokaasupohjaisen ajoneuvon käytöstä hyvitystä. Tällöin myös urakoitsijat ja toimittajat alkavat mahdollisesti vähentää fossiilisten polttoaineiden käyttöä kuljetuksissaan, sillä he ovat saaneet kannustusta ja näyttöä suunnasta, johon halutaan tulevaisuudessa mennä. (Wiik ym. 2021, 9.)

4.3 Materiaalien kuljettaminen

Materiaalien kuljettamisella tarkoitetaan materiaalien kuljettamista tehtaan portilta rakennustyömaalle sekä rakennusprosessin jälkeen ylijääneiden materiaalien ja jätemateriaalien kuljettamista. Materiaalin kuljettamisesta syntyy yhtä lailla kasvihuonekaasupäästöjä kuin muustakin liikkumisesta.

Ensimmäinen keino onkin huomioida materiaaleja tuovan ajoneuvon päästöttömyys suosimalla fossiilittomia polttoaineita tai sähköisiä ajoneuvoja. Toinen keino vähentää kasvihuonekaasupäästöjä on paikallisten tai muuten kotimaisten materiaalien suosiminen, koska näiden kuljetettava välimatka on lyhyempi verrattuna ulkomailta tuotuihin materiaaleihin. Lian päiväkodin ja

Evenstadin yliopistokampuksen rakennusprojekteissa molemmissa hyödynnettiin paikallisia materiaaleja ja elementtejä, joiden seurauksena kuljetusten päästöt vähenivät. Tämän lisäksi Lian päiväkodin projektissa hyödynnettiin myös esivalmistettuja rakennusratkaisuja, joiden ansiosta rakennusprojekti nopeutui ja työkoneiden käytön tarve sekä jätteiden käsittely vähenivät. (Fufa ym. 2019, 5.)

Vaikka rakennusyritys haluaisi hyödyntää ympäristöystävällisiä tai paikallisia materiaaleja, ei se aina ole mahdollista. Kuntecin toimitusjohtajan haastattelussa selviää, että yritys tekee töitä myös tilaajille, jolloin materiaalit ovat tilaajan suunnitelmien mukaisia. Tällöin käytettäviin materiaaleihin ei pysty samalla tavalla vaikuttamaan. Yritys pystyy kuitenkin ehdottamaan tilaajalle toista materiaalia tai tuotetta, mikäli he huomaavat toisen vastaavan olevan kannattavampi taloudellisesti tai ympäristöllisesti. Lopullisen valinnan materiaalista tekee kuitenkin tilaaja. Toinen ongelma paikallisten materiaalien hyödyntämisessä on se, että julkisen hankintalain alla oleva yritys, kuten Kuntec, ei pysty asettamaan hankinnoilleen paikallisuuskriteereitä. Julkinen hankintalaki edellyttää hankintojen kilpailutusta, minkä perusteella hankintapaikka määräytyy. Vaikka paikallisuuskriteeriä ei voi laittaa kriteeriksi, voi ympäristökriteerin kuitenkin laittaa. (Kaunisto 2023.) Tämä edistää osittain ympäristöystävällisten ja kestävien materiaalien hankkimista ja kasvihuonekaasupäästöjen vähenemistä eli materiaalitehokkuutta.

Yksi keino kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi on myös ylijääneiden materiaalien ja kaivettujen maamassojen hyödyntäminen tulevissa projekteissa. Tällöin uusia materiaaleja ei tarvitse hankkia eikä kuljettaa kaukaa. Ylijääneitä materiaaleja ei myöskään tarvitse kuljettaa hävitettäväksi. Tämä vähentää niin kuljetusten kasvihuonekaasupäästöjä kuin uusien materiaalien valmistamisesta syntyviä päästöjä. Ylijääneitä materiaaleja voi myös tarjota muille lähellä oleville toimijoille, mikäli materiaaleille ei itsellä ole tarvetta. Toimijoilta voi kysyä myös heidän ylijääneistä materiaaleistansa.

Mikäli ylijääneitä materiaaleja ei saa hyötykäytettyä tulee ne kuljettaa asiaankuuluvaan paikkaan. Esimerkiksi Turun seudulla toimii Kiertomaa, jota

muun muassa Kuntec hyödyntää Kuntecin toimitusjohtajan mukaan. Kiertomaa tuottaa ja ottaa vastaan maa-aineksia sekä kierrättää näitä. Joistakin tuoduista ylijäämämateriaaleista kuten risuista yritys tuottaa myös multa-aineksia.

(Kaunisto 2023.) Kiertomaalla on ylijäämämateriaalien varastointipalvelu, jonne voi viedä rakentamisesta syntyneitä ylijäämäaineeksia odottamaan myöhempää hyödyntämistä (Kiertomaa n.d.).

4.4 Työkoneet

Vaikka työkoneet ovat suurin kasvihuonekaasupäästöjen aiheuttaja rakennustyömailla, on työkonealalla potentiaalia vähentää syntyvien päästöjen määrää. Työkoneiden käyttäminen on edellytys rakennustyömailla, joten suoraan niistä ei voida luopuakaan. Työkoneille tai raskaalle kalustolle ei ole vielä olemassa virallista tapaa hiilidioksidipäästöjen ja energiatehokkuuden tarkkailuun (Motiva 2018). Energiatehokkuutta pystytään kuitenkin edistämään muun muassa työvaiheiden ja reittien suunnittelulla ja ajotavalla (Motiva 2023c). Kuntecin toimitusjohtajan mukaan yritys sijoittaa saman suunnan työtehtävät samalle päivälle, jolloin työpäivän aikana ei tarvitse ajaa ympäri Turun aluetta (Kaunisto 2023). Polttoainekulutuksen ja ajotavan seurantajärjestelmän avulla taas pystytään seuraamaan energiatehokkuutta ja oppimaan taloudellisen ajotavan merkityksestä. Taloudellinen ajotapa on yksi tehokkaimmista tavoista vähentää työkoneiden hiilidioksidipäästöjä. Raskaan kaluston kuljettajat käyvät pakollisen ennakoivan ajon kurssi säännöllisesti, minkä lisäksi heillä on mahdollisuus käydä vapaaehtoisia taloudellisen ajotavan kursseja. Työkoneiden kuljettajille vastaavia kursseja on todella vähän tai ei ollenkaan. (Motiva 2018.)

Polttoainekulutuksen seurantajärjestelmän ja taloudellisen ajotavan omaksumisen myötä pystytään saamaan 15 %:n polttoainesäästö. Myös työkoneen kalustovalinnoilla, tarkoittaen muun muassa ajoneuvon painoa ja aerodynamiikkaa, pystytään vaikuttamaan polttoaineen kulutukseen jopa 30 %. Näiden lisäksi myös tyhjäkäynnin välttämällä, renkaiden ja rengaspaineiden oikealla valinnalla sekä energiakulutuksen pienentävillä voiteluaineilla pystytään vaikuttamaan jonkin verran polttoaineen kulutukseen. (Motiva 2018.)

4.4.1 Säädöksiä

Työkoneille on asetettu jonkin verran erilaisia sääntelyjä ja kriteerejä. Pakokaasuja pystytään vähentämään raskaan kaluston osalta EURO-luokituksella ja työkoneiden osalta vaihe- eli Stage-luokituksella. Viimeisin Stage-luokitus tuli voimaan 2019–2020, ja sillä säännellään häkää, typenoksideja, pienhiukkasia, hiilivetyjä ja ammoniakkipäästöjä. (Motiva 2023c.) Mikäli jokin työkone ei kuulu Stage-luokitukseen, voi sille asettaa ikärajan. Stage-luokituksen rinnalle voi asettaa myös vaatimuksen käyttöönottovuodesta, sillä käyttöönottovuosi kertoo työkoneen päästöluokasta. Työkoneista on myös hyvä varmistaa, löytyykö niistä katalysaattori. Katalysaattorin avulla pystytään muuttamaan pakokaasujen haitalliset osat vähemmän haitalliseen muotoon. Olemassa olevan työkoneen päästöluokkaa pystytään parantamaan myös jälkiasennettavalla puhdistuslaitteella. (Motiva 2018.)

Raskaan kaluston EURO-luokituksella säädelään myös häkää, typenoksideja, pienhiukkasia ja hiilivetyä. Viimeisin EURO-luokka on vuonna 2014 tullut EURO VI, johon kaikki vuodesta 2014 lähtien ensirekisteröidyt raskaat ajoneuvot kuuluvat. EURO-luokitus toimii niin, että mitä suurempi luokitus kulkuneuvolla on, sitä puhtaammat pakokaasupäästöt sillä on. (Motiva 2023c.)

Työkoneiden melutasolle on vuonna 2000 tullut voimaan direktiivi, jota on päivitetty 2005. Direktiivissä on asetettu melurajat muun muassa tiehöylille, kaivinkoneille, asfaltinlevittimille, jyrille sekä puskutraktoreille. Rajat vaihtelevat työkoneen ja moottoritehon mukaan. (Motiva 2023c.)

4.4.2 Vaihtoehtoiset polttoaineet

Työkoneille on olemassa jo jonkin verran ympäristöystävällisempiä ja päästöttömämpiä vaihtoehtoja. Ympäristöystävällisiä työkoneita ovat biopolttoaineella toimivat koneet, vetykäyttöiset koneet, sähkökäyttöiset koneet sekä ammoniakkipäästöiset koneet. Näistä biopolttoaineella toimiva työkone on

fossiiliton ja sähkö-, ammoniakki- ja vetykäyttöiset työkoneet päästöttömiä. (Wiik ym. 2021, 10.)

Biopolttoaine on tällä hetkellä merkittävin vaihtoehtoinen polttoaine. Sen avulla pystytään vähentämään hiilidioksidipäästöjä merkittävästi, mikäli biopolttoaine tuotetaan kestävästi eikä se aiheuta maankäytön muutoksia. (European Commission n.d.) Biopolttoaineilla on korkea energiatiheys, mikä mahdollistaa pitkän toiminta- ja käyttöajan. Tämän lisäksi ajoneuvokustannukset ovat usein alhaiset. Biopolttoaineen palamisesta sen sijaan aiheutuu saastumista, ja sillä on alhainen tehokkuus. (Nordic Council of Ministers & Nordic Innovation 2023, 22.) Biopolttoaineita voidaan käyttää suoraan sellaisenaan tai sekoitettuna fossiilisiin polttoaineisiin (European Commission n.d.). Mikäli biopolttoainetta sekoitetaan fossiilisiin polttoaineisiin, ei seosta voida laskea fossiilittomaksi. Suoraan käytettynä se kuitenkin sopii hyvin fossiilittomille rakennustyömaille.

Biopolttoaineen muodoista biodiesel ja HVO ovat eniten käytetyt rakentamisessa ja raskaassa liikenteessä. Molemmat näistä tehdään kasviöljystä ja luokitellaan ensimmäisen sukupolven biopolttoaineiksi. Biodiesel ei itsestään täytä dieselpolttoaineen laatustandardeja, joten sitä käytetään usein fossiilisen dieselin seoksena. HVO taas on korkealaatuinen dieselpolttoaine, jolla voidaan korvata perinteinen diesel täysin. (Nordic Council of Ministers & Nordic Innovation 2023, 24–25.) Ensimmäisen sukupolven biopolttoaineita ei pidetä kuitenkaan kovin kestävinä, minkä seurauksena Euroopan komissio on ehdottanut näiden määrää rajoitettavaksi ja edistyneempien toisen sukupolven biopolttoaineiden kannusteiden lisäämistä (European Commission n.d.). Toisen sukupolven biopolttoaineiden raaka-aineita ovat orgaaninen jäte, käyttämättömät sivutuotteet ja energiakasvit, jotka on kasvatettu vähän resursseja käyttäen, jolloin niillä on minimalistiset vaikutukset elintarviketuotantoon ja ympäristöön. Toistaiseksi näillä toisen sukupolven biopolttoaineilla on kuitenkin korkeampi hinta, mikä vähentää niiden suosiota. (Nordic Council of Ministers & Nordic Innovation 2023, 24.)

Vety on lupaava vaihtoehto dieselpolttoaineelle, mikäli sähköistäminen ei ole mahdollista. Erityisesti raskaille ajoneuvoille vety on merkittävä vaihtoehto, sillä

sen avulla pystytään vähentämään hiilidioksidipäästöjä helposti. (European Commission n.d.) Vetyä syntyy sekä elektrolyysissä että biomassan kaasutuksessa. Sitä voidaan käyttää polttomoottoreissa, mutta polttokennoissa sillä on parempi hyötysuhde ja nollapäästöt. Vedyllä on korkea ominaisenergia, mutta sitä on vaikea puristaa ja varastoida. Akkukäyttöiseen ajoneuvoon verrattuna vedyn energiatiheys on kymmenen kertaa parempi, kun taas muutoshyötysuhde on alhaisempi. Polttokennojen tehokkaiden sähkömoottoreiden ansiosta järjestelmän energiatehokkuus on huomattavasti suurempi kuin polttomoottorijärjestelmissä. Maakaasuun ja metaaniin verrattuna vetyä on vaikeampi käsitellä, sillä sen korkea työpaine vaatii erikoiskompressoreita ja säiliöitä. Vetypolttokenno alkaa olla vakiintunut tekniikka, sillä sitä on käytetty sähköajoneuvoissa useiden vuosien ajan. Polttoaineinfrastruktuurin kehitys on kuitenkin pysäyttänyt vetykäyttöisten ajoneuvojen käyttöönoton. (Nordic Council of Ministers & Nordic Innovation 2023, 22–24.)

Ammoniakkia on käytetty 1800-luvun alusta lähtien polttoaineena moottoriajoneuvoissa, vetureissa ja raitiovaunuissa. Hiljattain se on noussut uudelleen vaihtoehtoiseksi ratkaisuksi hiilidioksidipäästöjen vähentämiseksi. Ammoniakin varastointi on vähemmän riskialtista kuin vedyn. Se tuottaa myös vähemmän kasvihuonekaasuja kuin nestekaasu tai paineistettu maakaasu. Ammoniakin hyötysuhde paranee, kun se sekoitetaan muihin polttoaineisiin. Muihin polttoaineisiin sekoittaminen vähentää kuitenkin ammoniakin päästöttömyyden astetta. Ammoniikki on eniten käytetty vaihtoehtoinen polttoaine meriliikenteessä. (European Commission n.d.)

Sähköautot olivat suosittuja 1900-luvun alussa, kunnes polttomoottoriautoista tuli halvempia, luotettavampia ja helppokäyttöisempiä. Myös autolla tehdyt matkat alkoivat pidentyä, jolloin sähköautojen kantama ei enää riittänyt. (Motiva 2023b.) Sähkökäyttöisten ajoneuvojen sähkö tuotetaan fossiilisesta hiilestä, ydinvoimasta tai uusiutuvasta energiasta tarkoittaen tuuli-, vesi- ja aurinkovoimaa sekä biopolttoaineita. Sähkökäyttöisten ajoneuvojen etuna on niiden saasteettomuus ja meluttomuus. (European Commission n.d.) Näiden

lisäksi sähkömoottori on energiatehokas ja yksinkertainen. Ulkoilman lämpötilan vaihtelut vaikuttavat kulutukseen, jolloin kylmissä olosuhteissa kulutus on korkea. Kun koko vuoden aikainen kulutus huomioidaan, on energiatehokkuus polttomoottoriautoja parempi. Sähkökäyttöiset ajoneuvot toimivat akuilla, joihin sähköenergia on varastoitu. Energia on varastoitu suljettuihin kennoihin, joita pystytään lataamaan ulkopuolisesta lähteestä. (Motiva 2023b.)

Ladattavat hybridisähköajoneuvot ja täysin sähkökäyttöiset ajoneuvot pystyvät ottamaan sähköä ulkoisista sähkölähteistä ja varastoimaan energian akkuihin. Ongelmana on latausmahdollisuuksien ja -paikkojen vähäisyys, jolloin kyseiset ajoneuvot eivät ole kannattavia vaihtoehtoja. (European Commission n.d.) Työkoneiden kohdalla tulee varmistaa, että sähkökäyttöisen työkoneen pystyy tarvittaessa lataamaan työpäivän aikana mahdollisesti eri paikoissa, mikäli liikutaan työmaalta toiselle. Isommalle pidemmän aikavälin rakennustyömaalle kannattaa suunnitella sähköistys sähköntoimittajan kanssa, ja näin varmistaa riittävät latausmahdollisuudet. Suunnittelussa tulee huomioida muun muassa ladattavien työkoneiden määrä, koneiden käyttöaika sekä niiden mahdollinen kulutus. Myös oikeiden pistorasioiden käyttöön tulee kiinnittää huomiota, ja merkata selkeästi työkoneiden lataamiseen tarkoitetut pistorasiat. Jotta sähkökäyttöisten työkoneiden turvallinen käyttö varmistuu, on sähköturvallisuudelle nimettävä vastuuhenkilö. Sähkökäyttöisten ajoneuvojen kuljettajien on suositeltavaa myös käydä terveyst- ja turvallisuuskoulu, jotta työkoneiden turvallinen ja asianmukainen käyttö toteutuu. (Wiik ym. 2021, 10–11, 27).

Sähkökäyttöisten koneiden ongelmana on niiden kallis hinta, alhainen energiatehokkuus sekä akkujen raskas paino, mitkä rajoittavat ajoneuvojen ajomatkaa. Yleisesti akun lataaminen kestää myös melko kauan. (European Commission n.d.) Rakennustyömailla pitkä latausaika voi aiheuttaa ongelmia, mikäli akku täytyy ladata kesken työpäivän. Lataus kannattaa tehdä mahdollisuuksien mukaan ruokataujan aikana (Wiik ym. 2021, 11). Jos kuitenkin akku täytyy ladata useamman kerran, on suositeltavaa miettiä akun vaihtamista päivän aikana tai nopeaa induktiivista latausta (European Commission n.d.).

Nopea lataus mahdollistaa akun lataamisen lähes täyteen, mutta vaatii paljon virtaa latauspisteeltä, mikä tulee huomioida sähköistyksen suunnittelussa (Motiva 2023b).

Vaikka latauksen suunnittelu vaatii hieman enemmän aikaa, on hiljaisella koneella mukavampi työskennellä. Myös rakennustyömaa-alueen asukkaat ovat mielissään hiljaisuudesta ja puhtaammasta ilmanlaadusta. Työkoneiden äänettömyydellä on kuitenkin myös riskinsä, sillä työntekijät eivät kuule koneiden liikettä, mikä voi aiheuttaa vaaratilanteita. Yksi ongelma on myös sähkökäyttöisten työkoneiden lyhyessä kantamassa, jonka seurauksena niillä ei voi kulkea pitkiä matkoja. Tämä tarkoittaa sitä, että materiaalien kuljettaminen rakennustyömaalle ja pois on haastavampaa sähkökäyttöisellä ajoneuvolla, jolloin esimerkiksi biopolttoaineella tai vedyllä kulkeva ajoneuvo on kannattavampi. Yksi keino pidemmille matkoille on latausasemien asentaminen isompien teiden varrelle, jolloin lataaminen onnistuu helposti matkan aikana. (Wiik ym. 2021, 25, 30)

4.4.3 Sähköisten työkoneiden saatavuus

Wiikin ym. (2021, 17–20) tutkimuksessa päästöttömän rakennustyömaan vaatimuksista luotiin Microsoft Forms -kysely, jonka perusteella pyrittiin selvittämään eri tahojen työmaatoimintojen päästöttömyyttä ja projekteissa käytettyjen työkoneiden ja laitteiden ympäristöystävällisyyttä. Kysely lähetettiin kuudelle taholle, joista viisi vastasi kyselyyn. Näistä neljä vastausta oli tutkimuksen kannalta olennaisia. Kyselyyn vastasivat Oslobygg, Fornebubanen, Norjan vesi- ja jätevesivirasto sekä Norjan kaupunkiympäristövirasto. Kyselyn perusteella ympäristöystävällisempiä työkoneita on kyseisten tahojen projekteissa käytössä laajasti. Sähkökäyttöisiä koneita projekteissa oli kaivinkoneita, rekkoja, maantiivistäjiä, pyöräkuormaajia, kippiautoja, tiejyriä, nostokurkia, hissejä, erilaisia nostimia, asennus- ja purkurobotteja, vaunuja, kompressoreja, pienkuormaajia, murskaimia, ruiskubetonilaitteita, betonipumppuja, tunnelointilaitteita, paalutuskoneita, etukuormaajia, porauslaitteita, seulontalaitteita ja tiejyrsimiä. Näistä akkukäyttöisiä versioita oli

myös kaivinkoneesta, rekasta, pyöräkuormaajasta, maantiivistäjästä, kippiautosta ja tiejyrästä. Kaapelikäyttöisiä versioita taas oli kaivinkoneesta ja rekasta sekä biodieselillä toimiva tunnelointi-, ruiskubetoni- sekä paalutuslaite.

Lian päiväkodin rakennusprojektissa olisi haluttu käyttää sähkökäyttöisiä työkoneita, mutta saatavilla ei ollut vielä kaikkia projektiin haluttuja työkoneita sähköisinä (Fufa ym. 2019, 5). Kyseinen projekti ajoittui vuosille 2016–2017, kun taas päästöttömän rakennustyömaan vaatimuksista tehty tutkimus tehtiin vuonna 2021. 2021 saatujen kyselytulosten perusteella sähköisiä työkoneita oli saatavilla ja käytössä jo huomattavasti enemmän. Tämä osoittaa, että ajan kuluessa työkoneiden ympäristöystävällisempien vaihtoehtojen kehitys ja saatavuus on parantunut. Tästä huolimatta sähköisten työkoneiden saatavuus on edelleen melko heikkoa Suomessa. Kuntecin toimitusjohtajan haastattelun mukaan yrityksellä on käytössä sähkökäyttöisiä pakettiautoja, mutta raskaampaa kalustoa kuten kuorma-autoja, kaivinkoneita ja pyöräkuormaajia yritys ei ole saanut käyttöönsä markkinoiden puutteen takia (Kaunisto 2023).

Eri työkonevalmistajien internetsivuja selatessa pystyy myös toteamaan, että sähköisten työkoneiden saatavuus on vielä alkutekijöissään. Selvityksessä ei käyty kaikkia työkonemerkkejä läpi vaan vain sellaiset, joilta suoraan löytyi sähkökäyttöisiä työkoneita. Eniten sähkökäyttöisiä työkoneita löytyy Wacker Neusonin valikoimasta. Valikoimaan kuuluu sähkökäyttöinen tiejyrä, pieni kaivinkone, pieni pyöräkuormaaja, kurottaja sekä pieni dumpperi. Näiden lisäksi valikoimasta löytyy myös akkukäyttöinen täryjunta, tärylevy ja betonivibra sekä akku- ja sähkökäyttöiset maantiivistimet. (Edeco-Tools n.d.; Wacker Neuson 2024.) Myös Volvon valikoimasta löytyy useampia sähkökäyttöisiä työkoneita, joihin kuuluu sähkökäyttöinen iso kaivinkone, kolme erilaista pientä kaivinkonetta ja kaksi kompaktila pyöräkuormaajaa. Näiden lisäksi Volvolla löytyy myös iso pyöräkuormaaja, mutta tätä ei löydy Suomen markkinoilta. (Volvo n.d.a) JCB:n sähkökäyttöisten työkoneiden valikoimasta taas löytyy kurottaja, pieni kaivinkone, teletrukki, dumpperi, sivudumpperi sekä saksinostin (JCB 2023). Näistä Matekon, joka toimii JCB:n maahantuojana Suomessa, valikoimasta löytyy kurottaja, teletrukki, pieni kaivinkone ja dumpperi (Mateko

n.d.). Suomen markkinoilta löytyy vielä Komatsun sähkökäyttöinen louheensiirtoauto, mikä on myös yrityksen ainut sähkökäyttöinen työkonetyyppi (Komatsu 2021; Suomen Rakennuskone 2024a).

Myös Cat ja LiuGong valmistavat sähkökäyttöisiä työkoneita, mutta kyseisiä työkoneita ei ole saatavilla Suomessa. Cat:n valikoimaan kuuluu sähkökäyttöinen pieni ja keskikokoinen kaivinkone sekä kompakti ja keksikokoinen pyöräkuormaaja (Cat 2024). LiuGongin valikoimaan taas kuuluvat sähkökäyttöinen pieni kaivinkone ja pyöräkuormaaja (LiuGong 2023).

Mikäli sähkökäyttöisiä koneita ei ole saatavilla, on dieselkäyttöisten koneiden vaihtaminen uusiutuvilla polttoaineilla toimiviksi jo askel parempaan suuntaan ja hiilidioksidipäästöjen vähentämiseen. Näin tehtiin niin Lian päiväkodin projektissa kuin myös Kuntecilla. Kuntecin toimitusjohtajan mukaan yritys pyrkii kevään 2024 aikana vaihtamaan polttomootorikäyttöiset työkoneet uusiutuvilla polttoaineilla toimiviksi (Kaunisto 2023). Lian päiväkodissa sähköisten työkoneiden saatavuusongelmien takia taas päädyttiin käyttämään työkoneissa biodieseliä. (Fufa ym. 2019, 5).

4.4.4 Kiertotalouden keinot

Yksi keino työkoneiden päästöjen ja hiilijalanjäljen vähentämiseen on myös työkoneiden vuokraaminen. Kuntecin toimitusjohtajan mukaan yrityksellä ei ole kaikkia työkoneita omasta takaa, vaan osan työkoneista yritys hankkii alihankkijan kautta tai vuokraamalla. Vuokrattavat työkoneet ovat pääsääntöisesti koneita, joita yritys tarvitsee vain harvoin. Vuokrauksella estetään työkoneiden turha seisominen pihalla. (Kaunisto 2023.) Samalla säästetään myös rahaa ja luonnonvaroja, sillä uutta yksittäistä konetta ei tarvitse valmistaa tai hankkia. Työkoneiden valmistamiseen tarvitaan paljon raaka-aineita, joten on tärkeää miettiä, tuleeko työkonetta tarvitsemaan tarpeeksi usein, jotta se kannattaa ostaa vuokraamisen sijaan. (Motiva 2018.) Työkoneen vuokraus vähentää syntyviä kasvihuonekaasupäästöjä ja edistää materiaalitehokkuutta, sillä uusia työkoneita ei tarvitse valmistaa. Mikäli

sähkökäyttöisen työkoneen saisi vuokrattua, vähentyisi syntyvien päästöjen määrä entisestään.

Suomessa on mahdollista vuokrata Cat:n, JCB:n, Komatsun ja LiuGongin työkoneita maahantuojilta. Suomen Rakennuskone ylläpitää Komatsun vuokrauspalvelua (Suomen Rakennuskone 2024b). AvescoRentistä taas pystyy vuokraamaan Cat:n työkoneita (Avesco Rent 2023). JCB:n työkoneet vuokraa CE Rental, josta pystyy vuokraamaan myös joitakin LiuGongin työkoneita (CE Rental n.d.). Mikään näistä vuokrauspalveluista ei tarjoa kuitenkaan sähkökäyttöisiä työkoneita Suomessa.

Työkoneet ovat pitkäikäisiä, mikä tarkoittaa, että niiden vaihtaminen uuteen on haastavaa. Kiertotalouden näkökulmasta olemassa olevat työkoneet tulee käyttää ensin elinkaarensa loppuun, ja tämän jälkeen mahdollisuuksien mukaan käyttää uudelleen. Olemassa olevien työkoneiden osat voidaan esimerkiksi kunnostaa ja käyttää uuden työkoneen valmistamiseen. Tällöin uusia raaka-aineita ei tarvitse louhia, mikä säästää luonnonvaroja ja vähentää kasvihuonekaasupäästöjä ja hiilijalanjälkeä. Jotta elinkaaresta saataisiin kuitenkin mahdollisimman pitkä ja kestävä, voi olemassa olevasta koneesta tehdä päästöttömämmän esimerkiksi asentamalla konekantaan lisäratkaisuja (Päästöttömät työmaat – Kestävien hankintojen green deal -sopimus n.d.). Mikäli polttoaineen vaihtaminen uusiutuvaksi polttoaineeksi on mahdollista nykyiseen olemassa olevaan työkoneeseen, on se kannattavaa, sillä polttoaineen vaihtaminen vähentää syntyviä hiilidioksidipäästöjä.

Jotta työkone kestäisi mahdollisimman hyvin elinkaarensa loppuun, on olemassa erilaisia varaosa-, huolto- ja korjauspalveluita. Työkoneiden maahantuojilla on muun muassa tarjolla erilaisia palveluita, joiden tarkoituksena on pitää työkone mahdollisimman hyvässä kunnossa. Volvo tarjoaa näiden lisäksi työkoneilleen paljon muitakin palveluita, joiden tarkoituksena on ikään kuin päivittää konetta ympäristöystävällisemmäksi ja tehostaa työskentelyä, mikä vähentää syntyvien hiilidioksidipäästöjen määrää. Yrityksellä on muun muassa New Life -palveluita, joiden kautta omaa työkoneita voi kunnostaa

ympäristöä suojellen sekä polttonestetehtokkuuden palveluita, jotka taas vähentävät polttonesteenkulutusta ja hiilidioksidipäästöjä. (Volvo n.d.b.)

Kiertotalouden mukaisesti työkoneen tultua elinkaarensa loppuun, sen materiaalit voidaan kierrättää uusien materiaalien ja komponenttien valmistukseen, ja vasta tämän jälkeen uuden työkoneen hankkiminen on kannattavaa. Ensisijaisesti uuden työkoneen etsiminen kannattaa aloittaa tutkimalla käytettyjen työkoneiden valikoima. Käytetyn työkoneen ostaminen vähentää uusien työkoneiden valmistuksen tarvetta, mikä taas vähentää kasvihuonekaasupäästöjen syntymistä ja luonnonvarojen käyttämistä. Käytettyjen koneiden hankinnalle kannattaa kuitenkin asettaa ympäristökriteerejä, jotta hankittu työkone tuottaisi mahdollisimman vähän hiilidioksidipäästöjä. Avesco Cat Suomi tarjoaa muun muassa käytettyjen koneiden ostopalvelua Cat työkoneille (Avesco Cat Suomi n.d.). Mikäli käytettyjen ja vuokrattavien työkoneiden valikoimasta ei löydy omaan tarpeeseen sopivaa konetta, on seuraavaksi kannattavin vaihtoehto uusi sähkökäyttöinen työkone.

4.5 Muita keinoja

Kestävää liikkumista ja liikennettä pystytään edistämään myös erilaisilla keinoilla, jotka keskittyvät enemmän kestäväan rakentamiseen. Kestävyyden, pitkäikäisyyden ja monikäyttöisyyden ansiosta uusia rakennuksia ei tarvitse rakentaa, jolloin rakennustyömaiden tarve myös vähenee. Uuden rakentamisen sijaan olemassa olevia rakennuksia kunnostetaan, mikä vaatii vähemmän työvoimaa, mikä taas tarkoittaa kasvihuonekaasupäästöjen vähenemistä.

Keinoja, joilla hiilijalanjälkeä pystytään vähentämään rakennustyömailla, on erilaiset kestäväan rakennuksen sertifikaatit, joiden avulla pystytään arvioimaan rakennuksen ympäristötehokkuutta. Pohjoismaissa on käytössä BREEAM, LEED ja Nordic Swan -järjestelmät. Euroopan komissio taas on luonut Level(s)-järjestelmän, jonka avulla voidaan mitata rakennuksen kestäväan kehityksen arviointia ja raportointia. Nämä kaikki ovat vapaaehtoisia sertifiointeja toisin kuin

Pohjoismaiden viranomaisten kehitteillä oleva rakennuksen elinkaariarviointi (LCA). LCA:n avulla tarkastellaan peruspäästöarvoja ja asetetaan normatiiviset hiilirajat sallituille päästöille rakennusprojekteissa. Myös kasvihuonepäästöjen hiiliverolla pystytään vähentämään hiilidioksidipäästöjä luoden samalla tulovirtaa julkiselle taloudelle. Hiiliveron tarkoituksena on tukea energiasiirtymää ja vaikuttaa energiaan liittyviin päästöihin rakennustyömailla. (Nordic Council of Ministers & Nordic Innovation 2023, 7.)

Hiilijalanjälkeen ja päästöihin pystytään vaikuttamaan myös erilaisten julkisten hankintojen kautta. Julkisten hankintojen takana on suuria summia ja huomattava kysyntä, joten niiden avulla pystytään näyttämään suunta tulevalle ja edistämään ympäristöystävällistä toimintaa. Rakennushankkeisiin tehtäville hankinnoille voi myös asettaa kriteereitä, joiden kautta pystytään edistämään kestävyyttä ja ympäristöystävällisyyttä. Esimerkiksi Osllossa asetettiin rakennushankkeille myöntämisperusteet, joihin kuului hinta, laatu ja ympäristö. Kriteereistä myönnettiin pisteitä, ja eniten pisteitä saanut tarjoaja voitti. Ympäristökriteerit painottuivat päästöttömiin työkoneisiin ja päästöjen vähentämiseen kuljetuksissa. Kestävien ja innovatiivisten julkisten hankintojen osaamiskeskus Keino taas on julkaissut ympäristökriteerit päästöttömän työmaan laitteille. Kriteerien mukaan vähintään 30 % käytetyistä työkoneista tulee olla sähkö-, vety- tai biokaasukäyttöisiä sekä muiden käytettävien työkoneiden tulee käyttää fossiilittomia polttoaineita. Julkaisussa esitellään myös bonus, joka voidaan maksaa toimijalle päästöttömän tai vähäpäästöisen työkoneen käytöstä. (Nordic Council of Ministers & Nordic Innovation 2023, 26–27.) Myös Lian päiväkodin rakennusprojektissa asetettiin hankintakriteerejä työkoneille, lämmitykselle ja kuivaukselle sekä kuljetuksille. Hankinnoissa painotettiin 60 % laatu- ja ympäristökriteerejä ja 40 % hintakriteerejä. (Fufa ym. 2019, 4.)

Varhaisella perusteellisella suunnittelulla sekä tiiviillä yhteistyöllä sidosryhmien kanssa pystytään lyhentämään rakennusvaihetta sekä suunnittelemaan parempi kuljetuslogistiikka (Nordic Council of Ministers & Nordic Innovation 2023, 30). Lian päiväkodin rakennusprojektissa pyrittiin heti aluksi tekemään

tarkat määritelmät projektin tavoitteille, haasteille ja mahdollisuuksille aiempien kokemusten ja tutkimusten pohjalta. Tutkittavina aiheina oli esimerkiksi erilaiset työkoneet ja niiden saatavuus sekä toimenpiteet, joilla projektista saataisiin mahdollisimman fossiilivapaa. (Fufa ym. 2019, 5.) Selkeät tavoitteet ja vaatimukset edesauttavat kaikkien projektin osapuolten ymmärrystä, jolloin vältetään epäselvyyksiltä. Selkeys edistää myös hiilidioksidipäästöjen vähentämistä, sillä päästöille on asetettu tietyt rajat, joissa pyritään pysymään. Evenstadin yliopistokampuksen rakennusprojektissa keskityttiin päästöjen vähentämisen toimenpiteisiin. Alussa tehtiin kasvihuonepäästölaskelmat kokemuspohjaisen arvion perusteella, minkä perusteella lähdettiin miettimään keinoja päästöjen vähentämiseksi ennen rakennusprojektin aloittamista. Päästötietojen puutteet ja vähäinen päästölaskentakokemus vaikuttivat arvioon, minkä seurauksena jotkin rakennustoimintojen päästöt lisääntyivät. (Fufa ym. 2019, 5.) Päästölaskentaa tulisi jatkaa säännöllisesti rakennuksen koko elinkaaren ajan aloittaen varhaisesta suunnittelusta purkamiseen asti.

Energiakäytön osalta kasvihuonekaasupäästöjä pystytään vähentämään lämmityksen ja kuivauksen tarvetta vähentämällä. Rakenteiden ja materiaalien suojaaminen väliaikaisella katoksella suojaa sateelta ja pitää materiaalit kuivina, jolloin niitä ei tarvitse erikseen kuivata. Tämä vaikuttaa niin energiakäytön päästöihin kuin materiaalitehokkuuteenkin. Myös sään ja vuodenajan huomioimisella pystytään vähentämään energian kulutusta. Esimerkiksi betoniperusteet kannattaa asentaa ennemmin kesäaikana, sillä tällöin maata ei tarvitse sulattaa, mikä säästää energiaa. Rakennustyömaan valaistukseksi kannattaa valita liiketunnistimella toimivat valot, sillä niiden avulla pystytään vähentämään energiankulutusta ajalta, jolloin rakennustyömaalla ei olla töissä, mutta myös huomaamaan murtautumiset työmaalle. (Fufa ym. 2019, 6.) Mikäli rakennusvaiheen aikana on kertynyt hukkalämpö, kannattaa se ottaa talteen ja hyödyntää rakennuksen lämmityksessä (Rytky 2021).

Rakennukset tulee pyrkiä rakentamaan kestävästi. Yksi kestävä vaihtoehto on nollaenergiarakennus (ZEB), jonka nettoenergiakulutus on nolla. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, ettei rakennuksesta synny kasvihuonekaasupäästöjä.

(Nordic Council of Ministers & Nordic Innovation 2023, 8.) Kestävällä rakentamisella pyritään edistämään energia- ja materiaalitehokkuutta sekä rakennuksen pitkäikäisyyttä. Tarkoituksena on rakentaa vähän energiaa, huoltoa ja korjausta vaativa rakennuskanta, jota pystyy muuntelemaan eri käyttötarkoituksiin. Muunteleminen eri käyttötarkoituksiin vähentää uusien rakennusten rakentamisen tarvetta, mikä taas vähentää rakentamisesta syntyviä päästöjä. (Rytky 2021.) Vähäpäästoiset rakennusmateriaalit edesauttavat myös päästöjen vähenemistä. Tällaisten materiaalien kohdalla on tärkeä kuitenkin tarkistaa, että ne täyttävät muun muassa paloturvallisuusvaatimukset. (Nordic Council of Ministers & Nordic Innovation 2023, 31.)

Yksi keino vähentää hiilijalanjälkeä on myös aiemmin mainittu työntekijöiden ja henkilöstön koulutus. Taloudellisen ajotavan kurssi ja ekoajokurssi lisäävät kestävän ajamisen tietoisuutta. Myös erilaiset koulutukset liittyen kestäväan rakentamiseen, lämmitykseen ja kuivaamiseen edistävät kasvihuonekaasupäästöjen vähenemistä. Jättekoulutuskurssin avulla taas pystytään edesauttamaan jätehuollon tuntemusta, ja tätä kautta vähentämään syntyvää materiaalihukkaa sekä käsittelemään jätteet oikeaoppisesti. (Nordic Council of Ministers & Nordic Innovation 2023, 30.) Erilaisten kestävyys ja kiertotalous tietoisuuksien ja seminaarien avulla pystytään vaikuttamaan työntekijöiden asenteeseen ja käyttäytymiseen, mikä on ensiaskel muutoksen tapahtumiseen.

5 Työntekijöiden opastaminen kestävään toimintaan liikkumisen ja liikenteen osalta

Opinnäytetyön tutkimuskysymykset olivat seuraavat:

1. Miten liikkumisesta ja liikenteestä saadaan kestävämpää rakennustyömailla?
2. Miten löydetty keinot vaikuttavat kasvihuonekaasupäästöihin, työhyvinvointiin ja materiaalitehokkuuteen?
3. Miten työntekijöitä voidaan opastaa kestävään toimintaan liikenteen ja liikkumisen osalta?

Jotta työntekijöitä voidaan opastaa perustellusti, täytyy ensin koota yhteen tärkeimmät löydetty keinot kestävyuden edistämiseksi. Kokoaminen tehdään rakennustyömaiden yleisestä näkökulmasta sekä tarkemmin Kuntecin näkökulmasta. Lopussa esitellään vielä keinoja, joiden avulla opastaminen voi tapahtua.

5.1 Kestävään toimintaa siirtyminen yleisesti rakennustyömailla

Tutkimuksen perusteella tärkein keino edistää kestävää liikennettä ja liikkumista rakennustyömailla on vaihtoehtoisten polttoaineiden käyttäminen työkoneissa ja kuljetuksissa, sillä suurin osa työmaiden kasvihuonekaasupäästöistä syntyy näistä (Nordic Council of Ministers & Nordic Innovation 2023, 5–6, 17).

Vaihtoehtoisista polttoaineista sähkö on kaikista vähäpäästöisin, joten siihen siirtyminen on kannattavin vaihtoehto. Jotta sähköistys onnistuu rakennustyömailla, täytyy se suunnitella tarkasti yhdessä sähkötoimittajan kanssa. Sähköistyksessä tulee huomioida muun muassa latausajat ja -tavat ja varmistaa riittävät latausmahdollisuudet. (Wiik ym. 2021, 10–11.)

Sähkökäyttöisten työkoneiden saatavuusongelmien takia myös esimerkiksi biopolttoaineen käyttäminen on hyväksyttävää, vaikka se ei täytäkään päästöttömän työmaan kriteereitä. Biopolttoaineet ovat kuitenkin fossiilittomia,

ja näin ollen vähentävät syntyvien hiilidioksidipäästöjen määrää (Wiik ym. 2021, 10).

Vaikka sähkökäyttöiseen työkoneeseen vaihtaminen onkin paras keino vähentää syntyviä hiilidioksidipäästöjä, kannattaa silti miettiä, mitä vanhalle työkoneelle käy. Joskus vanhan koneen pitäminen on syntyvien päästöjen kannalta paras vaihtoehto. Erilaisilla säädöksillä, työvaiheiden ja reittien suunnittelulla, lisäratkaisujen asentamisella, taloudellisella ajotavalla, polttoainekulutuksen seurantarjestelmällä, kalustovalinnoilla sekä oikeaoppisella huollolla voidaan vähentää olemassa olevasta työkoneesta syntyvien päästöjen määrää (Motiva 2023c; Motiva 2018; Päästöttömät työmaat – Kestävien hankintojen green deal -sopimus n.d.). Kiertotalouden ratkaisuista työkoneiden vuokraaminen, käytettyjen koneiden hankkiminen sekä erilaiset vara-osa-, huolto- ja korjauspalvelut edistävät kestävyttä ja materiaalitehokkuutta.

Siirtymien ja materiaalien kuljetuksen osalta vaihtoehtoiset polttoaineet ovat myös tärkein keino edistää kestävyttä ja vähentää hiilidioksidipäästöjä. Päästöttömien tai biokaasupohjaisten ajoneuvojen käytöstä voi maksaa hyvitystä urakoitsijoille tai toimittajille (Wiik ym. 2021, 9). Siirtymien osalta mahdollisimman monen työntekijän kulkeminen samalla ajoneuvolla vähentää kasvihuonekaasupäästöjä. Lisäksi mahdollisuuksien mukaan erilaiset yhteiskuljetukset työntekijöiden, työkoneiden ja materiaalien osalta ovat merkittäviä päästöjen kannalta. Työntekijöiden siirtymät voidaan tehdä myös joukkoliikenteellä, mikäli mukaan ei tarvitse ottaa mitään. Mikäli työmaa-alue mahdollistaa työntekijöiden majoittamisen alueella, on se myös merkittävä keino vähentää siirtymistä syntyviä hiilidioksidipäästöjä (Fufa ym. 2019, 5). Työkoneet ja materiaalit on myös kannattava säilyttää työmaa-alueella.

Materiaalien osalta kasvihuonekaasupäästöjä vähentää paikallisten tai kotimaisten materiaalien käyttäminen. Esivalmistetut rakennusratkaisut vähentävät työkoneiden käytön tarvetta, mikä taas vähentää hiilidioksidipäästöjen määrää. (Fufa ym. 2019, 5.) Materiaalihankinnoille on kannattavaa laittaa ympäristökriteereitä, jotta käytettävät materiaalit ovat

mahdollisimman kestäviä ja edistävät materiaalitehokkuutta. Ylijääneiden materiaalien hyödyntäminen on myös kannattavaa, jotta uusia raaka-aineita ei tarvitse louhia eikä materiaaleja valmistaa.

Työmatkojen osalta on suositeltavaa kulkea polkupyörällä, kävellen, joukkoliikenteellä, sähköautolla, kimppakyydillä tai yhteiskäyttöautolla (Motiva 2023a). Työsuhde-edut, kannustaminen, hyvät reitit sekä saavutettavuus ja vaivattomuus edesauttavat kestävien kulkutapojen valitsemista. Kestävät aktiiviset liikkumisvalinnat edistävät myös työntekijöiden terveyttä, jolla on vaikutusta työhyvinvointiin. Työhyvinvointia ja kestäväää liikkumista voidaan edistää myös leikkimielisillä kilpailuilla tai kimppakyytien järjestämisellä.

Näiden lisäksi kestävyyttä voidaan edistää erilaisilla säädöksillä, joiden kautta pyritään rakentamaan kestävä rakennus (Nordic Council of Ministers & Nordic Innovation 2023, 7). Kestävän rakentamisen keinoja on rakennuksen pitkäikäisyys, muuntelu eri käyttötarkoituksiin sekä vähäpäästöiset rakennusmateriaalit (Rytky 2021). Näiden avulla uuden rakentamisen tarve vähenee, mikä taas vähentää rakennustyömaiden tarvetta. Julkisilla hankinnoilla ja rakennushankkeiden hankinnoilla voidaan asettaa rakentamiselle erilaisia ympäristökriteereitä ja myöntämisperusteita, joiden myötä pystytään edistämään kestävyteen ja päästöttömyyteen siirtymistä. Varhaisella suunnittelulla ja energiakäytön huomioinnilla pystytään taas vaikuttamaan rakennustyömaan kestoon sekä syntyviin kasvihuonekaasupäästöihin. Myös erilaiset koulutukset edistävät päästöttömyyttä ja vaikuttavat työntekijöiden asenteisiin. (Nordic Council of Ministers & Nordic Innovation 2023, 26–27, 30; Fufa ym. 2019 5–6.)

5.2 Kestävään toimintaan siirtyminen – Case Kuntec Oy

Kuntecin työtehtävät ovat pääosin pieniä viherrakentamisen ja kunnossapidon töitä, jolloin siirtymät ovat merkittävässä osassa yrityksen työmaaliikenteestä syntyviä kasvihuonekaasupäästöjä. Tärkein keino myös Kuntecin osalta on vaihtoehtoisten polttoaineiden käyttäminen, jotta siirtymistä syntyviä

kasvihuonekaasupäästöjä saadaan vähennettyä. Kuten Kuntecin toimitusjohtajan haastattelusta ilmeni, on yrityksen tarkoitus siirtyä käyttämään uusiutuvia polttoaineita vuonna 2024, mikä on hyvä alku (Kaunisto 2023). Sähköisten työkoneiden saatavuuden lisääntyttä on kuitenkin suositeltavaa siirtyä käyttämään niitä. Kun sähköiset työkoneet ovat saatavilla, tulee miettiä sähköistyksen järjestämistä ja latausmahdollisuuksia (Wiik ym. 2021, 10–11). Koska yrityksen työtehtävien sijainnit vaihtelevat päivittäin, voi olla järkevää miettiä työkoneen akun vaihtosysteemiä, mikäli latauspaikkoja ei ole saatavilla kaikissa työkohteissa (European Commission n.d.). Kuntecin toimitusjohtajan haastattelun mukaan yrityksellä on käytössään jo sähköisiä pakettiautoja, joten sähköistyksen järjestäminen ei tule yritykselle yllätyksenä (Kaunisto 2023).

Työvaiheiden ja reittien suunnittelua sekä taloudellista ajotapaa Kuntecilla edistetään jo yrityksen toimitusjohtajan haastattelun perusteella. Saman suunnan työtehtävät pyritään suorittamaan samana päivänä, jolloin ei tarvitse liikkua ympäri Turku. (Kaunisto 2023.) Tämä vähentää liikkumisesta syntyviä kasvihuonekaasupäästöjä ja on taloudellisesti kannattavampaa. Työkoneita ajettaessa kannattaa kiinnittää myös huomioita pieniin asioihin kuten tyhjäkäynnin välttämiseen, sillä pienillä muutoksilla pystyy helposti vähentämään hiilidioksidipäästöjen syntyä (Motiva 2018). Työkoneiden kannalta kannattaa myös hyödyntää saatavilla olevia huolto- ja korjauspalveluita, mikäli työkoneessa ilmenee jokin vika. Myös käytettyjen työkoneiden suosiminen ja vuokraaminen ovat kasvihuonekaasupäästöjä vähentäviä keinoja. Kuntecin toimitusjohtajan mukaan yritys vuokraa jo joitakin työkoneita, joita yritys käyttää harvoin tai tarvitsee vain hetkelliseen tarpeeseen (Kaunisto 2023). Muidenkin työkoneiden osalta kannattaa miettiä, kuinka usein työkoneita oikeasti tarvitsee, ja miettiä vuokraamisen mahdollisuuksia.

Kuntecin toimitusjohtajan mukaan yritys tekee siirtymät niin, että ajoneuvoissa on mahdollisimman monta työntekijää kerralla (Kaunisto 2023). Mikäli mahdollista kannattaa siirtymiä pyrkiä tekemään yhteiskuljetuksina työntekijöiden, työvälineiden, työkoneiden ja materiaalien osalta. Tällöin siirtymiin tarvittavien ajoneuvojen määrää saadaan vähennettyä, ja tätä kautta

pystytään vähentämään syntyvien hiilidioksidipäästöjen määrää. Myös kuormapyörän hankkiminen on kannattavaa lähellä olevia kohteita ajatellen, mikäli mukaan ei tarvitse ottaa kauheasti välineitä (Sarkkinen 2020).

Kiertomaa on kannattava yhteistyökumppani Kuntecille, sillä Kiertomaalta saa hankittua ja vietyä maa-aineksia. Kiertomaalle voi viedä varastoon ylijääneet materiaalit, mikä edistää kiertotaloutta sekä vähentää kasvihuonekaasupäästöjä ja luonnonvarojen käyttämistä. (Kiertomaa n.d.) Muutenkin ylijääneiden materiaalien hyödyntäminen omissa muissa töissä on hyödyllistä niin ympäristöllisesti kuin taloudellisestikin, sillä uusia materiaalihankintoja ei tarvitse tehdä yhtä paljon eikä ylijääneitä materiaaleja kuljettaa hävitettäväksi. Ympäristökriteerin laittaminen materiaalihankinnoille on kannattavaa, sillä sen kautta pystytään edistämään kestävyyttä ja materiaalitehokkuutta. Kuntecin toimitusjohtajan haastattelussa ilmeni, että yritys tekee töitä tilaajille, jolloin tilaaja valitsee käytettävät rakennusmateriaalit (Kaunisto 2023). Töiden tilaajille ympäristöllisesti ja taloudellisesti kannattavampien vaihtoehtojen ehdottaminen on myös hyvä keino edistää kestävyyttä, ja auttaa tilaajaa tekemään kestävämpi valinta.

Kuntecin toimitusjohtajan haastattelun perusteella yrityksellä on käytössään työsuhde-etuna polkupyöräetu, jonka kautta pyritään edistämään työmatkojen tekemistä polkupyörällä (Kaunisto 2023). Työpaikalta löytyvät hyvät tilat, huoltomahdollisuudet ja polkupyörän turvallinen säilytys työpäivän ajan lisäävät työntekijöiden halukkuutta pyöräilylle (Sarkkinen 2020). Leikkimielinen Kilometrikisa muiden yritysten ja yhteisöjen kesken on myös hyvä keino edistää pyöräilyä ja lisätä työhyvinvointia (Kilometrikisa 2024). Työsuhdematkalipun ottaminen käyttöön edistää taas joukkoliikenteen käyttämistä, mikä on erityisen hyvä, mikäli työntekijöitä tulee hieman kauempaa, mutta joukkoliikenteen saavutettavista. Kestävää liikkumista edesauttaa sähköauton latauspaikkojen asentaminen työpaikalle sekä sähkökäyttöisen yhteiskäyttöauton hankkiminen työntekijöiden yhteiseen käyttöön. Yhteiskäyttöauto voi toimia myös kannustimena hyvään työhön, mikäli esimerkiksi kuukauden työntekijä saa auton käyttöönsä aina kuukauden ajaksi.

Muita keinoja, joilla Kuntec voi edistää kestävyyttä on vielä energiakäytön päästöjen vähentäminen ja erilaisiin koulutuksiin ja seminaareihin osallistuminen. Energiakäytön päästöjä voidaan vähentää esimerkiksi suojaamalla rakenteet ja materiaalit, mikä edistää myös materiaalitehokkuutta. Myös sää ja vuodenaika tulee huomioida työtehtäviä suunnitellessa. Koulutukset ja seminaarit edesauttavat taas yrityksen muutoksen lisäksi yksilötason muutosta.

Kestävän liikenteen ja liikkumisen edistämisen keinot Kuntecin osalta on listattu kootusti liitteessä 2.

5.3 Opastamisen keinot

Jotta kestävää liikennettä ja liikkumista voidaan alkaa edistää rakennustyömailla, täytyy kestävyyttä edistävästä keinoista kertoa työntekijöille. Erilaiset seminaarit ja tietoisuuskäytännöt ovat hyviä keinoja lisätä työntekijöiden tietoisuutta. Kuntecin toimitusjohtajan mukaan yrityksen toiveena on kuulla kestävyyttä edistävästä keinoista PowerPoint-esityksen avulla (Kaunisto 2023). PowerPoint on hyvä tapa, mikäli tiedon haluaa tulevan yksinkertaisesti ja selkeästi esille. PowerPointit voi koota lyhyiksi tietoisuuskäytännöiksi, jotka voi esittää esimerkiksi aamukahvien aikana. Seminaarit ja koulutukset kestävät taas oletettavasti pidempään jopa työpäivän verran. Niiden kautta aiheen pystyy käsittelemään kattavammin. Seminaarit ja koulutukset mahdollistavat usein myös verkostoitumisen muiden yritysten ja ihmisten kanssa, mikä voi tuoda entisestään ideoita kestävyuden edistämiseen. Yrityksen kannattaa miettiä minkälainen tapa tiedon välitykselle on paras juuri heidän yrityksensä ja työyhteisönsä kannalta.

Kurssien ja koulutusten kautta pystytään myös opettamaan kestävämpiä tapoja. Opettamisessa täytyy painottaa kestävämpien tapojen tärkeyttä ja merkitystä kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiselle. Oppien kautta pystytään vaikuttamaan työntekijöiden asenteeseen ja käytökseen. Kuntecin toimitusjohtajan mukaan myös yrityksen sisäinen opettaminen on tärkeää niin

ympäristön kuin työhyvinvoinnin kannalta. Uudet ja kokemattomammat työntekijät oppivat vanhemmilta työntekijöiltä kestäviä hyviä tapoja. (Kaunisto 2023.) Myös uusien kehittämisideoiden tai löydettyjen tapojen kertominen yrityksen sisällä auttaa vähentämään yrityksen hiilijalanjälkeä. Uudet kestävätkä ideat kannattaa kertoa myös julkisesti eteenpäin, jotta muutkin yritykset ja yksityishenkilöt pystyvät ottamaan ideat käyttöön, ja saavat vähennettyä omaa hiilijalanjälkeään.

6 Pohdinta

Opinnäytetyössä löydettiin useita erilaisia keinoja kestävyiden edistämiseksi liikenteen ja liikkumisen osalta. Tärkein löydetty keino oli sähkökäyttöisten työkalujen suosiminen rakennusprojekteissa ja kuljetuksissa, sillä sähköä käyttämällä pystytään vähentämään työkaluista ja kuljetuksista syntyviä hiilidioksidipäästöjä merkittävästi. Haasteeksi kuitenkin ilmeni sähköisten työkalujen saatavuusongelmat Suomessa. Siihen asti, kunnes sähkökäyttöisiä työkaluja on saatavilla paremmin, on muiden vaihtoehtoisten polttoaineiden suosiminen työkaluissa kannattavaa. Tämä edistää myös Päästöttömät työmaat – kestävien hankintojen green deal -sopimusta, jonka ensimmäisen tavoitteen mukaan vuonna 2025 kaikki sisäiset kuljetukset ja käytetyt työkalut ovat fossiilittomilla polttoaineilla toimivia (Päästöttömät työmaat – Kestävien hankintojen green deal -sopimus n.d.).

Työkalualan green deal -sopimuksen mukaan yksi eniten hiilidioksidipäästöjä aiheuttavista työkaluista on pyöräkuormaaja (Työkalualan green deal -sopimus n.d.). Tutkimuksen perusteella eri työkalumerkkien valmistajilta löytyi eniten juuri sähkökäyttöisiä pyöräkuormaajia, mikä vaikuttaa lupaavalta (Edeco-Tools n.d.; Volvo n.d.a; Cat 2024; LiuGong 2023). Tämän perusteella on keskitytty löytämään suurin ongelmanaiheuttaja ja ratkaisu tälle, minkä ansiosta työkaluista syntyviä hiilidioksidipäästöjä saadaan vähennettyä reilusti. Suurin osa sähkökäyttöisistä pyöräkuormaajista oli kuitenkin kooltaan pieniä tai kompakteja, joten ne eivät ole välttämättä kaikille rakennustyömaille riittäviä (Edeco-Tools n.d.; Volvo n.d.a; Cat 2024; LiuGong 2023).

Oletettavasti työkaluvalmistajat ovat aloittaneet sähkökäyttöisyyteen siirtymisen pienemmistä työkaluista, koska niillä on helpompi testata sähköisyyden toimivuutta, sillä pienempien työkalujen valmistamiseen tarvitaan vähemmän raaka-aineita. Kun saadaan varmuutta työkalujen toimivuudesta ja valmistuksen kannattavuudesta, aletaan valmistaa isompia sähkökäyttöisiä työkaluja pienempien työkalujen käytöstä saatujen kokemusten perusteella. Testausjaksossa ja kokemusten keräämisessä voi mennä jonkin aikaa, mikä

vaikeuttaa ja hidastaa päästöttömyyteen siirtymistä. Sähkökäyttöisiin työkoneisiin siirtymistä nopeuttaa työkoneiden käyttäjiltä tuleva paine ja vaatimus ympäristöystävällisemmistä työkoneista.

Sähkökäyttöisiin työkoneisiin siirtymisen lisäksi kestäviin työmatkoihin panostaminen on myös oleellinen keino, sillä päästöttömiä ja vähäpäästöisiä keinoja työmatkaliikkumiseen löytyy jo, ja ne on helppo ottaa käyttöön. Työntekijällä on täysi valta valita itse, miten kulkee työmatkat. Tämän takia työntekijöiden opastaminen on tärkeää, sillä sitä kautta työntekijöille kerrotaan kestävämpien vaihtoehtojen vaikutuksesta ja autetaan työntekijöitä tekemään ympäristöystävällisempiä valintoja. Työnantajan täytyy tuoda työsuhde-etuja aktiivisesti esille ja panostaa yhteiskäyttöisten ratkaisujen käyttöönottoon.

Myös tilaajia opastamalla pystytään vähentämään syntyviä kasvihuonekaasupäästöjä. Jotta tilaajat osaavat ja haluavat tehdä kestäviä ympäristöystävällisiä valintoja, tulee heille tarjota opastusta ja tietoa mahdollisista kestävämmistä vaihtoehdoista. Tilaajille tulee kertoa kestävämmän vaihtoehdon valinnan vaikutuksesta syntyviin kasvihuonekaasupäästöihin, jotta he ymmärtävät valintojen merkityksen. Yksi keino voisi olla alennuksen tai bonuksen saaminen, mikäli tilaaja valitsee kestävämpän ympäristöystävällisen materiaalin. Oletettavasti tämä vaatii kuitenkin ensin toimia ylemmiltä tahoilta ja yhteistyötä eri toimijoiden välillä.

Opinnäytetyön pohjana toimi kirjallisuuden lisäksi toimeksiantajan toiveesta yksi haastattelu. Yhden haastattelun ongelmana on sen suppeus.

Haastatteluvastauksia ei voi yleistää, sillä ne perustuvat vain yhden henkilön vastauksiin. Haastatteluvastauksia pyrittiin kuitenkin vertaamaan kirjallisuudesta löytyneisiin aineistoihin, jolloin vastauksien luotettavuus isommassa mittakaavassa kasvoi. Kirjallisuudesta löytyneiden esimerkkien ongelmana oli kuitenkin se, että kyseiset rakennustyömaaesimerkit olivat isompia rakennustyömailta, kun taas Kuntec tekee enemmän pieniä rakennusprojekteja. Näin ollen kaikkia löytyneitä keinoja ei voida soveltaa Kuntecin toimintaan.

Opinnäytetyössä käsiteltiin pintapuolisesti sähkökäyttöisten koneiden saatavuutta sekä sähköistyksen järjestämistä. Työtä voisi jatkaa eri työkonemerkkien valmistajien tai maahantuojien haastatteluilla, joiden kautta voitaisiin saada tarkempaa kuvaa työkoneiden sähköistämisen tilanteesta ja sähkökäyttöisten työkoneiden tuonnista Suomen markkinoille. Toinen jatkotutkimus voisi olla sähköistyksen järjestämisen suunnittelu päästöttömälle rakennustyömaalle, minkä perusteella nähtäisiin, miten sähköistäminen tapahtuisi, ja kuinka kannattavaa se olisi Suomen olosuhteissa.

Lähteet

Avesco Cat Suomi. n.d. Käytetyt koneet. Viitattu 16.1.2024. Saatavilla:

<https://www.avesco-cat.fi/fi/kaetytyt-koneet>

Avesco Rent. 2023. Avesco Rent – The Cat Rental Store. Viitattu 16.1.2024.

Saatavilla: <https://www.avesco-rent.fi/meista/>

BRE Group. n.d. BREEAM. Viitattu 5.1.2024. Saatavilla:

https://bregroup.com/products/breeam/how-breeam-works/?tx_post_tag=norway

Cat. 2024. Designing solutions that help build a better, more sustainable world.

Viitattu 16.1.2024. Saatavilla: https://www.cat.com/en_US/by-industry/construction/electric-products.html

CE Rental. n.d. Vuokrakoneet. Viitattu 16.1.2024. Saatavilla:

<https://www.cerental.fi/yritys/>

Edeco-Tools. n.d. Yritys. Viitattu 16.1.2024. Saatavilla:

<https://edeco.fi/tuoteryhma/sahkokayttoiset-koneet/>

Euroopan komissio. n.d. Ilmastonmuutoksen syyt. Viitattu 14.3.2024. Saatavilla:

https://climate.ec.europa.eu/climate-change/causes-climate-change_fi

European Commission. n.d. Alternative fuels. Viitattu 18.2.2024. Saatavilla:

<https://alternative-fuels-observatory.ec.europa.eu/general-information/alternative-fuels>

Fufa, SM., Wiik, MK, Mellegård, S & Andresen, I. 2019. Lessons learnt from the design and construction strategies of the two Norwegian low emission construction sites. Viitattu 18.2.2024. Saatavilla:

<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/352/1/012021/pdf>

HNRY. n.d. Miten kaupungin työmaat muutetaan päästöttömiksi?. Viitattu

13.12.2023. Saatavilla: <https://hnry.fi/paastoton-tyomaa-turku/>

Hyvärinen, M., Suoninen, E. & Vuori, J. n.d. Haastattelut. Viitattu 7.12.2023.

Saatavilla: <https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvali/laadullisen-tutkimuksen-aineistot/haastattelut/>

Ilmastolaki. 2022. Finlex. Viitattu 29.1.2024. Saatavilla:

<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2022/20220423>

JCB. 2023. 100 % electric. Zero emissions. Viitattu 16.1.2024. Saatavilla:

<https://www.jcb.com/en-us/campaigns/etech-range>

Kiertomaa. n.d. Etusivu. Viitattu 16.2.2024. Saatavilla: <https://www.kiertomaa.fi/>

Kilometrikisa. 2024. Talvikilometrikisa käynnistyi 1. tammikuuta!. Viitattu

24.1.2024. Saatavilla: <https://www.kilometrikisa.fi/>

Komatsu. 2021. Electric Dump Trucks. Viitattu 16.1.2024. Saatavilla:

<https://www.komatsu.eu/en/dump-trucks/electric-dump-trucks>

Kuntec. n.d. Katu- ja viherylläpito. Viitattu 7.12.2023. Saatavilla:

<https://www.kuntec.fi/katu-ja-viheryllapito>

Liikenne- ja viestintävirasto Traficom. 2023. Työpaikkojen kestävä liikunnan edistäminen. Viitattu 14.3.2024. Saatavilla:

<https://traficom.fi/sites/default/files/media/file/Ty%C3%B6paikkojen%20kest%C3%A4v%C3%A4n%20liikunnan%20edist%C3%A4minen.pdf>

LiuGong. 2023. EV Machines. Viitattu 16.1.2024. Saatavilla: [https://liugong-](https://liugong-europe.com/machines/ev-machines/)

[europe.com/machines/ev-machines/](https://liugong-europe.com/machines/ev-machines/)

Mateko. n.d. E-Tech mallisto. Viitattu 16.1.2024. Saatavilla:

<https://www.mateko.fi/uudet-koneet/e-tech-koneet/e-tec-mallisto/>

Mela, H & Mäkinen, J. 2019. Joukkoliikenteen edistämässä konstit ovat monet. Viitattu 14.3.2024. Saatavilla: [https://www.hiilineutraalisuomi.fi/fi-](https://www.hiilineutraalisuomi.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Hiilineutraaliblogi/Joukkoliikenteen_edistamisessa_konstit_o(53098))

[FI/Ajankohtaista/Hiilineutraaliblogi/Joukkoliikenteen edistamisessa konstit o\(53098\)](https://www.hiilineutraalisuomi.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Hiilineutraaliblogi/Joukkoliikenteen_edistamisessa_konstit_o(53098))

Motiva. 2023a. Kestävä liikenne ja liikkuminen. Viitattu 8.1.2024. Saatavilla:

https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava_liikenne_ja_liikkuminen

Motiva. 2023b. Sähköautot. Viitattu 22.1.2024. Saatavilla:

https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava_liikenne_ja_liikkuminen/valitse_auto_viis_aasti/ajoneuvotekniikka/moottoritekniikka/sahkoautot

Motiva. 2023c. Työkoneet. Viitattu 18.2.2024. Saatavilla:

https://www.motiva.fi/julkinen_sektori/kestavat_julkiset_hankinnat/tietopankki/tyokoneet

Motiva. 2018. Ympäristökriteerit. Viitattu 18.2.2024. Saatavilla:

https://www.motiva.fi/julkinen_sektori/kestavat_julkiset_hankinnat/tietopankki/tyokoneet/ymparistokriteerit

Nordic Council of Ministers & Nordic Innovation. 2023. Emission-free Construction Sites. Definitions, boundaries, and terminology – Current status in the Nordic Countries. Viitattu 18.2.2024. Saatavilla:

<https://pub.norden.org/us2023-424/us2023-424.pdf>

Päästöttömät työmaat – Kestävien hankintojen green deal -sopimus. n.d.

Sitoumus2050. Viitattu 18.2.2024. Saatavilla:

<https://sitoumus2050.fi/paastotontyomaa#/>

Rytky, A. 2021. Kestävä kehitys haastaa rakennusalaan. Viitattu 18.2.2024.

Saatavilla: <https://www.ril.fi/fi/rakennustekniikka/teemat/kestava-kehitys-haastaa-rakennusalaan.html?tagged=Ajankohtaista>

Saaranen-Kauppinen, A. & Puusniekka, A. 2006. Strukturoitu ja puolistrukturoitu haastattelu. Viitattu 7.12.2023. Saatavilla:

https://www.fsd.tuni.fi/menetelmaopetus/kvali/L6_3_3.html

Salminen, A. 2011. Mikä kirjallisuuskatsaus? – Johdatus kirjallisuuskatsauksen tyypeihin ja hallintotieteellisiin sovelluksiin. Viitattu 5.2.2024. Saatavilla:

https://osuva.uwasa.fi/bitstream/handle/10024/7961/isbn_978-952-476-349-3.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Sarkkinen, M. 2020. Fiksusti töihin – kävellen tai pyörällä. Viitattu 18.2.2024.

Saatavilla: <https://www.ttl.fi/tyopiste/fiksusti-toihin-kavellen-tai-pyoralla>

Suomen kansallinen ilmastopolitiikka. n.d. Ympäristöministeriö. Viitattu

29.1.2024. Saatavilla: <https://ym.fi/suomen-kansallinen-ilmastopolitiikka>

Suomen Rakennuskone. 2024a. Jäykkärunkoiset louheenriistoautot 830E-5 Electric. Viitattu 16.1.2024. Saatavilla: [https://sr-](https://sr-o.fi/tuotekuvasto/louheensiirtoautot/jaykkarunkoisetlouheensiirtoautot/830e-5)

[o.fi/tuotekuvasto/louheensiirtoautot/jaykkarunkoisetlouheensiirtoautot/830e-5](https://sr-o.fi/tuotekuvasto/louheensiirtoautot/jaykkarunkoisetlouheensiirtoautot/830e-5)

Suomen Rakennuskone. 2024b. Vuokraus. Viitattu 16.1.2024. Saatavilla:

<https://sr-o.fi/vuokraus/>

Suomen ympäristökeskus. 2022. Liikenne on merkittävä kasvihuonekaasupäästöjen tuottaja. Viitattu 31.1.2024. Saatavilla: <https://www.ilmasto-opas.fi/artikkelit/liikenne-on-merkittava-kasvihuonekaasupaastojen-tuottaja>

Turun kaupungin konsernihallinto & Sitowise. 2023. Turun ilmistoraportti 2022. Viitattu 29.1.2024. Saatavilla: https://www.turku.fi/sites/default/files/atoms/files/turun_ilmistoraportti_2022_savutettava.pdf

Turun kaupunki. n.d. Scale-Up. Viitattu 31.1.2024. Saatavilla: <https://www.turku.fi/projekti/scale>

Työkonealan green deal -sopimus. n.d. Sitoumus2050. Viitattu 16.2.2024. Saatavilla: <https://sitoumus2050.fi/tyokone#/>

Vero. 2023. Työsuhde-edut. Viitattu 14.12.2023. Saatavilla: <https://www.vero.fi/henkiloasiakkaat/verokortti-ja-veroilmoitus/tulot/ansiotulot/tyosuhdeedu/>

Volvo. n.d.a. Sähkökäyttöiset koneet. Viitattu 18.2.2024. Saatavilla: <https://www.volvoce.com/suomi/fi-fi/products/electric-machines/>

Volvo. n.d.b. Älykkäämmät ratkaisut alkavat tästä. Viitattu 16.1.2024. Saatavilla: <https://www.volvoce.com/suomi/fi-fi/services/volvo-services/>

Wacker Neuson. 2024. Battery-powered equipment: our zero emission solutions. Viitattu 18.2.2024. Saatavilla: <https://www.wackerneuson.com/cemea/zero-emission>

Wiik, MK. Fjellheim, K. & Gjersvik, R. 2021. A Survey of the requirements for emission-free building and construction sites. Viitattu 18.2.2024. Saatavilla: <https://sintef.brage.unit.no/sintef-xmlui/bitstream/handle/11250/2980064/SFag%2b86E.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ZEB. 2024. ZEB Definitions. Viitattu 5.1.2024. Saatavilla: <http://www.zeb.no/index.php/en/about-zeb/zeb-definitions>

Haastattelut

Kaunisto, Harri. 2023. Toimitusjohtaja. Teams-haastattelu. Haastattelija: Nelli Kontturi

Haastattelukysymykset

1. Mitä Kuntec tekee?
2. Minkä kokoisia töitä saatte tehtäväksi?
3. Mitä ajatuksia Kuntecilla on päästöttömyydestä ja kestävyteen siirtymisestä työmailla, erityisesti liikkumisen ja liikenteen osalta?
4. Onko teillä käytössä jo jotain päästöjen vähentämiskeinoja, ja miten tuette vähäpäästöistä liikkumista työmailla? Onko teillä käytössä oppeja, joita voisi monistaa sisäisesti tai mahdollisesti myös ulkoisesti? Onko teillä ideoita uusista päästöjen vähentämiskeinoista?
5. Mistä hankitte materiaalit? Tuetteko paikallisia tai kotimaisia toimijoita tai hyötykäyttättekö ylijääneitä materiaaleja?
6. Minkälaisia koneita teillä on käytössä? Kuinka usein ne ovat käytössä? Onko teillä ajatuksena hankkia uusia koneita (sähköistäminen)? Onko työkoneiden vuokraus mahdollinen vaihtoehto?
7. Miten työntekijät liikkuvat töihin ja työmaille?
8. Onko teillä ajatuksia, miten työntekijöitä voitaisiin opastaa kestävyteen? Mikä olisi tehokkain tapa tai millaisista ohjeista olisi teille eniten hyötyä?

Kestävän liikenteen ja liikkumisen edistämisen keinot – Kuntec Oy

Alla on listattu suositeltavat keinot, joiden avulla Kuntec voi edistää kestävästä liikkumisesta ja liikennettä:

- kestävästä työmatkaliikkumiseen panostaminen
 - hyvät pukuhuonetilat ja huoltomahdollisuudet sekä polkupyörän turvallinen säilytys työpaikalla
 - työsuhdematkalipun käyttöönotto
 - kauempana asuvia työntekijöitä kannustetaan tulemaan töihin bussilla
 - sähkölatauspaikkojen lisääminen työpaikalle
 - yhteiskäyttöauton hankkiminen työntekijöiden yhteiseen käyttöön
 - leikkimieliseen Kilometrikisaan osallistuminen työporukalla
- kestävien siirtymien tekeminen
 - yhteiskuljetukset työntekijöiden, työkoneiden, työvälineiden ja rakennusmateriaalien kesken
 - vähentää siirtymiin tarvittavien ajoneuvojen määrää
 - kuormapyörän hankkiminen lähellä sijaitsevia työkohteita ajatellen
 - vaihtoehtoiset polttoaineet siirtymiin käytettävissä ajoneuvoissa
- kestävyys materiaalien kuljetusten osalta
 - ylijäämämateriaalien hyödyntäminen
 - Kiertomaan ylijäämämateriaalien varastointipalvelu, jonne ylijäämämateriaalit voi viedä odottamaan tulevaa käyttöä
 - vaihtoehtoiset polttoaineet materiaalien kuljetuksiin käytettävissä ajoneuvoissa
- kestävyys työkoneiden osalta
 - sähkökäyttöisiin työkoneisiin siirtyminen markkinatilanteen parannuttua
 - sähköistyksen järjestämisen suunnittelu esimerkiksi latausmahdollisuuksien miettiminen

- vaihtelevien työtehtävien sijaintien takia työkoneen akun vaihtosysteemi tai nopea lataus kannattavin
- työkoneita ajettaessa pienten asioiden huomioiminen
 - esimerkiksi tyhjäkäynnin välttäminen ja reittien suunnittelu
- työkoneiden tarpeen uudelleenarviointi aina ajoittain
 - vuokraaminen kannattavaa, jos on työkoneita, joita käytetään harvoin
 - onko joitakin työkoneita, joita voisi vuokrata muille toimijoille
- ennen uuden työkoneen hankkimista
 - huolto- ja korjauspalveluiden hyödyntäminen
 - lisäratkaisujen asentaminen päästöjen vähentämiseksi
 - käytettyjen työkoneiden suosiminen
- muita keinoja kestävyuden edistämiseen
 - energiakäytön päästöjen vähentäminen
 - rakenteiden ja materiaalien suojaaminen
 - sään ja vuodenajan huomioiminen
 - erilaisiin koulutuksiin ja seminaareihin osallistuminen
 - edesauttaa yksilötason muutosta