



Vähäpäästöisen rakennustyömaan ohjausmahdollisuudet

Rakennushankkeen vetäjän vaikutusmahdollisuus vähäpäästöisen rakennustyömaan toteuttamiseen

Katri Leskinen

Opinnäytetyö, ylempi AMK

10/2023

Vähähiilinen rakentaminen YTY2023

Leskinen, Katri

Vähäpäästöisen rakennustyömaan ohjausmahdollisuudet

Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Lokakuu 2023, 100 sivua.

Vähähiilinen rakentaminen tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö YAMK.

Julkaisun kieli: suomi

Julkaisulupa avoimessa verkossa: kyllä

Tiivistelmä

Työmaatoiminnoissa sekä kuljetuksissa nähdään paljon mahdollisuuksia hiilidioksidipäästöjen vähentämiseen. Rakennushankkeissa vähäpäästöisen rakennuttamisen prosessissa työmaatoimintojen ja kuljetusten ohjaus vaatii kehittämistä eikä sitä ole juuri tutkittu. Hiilineutraalia rakentamista on tutkittu useassa opinnäytetyössä, mutta työmaan ja kuljetuksen osuutta opinnäytetöissä ei ole otettu huomioon. Kun rakennuksista tehdään aina vaan energiatehokkaampia, työmaatoimintojen ja kuljetusten hiilijalanjälki tulee korostumaan. Rakennusteollisuuden lupauksen mukaan myös rakennusmateriaalien päästöt tulevat pienemään.

Työn tarkoituksena oli tutkia, miten rakennushankkeen vetäjä voi vaikuttaa työmaatoimintojen ja kuljetusten hiilipäästöjen ohjaamiseen. Työn avulla luotiin käsitys, minkälaisilla toimilla näitä päästöjä on mahdollista vähentää ja mitä se vaatii rakennuttamisen prosessilta. Tutkimuksessa pohdittiin rakennusaikaisten päästöjen muodostumista yleisesti eikä tässä tutkimuksessa tehty erillistä hiilijalanjälkilaskentaa.

Tutkimuksen lähestymistavaksi valikoitui toimintatutkimus, johon yhdistettiin mm. palveluprosessin kehittämistä, teemahaastatteluita ja kirjallisuuskatsaus. Näiden yhdistelmällä haettiin tutkimuskysymyksiin vastauksia. Näin myös pyrittiin varmistamaan teemahaastatteluista saatujen vastausten luotettavuus.

Tutkimuksen perusteella hankkeen vetäjällä on useita keinoja pienentää työmaa-aikaisia hiilidioksidipäästöjä. Suurin vaikutus on sillä, mitä energiaa työmaalla käytetään ja sillä, miten järkevästi sitä käytetään. Kuljetuksilla ja logistiikalla voidaan myös vaikuttaa kokonaispäästöjen vähenemiseen. Jätehuolto ja kierrätys ovat jo työmailla vanhoja käytäntöjä, mutta vaihtelu toiminnoissa on suurta. Tietoisuuden lisäämistä ei voi koskaan korostaa liikaa. Tutkimuksesta saatuja tuloksia voidaan hyödyntää rakennushankkeen alkuvaiheessa, kun keskustellaan tilaajan kanssa siitä, mitä päästövähennystavoitteita hankkeelle asetetaan työmaan näkökulmasta. Tämän jälkeen työmaalle asetetut päästövähennystavoitteet tulee selkeästi kirjata sopimusasiakirjoihin ennen urakkakilpailutusta.

Avainsanat

Vähähiilinen rakentaminen, vähäpäästöinen työmaa, työmaatoiminnot, vähähiilisyys, toimintatutkimus

Muut tiedot (salassa pidettävät liitteet)

.

Leskinen, Katri

The control possibilities of a low-emission construction site

Jyväskylä: JAMK University of Applied Sciences, October 2020, 100 pages

Engineering and Technology. Energy and Environmental Technology Degree Program. Master's Thesis.

Permission for open access publication: Yes

Language of publication: Finnish

Abstract

There is a lot of potential for reducing carbon emissions in construction site operations and transportation. In construction projects, in the process of low-emission construction, the control of site operations and transportation requires development and has not been studied much. Carbon-neutral construction has been studied in several theses, but the part of the construction site and transportation has not been considered in the theses. When buildings are built more energy efficient, the carbon footprint of site operations and transportation will become more prominent. According to the promises of the construction industry, emissions from building materials will also decrease.

The purpose of the work was to investigate how the leader of a construction project can influence the control of carbon emissions from site activities and transportation. An understanding was created of what kind of actions can be taken to reduce these emissions and what it requires from the construction process. The study considered the formation of emissions during canoeing in general, and this study did not conduct a separate carbon footprint analysis.

This research was action research, which was combined with e.g., evaluation of the service process, theme interviews and literature review. A combination of these was used to find answers to the research questions. An effort was made to ensure the validity of the answers obtained from the thematic interviews.

The project leader has several ways to reduce carbon emissions during the construction site. The biggest impact is on what energy is used on the construction site and how. Transportation and logistics can also influence the reduction of total emissions. Waste management and recycling are already old practices at construction sites. Raising awareness at all levels can never be overemphasized. The results obtained from the study can be used, when discussing with the customer what emission reduction goals are set for that project. After this, the emission reduction targets set for the construction site must be clearly recorded in the contract documents before tendering for the contract.

Keywords/tags

Low-carbon construction, low-emission construction site, construction site operations, low-carbon

Miscellaneous (Confidential information)

.

Sisältö

1	Johdanto	6
1.1	Tutkimuksen tausta ja aiheeseen liittyvät muut tutkimukset	7
1.2	Tutkimuksen tavoitteet ja rajaus	9
1.3	Tutkimusmenetelmät ja tutkimuksen suorittaminen	12
2	Vähäpäästöinen työmaa osana rakentamisen vähähiilisyystavoitteita	12
2.1	Vähähiilisyttä ohjaava lainsäädäntö	12
2.1.1	EU:n vihreän kehityksen ohjelma	13
2.1.2	EU-taksonomia	13
2.1.3	EU energiatehokkuusdirektiivi	15
2.1.4	Uusi rakentamislaki v.2025	15
2.1.5	Ilmastolainsäädäntö	19
2.1.6	Jätelainsäädäntö	20
2.1.7	Lainsäädännön vaikutukset vähähiiliseen rakennustyömaahan	22
2.2	Päästöttömät työmaat, Green Deal-työmaat	24
2.3	Rakennuksen vähähiilisyyden arviointi	25
2.3.1	Kuljetukset A4, hiilijalanjäljen laskentaperiaatteet	27
2.3.2	Työmaatoiminnot, A5, hiilijalanjäljen laskentaperiaatteet	28
2.3.3	Kuljetukset ja työmaatoiminnot, taulukkoarvot vastaan toteumatiedot	28
3	Tutkimusmenetelmät	33
3.1	Toimintatutkimuksen menetelmä	34
3.2	Palveluprosessin kehittäminen	34
3.3	Kirjallisuuskatsaus	41
3.4	Haastatteluaineisto ja sen keruu sekä kuvaus	43
3.4.1	Kyselytutkimus	44
3.4.2	Teemahaastattelut	45
3.4.3	Haastatteluaineiston analyysi	46
4	Rakennustyömaan hiilijalanjäljen pienentämisen mahdollisuudet	48
4.1	Sopimusasiakirjojen mahdollisuudet	48
4.2	Ympäristöluokitusten käyttö	50
4.2.1	Ympäristöluokitukset	50
4.2.2	RTS-ympäristöluokituksen hyödyntäminen työmaan hiilipäästöjen	51
4.3	Rakentamisen aikataulun vaikutusmahdollisuudet	52
4.4	Energiankulutuksen vähentämisen keinot	54
4.5	Perehdyttäminen työmaalla	55

4.6	Jätehuolto.....	56
4.7	Kuljetukset ja logistiikka	58
4.8	Urakkamuodon vaikutus työmaatoimintojen hiilijalanjälkeen.....	59
4.9	Vähäpäästöisen rakennuttamisen prosessi	60
4.10	Kirjallisuuskatsauksen yhteenveto.....	61
5	Tulokset.....	63
5.1	Kyselytutkimuksen tulokset	63
5.2	Ensimmäisen teemahaastattelun tulokset, rakennuttaminen	66
5.2.1	Tehokkaat tavat ohjata rakennustyömaan vähäpäästöisyyttä	66
5.2.2	Työmaatoimintojen päästöjen vähentäminen	67
5.2.3	Vähäpäästöisen työmaatoimintojen tehtävien ajoitus	69
5.2.4	Vähäpäästöisen työmaan tavoitteiden ja toimintatapojen jalkauttaminen	69
5.3	Toisen teemahaastattelun tulokset, rakennuskonevuokraamot.....	72
5.3.1	Työmaapäästöjen pienentämisen mahdollisuudet	72
5.3.2	Vähäpäästoiset koneet ja laitteet.....	74
5.3.3	Työmaan vähäpäästoiset lämmitys- ja energiamuodot	74
5.4	Palveluprosessin kehittäminen	76
6	Yhteenveto ja pohdinta	77
6.1	Luotettavuus ja eettisyys	78
6.2	Vähäpäästöisten tavoitteiden asettaminen rakennuttamisen prosessissa	80
6.3	Johtopäätökset ja kehittämissuhteet.....	84
	Lähteet	90
	Liite 1. Sähköpostikysely projekti- ja rakennuttajapäälliköille	97
	Liite 2. Teemahaastattelu 1, rakennuttaminen	99
	Liite 3. Teemahaastattelu 2, rakennuskonevuokraamot	100

Kuviot

Kuvio 1. Rakennetun ympäristön hiilijalanjäljen jakautuminen v.2017	8
Kuvio 2. Hiilijalanjäljen jakautuminen rakennetussa ympäristössä v. 2017	8
Kuvio 3. Jätteen etusijajärjestelmän huomioon ottaminen rakennus- ja purkujätteen	21
Kuvio 4. Opinnäytetyön teoreettinen viitekehys.....	23
Kuvio 5. Päästöttömän työmaan Green Dealin tavoitteet	25
Kuvio 6. Rakennuksen elinkaaren vaiheet	26
Kuvio 7. Hiilijalanjälkilaskennan yksinkertaistettu menetelmä	29
Kuvio 8. Hiilijalanjälkilaskennan tarkka menetelmä	29
Kuvio 9. Kuljetusten hiilijalanjälki erilaisilla rakennustyypeille	31
Kuvio 10. Työmaatoimintojen hiilijalanjälki erilaisilla rakennustyypeillä	32
Kuvio 11. Palveluprosessin vaiheet.....	36
Kuvio 12. Asiakkaan sidosryhmäkartta	37
Kuvio 13. Ilmiökartta vähähiilisestä rakentamisesta	38
Kuvio 14. Elinkaariasiantuntijapalvelut, nykytilanne	39
Kuvio 15. 8x8 ideointimenetelmä.....	40
Kuvio 16. Vaikuttavuus-toteutettavuusmatriisi.....	40
Kuvio 17. Tutkimuksen vaiheistus.....	44
Kuvio 18. Aineistolähtöisen sisällönanalyysin eteneminen	47
Kuvio 19. Kahden eri tekniikan työmenekin kasvu kesän aloitukseen verrattuna	53
Kuvio 20. Erilaisten rakennuskohteiden työmenekin vaihtelu kesäaloitukseen verrattu	53
Kuvio 21. Vähäpäästöisten tavoitteiden asetanta eri urakkamuodoissa	63
Kuvio 22. Elinkaaripalvelut, kehitelty versio	76
Kuvio 23. Tavoitteiden toteuttamisen varmistaminen sopimusasiakirjoilla	81
Kuvio 24. Työmaatoimintojen ja kuljetusten huomioiminen rakentamisen prosessissa	83
Kuvio 25. Vähäpäästöisen rakennustyömaan ohjausmahdollisuudet.....	88

Käsitteet

Hiilijalanjälki on jonkin tuotteen, palvelun tai toiminnan aikaansaama ilmastokuorma. Hiilijalanjälki kertoo, kuinka paljon kasvihuonekaasuja syntyy tuotteen tai palvelun elinkaaren aikana. Hiilijalanjäljen yksikkönä käytetään CO₂ e, joka ilmaisee kasvihuonekaasujen yhteenlasketun ilmastoa lämmittävän vaikutuksen. (Opas vähäpäästöisen rakennuttamiseen 2021, 24.)

Vähähiilisellä rakentamisella pyritään minimoimaan rakentamista ja rakennuksesta aiheutuvia hiilidioksidipäästöjä ja ympäristövaikutuksia rakennuksen elinkaaren aikana aina raaka-ainehankinnasta rakennuksen purkamiseen ja jätteiden loppusijoittamiseen saakka. (Vähäpäästöinen rakentaminen n.d.)

Vähähiilisellä rakennustyömaalla pyritään minimoimaan rakentamisprosessin aikaisia hiilidioksidipäästöjä.

Työmaatoimintoihin kuuluvat rakentamiseen liittyvät toiminnot, kuten kuljetukset, lämmitys, sähkö, työturvallisuus, väliaikaiset asennukset, nosturit, jne.

Green Deal-työmaalla on käytössä toimintatapoja ja periaatteita, joilla voidaan vähentää työmaatoimintojen aikaisia päästöjä. Konseptin tavoitteena on vähentää työmaiden hiilidioksidipäästöjä, haitallisia pakokaasupäästöjä sekä melun syntymistä. Muiden kriteerien lisäksi konseptin tavoitteena on pyrkiä minimoimaan pölyn leviäminen työmaalla. (Päästöttömät työmaat Green Deal -konsepti ja vähimmäiskriteerit 2022.)

Ilmastonmuutoksella tarkoitetaan merkittävää pitkän aikavälin muutosta ilmastossa. Muutokset näkyvät mm. sateiden lisääntymisenä, lämpötilojen muutoksina ja tuulen voimistumisena. (WWF)

Päästöt eli emissio tarkoittaa ihmisen toiminnan aiheuttamaa energian, aineen, melun, hajun, valon, värinän tai säteilyn jättämistä tai päästämistä suoraan tai epäsuorasti ilmaan, veteen tai maaperään (Wikipedia). Tässä opinnäytetyössä keskitytään vain rakentamiseen liittyviin hiilijalanjälkeen.

1 Johdanto

Euroopan vihreän kehityksen ohjelman tavoitteena on, että kaikki EU-maat sitoutuvat tekemään EU:sta ensimmäisen ilmastoneutraalin maanosan vuoteen 2050 mennessä. Jotta tähän päästään, EU-maat ovat sitoutuneet vähentämään päästöjä 55 % vuoteen 2050 mennessä tavoitevuoteen 1990 verrattuna. Tällä mahdollistetaan mm. energiaköyhyyden torjuminen ja tuontienergian vähentäminen. (A European Green Deal Striving to be the first climate-neutral continent 2019.) Päästöjen vähentämisellä on myös suuri vaikutus ilmastonmuutokseen.

Ilmastonmuutos on kaikkien ongelma ja se on otettava huomioon tämän päivän rakentamisessa. Rakennuksiin ja rakentamiseen käytetään nykyisin luonnonvaroista jopa 50 %. Rakentamisen sektori tuottaa jätteistä 30 % ja kasvihuonepäästöistä 35 %. Suomi on sitoutunut muiden EU-jäsenmaiden mukana siihen, että 70 % rakennus- ja purkujätteestä hyödynnetään. Tavoite oli asetettu vuoteen 2020, mutta sitä ei ole vielä saavutettu. Rakennusjätteestä 15 % tulee uudisrakentamisesta ja 85 % kertyy rakennusten purkamisesta ja korjausrakentamisesta. Uudella rakentamislilla pyritään vaikuttamaan rakentamisen päästöihin voimakkaasti. (Rakentamisen kiertotalous n.d.)

Nykyinen maankäyttö- ja rakennuslaki tullaan jakamaan kahtia: rakentamislaki ja alueidenkäyttölaki ja uusi rakentamislaki tulee voimaan vuoden 2025 alusta. Se asettaa tavoiteraja-arvot rakentamisen päästöille. Tutkimuksen aikana oli tarkoitus selvittää mm. rakentamista ohjaavia tekijöitä kuten vuoden 2025 alusta voimaan tulevaa uutta rakentamislakia ja sen tuomia uusia vaatimuksia. Rakentamislain tarkoitus on edistää rakentamisen vähähiilisyttä, laadun parantamista ja digitalisaation tavoitteita. Lakiuudistus tukee asetettuja hiilineutraaliuustavoitteita vuoteen 2035 mennessä. (HE 139/2022 vp 27.) Uudella rakentamislilla on vaikutusta myös tulevaisuudessa rakentamiseen ja sen ohjaukseen ja sen myötä on vaikutusta myös A-Insinöörien toimintaan hankkeen vetäjänä.

A-Insinöörit Rakennuttamisella vähähiilinen rakennuttaminen on jo osa rakennuttamisen toimintatapaa. Hankkeissa noudatetaan ISO 14001 -sertifioitua ympäristöjärjestelmää. Vähähiilinen rakentaja löytää kokonaistaloudellisesti parhaat ratkaisut, jotta vähäpäästöinen rakennus voidaan toteuttaa tehokkaasti ja käyttökustannukset pysyvät edullisina. Vähähiilisellä rakentamisella voi-

daan minimoida ilmatoriskit ja ylläpitää kiinteistön arvoa. Energiankäytössä, suunnitteluratkaisuissa ja materiaalivalinnoissa otetaan huomioon vähähiilisyys koko hankkeen elinkaaren ajalta. (A-Insinöörit Rakennuttaminen 2023.)

Suurimmat vähähiilisuuden mahdollisuudet ovat jo osa vähähiilistä rakennuttamista A-Insinööreillä. Kun energiatehokkuus paranee, käytön aikaiset energiakustannukset tulevat vähenemään. Myös rakentamisen aikaiset päästöt pienenevät oikeilla suunnitteluratkaisuilla ja materiaalivalinnoilla. Rakennetun ympäristön päästöistä alle 10 % tulee työmaatoiminnoista ja kuljetuksista (Vähäpäästöinen rakennusteollisuus 2035, 74). Tämä osuus tulee suhteessa kasvamaan, koska rakennuksista tehdään energia- ja materiaalitehokkaampia kuin aikaisemmin.

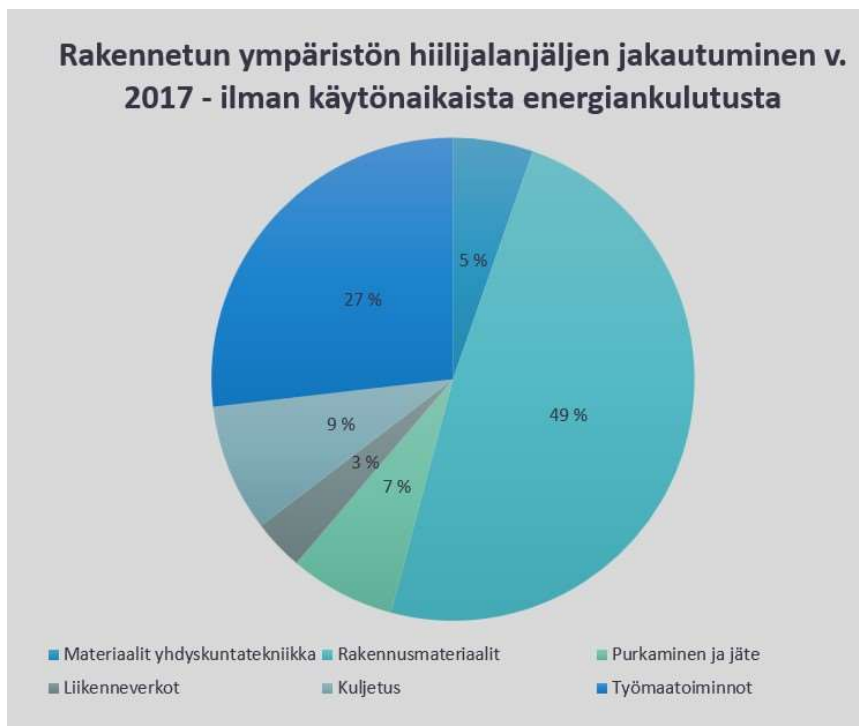
Tässä opinnäytetyössä keskityttiin selvittämään, mitä mahdollisuuksia rakennushankkeen vetäjällä on vaikuttaa siihen, että työmaatoimintojen ja kuljetusten hiilipäästöjä voidaan pienentää.

1.1 Tutkimuksen tausta ja aiheeseen liittyvät muut tutkimukset

Työmaatoiminnoissa sekä kuljetuksissa nähdään paljon mahdollisuuksia hiilidioksidipäästöjen vähentämiseen. Rakennushankkeissa vähäpäästöisen rakennuttamisen prosessissa työmaatoimintojen ja kuljetusten ohjaus vaatii kehittämistä. Rakennusteollisuus sitoutunut tulevina vuosina rakennusmateriaalien vähähiilisyyteen (Rakennusteollisuuden ja rakennetun ympäristön-vähähiilisyden tiekartta2020, 11–13, 42). Kun rakennuksista tehdään aina vaan energiatehokkaampia, työmaatoimintojen hiilijalanjälki tulee korostumaan ja sen vuoksi tämä aihe on hyvin ajankohtainen, kiinnostava ja toistaiseksi vähän tutkittu aihealue. Myös vuoden 2025 alusta tuleva uusi rakentamislaki tulee vaatimaan vähähiilisempää rakentamista. Tässä vaiheessa uuden rakentamislain tarkemmista vaatimuksista ei ole tietoa eikä mm. rakennusten hiilidioksidipäästöjen raja-arvoja ei ole vielä asetettu.



Kuvio 1. Rakennetun ympäristön hiilijalanjäljen jakautuminen v.2017 (Lähde Gaia)



Kuvio 2. Hiilijalanjäljen jakautuminen rakennetussa ympäristössä v. 2017, ilman käytönaikaista energiankulutusta (Lähde Gaia)

Käytönaikainen energia on suurin päästölähde rakennuksissa ja tämä näkyy hyvin kuviossa 1. Kaksi kolmasosaa tulee käytönaikaisesta energiasta ja loput neljännes sisältää materiaalit, työmaatoiminnot, purkamisen ja kuljetukset. Rakennusmateriaalien osuus on 12 %, työmaatoimintojen osuus on 7 % ja kuljetusten osuus 2 % kokonaisuudesta.

Jos tarkastellaan kuvion 2 mukaisesti vain rakennetun ympäristön hiilijalanjälkeä, työmaatoiminnot ovat toiseksi suurin päästölähde rakennusmateriaalien jälkeen. Kun tähän vielä lisätään kuljetusten osuus, näiden yhteenlaskettu hiilijalanjälki on 36 % rakennetun ympäristön hiilijalanjäljestä. Materiaalivalintoihin kiinnitetään jo paljon huomiota hankkeen alkuvaiheessa, joten työmaatoiminnot ja kuljetukset ovat seuraavat mahdolliset osuudet, joista hiilijalanjälkeä kannattaa pienentää.

Työmaatoimintojen ja kuljetusten päästövähennysmahdollisuuksia ei ole juuri tutkittu. Hiilineutraalia rakentamista on tutkittu useassa opinnäytetyössä, mutta työmaan osuutta opinnäytetyöissä ei ole otettu huomioon eikä tutkittu. Jari Hämäläisen (2012) tekemässä diplomityössä on tutkittu rakennustyömaan energian käytön jakaantumista eri rakennusvaiheissa ja vuodenaikoina. Työ on tehty jo 10 vuotta sitten, mutta sitä on hyödynnetty monessa alan julkaisussa myös sen jälkeen. Viime vuosina on tutkittu muutamassa opinnäytetyössä myös rakennustyömaiden energian kuluusta ja vähähiilistä rakentamista yleisesti, mutta työmaatoimintoja ei ole tutkittu vähähiilisyyden näkökulmasta. Tämän opinnäytetyön aihe käsittelee vähäpäästöisyyttä uudesta näkökulmasta, eli elinkaariarvioinnin osakokonaisuudesta (A4-A5) ja opinnäytetyön tuloksia tullaan hyödyntämään vähäpäästöisen rakentamisen ohjauksessa toimeksiantajan yrityksessä. Tätä oppia voidaan siirtää myös tilaajille ja sitä kautta muille rakentamisen parissa toimiville.

1.2 Tutkimuksen tavoitteet ja rajaus

Tutkimuksen tavoitteena oli löytää keinoja, joilla rakennustyömaan vähäpäästöisyyttä voi ohjata sekä löytää konkreettisia keinoja hiilijalanjäljen pienentämiseen. Tutkimuksen lopputuloksena saadaan kattavasti tietoa vähäpäästöisen rakentamisen ohjaavista tekijöistä työmaatoimintojen näkökulmasta. Tämän lisäksi tutkimus antaa tietoa työmaatoimintojen hiilijalanjäljen muodostumisesta ja keinosta hiilipäästöjen pienentämiseen. Opinnäytetyön on tarkoitus vastata seuraaviin kysymyksiin:

- Mitkä ovat tehokkaita tapoja ohjata rakennustyömaan vähäpäästöisyyttä?
 - o Minkälaisia keinoja rakennushankkeen vetäjällä on käytettävissä työmaatoimintojen päästöjen vähentämiseksi?
 - o Miten nämä vähäpäästöistä työmaatoimintoja tukevat tehtävät tulee ajoittaa rakennushankkeen ohjaamisessa?
 - o Miten vähäpäästöisen työmaan tavoitteet ja toimintatavat voidaan jalkauttaa työmailla?
 - o Miten eri urakkamuodot vaikuttavat tähän?
- Mitä konkreettisia keinoja työmailla on jo nyt käytettävissä työmaapäästöjen pienentämiseksi?
 - o Minkälaisia vähäpäästöisiä koneita ja laitteita on saatavilla?
 - o Minkälaisia vähäpäästöisiä lämmitys- ja energiaratkaisuja työmaalla on käytössä tällä hetkellä?

Mitkä ovat tehokkaita tapoja ohjata rakennustyömaan vähäpäästöisyyttä? Tämä kysymys valikoitui siksi, että haluttiin etsiä keinoja, joilla työmaan päästöjä voidaan vähentää. Etsimällä vastaus tähän kysymykseen ja sen apukysymyksiin, saadaan selville, mitä toimenpiteitä vaaditaan hankkeen vetäjältä, jotta rakennustyömaan päästöjä voidaan vähentää.

Minkälaisia keinoja rakennushankkeen vetäjällä on käytettävissä työmaatoimintojen päästöjen vähentämiseksi? Hankkeen vetäjällä on erityisesti hankkeen alussa suuri vaikutusmahdollisuus siihen, minkä verran hanke tulee maksamaan ja miten vähäpäästöinen siitä on mahdollista rakentaa. Siksi kirjallisuuskatsauksen ja teemahaastattelun avulla pyritään selvittämään, mitä keinoja hankkeen vetäjällä on käytössään ja mitä voisi tehdä toisin.

Miten nämä vähäpäästöisiä työmaatoimintoja tukevat tehtävät tulee ajoittaa rakennushankkeen ohjaamisessa? Koska rakentaminen on hyvin aikataulu- ja kustannusohjattua, sillä missä vaiheessa esim. vähäpäästöisyyden tavoitteet voidaan parhaiten asettaa, on merkitystä. Jos näitä pohditaan tilaajan kanssa heti hankkeen alussa, moni asia on vielä mahdollista toteuttaa. Jos suunnittelu on edennyt pitkälle, vaikutusmahdollisuudet vähenevät tai päästövähennystavoitteista voi tulla kohtuuttoman kalliita. Rakentamisen aikana on vielä joitakin mahdollisuuksia, mutta vaikutusmahdollisuudet vähenevät mitä pidemmälle rakentaminen etenee.

Miten vähäpäästöisen työmaan tavoitteet ja toimintatavat voidaan jalkauttaa työmaalle? Hankkeen vetäjällä on paljon vaikutusmahdollisuuksia toteuttaa vähäpäästöisiä työmaita. Miten nämä vähäpäästöisen työmaan tavoitteet ja toimintatavat voidaan jalkauttaa työmaalle, on vielä toteuttamista vaille valmis. Suunnittelijat ja rakennuttajaorganisaatio ymmärtävät, miksi vähähiilisiä tavoitteita tarvitaan, mutta suorittavalle portaalle asia on vielä uusi eikä välttämättä ymmärrettä, miksi joku asia on suunnittelullisesti ratkaistu juuri tietyllä tavalla. Tiedon valuminen suorittavalle portaalle on tärkeä, koska lopputulos on viime kädessä heidän vastuullaan. Suorittavan portaan motivaatio kasvaa, kun hekin ymmärtävät tietyn ratkaisun. Myös työmaan työjohdolle ei ole vielä täysin selvää, mistä vähäpäästöiset tavoitteet tulevat. Erityisen vaikeaa voi olla löytää vähäpäästöiset tavoitteet suunnitelmista, jos niitä ei ole erikseen kerrottu toteutusorganisaatiolle.

Mitä konkreettisia keinoja työmailla on jo nyt käytettävissä työmaapäästöjen pienentämiseksi?

Toisella kysymyksellä haluttiin selvittää sitä, miten työmaakoneet ja -laitteet ovat kehittyneet sekä sitä, minkälaiset mahdollisuudet koneita ja laitteita on vaihtaa vähäpäästöisimpiin vaihtoehtoihin. Tutkimuksessa halutaan selvittää, minkälaisia vähäpäästöisiä koneita ja laitteita on saatavilla. Tämä on hyvä tietää ja tiedostaa, koska kaikkiin koneisiin ja laitteisiin ei ole vielä olemassa vähäpäästöisiä vaihtoehtoja.

Minkälaisia vähäpäästöisiä lämmitys- ja energiaratkaisuja työmaalla on käytössä tällä hetkellä?

Työmaatoiminnoista lämmitys- ja energiaratkaisut ovat suurin yksittäinen päästölähde ja siihen on mahdollista vaikuttaa mm. sillä, millä tavoin ja millä ratkaisulla rakennusta kuivatetaan tai millä tavalla työmaatoimisto lämmitetään.

Tutkimus rajattiin koskemaan vain Suomea, sillä suurin osa työmaakäytännöistä ja lainsäädännöistä ovat maakohtaisia. Tässä opinnäytetyössä keskitytään työmaatoimintojen hiilipäästöjen vähentämisen mahdollisuuksiin, koska aihetta on tutkittu vähän ja aihe on selkeä kokonaisuus rakentamisen sektorista. Opinnäytetyössä ei käsitellä kaikkia hankkeen vetäjän vaikutusmahdollisuuksia, vaan keskitytään hakemaan keinoja, joilla on eniten vaikuttavuutta. Työmaatoimintojen ja kuljetusten päästöt ovat rakentamisen sektorissa suhteellisen pieni prosentuaalinen osuus, ja tämän vuoksi on järkevää miettiä niitä vaihtoehtoja, jolla voidaan todella vaikuttaa päästövähennyksiin. Työmaan näkökulmasta toimien tulee olla käytännön läheisiä ja toteutuskelpoisia, jotta ne juurtuvat käytäntöön.

Rakentaminen on kokenut viime vuosina paljon muutoksia, mm. vähäpäästöisyyden osalta. Tämän vuoksi on tärkeää löytää hyviä, toistettavia prosessin keinoja, joilla rakentaminen voisi olla yhdenmukaisempaa. Rakennusten energiatehokkuuden paranemisen myötä käytön aikainen energian kulutus ja hiilipäästöt tulevat pienenemään. Tämän seurauksena myös työmaatoimintojen ja kuljetusten päästöjen vaikutuksella on tulevaisuudessa suurempi vaikutus.

1.3 Tutkimusmenetelmät ja tutkimuksen suorittaminen

Opinnäytetyön kirjoittamisen prosessi aloitettiin kirjallisuuskatsauksella, jossa kerättiin tietoa vähäpäästöisestä rakennustyömaasta muista mahdollisista tutkimuksista ja muista alan julkaisuista sekä selvitettiin, mitä aineistoa toimeksiantajalla oli jo olemassa. Tässä kohtaa hyödynnettiin myös palvelumuotoilun 8x8 ideointimenetelmää, jota on tarkemmin kuvattu luvussa 3.2. Saadun taustatiedon pohjalta laadittiin alustava kysely siitä, mitä mahdollisuuksia työmaatoimintojen hiilipäästöjen vähentämiselle on lämmitysenergiaan ja työmaasähköön liittyvien ratkaisujen lisäksi. Kyselyssä selvitettiin samalla myös sitä, minkä verran organisaation henkilöstö ovat törmänneet käytännön työssä vähäpäästöisiin ratkaisuihin. Kyselyllä haluttiin selvittää myös sitä, minkä verran työntekijät ovat tietoisia käytännön mahdollisuuksista pienentää hiilipäästöjä rakennustyömaalla.

Kyselystä saatujen vastausten perusteella tarkasteltiin osaa vaikutusmahdollisuuksista tarkemmin. Teemahaastattelun runko pohjautui seitsemään eri pääotsikkoon: sopimusasiakirjat, rakentamisaika, ympäristöluokitukset, jätehuolto ja kierrätys, työmaan energia, kuljetus ja logistiikka sekä perehdyttäminen työmaalla. Pääotsikot tarkentuivat ensimmäisen kyselytutkimuksen jälkeen. Kyselyn ja haastattelun lisäksi tehtiin lyhyt teemahaastattelu yrityksille, jotka vuokraavat työmaakalustoa. Teemahaastattelussa paneuduttiin tarkemmin niihin tehtäviin, joilla rakennushankkeen vetäjä voi edesauttaa työmaatoimintojen hiilijalanjäljen pienentämisessä. Lopputuloksena saatiin käsitys siitä, miten hanketta voidaan ohjata toivottuun suuntaan (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2009, 208).

2 Vähäpäästöinen työmaa osana rakentamisen vähähiilisyystavoitteita

2.1 Vähähiilisyttä ohjaava lainsäädäntö

Rakentamiseen liittyvä lainsäädäntö on muuttunut viime vuosina. Jätelaki on täydennetty v. 2021 asetuksella, ilmastolaki on uudistettu v. 2022 ja uusi rakentamislaki tulee voimaan vuoden 2025

alusta. Näihin kaikkiin lakeihin ovat vaikuttaneet myös EU-lainsäädäntö, kuten mm. uutena voimaan tuleva EU-energiatehokkuus-direktiivi ja hieman vanhempi EU vihreän kehityksen ohjelma.

2.1.1 EU:n vihreän kehityksen ohjelma

Euroopan Unionin vihreän kehityksen ohjelman tavoitteena on, että kaikki EU-maat sitoutuvat tekemään EU:sta ensimmäisen ilmastoneutraalin maanosan vuoteen 2050 mennessä. Jotta tähän päästään, EU-maat ovat sitoutuneet vähentämään päästöjä 55 % vuoteen 2050 mennessä vertailuvuoteen 1990 verrattuna. Tällä mahdollistetaan mm. energiaköyhyyden torjuminen ja tuontienergian vähentäminen. (A European Green Deal Striving to be the first climate-neutral continent 2019.)

Parantamalla rakennusten energiatehokkuutta säästetään energiaa, suojaudutaan äärimmäiseltä kuumuudelta ja kylmyydeltä. Invest EU-ohjelman avulla pyritään pienentämään kustannuksia, erityisesti niiden osalta, joihin se kaikkein eniten vaikuttaa. Tällä pyritään siihen, että siirtymä on oikeudenmukainen. Asuntojen lisäksi tavoitteena on kunnostaa julkisia rakennuksia, joissa voidaan hyödyntää uusiutuvaa energiaa ja samalla parannetaan rakennusten energiatehokkuutta. Komissio ehdottaa mm. uusiutuvan energian osuuden nostamista 49 % rakennuksissa vuoteen 2030 mennessä. (A European Green Deal ... 2019; Finance and the Green Deal 2020.)

2.1.2 EU-taksonomia

Vähähiilisyteen ja vastuullisuuteen Euroopan komissio on laatinut rahoitusta koskevan toimintasuunnitelman. Sen päätarkoituksena on taksonomia eli kestävien toimintojen luokitusjärjestelmä. Taksonomian avulla voidaan määrittää, minkälainen kiinteistö tai rakennushanke on vastuullinen. Taksonomian tavoitteena on luoda kriteerit sijoituskohteelle, joka on kestävä ympäristön näkökulmasta. Jos kiinteistöä ei pidetä tulevaisuudessa vastuullisena, se nähdään riskisijoituskohteena. Tulevaisuudessa kestävä kehitys ja vastuullisuus ovat rakennusalalla liiketoiminnan tärkeimpiä edellytyksiä. EU-taksonomia tarjoaa yrityksille vastuullisuusstandardin, jota yritykset voivat käyttää mm. ympäristöllisen kestävyuden raportoinnissa tai vastuullisuustyön kehittämässä. Taksonomia mahdollistaa perustan sille, millaiset taloudelliset investoinnit ovat kestäviä. Näin voidaan lisätä läpinäkyvyyttä ja ohjata rahoitusta kestävään liiketoimintaan. (Mikä EU-taksonomia? Miksi myös pk-yrityksen kannattaa huomioida taksonomia jo nyt 2023, 7–8.)

EU-taksonomia määrittelee kuusi ympäristötavoitetta ja niihin liittyvät arviointikriteerit. Ympäristötavoitteita ovat 1) ilmastonmuutoksen hillintä, 2) veden ja meren kestävä käyttö ja niiden suojeleminen, 3) ilmastonmuutokseen sopeutuminen, 4) ympäristön pilaantumisen ehkäisy, 5) siirtyminen kiertotalouteen ja 6) biodiversiteettien ja ekosysteemin suojeleminen ja ennallistaminen. Yrityksen tulee hyödyntää vähintään yhtä edellä mainituista ympäristötavoitteista eikä yritys saa aiheuttaa haittaa yhdellekään kuudesta ympäristötavoitteesta. (EU 2021/2139 2021; Mikä EU-taksonomia... 2023, 6.)

Yllä mainituista tavoitteista erityisesti siirtyminen kiertotalouteen liittyy myös osana työmaatoimintoja. Tätä pidetään edistävänä toimenpiteenä, jolla voidaan ehkäistä mm. jätteen syntymistä sekä tuotteille pyritään löytämään uudelleenkäyttöä tai niitä kierrätetään. Näin voidaan hyödyntää tehokkaammin luonnonvaroja. Vaaralliset aineet voidaan korvata jatkossa turvallisimmilla vaihtoehdoilla ja samalla parantaa myös tuotteiden jäljitettävyyttä. Vähentämällä rakennusten rakentamista ja purkamista ja sitä kautta syntyvää jätettä, lisäämällä näiden jätteiden uudelleenkäyttöä ja kierrätystä voidaan edesauttaa siirtymistä kiertotalouteen myös rakennustyömailla. Vähentämällä jätteen polttamista tai hävittämistä, voidaan paremmin saavuttaa kiertotalouden siirtymiseen vaadittavat toimenpiteet. (EU 2020/852, artikla 13.) Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että hankkeen suunnitteluvaiheessa tulee hankkeen vetäjän pohtia, mitä purettavista materiaaleista voidaan hyödyntää muulla tavoin kuin jätteenä.

EU-taksonomia koskee tällä hetkellä suuria yrityksiä ja muita finanssialan toimijoita, joilla EU-taksonomian mukaisuus on pakollista. Taksonomian piiriin kuuluvat PIE-yhteisöt, jotka työllistävät yli 500 henkilöä. PIE-yhteisöksi luetaan vakuutus- ja pörssiyhtiöt, luottolaitokset sekä erityislainsäädännössä tähän ryhmään määritellyt yritykset. EU-taksonomia koskee myös EU:n alueella toimivia rahoitusmarkkinoita, EU:ta ja jäsenmaita, kun he luovat standardeja vihreisiin sijoitustuotteisiin. (Mikä EU-taksonomia... 2023, 9.)

2.1.3 EU energiatehokkuusdirektiivi

Rakennusten energiatehokkuutta koskevien sääntöjen mukauttamista Euroopan Unionin vihreän kehityksen ohjelman tavoitteeseen on pienentää kasvihuonekaasupäästöjä ja energialaskuja sekä parantaa miljoonien eurooppalaisten elämänlaatua. Tässä ehdotetussa rakennusten energiatehokkuutta koskevan direktiivin tarkistuksessa komission perusparannusstrategia tullaan muuttamaan lainsäädännöksi. (Rakennusten energiatehokkuus: EU-parlamentti hyväksyi kantansa 2023.)

Vuoden 2028 alusta energiatehokkuusdirektiivin vaatimuksen mukaan kaikkien uusien rakennusten on oltava päästöttömiä. Julkisen sektorin rakennusten tulee kuitenkin olla päästöttömiä jo vuonna 2026 uuden energiatehokkuusdirektiivin mukaan. Näin ollen rakennukset kuluttavat vähemmän energiaa ja niissä käytetään mahdollisimman paljon uusiutuvaa energianlähdettä. Keskitymällä aluksi energiatehokkuudeltaan heikoimpiin rakennuksiin voidaan maksimoida mahdollisuudet hiilestä irtautumiseen ja energiaköyhyyden lievittämiseen. (Rakennusten energiatehokkuus: EU-parlamentti... 2023.)

Energiatehokkuustodistus tulee hankkia kaikkiin niihin rakennuksiin, joiden vuokrasopimus uusiin, rakennukset myydään tai rakennukset ovat julkisia rakennuksia. Kaikkien energiatodistusten tulee perustua yhdenmukaiseen asteikkoon A-G vuoteen 2025 mennessä. Kansallisiin energia- ja ilmastosuunnitelmiin on sisällyttävä aikataulu fossiilisten polttoaineiden poistamiseksi asteittain käytöstä viimeistään vuoteen 2040 mennessä sekä aikataulu kansallisen rakennuskannan muuttamiseksi päästöttömäksi vuoteen 2050 mennessä. (Rakennusten energiatehokkuus: EU-parlamentti... 2023.)

2.1.4 Uusi rakentamislaki v.2025

Uuden rakentamislain suurin tavoite on ilmastonmuutoksen hillintä ja tämän tavoitteen tuominen osaksi rakentamisen lainsäädäntöä. Vuoden 2025 alusta voimaan tuleva rakentamislaki ohjaa rakentamaan vähähiilisesti, ottaen huomioon rakennuksen elinkaaren aikana syntyvät ilmastohaitat sekä -hyödyt. Uuteen lakiin tulee vielä myöhemmin annettavia asetuksia. Tällaisia asetuksia ovat mm. rakennuksen ilmastaselvitys ja materiaaliseloste, jotka liitetään jatkossa rakennusluvan liit-

teeksi. Myös rakentamisen raja-arvot erityyppisille rakennuksille on tarkoitus asettaa ennen rakentamislain voimaantuloa. Näillä toimilla rakentamislaki vahvistaa myös rakentamisen kiertotaloutta. (HE 139/2022 vp 2022; L751/2023 5§.)

Nykyinen rakennuslupa ja toimenpidelupa yhdistyvät yhdeksi ja samaksi luvaksi; rakentamislupaksi. Lupaa edellyttää jatkossa rakennusoikeudeltaan yli 30 neliön kokoinen rakennus. Eli jatkossa pienen varaston tai pihasaunan voi rakentaa ilman rakentamislupaa. Vanhan rakennuksen voi edelleen korjata, jos rakennus on teknisesti toimiva ja korjaushanke täyttää sille asetetut energia- ja tehokkuusvaatimukset. Korjaustapana voi siis olla vanhan rakennuksen alkuperäinen tai sen jälkeen tullut uudempi, tehokkaampi rakentamistapa. Korjaaminen ei myöskään saa heikentää rakennuksen tai kulttuuriympäristön arvoa. (HE 139/2022 vp 2022; L751/2023 61 §.)

Merkittävin muutos rakentamislakiin on se, että purkaminen on jatkossa helpompaa, mikäli rakennus on menettänyt suurimman osan arvostaan. Purkaminen ei toki saa aiheuttaa haittaa kaavoitukselle tai aluekäytön muille järjestelyille. Rakennuksen käyttötarkoitus voidaan jatkossa muuttaa poikkeamisluvalla, kun muutokseen on olemassa erityinen syy. Tällainen voi olla käyttötarkoituksenmuutos, joka tukee rakennetun ympäristön vähähiilisyyttä ja kiertotaloutta. Näin poikkeamislupamenettely on kaavamutosta joustavampi menettely. (HE 139/2022 vp 2022; L751/2023 56 §.)

Rakentamislain muutoksen yhteydessä hyväksyttiin maankäyttö- ja rakennuslakiin muutos, jossa säädetään jatkossa aluekäyttötietojen digitaalisuutta. Tämä lakiuudistus sujuvoittaa prosesseja, edistää rakennusten saneerausta, helpottaa materiaalien seurantaa ja ilmastovaikutusten laskentaa. Jatkossa siis rakentamisluvat ja aluekäytön suunnitelmat löytyvät koneluettavassa muodossa yhdestä paikasta. Suomen ympäristökeskuksen alaisuudessa toimiva rakennetun ympäristön tietojärjestelmä aloittaa toiminnan jo vuoden 2024 alussa. Vuoden 2027 loppuun mennessä tulee toimittaa järjestelmään rakennushankkeiden tiedot ja vastaavasti aluekäytön tiedot vuoden 2028 loppuun mennessä. (HE 139/2022 vp 2022; L751/2023 72 §.)

Uuteen rakentamislakiin tulee myös vaatimukset suunnittelijan ja työnjohdon kelpoisuuden toteuttamiseksi. Rakennusvalvonnan tulee tarkastaa, että hankkeen suunnittelijalla tai työnjohdolla on todistuksella osoitettu pätevyys ko. tehtävään. Säännöksen toisena tarkoituksena on varmistaa, että

suunnittelijalla on tosiasialliset mahdollisuudet toimia juuri tässä tehtävässä. (HE 139/2022 vp 2022; L751/2023 83 §, 85 §.)

Ilmastaselvitys

Uuden rakentamisluvan liitteenä tulee jatkossa olla ilmastaselvitys. Uuden rakennuksen tulee täyttää rakennustyypeittäin laaditut hiilijalanjäljen raja-arvot. Näillä raja-arvoilla on mahdollista ohjata rakentamisen suunnittelua sekä rakentamista. Tavoitteena on edistää vähähiilisiä ratkaisuja, tietomallipohjaista suunnittelua sekä yhdenmukaistaa tiedon rakenteita kaikissa rakennushankkeissa.

Ilmastaselvitys tulee laatia uudisrakennuksiin ja isoihin korjausrakentamisen hankkeisiin. Ilmastaselvitystä ei kuitenkaan tarvita, jos rakennuksesta ei suunnitella eikä rakenneta 117 g §:n mukaan lähes nollaenergiarakennusta. Erillispientalojen korjaus ja laajemmat korjaushankkeet, joissa ei tehdä energiatehokkuuden parannustöitä korjaustyön yhteydessä, ei tätä ilmastaselvitystä tarvita. Hiilijalanjäljen raja-arvot eivät näillä näkymin koske erillispientaloja. (HE 139/2022 vp 2022, 31; L751/2023 61 §.)

Rakennusvalvontaviranomainen tarkistaa rakennuslupavaiheessa, onko hankkeen ilmastaselvitys asianmukainen. Viranomaisen tulee myös tarkistaa, että uuden rakennuksen hiilijalanjälki ei ylitä sille asetettuja vaatimuksia. Ilmastaselvitys ja sen päivittäminen kuuluvat rakennushankkeeseen ryhtyvälle. Ilmastaselvityksen hyöty on jatkossa paljolti kiinni siitä, miten paljon viranomainen pystyy ohjaamaan hanketta vähähiilisempään suuntaan. Viranomaisen antama neuvonta ja ohjaus ovat keskeisiä hyötyjen saavuttamisessa. (HE 139/2022 vp 2022, 76.)

Tulevaisuudessa ilmastaselvitys mahdollistaa ilmastovaikutusten huomioon ottamisen kaavoituksessa, tontinluovutuksessa ja rakentamisen hankinnoissa. Julkinen hankintatoimi tai muu rakennuksen tilaaja voi myös hyödyntää ilmastaselvitystä osana hankinnan kriteereitä. Alussa tämä voi olla lisäkustannus, mutta hyödyt voivat olla suuremmat pitkällä aikavälillä. (HE 139/2022 vp 2022, 76.)

Uusi ilmastaselvitys lisää tietoisuutta ja keskustelua rakentamisen ilmastovaikutuksista. Näin edesautetaan rakennuttajia ja suunnittelijoita tekemään ilmastoystävällisiä valintoja (HE 139/2022 vp 2022, 83). Uudet rakentamisluvan raja-arvot saattavat aluksi nostaa suunnittelun ja rakentamisen

kustannuksia. Kun uudet ratkaisut yleistyvät, kustannustaso laskee lähemmäs perustasoa. (HE 139/2022 vp 2022, 47.)

Materiaaliseloste

Materiaaliseloste tulee osaksi rakentamisluvan prosessia. Materiaaliseloste syntyy samaan aikaan, kun ilmastaselvitykseen kerätään tietoa. Materiaaliseloste on lähtökohta ilmastaselvitykselle ja sitä voidaan hyödyntää tietolähteenä rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjeille. Seloste on tarkoituksena viedä rakennuksen tietomalliin ja siitä luettaviin tietoihin. Näin syntyy samalla myös digitaalinen tieto eri materiaaleista, yhdenmukaisesti kaikista rakennushankkeista. Tämä kaikki tieto mahdollistaa paremmat mahdollisuudet rakennus- ja purkumateriaalin hyödyntämiselle ja näin vahvistaa rakentamisen kiertotaloutta. Määrämuotoinen materiaali- ja tuoteluettelointi edesauttaa arvioimaan tulevaisuuden jätemääriä ja samalla edesauttaa vähentämään rakennus- ja purkujätteen määrää. Näin myös uuden materiaalin valmistamisen tarve vähenee. Yhteinen rakennusalan, kiertotalouden ja jätealan tietopohja hyötyy merkittävästi tästä digitalisaation mahdollistamasta yhteensovituksesta ja hyötyy sitä kautta tiedon keräämisestä yhteen ja samaan paikkaan. (HE 139/2022 vp.2022, 31–32.) Hiilijalanjälkilaskennan menetelmää avataan tarkemmin kohdassa 2.3.

Rakentamiseen liittyvien materiaalivirtojen tekeminen näkyväksi mahdollistaa läpinäkyvyyden ja avoimuuden tavoitteet. Materiaaliseloste voi lisätä ymmärrystä resurssitehokkuudesta rakentamisessa ja näin ohjata valintoja kiertotalouden mukaiseen suuntaan. Lisäksi seloste on tärkeä lisäinformaation lähde silloin, kun rakennus puretaan tai sitä halutaan korjata. (HE 139/2022 vp.2022, 40.)

Viranomaisen tarkistaa myös materiaaliselosteen rakentamisluvan hakemisen yhteydessä. Materiaaliselosteessa tulee luetella 39 §:n mukaisesti tiedot uudesta rakennuksesta tai laajamittaisesta korjaushankkeesta. Materiaaliseloste on luettelo niistä osista, joista ko. rakennus ja sen rakenteet toteutetaan. Tarkemmat tiedot materiaaliselosteen sisällöstä ja laadinnasta tulevat myöhemmin. (HE 139/2022 vp.2022 39 §.)

2.1.5 Ilmastolainsäädäntö

Uusi ilmastolaki astui voimaan 1.7.2022 (L 423/2022 1 §). Ilmastolalla säädetään puitteet ja tavoitteet ilmastopolitiikan suunnittelulle ja sen toteutuksen seurannalle. Uuden lain tavoitteena on varmistaa, että Suomessa saavutetaan hiilineutraalisuus vuonna 2035. Uusia päästötavoitteita verrataan vuoden 1990 päästöihin. Uudet päästösäästötavoitteet ovat: 1) 60 % vuoteen 2030 mennessä, 2) 80 % vuoteen 2040 mennessä sekä 3) 90 % vuoteen 2050 mennessä, pyrkien kuitenkin 95 %:iin. (Ilmastolain uudistus 2022; L423/2022 1–2 §)

Ilmastolaki ja ilmastopolitiikan suunnittelujärjestelmä varmistavat kestävä kehityksen ja ilmastotoimien oikeudenmukaisuuden. Kestävällä kehityksellä pyritään varmistamaan hyvät elämisen mahdollisuudet ja niiden turvaaminen nykyisille ja tuleville sukupolville. Oikeudenmukaisuuden tavoitteena on, että vähähiiliseen yhteiskuntaan siirtymisestä ei koidu kohtuutonta rasitetta väestölle. Ilmastolaki on tarkennettu kahdella erillisellä asetuksella. (Ilmastolain uudistus 2022.)

Uutta ilmastolakia on täydennetty syksyllä 2022. Uuteen lakiin on lisätty kuntien ilmastosuunnitelmia ja muutoksen hakua koskevaa sääntelyä. Ilmastolakiin on sisällytetty kuntien velvoite laatia ilmastosuunnitelmat. Ilmastosuunnitelma tulee päivittää kunnissa vähintään kerran valtuustokaudella ja ko. suunnitelman hyväksyy kunnanvaltuusto. Näin pyritään vahvistamaan kuntien ilmastotyötä ja edistämään oikeusturvan toteutumista. (Ilmastolain uudistus 2022; L423/2022 7–12 §.)

Ilmastosuunnitelman myötä kuntien on mahdollista vaikuttaa oman alueensa ilmastopäästöihin pitkällä aikavälillä. Rakentamisen ohjauksen avulla kunnat voivat vaikuttaa mm. rakennusten energiatehokkuuteen. Rakennusten sijoittelulla voidaan taas vaikuttaa mm. uusien rakennettavien alueiden tuuliolosuhteisiin ja sitä kautta energiankulutukseen. Kuntien maankäyttö mahdollistaa uusiutuvan energian energialaitosten sijoittumismahdollisuudet. (Opas kuntien ilmastotyön tueksi 2020, 18–19.) Ilmastosuunnitelman laatimisen velvoite tullaan kuitenkin poistamaan lakimuutoksella vuoden 2024 alussa (Kuntien ilmastosuunnitelmat. Ajankohtaista. 2023).

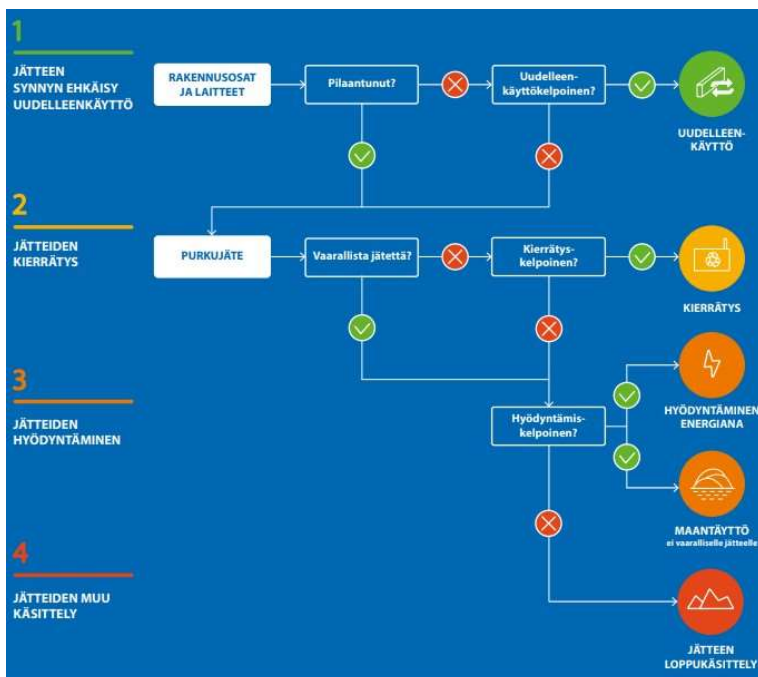
2.1.6 Jätelainsäädäntö

Jätelakia (L 646/2011) täydennettiin vuonna 2021 asetuksella (A 978/2021). Uuden jäteasetuksen tavoitteena on vähentää jätteen määrää ja lisätä kierrätystä sekä uudelleen käyttöä. Asetuksessa asetetaan jätehuollolle vähimmäisvaatimustaso, mikä tarkoittaa käytännössä uusia erilliskeräysvaatimuksia kiinteistöille. Jätevirtojen jäljittäminen on myös jatkossa helpompaa uusien raportointivelvollisuuksien myötä alan toimijoille. (A 978/2021).

Tämän lisäksi jäteasetusta (A526/2022) on muutettu syksyllä 2022. Tarkennukset koskevat lähinnä siirtoasiakirjaan merkittäviä tietoja ja niiden toimittamista rekisteriin (A 526/2022 40 §). Asetus antaa ohjeistuksen, mitä tietoja jätehuoltorekisteriin tulee toimittaa (A 526/2022 42 §). Muutoksen tavoitteena on selkiyttää jätehuoltorekisterin toimintaa.

Rakennustyömaan jätehuoltoa ohjaa etusijajärjestys. Tämän ajatuksen on ensisijaisesti vähentää jätteen määrää, mutta mikäli jätettä syntyy, on se valmistettava uudelleen käyttöä varten. Jos kuitenkaan jätettä ei voida uudelleen hyödyntää, se täytyy kierrättää. Jos kierrätyskään ei onnistu, jäte hyödynnetään viimeisessä vaiheessa energiaksi. (RT 69-11183, 2.)

Rakennus- ja purkujätteen käsittelyprosessin kulku on kuvattu tarkemmin kuviossa 3.



Kuvio 3. Jätteen etusijajärjestelmän huomioon ottaminen rakennus- ja purkujätteen osalta (Lehtonen 2019)

Jäteasetuksen myötä myös rakennushankkeeseen ryhtyvän roolia on korostettu. Rakennus- ja purkuhanke on toteuttava niin, että rakentamisessa syntyy mahdollisimman vähän jätettä. Kaikki käyttökelpoinen materiaali on otettava talteen ja käytettävä uudelleen, kun se on mahdollista. Kaikkea tätä on mahdollista minimoida mm. rakennuksen valikoivalla purkamisella. Tällä mahdollistetaan rakennusosien ja -materiaalin talteenotto ja uudelleenkäyttö. Tavoitteena on, että 70 % rakennus- ja purkujätteestä tulisi jätelainsäädännön mukaan uudelleen käyttää, kierrättää tai hyödyntää. Tähän ei kuitenkaan lueta maa-aineita eikä vaarallisia jätteitä. Tällä hetkellä on arvioitu hyödyntämisasteen olevan luokkaa 50–60 %. (RT 69-11183, 2; A978/2021 25 §.)

Rakennustyömaalle työmaan jätehuolto on järjestettävä siten, että valtaosa syntyvästä jätteestä voidaan uudelleen käyttää, hyödyntää materiaalina tai kierrättää vaikkapa maanrakentamisessa. Rakennushankkeeseen ryhtyvän tulee muistaa siirtää tämä vastuu sopimuksella päätoteuttajalle. Erilliskeräys tulee järjestää vähintään seuraaville jätejakeille: metalli, lasi, betoni, tiili, bitumi ja kattohuopa, kyllästämätön puu, kipsi, paperi ja kartonki, mineraalivillaeriste, muovi, asfaltti, sekä erikseen maa-ainekselle. Näiden lisäksi kivennäislaatat ja keramiikka erotellaan mahdollisuuksien mukaan jätelajeittain. Vaaralliset jätteet on aina kerättävä erikseen ja toimitettava ko. jätteelle

tarkoitettuun käsittelyyn. Myös pakkausjätteet tulee toimittaa pakkausten tuottajan jätehuoltoon. Kaikki muukin työmaalla syntyvä jäte tulee lajitella ja toimittaa kierrätettäväksi mahdollisuuksien mukaan. Suuri määrä tasalaatuista jätettä on myös pyrittävä keräämään erikseen. (RT 69-11183, 8.)

Jätelain (L646/2011) 15 § mukaan tietyistä lajitteluvollisuuksista kuitenkin voidaan poiketa. Tämä poikkeama tulee pystyä perustelemaan valvontaviranomaiselle. Tällainen perustelu voi olla esim. syntyvän jätteen pieni määrä tai jätteen asianmukaista hyödyntämispalvelua ei ole. (L 646/2011, 15§)

Rakennusurakan yleisten sopimusehtojen (YSE 1998) mukaan kaupallisiin asiakirjoihin nimetään päätoteuttaja, joka vastaa työmaapalveluista. Työmaapalveluihin kuuluvat myös jätehuollon järjestäminen, jätteiden poiskuljetus, sosiaalityöjen siivous, tilojen puhtaana pito ja lumityöt. (RT 69-11183, 8.)

2.1.7 Lainsäädännön vaikutukset vähähiiliseen rakennustyömaahan

EU vihreän kehityksen ohjelma antaa raamit sille, miten rakentaminen tulee muuttumaan vähäpäästöiseen suuntaan seuraavan vuosien aikana. Ohjelma ei suoraan vaikuta työmaatoimintojen hiilidioksidipäästöjen vähentämiseen.

Uusi EU-energiatehokkuusdirektiivi on myös toinen ohjauskeino, jolla on vain välillisiä vaikutuksia (esim. uusiutuvan energian käytön vaatimukset) vähäpäästöiseen työmaahan. Direktiivi ei suoraan vaikuta työmaatoimintoihin.

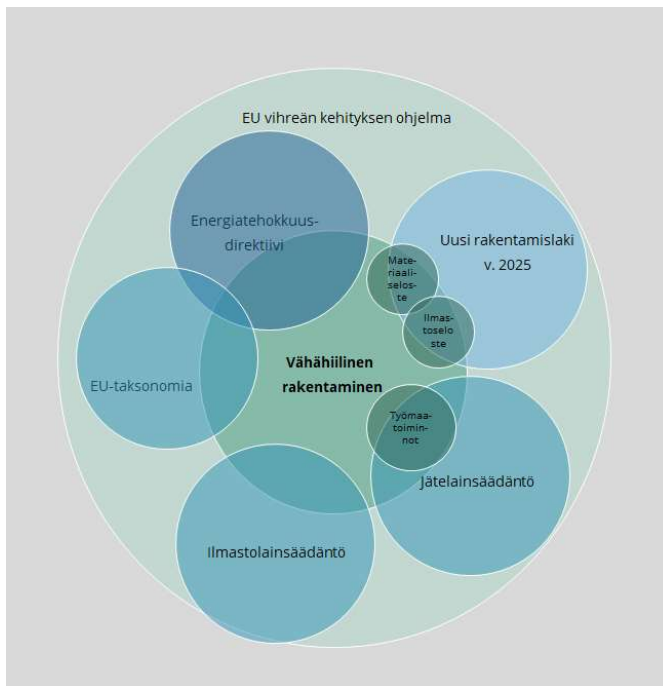
EU-taksonomialla on välillisiä vaikutuksia rakennustyömaahan, sillä se ohjaa rakentamista kestävään suuntaan ja pyrkii rahoituksella varmistamaan rakentamisen läpinäkyvyyden. Siirtyminen kiertotalouteen tulee vaikuttamaan myös rakennustyömaan toimintaan ja kiertotaloudella voidaan vaikuttaa hiilidioksidipäästöjen vähentämiseen.

Ilmastolaki ei suoraan ota kantaa vähäpäästöiseen rakennustyömaahan, mutta sen tavoitteena on varmistaa hyvät elämisen mahdollisuudet ja niiden turvaaminen nykyisille ja tuleville sukupolville.

Ilmastolain tavoite vaikuttaa välillisesti rakennustyömaatoimintoihin ja kuljetuksiin, sillä rakentamisen ohjauksen avulla kunnat voivat vaikuttaa mm. rakennusten energiatehokkuuteen tai rakennuksen sijoitteluun rakennuspaikalla.

Jätelaki asettaa selkeät raamit rakentamisen jätehuollolle. Rakennustyömaalla työmaan jätehuolto on järjestettävä niin, että valtaosa syntyvästä jätteestä käytetään uudestaan, kierrätetään tai hyödynnetään muualla materiaalina.

Uusi rakentamislaki asettaa vähähiilisuuden raja-arvot erilaisille rakennustyypeille, mutta laki ei ainakaan tässä vaiheessa ota erikseen kantaa rakennustyömaan vähähiilisyyteen. Ilmastaselvityksessä otetaan huomioon työmaatoimintojen vaiheet A4-A5. Jos rakennukselle asetettu raja-arvo on lähellä ylittymistä, hankkeen vetäjällä on mahdollisuus vaikuttaa myös työmaatoimintojen päästöjen vähentämiseen ja näin alittaa vaaditut raja-arvot.



Kuvio 4. Opinnäytetyön teoreettinen viitekehys

Kuviossa 4 on esitetty opinnäytetyön teoreettinen viitekehys, jonka perustana on EU-lainsäädäntö. EU-energiatehokkuusdirektiivi tulee vaikuttamaan vähähiiliseen rakentamiseen uuden rakentamislain lisäksi. Myös jätelainsäädäntö vaikuttaa rakentamisen jätehuoltoon ja ilmastolainsäädäntö vaikuttaa välillisesti vähähiiliseen rakennustyömaahan. Uuden rakentamislain myötä ilmastaselvityksessä huomioidaan rakennustyömaan päästöt ja siten voidaan ohjata pienentämään päästöjä.

2.2 Päästöttömät työmaat, Green Deal-työmaat

Päästötön työmaa- tai Green Deal-sopimuksella tarkoitetaan sellaisia toimintatapoja ja periaatteita, joilla vähennetään työmaatoimintojen aikaisia hiilidioksidipäästöjä. Hankinnasta vastaava taho tai henkilö edellyttää esim. kuljetuskaluston ympäristövaikutusten huomioon ottamista hankinnassa. Konseptin ajatuksena on vähentää työmaiden hiilidioksidipäästöjä, haitallisia pakokaasupäästöjä sekä melun syntymistä. Green Deal-sopimus ei ota kantaa esim. rakennusmateriaalien hiilijalanjälkeen eikä rakentamisen elinkaaripäästöihin. Muiden kriteerien lisäksi konseptin tavoitteena on pyrkiä minimoimaan pölyn leviäminen työmaalla. (Päästöttömät työmaat Green Deal -konsepti ja vähimmäiskriteerit 2022.)

Green Deal-työmailla tavoitteena on, että vuoden 2025 jälkeen työmaakoneista ja kalustosta 20 % tulee toimia sähköllä, vedyllä tai biokaasulla. Lisäksi työmaiden tulee olla fossiilivapaita. Tarkastelu koskee tässä vaiheessa vain työmaan sisällä tapahtuvia toimintoja. Vuonna 2030 työkoneista ja kalustosta jo 50 % tulee toimia sähköllä, vedyllä tai biokaasulla. Tässä vaiheessa myös työmaakuljetukset kuuluvat tämän sopimuksen piiriin. Konsepti on lanseerattu v. 2021 ja sopimusta noudattavat tahot ovat kokoontuneet säännöllisin väliajoin arvioimaan kriteereiden käyttökelpoisuutta ja markkinoiden mahdollisuutta vaikuttaa niihin. (Päästöttömät työmaat Green Deal... 2022.)

Konseptin kriteerit tulee ottaa huomioon sellaisilla rakennustyömailla, joilla työmaakoneita käytetään yli 10 työpäivän ajan. Tällöin niiden tulee täyttää STAGE IV luokan ympäristövaatimukset. Tämä vaatimus koskee mm. erilaisia kuormaajia, kaivuukoneita, traktoreita ja jyriä. Ellei tällaisia luokiteltuja koneita käytetä, tilaaja määrää niistä sopimusasiakirjojen mukaisen sanktion. Green Deal- työmailla ei siis saa käyttää sellaisia työkoneita, joita ei ole kirjattu erilliseen kalustoluetteloon. Jos luetteloon tulee muutoksia, ne tulee hyväksyttäväksi tilaajalla ja uusien koneiden tulee täyttää samat vaatimukset, jotka on asetettu jo tarjousvaiheessa. Pienkoneissa (teho ≤ 4 kW) tulee suosia sähkökäyttöisiä koneita. (Päästöttömät työmaat Green Deal... 2022.)

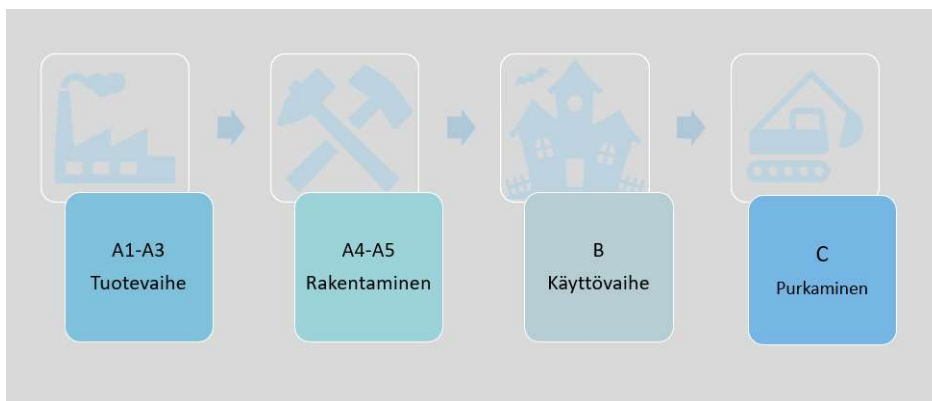


Kuvio 5. Päästöttömän työmaan Green Dealin tavoitteet (Päästöttömät työmaat Green Deal -konsepti ja vähimmäiskriteerit 2022)

2.3 Rakennuksen vähähiilisyden arviointi

Rakennuksen vähähiilisyden arviointimenetelmä on kehitetty Suomen olosuhteisiin sopivaksi ja se perustuu Euroopan komission laatimaan Level(s)-menetelmään (Kuittinen 2019, 11). Tätä vähähiilisyden arviointimenetelmää käytetään myös rakennuksen hiilijalanjäljen ja -kädenjäljen laskeamisessa. Tätä koskeva asetus on mahdollista antaa uuden rakentamislain voimaantulon jälkeen. (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ilmastaselvityksestä 2022.)

Ympäristöministeriön asetusluonnoksen (2022) mukaan hiilijalanjälki on laskettava rakennuksen elinkaaren ajalta. Kun kyseessä on laajamittainen korjaus, arvioidaan vain korjauksen ja sen jälkeen tulevien elinkaaren vaiheiden osalta. Rakennuksen vähähiilisyden arviointiin sisältyy mm. seuraavat toimet: rakennustuotteiden valmistus ja kuljetus, työmaatoiminnot, rakennuksen käytön aikaiset materiaalien vaihdot, rakennuksen kuluttama energia, rakennuksen purku ja purkujätteen kuljetukset ja käsittely sekä mahdolliset ilmastohyödyt, joita syntyy rakennushankkeen myötä. (Ympäristöministeriön asetusluonnos 30.9.2023.) Asetus mahdollistaa uuden rakennuksen hiilijalanjäljen raja-arvon asettamisen. Asetus mahdollistaa positiivisia ilmastovaikutuksia; vähähiilisyden arvioinnilla voidaan pienentää rakennuksen elinkaaren aikaisia kasvihuonepäästöjä huolellisen suunnittelun avulla (YM027/2021).



Kuvio 6. Rakennuksen elinkaaren vaiheet

Vähähiilisyys arvioidaan rakennuksen ja rakennuspaikan osalta. Rakennuksen ja rakennuspaikan arviointi sisältää rakenne-, tila- ja alueosat sekä taloteknisten järjestelmien pääosat rakennuksen materiaaliselosteessa. Arviointi ei sisällä työmaata varten tarvittavia telineitä, suojauksia eikä väliaikaisia työtiloja. Rakennuksen vähähiilisyyden arvioinnin tulee perustua kansallisen päästötietokannan hiilijalan- ja hiilikädenjäljen tietoihin. Vähähiilisyyden arvioinnin tulee perustua käytössä olevaan kierrätys-, tuotanto- tai energiateknologiaan. Arviointihetken tiedossa olevat muutokset tulee myös muistaa huomioida; näitä ovat mm. rakennus- ja purkujätteen käsittely tai energia. (Ympäristöministeriön asetusluonnos 30.9.2023.)

Vähähiilisyyden arviointi on hyvä tehdä rakennussuunnittelun aikana. Tuolloin on käytettävissä riittävästi tietoja rakennuksen materiaaleista ja energiatehokkuudesta. Jatkossa rakennuksista saadaan tilastotietoa, jota voidaan edelleen hyödyntää muissa hankkeissa. (Kuittinen 2019, 13.)

Vähähiilisyyden arviointiin tarvitaan työkalu päästöjen laskentaan sekä rakennustuotteiden tai rakennusprosessien päästötietoja. Arviointityökaluna voi käyttää esimerkiksi ympäristöministeriön kehittämää, yksinkertaista arviointitaulukkoa tai erillistä laskentaohjelmaa (esim. One Click LCA-työkalu). Vuonna 2019 arvioitiin, että eri arviointimenetelmät eivät ole olleet vertailukelpoisia. (Kuittinen 2019, 13.)

2.3.1 Kuljetukset A4, hiilijalanjäljen laskentaperiaatteet

Rakentamisvaiheen kuljetuksiin sisältyvät eri rakennustuotteiden, materiaalien ja maamassojen kuljetukset rakennustyömaalle. Kuljetusten hiilijalanjälkeen lisätään muut mahdolliset välivarastointi- tai esivalmistuspaikat. Ympäristöministeriön asetusluonnoksen (2022) mukaan kuljetusten hiilijalanjälkeen sisältyy kaikki rakennuksen elinkaaren aikaiset rakentamiseen, purkamiseen, materiaalien vaihtoon sekä purkujätteen käsittelyyn liittyvät kuljetusten aiheuttama hiilijalanjälki.

Hiilijalanjäljen arviointi tulee perustua joko päästötietokannan taulukkoarvoon tai vaihtoehtoisesti hankekohtaiseen laskentaan. Kuljetuksiin ei oteta mukaan työntekijöiden työmatkoja eikä rakennuskoneiden kuljetuksia. Hankekohtaisessa laskennassa jokainen kuljetuksen hiilipäästö lasketaan erikseen ja laskennassa tulee ottaa huomioon polttoaineiden ja eri kuljetusmuotojen päästökertoimet. Kuljetusmatka otetaan huomioon molempiin suuntiin; menomatalla täyttöaste on 80 % ja paluumatkalla 0 %. Maamassojen poistovienti ja tuonti kuitenkin otetaan huomioon 100 % täyttöasteella. (Kuittinen 2019, 25.)

Ympäristöministeriön asetusluonnoksen (2022) mukaan jos arviointi tehdään hankekohtaisesti, siihen lasketaan jokainen kuljetus erikseen erillisen laskeman avulla. Laskennan tulee perustua seuraavaan kaavaan:

$$GWP_{kuljetus} = (Kuorma_{meno} * Etäisyys_{meno} * GWP_{tkm,meno}) + (Etäisyys_{paluu} * Kuorma_{paluu} * GWP_{tkm,paluu}),$$

jossa

$GWP_{kuljetus}$ on rakennustuotteen kuljetus valmistuspaikalta rakennustyömaalle (kgCO₂e)

$Kuorma_{meno}$ on menomatkan kuorman paino (t)

$Etäisyys_{meno}$ on menoreitin pituus kilometreinä (km)

$GWP_{tkm,meno}$ on menomatkan kasvihuonekaasupäästö, joka syntyy valitulla polttoaineella, kuljetusmuodolla ja kuorman täyttöasteella (kgCO₂e/tkm)

$Kuorma_{paluu}$ on paluumatkan kuorman paino (t)

Etäisyys_{paluu} on paluureitin pituus kilometreinä (km)

$GWP_{tkm, paluu}$ on paluumatkan kasvihuonekaasupäästö, joka syntyy valitulla polttoaineella, kuljetusmuodolla ja kuorman täyttöasteella ($kgCO_2e/tkm$). (Ympäristöministeriön asetusluonnos ilmastaselvityksestä 2022.)

2.3.2 Työmaatoiminnot, A5, hiilijalanjäljen laskentaperiaatteet

Ympäristöministeriön asetusluonnoksen (2022) mukaan työmaatoimintojen hiilijalanjälkeen lasketaan kaikki työmaalla kulutettu energia, joka liittyy tontilla olevaan rakentamiseen. Energian arviointiin otetaan mukaan työmaan valaistus, rakennuksen kuivatus ja lämmitys, toimisto- ja taukotiilojen käyttö sekä muut energiaa vievät toiminnot (Kuittinen 2019, 29). Hiilijalanjäljen arviointi tulee perustua joko päästötietokannan taulukkoarvoon tai vaihtoehtoisesti hankekohtaiseen laskentaan. Työmaalla käytetyistä polttoaineista ja ostoenergiasta lasketaan hiilijalanjälki jokaisesta energiamuodosta erikseen. Kaikki työmaata palvelevat väliaikaistilat tulee ottaa huomioon. Hankekohtaisen laskennan taas tulee pohjautua kaavaan:

$GWP_{työmaa} = (E * GWP_E)$, jossa

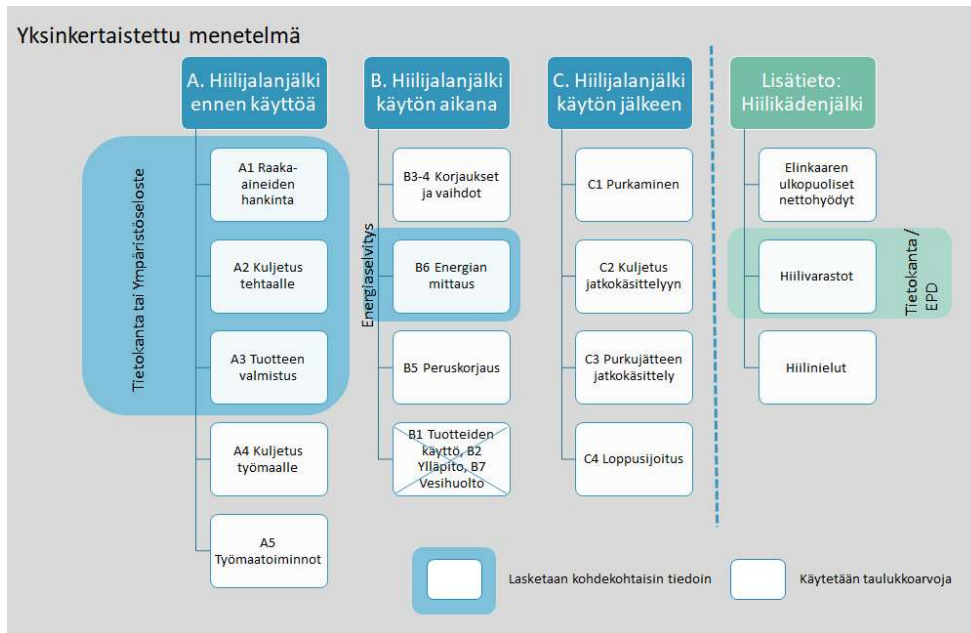
E on työmaan eri toimintojen ja koneiden kuluttama ostoenergian määrä (kWh tai MJ)

GWP_E on laskettu ostoenergian ja polttoaineen kulutuksen seurauksena syntyvä kasvi-huonekaasupäästö ($kgCO_2e/kWh$ tai $kgCO_2e/MJ$). (Ympäristöministeriön asetusluonnos ilmastaselvityksestä 2022.) Työmaalla syntyvä jäte, kierrätettävä tai uudelleen käytettävä rakennustuote lasketaan ko. materiaalin hiilijalanjälkeen. Jos työmaalla jää käyttämättä rakennustuotteita, niitä ei huomioida työmaatoimintojen hiilijalanjälkeen, vaan ne lasketaan rakennustuotteiden valmistukseen. (Kuittinen 2019, 29.)

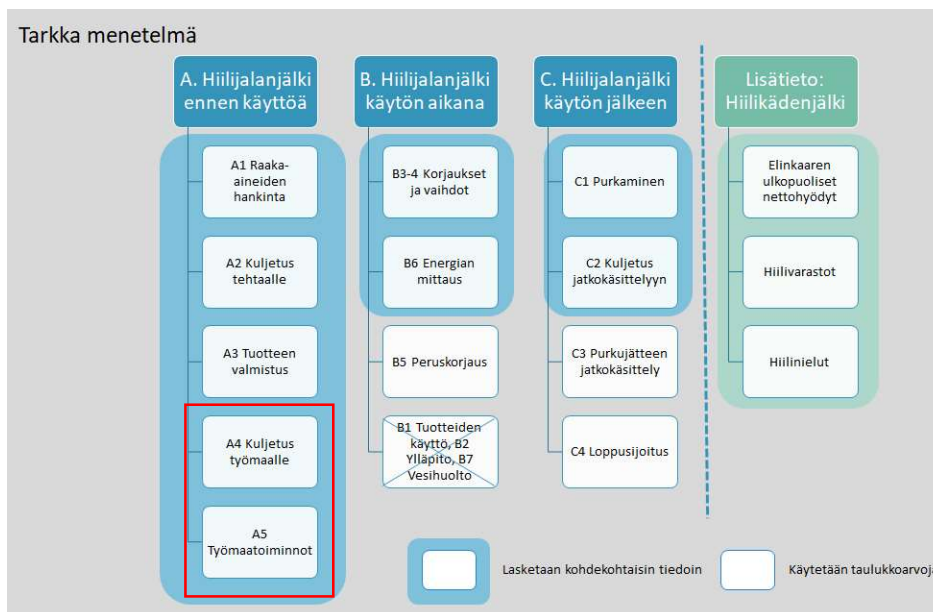
2.3.3 Kuljetukset ja työmaatoiminnot, taulukkoarvot vastaan toteumatiedot

Kirjallisuudesta ja tutkimuksista löytyy paljon tietoa hiilijalanjälkilaskennasta ja niiden tuloksista, mutta kuljetusten ja työmaatoimintojen hiilijalanjälkeä on laskettu hyvin vähän toteumatiedon pe-

rusteella. Hiilijalanjälkilaskennassa käytetään pääosin taulukkoarvoja kuljetusten ja työmaatoimintojen osalta. Tällöin voidaan puhua ns. *yksinkertaistetusta menetelmästä* kuten kuviossa 7 on esitetty (Kuittinen 2019). Tämä menetelmä on hyvä hankkeen alkuvaiheessa, kun tiedot ovat vielä puutteelliset.



Kuvio 7. Hiilijalanjälkilaskennan yksinkertaistettu menetelmä (Kuittinen 2019)



Kuvio 8. Hiilijalanjälkilaskennan tarkka menetelmä (Kuittinen 2019)

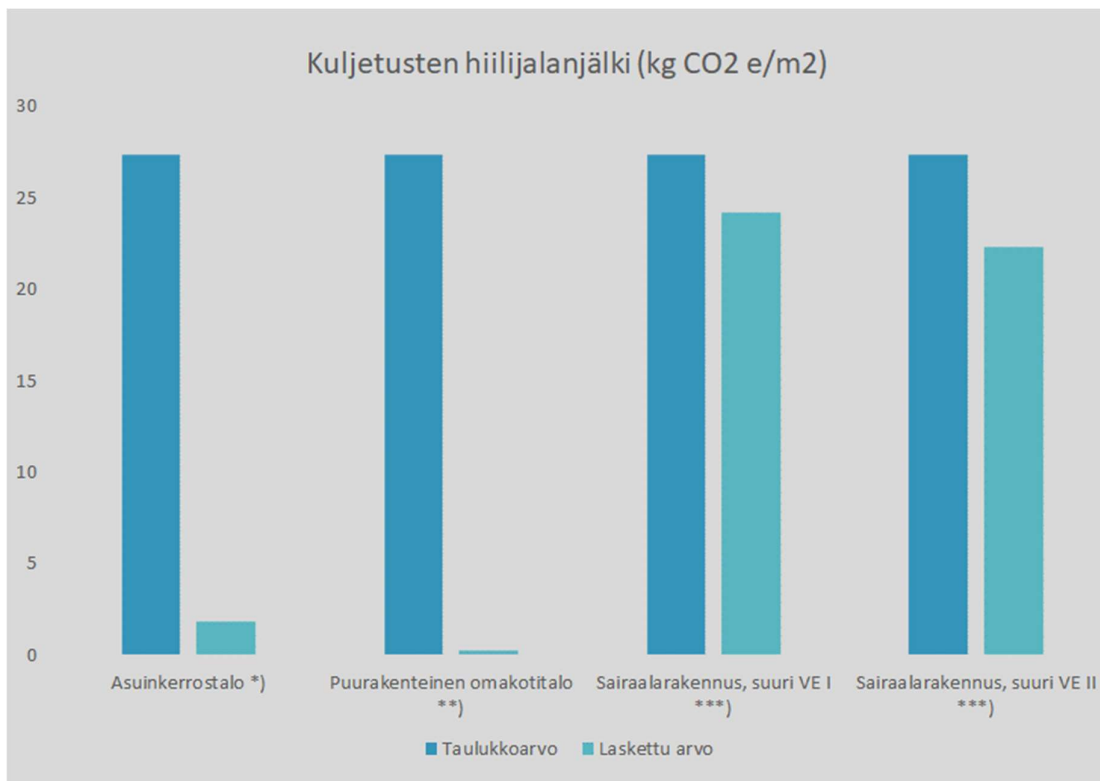
Kuittisen (2019) mukaan hiilijalanjälkilaskentaa voidaan laatia myös *ns. tarkalla menetelmällä*, jossa mm. kuljetukset (A4) ja työmaatoiminnot (A5) lasketaan toteumatiedon perusteella. Tarkkaa menetelmää voidaan käyttää suunnittelun loppuvaiheessa (ennen rakentamisen aloitusta) ja valmiin rakennuksen hiilijalanjäljen laskemiseen tai tarkistamiseen.

Rakentamisen päästötietokantaan on kerätty yleisimmät ja tyypillisemmät rakennustuotteiden keskimääräiset tiedot. Samasta päästötietokannasta löytyy myös yleisimpien rakentamisen prosessien ja kuljetusten päästötietoja. Kootut tiedot perustuvat julkisiin lähteisiin. Rakentamisen päästötietokantaa ylläpitää ja kehittää Suomen ympäristökeskus (Syke) ympäristöministeriön toimeksiannosta. (Rakentamisen päästötietokanta n.d.)

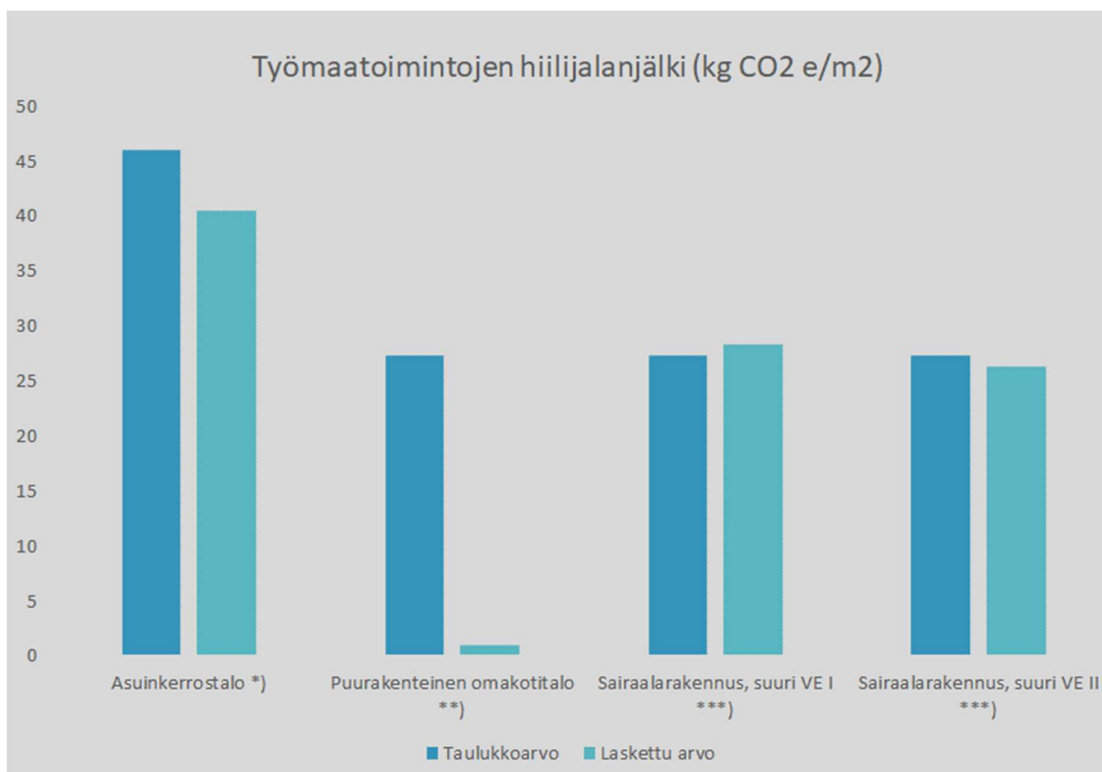
Kuljetusten ja työmaatoimintojen osalta löytyy seuraavat taulukkoarvot rakentamisen päästötietokannasta:

- kuljetukset A4	27 kg CO ₂ e /m ²
- rakentaminen A5, toimistorakennus	78 kg CO ₂ e /m ²
- rakentaminen A5, asuinrakennus	46 kg CO ₂ e /m ²
- rakentaminen A5, koulu tai päiväkot	60 kg CO ₂ e /m ²
- rakentaminen A5, pohjarakentaminen	7 kg CO ₂ e /m ²

Ympäristöministeriön rakennuksen vähähiilisyyden arviointimenetelmän (2021) mukaan kuljetusten vaikutus rakennuksen elinkaaren hiilijalanjälkeen ei ole suuri, se kuitenkin voidaan kohtuullisen luotettavasti arvioida. Kun kuljetusten määrää voidaan vähentää, siitä hyöttyy ympäristö ja yhteiskunta. Työmaatoimintojen vähähiilisyyden parantamisen eteen on jo olemassa toimenpiteitä. Näiden vaikuttavuus vaatii vielä rakennushankkeiden arviointia asian näkyväksi saamiseksi. (Rakennuksen vähähiilisyyden arviointimenetelmä 2021, 9.)



Kuvio 9. Kuljetusten hiilijalanjälki erilaisilla rakennustyypeillä (Lähteet: *)Partanen 2022; **)Rakennuksen hiilijalanjälki 2021; (***)Ronkainen 2023)



Kuvio 10. Työmaatoimintojen hiilijalanjälki erilaisilla rakennustyypeillä (Lähteet: *)Partanen 2022; **)Rakennuksen hiilijalanjälki 2021; ***)Ronkainen 2023)

Kuviossa 9 ja 10 on esitetty asuinkerrostalon, omakotitalon ja sairaalarakennuksen kuljetusten ja työmaatoimintojen hiilijalanjälki laskettuna yhtä neliötä kohden (Partanen 2022, Rakennuksen hiilijalanjälki 2022, Ronkainen 2023). Sininen pylväs kuvaa kansallisen päästötietokannan taulukkoarvoa ja vihreä pylväs tarkalla menetelmällä laskettua arvoa. Tietoa kuljetusten hiilijalanjäljestä tarkalla menetelmällä löytyy vähän ja kuljetusten hiilijalanjäljen arvo vaihtelee paljon. Toisaalta kuvioista on nähtävissä se, että kuljetusten kuin myös työmaatoimintojen tarkalla laskennalla voidaan pienentää hiilijalanjälkeä.

Molempien kuvioiden pääasiallinen tarkoitus on havainnollistaa, minkä verran vaihtelua näissä on taulukkoarvoon verrattuna. Partanen (2022) tutkimuksessa selvitettiin työmaatoimintojen hiilijalanjäljen vaikutusta tarkan menetelmän ja taulukkoarvojen välillä. Omakotitalo on Lohjan Asunomessujen kohde, josta hiilijalanjälki on laskettu tarkalla menetelmällä (Rakennuksen hiilijalanjälki

2021). Ronkaisen (2023) tutkimuksessa taas tutkittiin miten sairaalarakennuksen pilari-palkkirungon kehittäminen vaikuttaa hiilijalanjälkeen. Ko. tutkimuksesta löytyi useita eri vaihtoehtoja ja myös kuljetuksille ja työmaatoiminnoille oli laskettu tarkalla menetelmällä hiilijalanjälki.

3 Tutkimusmenetelmät

Opinnäytetyö on *toimintatutkimus*. Toimintatutkimuksessa ovat mukana ihmiset käytännön työelämästä. Toimintatutkimusta voivat toteuttaa organisaatiossa kaikki työntekijät. Se nähdään kehittymisen ja ammatillisen oppimisen prosessina. Toimintatutkimuksen tärkein mahdollisuus on siinä, että henkilöt, joita asia koskee, löytävät yhdessä ratkaisun ja samalla sitoutuvat muutokseen. (Peuranen 2023.)

Toimintatutkimuksella pyritään ratkomaan käytännönläheisiä ongelmia yrityksissä. Toimintatutkimus on lähellä kehittämistutkimusta, mutta täysin samoja menetelmiä ne eivät ole. Suurin ero on siinä, että toimintatutkimuksessa myös tutkija on osana tutkimusta kehittämässä prosessia. Toimintatutkimus sopii tilanteisiin, missä muutos pyritään saamaan tietyn käytännön avulla. Näin saadaan lisää tietoa ja ymmärrystä muutoksesta. (Peuranen, 2023.)

Toimintatutkimuksessa voi yhdistyä monta eri tutkimusmenetelmää eikä se poissulje muiden lähestymistapojen tiedonkeruu ja -aineiston analyysimenetelmiä. Toimintatutkimus koostuu neljästä pääelementistä, jotka ovat toiminnan kehittäminen, yhteistoiminta ja tutkimus. Neljäntenä elementtinä on tutkijan mukana olo tutkimuksessa. (Kananen 2019, 12–14.)

Kanasen (2014) mukaan toimintatutkimus alkaa oikeastaan siitä, mihin laadullinen tutkimus päättyy. Myös Juuti & Puusa (2020) ovat samoilla linjoilla; toimintatutkimus yhdistetään laadulliseen tutkimukseen. Laadullisella tutkimuksella ei pyritä vaikuttamaan toimintaan, mutta toimintatutkimuksella kyllä. Toimintatutkimus voi kuitenkin pitää sisällään laadullisen tutkimuksen tiedonkeruu- ja analyysimenetelmiä. Tätä tutkimusmallia varten ei ole kehitelty omia menetelmiä. Toimintatutkimuksen tutkijan tulee olla perehtynyt jonkin verran myös laadulliseen tutkimukseen. (Kananen 2019, 26.) Juutin & Puusan (2020) mukaan toimintatutkimukseen keskeisenä asiana liittyy myös oppiminen.

Kananen (2014) mainitsee kirjassaan, että ongelman määrittely ja sen muuttaminen tutkimuskysymykseksi on erityisen tärkeää. Onkin todettu, että oikeiden kysymysten esittäminen ei ole yksinkertaista. Yksi tutkimuskysymys ei pelkästään riitä, vaan tarvitaan myös apukysymyksiä. Apukysymykset ovat varsinaisia kysymyksiä, joihin on helpompi vastata. Suurin osa tutkimuskysymyksistä alkaa sanoilla mitä, miksi ja miten. (Kananen 2014, 36–38.)

3.1 Toimintatutkimuksen menetelmä

Toimintatutkimuksen vaiheita on erilaisia, mutta perusajatuksena on kuitenkin sama menettely. Ensin määritellään tehtävä, etsitään ongelmaan ratkaisu ja kokeillaan sitä. Lopuksi vielä arvioidaan ratkaisun onnistumista. Tilanteen kartoitukseen ja tehtävän määrittelyyn on hyvä varata riittävä työskentelyaika. Mikäli siirrytään liian nopeasti ratkaisuvaiheeseen, voi todellinen ongelma tai analysointi jäädä pinnalliseksi. Ongelma saattaa ratketa, mutta kysymyksessä ei välttämättä olekaan todellinen ongelma. Työyhteisössä ongelman poistamisen esteeksi voi nousta inhimilliset tekijät, ristiriidat tai henkilökemiat. Ratkaisu voi olla kompromissi, jolloin se tyydyttää kaikkia osapuolia. Toimintatutkimuksen onnistumisen kannalta on tärkeää, kuinka tutkittava ongelma on määritelty. Sen jälkeen ongelma pystytään muuttamaan tutkimuskysymykseksi sekä ongelman ytimen löytäminen ja tämän ymmärtäminen. (Kananen 2014, 34–36.)

Kanasen (2014) ja Juuti & Puusan (2020) ajatuksen mukaan, toimintatutkimusta pidetään työntekijöistä kumpuavana voimana eikä ulkoapäin annettuna käskynä. Tässä onkin toimintatutkimuksen voima, sillä henkilöt, jotka tuntevat omaan työhönsä liittyvät tilanteet, toimintatutkimus keskittyy työntekijöiden ongelmien selvittämiseen. Näin myös sitoutuminen on vahvaa. Toimintatutkimuksessa muutos on pysyvä elementti. Toimintatutkimusta pidetään demokraattisena toimintana. Yhteistyö on myös tärkeä osa toimintatutkimusta. (Kananen 2014, 11; Juuti & Puusa 2020, 262–263.) Toimintatutkimukselle on tyypillistä myös se, että tulokset pätevät vain juuri kyseiseen tapaukseen (Kananen 2014, 11).

3.2 Palveluprosessin kehittäminen

Palveluprosesseja käytetään yrityksen ohjauksen tukena, palveluiden kehittämisessä ja muutosjohtamisen välineenä. Prosessi on joukko loogisia yhteen liittyviä toimintoja, joiden avulla saadaan

aikaan yrityksen toiminnan tulokset. Yritysten toiminta on prosessimaista ja tämän vuoksi prosessijohtaminen on tärkeässä roolissa. Prosessin kuvaamisella on mahdollista kehittää toimintaa. Prosessin kuvaaminen auttaa toiminnan tehostamisessa. (Pikaopas 2022, 3.) Tässä opinnäytetyössä palveluprosessin kehittäminen on yksi osa opinnäytetyötä.

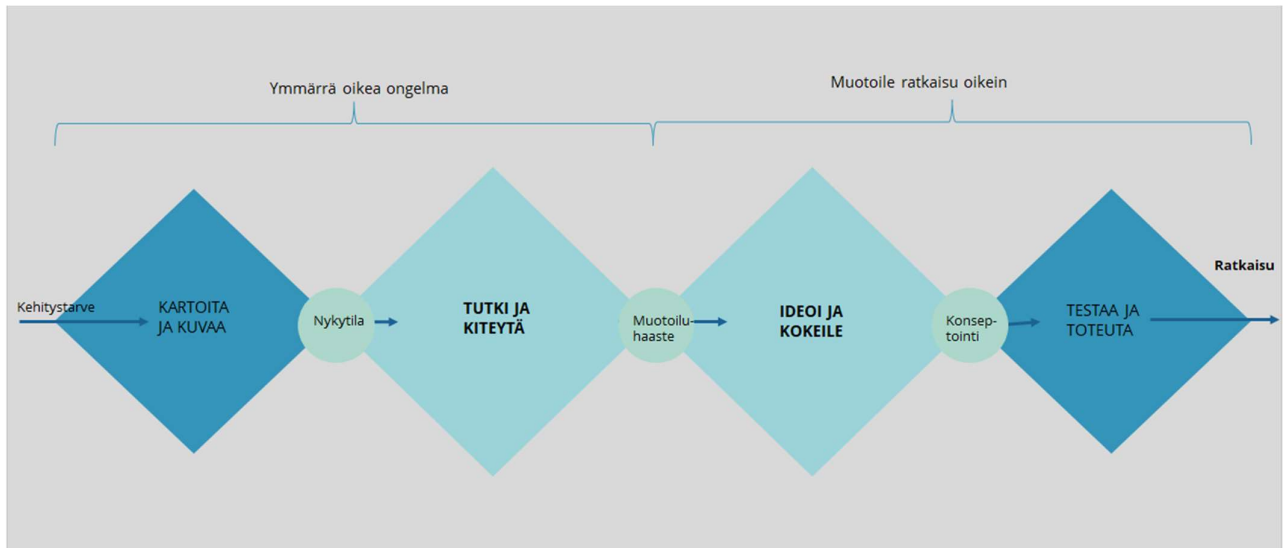
Prosessia ja projektia ei ole syytä sekoittaa keskenään. Projekti on yksittäinen hanke, jossa on alku ja loppu, mutta prosessi on yrityksen jatkuvaa toimintaa. Rakennuttamisen toiminta voidaan näin ollen ajatella prosessimaiseksi toiminnaksi. Prosessiajattelun näkökulmasta toiminnan kehittäminen on tärkeintä. Prosessin päätarkoitus on ymmärtää asiakkaan tarpeet ja täyttää niitä.

Jokaisessa palveluorganisaatiossa on paljon sisäisiä palveluprosesseja. Nämä tukevat toinen toistaan kuin myös ulkoisten asiakkaiden tarvitsemia toimintoja. Sisäisiä prosesseja on yleensä enemmän kuin ulkoisiin asiakkaisiin liittyviä toimintoja. Jos sisäinen palvelu ei toimi, myös ulkoinen palvelu kärsii. Usein sisäisissä palvelutoiminnoissa työskentelevät eivät ymmärrä todellisia asiakkaita ja kokevat, että tekevät töitä vain työkavereille. (Palvelujen johtaminen ja markkinointi 2009, 580–582.)

Asiakasprosesseja hiotaan paljon menestyneissä yrityksissä. Prosesseja optimoidaan jatkuvasti. Toiminnan jatkuva parantaminen on olennainen osa ajattelua ja yrityksen toimintatapaa. Jotta prosessin kulku voidaan ymmärtää, ne tulee mallintaa. Prosessin kuvaaminen ja mittaaminen ei yksistään riitä, vaan tämän lisäksi on ymmärrettävä, miten eri toiminnot sekä työntekijöiden roolit linkittyvä asiakkaan saamaan hyötyyn. (Pikaopas 2022, 26.) Prosessin kehittämällä voidaan mm. huolehtia tiedonkulusta sisäisesti eri sidosryhmien välillä ja ottaa prosessin toimijat mukaan ideoimaan ja testaamaan prosessin parannusehdotuksia. Kehittämisen avulla voidaan myös yksinkertaistaa prosessin kulkua sekä selvittää asiakkaan odotukset ja tarpeet ja muokata prosessia sen mukaisesti. (Pikaopas 2022, 29.)

Palvelumuotoilussa käytetään hyvin erilaisia prosessimalleja palveluiden muotoilussa. Tunnetuin palvelumuotoilun prosessimalli on ns. tuplatimantti (the double diamond). British Design Councilin esittelemässä tuplatimantissa ideana on hioa kehitysideaa kahdessa timantissa. Ensimmäisessä timantissa määritellään ratkaistava ongelma, johon liittyy myös asiakasymmärryksen ymmärtäminen. Toinen timantti ratkaisee ongelman. (Palvelumuotoilun prosessi 2018.)

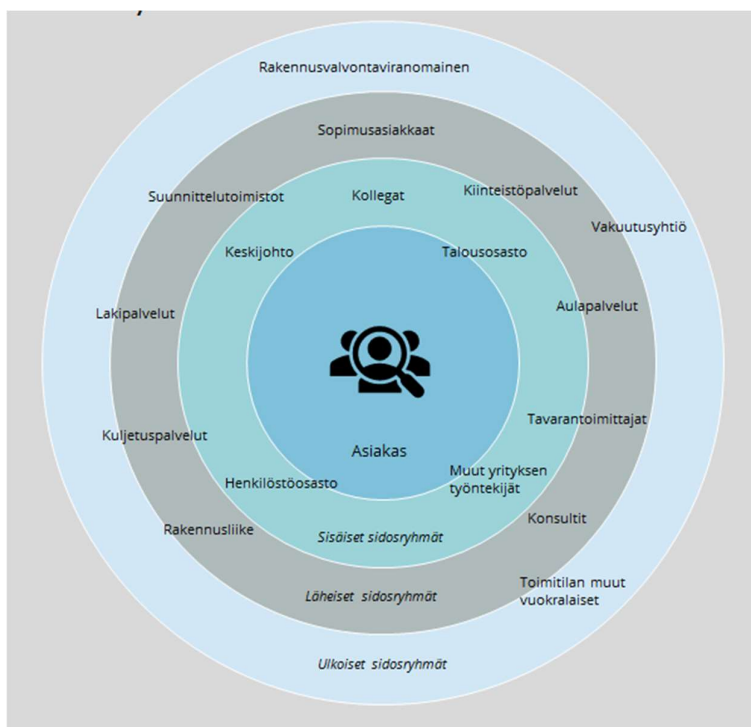
Tuplatimanttia on edelleen kehitelty ja molemmat timantit on jaettu kahteen osaan. Näin mahdollistuu resurssien järkevä käyttö esim. palvelun kipupisteisiin ja sisäisiin tavoitteisiin. Kuviossa 11. on kuvattu palveluprosessin vaiheet. (Palvelumuotoilun prosessi 2018.)



Kuvio 11. Palveluprosessin vaiheet (Lähde: Palvelumuotoilu Palo)

Ensin tunnistetaan palveluun liittyvät haasteet ja mahdollisuudet sekä palvelun nykytilanne. Tiedon keräämisellä saadaan kokonaiskuva palvelun nykytilanteesta. Tässä vaiheessa tutkimaan myös aiheen ympärillä vallitsevat trendit. Kaikesta saadusta tiedosta valitaan tärkeät näkökulmat ja tieto kirjataan sellaiseen muotoon, että niitä on helppo hyödyntää kehittämissvaiheessa. Myös kehitysprosessille asetetaan tässä vaiheessa tavoitteet. Hyvästä suunnittelubriefistä löytyy mm. palvelun kohderyhmä, palvelun liiketoiminnalliset tavoitteet tai muut tavoitteet. (Palvelumuotoilun prosessi 2018; Tuulaniemi 2011.)

Tämän vaiheen tarkoituksena on saada paras mahdollinen aloitus projektille. Tässä vaiheessa opitaan olemassa olevista ratkaisuista, niin hyvistä kuin ei niin hyvistä. Tutkittavaa haastetta ja kohderyhmää voidaan rajata vielä tässä vaiheessa. Vaiheen menetelmistä tässä tutkimuksessa huomioidaan sidosryhmäkartta ja palvelupolun kuvaaminen. (Palvelumuotoilun prosessi 2018.)



Kuvio 12. Asiakkaan sidosryhmäkartta

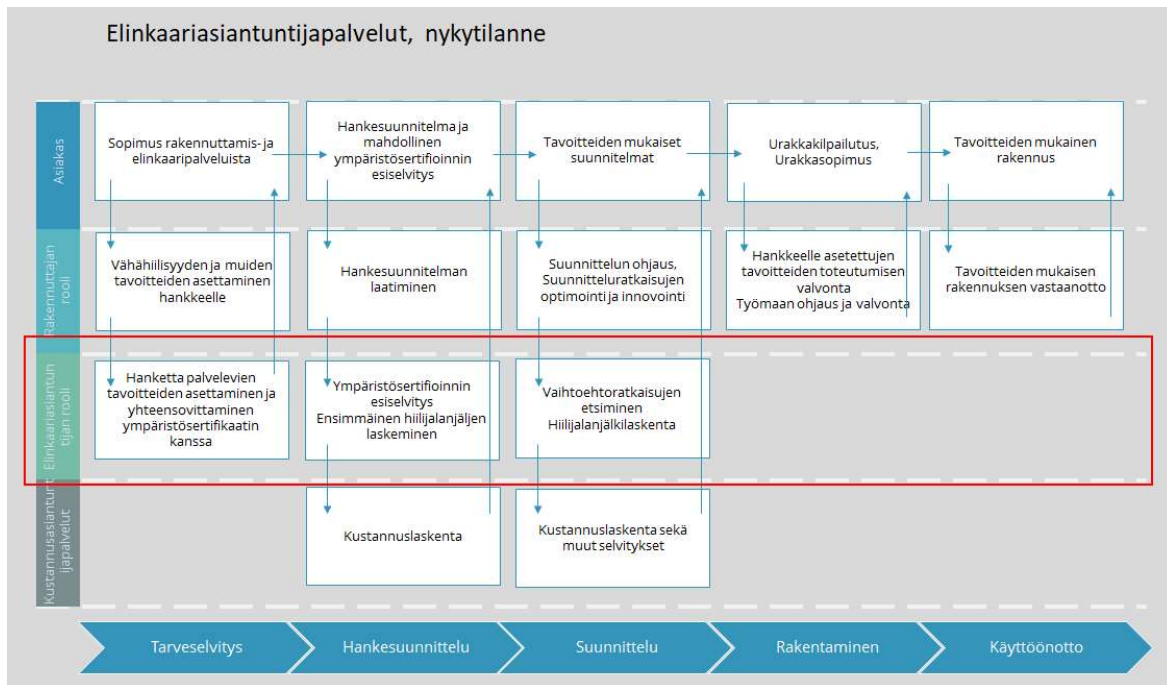
Kuvioon 12 on merkitty elinkaariasiantuntijapalveluita ostavan asiakkaan sidosryhmät. Sisäisiä sidosryhmiä ovat mm. kollegat, yrityksen johto ja muut työntekijät. Läheisiin sidosryhmiin kuuluvat mm. konsultit (kuten elinkaariasiantuntija ja projektipäällikkö), suunnittelijat ja urakoitsijan edustajat. Ulkoiseen sidosryhmään kuuluvat muut toimitilassa olevat vuokralaiset, vakuutusyhtiö ja rakennusvalvontaviranomainen.

Kuviossa 13 on Ilmiökartta vähähiilisestä rakentamisesta. Siihen on etsitty tutkimukseen liittyviä tutkimuksia, rakennusalan kirjallisuuden julkaisuja sekä mediasta löydettyjä julkaisuja. Ilmiönä vähähiilinen rakentaminen on edelleen uusi ja keinoja sekä innovatiivisia ratkaisuja kaivataan.



Kuvio 13. Ilmiökartta vähähiilisestä rakentamisesta

Ilmiökartan ja sidosryhmäkartan lisäksi on laadittu palvelupolku. Palvelupolku kuvaa asiakkaan kokemuksia palvelussa vaihe vaiheelta. Näin palvelupolku auttaa hahmottamaan aineettoman palvelun näkyväksi. Palvelupolkua voidaan hyödyntää palvelun kehittämisessä ja jopa henkilöstön perehdyttämisessä. Palvelupolun kuvaaminen on tehokas ja hyödyllinen menetelmä; se tuo uutta näkökulmaa ja voi herättää huomaamaan mahdolliset puutteet palvelussa asiakkaan näkökulmasta. Palvelupolkua voidaan hyödyntää sisäisen keskustelun ja kehittämisen työkaluna. (Palvelumuotoilun prosessi 2018.) Palvelupolku voidaan jakaa myös eri vaiheisiin (Tuuliniemi 2011, 64). Tässä tapauksessa palveluita ovat rakennuttamispalvelut ja elinkaariasiantuntijapalvelut. Näiden lisäksi on vielä kustannusasiantuntijapalvelut, jotka on eroteltu omakseen kuviossa 14.



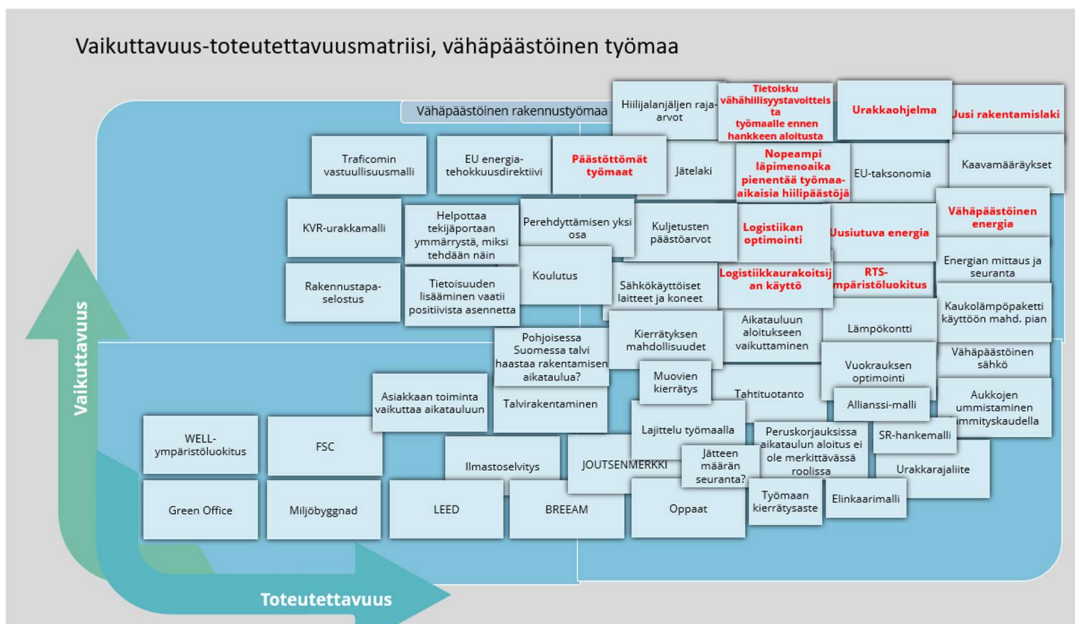
Kuvio 14. Elinkaariasiantuntijapalvelut, nykytilanne

Nykytilanteen määrittelyn jälkeen ideoidaan ja kokeillaan vaihtoehtoisia ratkaisuja. Ideointiin voidaan käyttää esimerkiksi kuvakäsikirjoitusta, palvelun käyttötapauskuvia tai nopeita kokeiluita. (Palvelumuotoilun prosessi 2018.) Tässä ideointitekniikkana on käytetty 8x8 ideointimenetelmää. Menetelmä on ajatuskartan tapainen ideointimenetelmä. Pääotsikosta etsitään kahdeksan ilmiötä vähähiilisestä rakentamisesta ja kirjataan ne ylös. Jokaisesta aiheesta etsitään kahdeksan ideaa tai keinoa, joilla vähähiilistä rakentamista voidaan edistää. Kuviossa 15. on etsitty mahdollisuuksia vaikuttaa vähäpäästöiseen työmaan ja niistä on edelleen etsitty näiden ympärillä olevia vaikutusmahdollisuuksia. Ideat ja keinot ovat löydettyä tietoa tutkimuksista, rakennusalan julkaisusta, mediasta ja sosiaalisesta mediasta.

Uusi rakentamislaki	Ilmastoseelvitys	Kaavamääräykset	Vähäpäästöinen energia	Kaukolämpöpaketti käyttöön mahd. pian	Uusiutuva energia	Tietoisuutta vähähiilisyysavoitteista työmaalle ennen hankkeen aloitusta	Perehdyttämisen yksi osa	Koulutus
EU-taksonomia	Vähähiilisyttä ohjaava lainsäädäntö	EU energia-tehokkuusdirektiivi	Vähäpäästöinen sähkö	Energia	Aukkojen ummistaminen lämmityskaudella	Helppottaa tekijäportaan ymmärrystä, miksi tehdään näin	Tietoisuus	Oppaat
Jätelaki	Hillijalanjäljen raja-arvot	Päästöttömät työmaat	Energian mittaus ja seuranta	Suurin päästölähde työmaalla	Lämpökontti	Tietoisuuden lisääminen vaatii positiivista asennetta		On vielä vähäistä
LEED	BREEAM	JOUTSENMERKKI	Vähähiilisyttä ohjaava lainsäädäntö	Energia	Tietoisuus	Jäteläin vaatimukset rakennustyömaalla	Kierrätyksen mahdollisuudet	Lajittelu työmaalla
Green Office	Ympäristöluokitukset	RTS-Ympäristöluokitus	Ympäristöluokitukset	VÄHÄPÄÄSTÖINEN TYÖMAA	Jätehuolto	Tavoitteet työmaalla	Jätehuolto	Muovien kierrätys
Miljöbyggnad	FSC	WELL-ympäristöluokitus	Aikataulu	Kuljetukset ja logistiikka	Sopimusasiakirjat	Jätteen määrän seuranta?	Kaato- ja kierrätys suuruus?	Työmaan kierrätysaste
Talvirakentaminen	Tahtituotanto	Aikatauluun aloitukseen vaikuttaminen	Kuljetusten päästöarvot	Logistiikan optimointi	Koneiden ja laitteiden järjevöittäminen	KVR-urakkamalli	Urakkaohjelma	Urakkarajaliite
Peruskorjauksissa aikatauluun aloitus ei ole merkittävässä roolissa	Aikataulu	Asiakkaan toiminta vaikuttaa aikatauluun	Traficommin vastuullisuusmalli	Kuljetukset ja logistiikka	Vuokrauksen optimointi	Halutut asiat tulee kirjata tarkasti asiakirjoihin	Sopimusasiakirjat	Elinkaarimalli
Pohjoisessa Suomessa talvi haastaa rakentamisen aikatauluja?	Nopeampi läpimenoaika pienentää työmaalla aikaisia hiilipäästöjä		Sähkökäyttöiset laitteet ja koneet		Logistiikkaurakoitsijan käyttö	Rakennustapa-seloistus	SR-hankemalli	Allianssi-malli

Kuvio 15. 8x8 ideointimenetelmä.

Tämän jälkeen ylös kirjatut vaikutusmahdollisuudet käydään läpi ja siirretään ne edelleen vaikuttavuus- toteutettavuusmatriisiin.



Kuvio 16. Vaikuttavuus-toteutettavuusmatriisi.

Näin on saatu hahmoteltua ilmiötä ja siihen liittyviä vaikutusmahdollisuuksia. Vaikutuksiltaan suurimmat vaihtoehdot on otettu tarkemman tarkastelun kohteeksi kirjallisuuskatsaukseen ja sitä kautta myös teemahaastatteluihin.

3.3 Kirjallisuuskatsaus

Kirjallisuuskatsaus syventää tutkijan tietämystä ilmiöstä ja sen ympärillä olevasta teoriasta ja tutkimuksista. Kirjallisuuskatsaus mahdollistaa uuden teorian kehittämisen tai luomisen. Toisaalta sen avulla voidaan arvioida myös teoriaa. Kirjallisuuskatsauksen avulla tunnistetaan ongelmat ja sen avulla saadaan kokonaiskuva aiheesta. Se mahdollistaa myös teorian historian kuvaamisen. (Kananen 2019, 40.)

Kirjallisuuskatsauksen tutkimusongelma ja -kysymykset ovat samat, joihin haetaan vastauksia teemahaastattelun avulla. Saatujen tulosten perusteella tehdään analyysi, jossa tarkastellaan keskeisiä tutkimustuloksia. Kerätty aineisto tyypitetään ja arvioidaan. Mahdolliset ristiriidat ja puutteet tuodaan esille tuloksissa. Ihannetilanteessa tutkija voi löytää kirjallisuudesta aukon ja näin tutkimuksen avulla täyttää tämän aukon. Kirjallisuuskatsauksen tärkein asia on analysoida sitä, mitä aiheesta ei tiedetä tai tiedetään. (Kananen 2019, 41.)

Kirjallisuuskatsausta pidetään aikaa vievänä ja vaativana menetelmänä. Usein kirjallisuuskatsaus on tietoa kuvailevaa eikä niissä arvioida mitä sillä on saavutettu tai mihin asioihin ei pystytty vastaamaan. Vaikka tätä pidetään haastavana ja vaativana, metodina se on oivallinen. Usein se antaa tutkijalle mahdollisuuden seurata teoreettisen ja käytännöllisen tiedon kehittymistä omalla ammattialalla. Kirjallisuuskatsauksen avulla voidaan luoda uutta teoriaa tai pyrkiä laajentamaan teoriaa. (Vilkkä 2023, 13–14.)

Tähän opinnäytetyöhön valittiin systemaattinen kirjallisuuskatsaus. Menetelmällä tavoiteltiin tyhjentävää, puolueetonta ja toistettavaa katsausta. Näin saatiin johtopäätöksiä tarkkaan valikoidusta joukosta tutkimuksia vähemmän subjektiivisesti. Systemaattinen kirjallisuuskatsaus soveltuu empiirisiin tutkimuskysymyksiin. (Vilkkä 2023, 15–16.)

Systemaattinen kirjallisuuskatsaus pyrkii löytämään laadukkaimmat ja tarkoituksenmukaisimmat tutkimukset. Tällä menetelmällä luodaan synteesi siitä, mitä aiheesta tiedetään ja mitä ei tiedetä.

Kun tutkimuksen tuloksia yhdistetään, saadaan ohjeita ja suosituksia. Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen avulla voidaan yhdistää tietoa suuresta määrästä yksittäisiä tutkimuksia. Opinnäytetyössä kysymyksen asettelun tulee olla kapea ja keskittyä vain tiettyyn selkeästi rajattuun aihepiiriin. Rajaamisen riskinä on se, että tutkimuskysymykseen on haasteellista löytää sopivaa aineistoa. (Vilkkä 2023, 23.)

Hakuprosessi pidetään tarkkana, läpinäkyvänä ja jäsennehtynä tutkimuskysymykseen suhteutettuna. Hakuprosessi toteutetaan ennakkosuunnittelun, perustellun ja toistettavan menetelmän avulla. Hyvä ennakkosuunnittelu antaa hyvät edellytykset saada puolueetonta ja kattavaa aineistoa. Hakuprosessin tavoitteena on löytää tarkoituksenmukaiset hakukriteerit, joilla on mahdollista saada kattava ja edustava aineisto. Prosessin aikana on tärkeää tunnistaa aihepiiriin liittyvät termit ja arkipäivän sanamuodot akateemisesta termistöstä. Avainsanojen tunteminen pintapuolisesti ei riitä. On tunnettava tutkittava ilmiö ja sen käsitteiden kirjo. Tämän vuoksi hakuprosessiin on tärkeää ottaa mukaan myös avainsanat. (Vilkkä 2023, 43–45.) Asiasanojen ja avainsanojen rinnalla voi käyttää Boolean-logiikkaa. Sen avulla sanoja yhdistetään toisiinsa ja näin haku laajenee. Se myös auttaa rajaamaan hakua ja toisaalta vastaa paremmin tutkimuskysymykseen. Logiikassa käytetään muutamia lisäsanoja. Kuten OR-operaattori yhdistää samankaltaisia termejä, NOT-operaattori sulkee pois tutkimuksia ja AND-operaattori ottaa mukaan molempien sanojen tutkimukset. Boolean-logiikka on yleinen kaikissa tietokannoissa. Lisäsanojen lisäksi kannattaa käyttää muita hakutekniikoita, kuten sulut, lainausmerkit tai sanojen katkaisu. (Vilkkä 2023, 46–48.)

Kirjallisuuskatsaus analysoitiin sisältöanalyysillä kuten teemahaastattelutkin. Sisältöanalyysin tarkoituksena oli luoda soveltuvalla tavalla aineistosta asiakokonaisuus. (Vilkkä 2023, 70.) Kirjallisuuskatsauksessa selvitettiin haastattelujen tueksi tietoja vähähiilisestä rakentamisesta ja sen ohjauskeinoista työmaan näkökulmasta. Kirjallisuuskatsaus noudattelee pääotsikoinnissa niitä aiheita, joita käytiin läpi myös teemahaastatteluissa. Kirjallisuuskatsauksessa käytettiin mahdollisimman tuoreita tutkimuksia, sillä vähähiilisyys rakentamisen alalla kehitty nopeaa vauhtia. Kirjallisuuskatsauksessa keskityttiin Suomen markkinoilla toimiviin tapoihin ja selvityksiin.

3.4 Haastatteluaineisto ja sen keruu sekä kuvaus

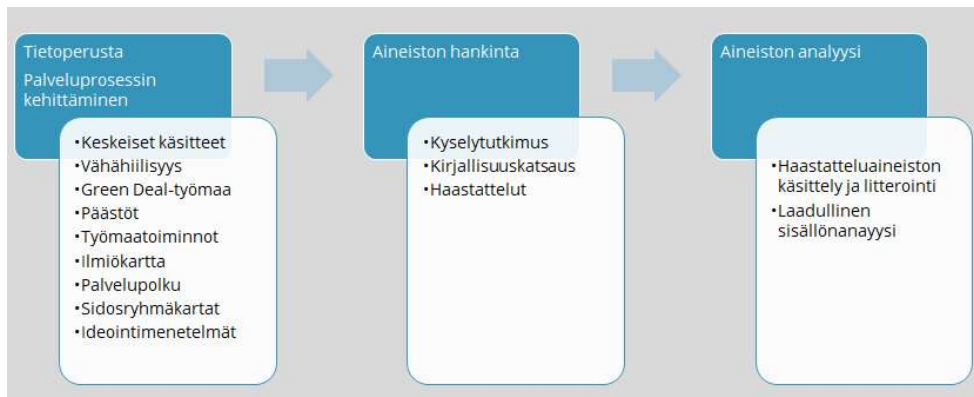
Toimintatutkimuksen tiedonkeruumenetelmät ovat samoja kuin mitä käytetään laadullisen tutkimuksen menetelminä. Oikeastaan toimintatutkimus ei ole oma tutkimusmenetelmä, vaan tutkimusstrategia. Tässä tutkimusongelma määritellään uudella tavalla. Myös tiedonkeruumenetelmät voivat vaihdella tutkimuksen mukaan. (Kananen 2014, 77–78.). Tässä toimintatutkimuksessa hyödynnetään kyselyä, teemahaastatteluja ja kirjallisia lähteitä. Haastattelut ovat laadullisen tutkimuksen käytetyin tiedonhankkimismuoto (Kananen 2014, 88).

Teemahaastattelu on kahden tai useamman ihmisen välinen keskustelu tietystä aihealueesta. Tutkija on miettinyt etukäteen teemat ja kysymykset, joista keskustellaan tutkittavan kanssa. Haastattelutekniikoita on monia ja tärkein työkalu on kysymykset. Oikein asetellut kysymykset antavat luotettavaa tietoa. Kysymykset voivat olla suljettuja tai avoimia. Suljettuihin kysymyksiin voi vastata kyllä tai ei, mutta avoimiin kysymyksiin tulee vastata usealla sanalla. (Kananen 2014, 88.) Tässä opinnäytetyössä on käytetty avoimia kysymyksiä teemahaastatteluissa ja kyselytutkimuksessa kysymykset olivat suljettuja.

Kirjallisuuden ja aikaisempien tutkimusten hyödyntäminen ohjaa usein tutkijaa samoille linjoille luetun kirjallisuuden kanssa. Toisaalta kirjallisuuteen perehtyminen voi auttaa välttämään samojen asioiden uudelleen tutkimista. Toisaalta myös tutkittu tieto voi viedä tutkijan ajatuksia tiettyyn suuntaan eikä se mahdollista uusien asioiden löytämistä. Tutkimusaihe tyypillisesti tarkentuu kirjallisuuteen perehtymisen jälkeen ja samalla myös tutkimuskysymykset tarkentuvat ja esiymmärrys muuttuu. Kirjallisuuskatsauksen avulla voidaan lisätä myös tutkimuksen luotettavuutta. (Kananen 2014, 98–99.)

Opinnäytetyön tavoitteena on ratkaista tutkimusongelma. Tämän ratkaisun löytämiseen tarvitaan erilaisia tiedonkeruumenetelmiä. Usein laadullisessa tutkimuksessa aineistoa kerätään työyhteisöstä kyselyillä, haastatteluilla ja havainnoinnin keinoin. Kysymysten asettelulla on suora vaikutus saatuun tietoon ja sen laatuun. Laadullisessa tutkimuksessa kyllä-ei-vastauksia tulisi välttää (Kananen 2014, 74). Tässä tutkimuksessa ensimmäisessä kyselyssä on kaksi ensimmäistä kysymystä, joi-

hin voi suoraan valita vaihtoehtoista. Näillä kahdella kysymyksellä selvitettiin, minkä verran työntekijöillä on tietoa vähähiilisyiden keinoista rakennustyömaalla. Jatkokysymykset ja -haastattelut keskittyivät laadullisiin kysymyksiin.



Kuvio 17. Tutkimuksen vaiheistus

3.4.1 Kyselytutkimus

Kyselytutkimus on pääosin määrällistä tutkimusta ja siinä sovelletaan tilastollisia menetelmiä. Määrällisen tutkimusotteen tavoitteena on saavuttaa yleiskäsitys aiheesta tai ilmiöstä. Laadullinen tutkimus pureutuu enemmän yksityiskohtiin. Usein tutkimuksissa hyödynnetään molempia menetelmiä. (Vehkalahti 2014, 13.)

Ensimmäinen kysely lähetettiin kaikille rakennuttamisen projektipäälliköille ja rakennuttajapäälliköille, projektinjohtourakointitiimille sekä elinkaaritimiille sähköpostilla. Kysymykset löytyvät liitteestä 1. Kyselylomakkeessa on kaksi monivalintakysymystä, joista voi valita 3–5 eri vaihtoehtoa, joilla voidaan parhaiten vaikuttaa vähäpäästöisiin rakennustyötoimintoihin ja kuljetuksiin. Toisessa kysymyksessä keskityttiin ohjauskeinoihin ennen työmaavaihetta ja toisessa taas rakentamisen liittyviin ohjauskeinoihin. Tämän lisäksi kysyttiin avoimella kysymyksellä hyviä päästövähennyskäytänteitä työmailta.

Kyselytutkimus valittiin useasta syystä. Kyselyyn oli helppo ja nopea vastata, kun oli valmiit vaihtoehtoiset vastaukset. Valmiit vastaukset madaltavat kynnystä vastata kysymyksiin, vaikka aihe ei

olisi täysin tuttu. Valmiilla vastauksilla herätellään myös keskustelua, ajatuksia ja tietoisuutta. Tätä kautta löydettiin myös vapaaehtoisia teemahaastattelua varten.

3.4.2 Teemahaastattelut

Laadullisessa tutkimuksessa *teemahaastattelu* on käytetyin tiedonkeruumuoto. Teemahaastattelussa henkilöt keskustelevat rajatusta aiheesta aihe kerrallaan. Tutkija esittää kysymyksiä, joihin haastateltava vastaa suullisesti. Kysymykset on mietitty etukäteen valmiiksi. Teemat näihin kysymyksiin saadaan ilmiön ennakkonäkemyksestä (ks. myös kuvio 13). Teemahaastatteluiden avulla pyritään ymmärtämään ja saamaan käsitys tutkittavasta ilmiöstä. (Kananen 2014, 87.)

Teemahaastattelu mahdollistaa tutkijalle riittävän väljyyden (Kananen 2014, 91). Toisaalta teemahaastattelu antaa mahdollisuuden käyttää rajattuja kysymyksiä (Kananen 2014, 91). Haastattelussa on hyvä muistaa, että vastaajat usein kertovat helposti yleisluontoisia vastauksia, vaikka haastattelussa on tarkoitus kysyä vastaajan mielipidettä (Kananen 2014, 94). Haastattelutilanteessa on myös hyvä varmistaa, jos joku asia jää epäselväksi (Kananen 2014, 95). Haastattelut on hyvä nauhoittaa, näin fokus pysyy haastattelussa, ei vastausten kirjoittamisessa (Kananen 2014, 97). Ja mikä tärkeintä, haastattelu tapahtuu aina haastateltavan ehdoilla (Kananen 2014, 97).

Toinen haastattelu pidettiin teemahaastatteluna, jossa paneuduttiin tarkemmin niihin tehtäviin, joilla rakennushankkeen vetäjä voi edesauttaa työmaatoimintojen hiilijalanjäljen pienentämisessä. Lopputuloksena saatiin käsitys siitä, miten hanketta voidaan ohjata toivottuun suuntaan. Toisen haastattelun kysymykset löytyvät liitteestä 2.

Kolmas haastattelu sovittiin pidettäväksi rakennuskonevuokraamoille. Tämän haastattelun ajatuksena oli haastatella, minkä verran työmaalle vuokrattavissa koneissa ja laitteissa oli jo mahdollisuuksia valita vähäpäästöinen tai sähkökäyttöinen kone tai laite. Lisäksi haastattelulla oli tarkoitus selvittää, minkä verran vaihtoehtoisia tuotteita tällä hetkellä valitaan ja mikä oli vuokraajan näkemys siitä, miten muutos vähäpäästöisten koneiden käytön lisääminen toteutuu. Tämän teemahaastattelun kysymykset löytyvä liitteestä 3.

Teams-haastattelut tallennettiin ja keskustelut litterointiin. Litterointi tehtiin Microsoft Teams - ja Word-sovelluksilla, jotka muuttivat haastattelutallenteet automaattisesti tekstimuotoon. Haastattelun alussa haastateltavalle kerrottiin haastattelutilanteesta ja nauhoittamiseen pyydettiin lupa haastateltavalta. Samalla muistutettiin, että vastaukset pysyvät anonyymeina keskinäisen luottamuksen varmistamiseksi. Teemahaastattelut pidettiin 24.5-14.6.2023 välisenä aikana.

3.4.3 Haastatteluaineiston analyysi

Saatu tekstimuotoinen aineisto käsiteltiin ja muokattiin sellaiseen muotoon, että aineistosta löydetään selitys ilmiölle, tulkinta. Saatu aineisto ymmärretään käsittelyksi, muokkaamiseksi, järjestyksi tai tiivistämiseksi. Aineistoa on tätä ennen muokattu mm. litteroimalla, koodaamalla tai luokittelulla. Joidenkin tutkijoiden mielestä analyysi on vasta se vaihe, kun aineistosta tehdään tulkintaa. (Kananen 2014, 104.)

Aineiston analyysimenetelmänä käytettiin *sisällönanalyysia*. Sisällönanalyysi mahdollistaa monenlaisen tutkimuksen. Analyysia voidaan pitää yhtenä metodina ja väljänä teoriakehyksenä, jolloin se on helposti liitettävissä erilaisiin analyysikokonaisuuksiin. Useat laadullisen tutkimuksen menetelmät perustuvat sisällönanalyysiin. (Tuomi & Sarajärvi 2018, 91.) Laadullisen sisällönanalyysin painopiste on tiedon merkityksen selvittämisessä (Fellows & Liu 2015, 191). Sisällönanalyysia on järkevää käyttää myös erilaisten trendien ja mallien tutkimiseen. Tämän lisäksi sisällönanalyysi mahdollistaa empiirisen perustan yleisen mielipiteen muutoksen seuraamiselle. (Stemler 2001, 2.) Sisällönanalyysia voidaan pitää myös tehokkaana tietojen yhdistämisen tekniikkana. Analyysimenetelmä on systemaattinen, toistettava tekniikka sanojen yhdistämiseen. Siksi sisällönanalyysi on hyödyllinen tapa käsitellä isoa määrää tietoa. (Stemler 2001, 5.) Sisällönanalyysia voidaan myös hyödyntää kirjallisuuskatsauksen analysoinnissa, joten menetelmä sopi tämän opinnäytetyön kaikkien tutkimusmenetelmien analysointiin (Tuomi & Sarajärvi 2018, 120).

Sisällönanalyysin avulla dokumenttien analysointi systemaattisesti ja objektiivisesti on mahdollista. Tällä analysointimenetelmällä on tavoitteena saada kuva tutkittavasta ilmiöstä tiivistetyssä muodossa. (Tuomi & Sarajärvi 2018, 96–98.) Aineistolähtöinen sisällönanalyysin eteneminen voidaan kuvata alla olevan kuvion 18 mukaisesti:



Kuvio 18. Aineistolähtöisen sisällönanalyysin eteneminen (Lähde: Juuti & Puusa 2020)

Haastatteluaineistolle luotiin tunnisteet. Teemahaastatteluista käytettiin tunnusteita T1...T8 ja K1...K2. Näin haastateltava ei ole tunnistettavissa ja jatkotyöstössä aineistoa käsiteltiin tunnisteiden avulla. Saatuun haastatteluaineistoon perehdyttiin huolellisesti lukemalla aineisto läpi. Haastatteluaineistosta karsittiin pois epäoleelliset asiat mm. turhat sanat (pelkistäminen). Näin saadut pelkistetyt ilmaisut ryhmiteltiin (klusteroitiin) samankaltaisuuden perusteella yhteen ja koottiin taulukkoon jatkotyöstämistä varten. Pelkistetty aineisto käytiin tarkasti läpi ja etsittiin eroavaisuuksia ja samankaltaisuuksia. Samaa asiaa tarkoittavat käsitteet ryhmiteltiin. Sen jälkeen ne yhdistettiin alaluokkiin, sitten yläluokkiin ja lopuksi pääluokkiin. Kaikille näille luokille annettiin niitä kuvaava nimi. Klusteroinnin jälkeen tehtiin aineiston käsitteellistäminen (abstrahointiin), jonka tarkoituksena oli erottaa tutkimuksen kannalta oleellinen tieto ja muodostettiin tämän perusteella teoreettiset käsitteet. (Järvinen 2023; Tuomi & Sarajärvi 2018, 107–111.)

Tulosten käsittely on tärkeää, jotta vastaukset käsitellään anonymisti ja luottamuksellisesti. Tässä opinnäytetyössä kyselyn ja haastatteluiden vastaukset kerättiin yhteen ja analysoitiin omina ilmiöinä.

4 Rakennustyömaan hiilijalanjäljen pienentämisen mahdollisuudet

4.1 Sopimusasiakirjojen mahdollisuudet

Urakkaohjelma on sopimusasiakirja, johon on määritelty tilaajan ja urakoitsijan väliset urakkaan sisältyvät kaupalliset ehdot ja keskeiset tiedot. *Urakkarajaliitteeseen* kirjataan työmaan hallintoa ja yhteisiä toimintoja sekä eri urakoiden välisiä urakkarajoja koskevat pelisäännöt. Nämä molemmat ovat kaupallisia asiakirjoja, joihin kirjataan sopimuksen juridiset ja taloudelliset asiat. (RT 16-10660 Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1998, 3.) Urakkaohjelma ja urakkarajaliite ovat urakka-sopimuksen kaupallisia asiakirjoja, jonne voidaan lisätä vaatimuksia mm. työmaan aikaisista päätövähennystavoitteista. Sopimusasiakirjoihin tehdyt kirjaukset vaikuttavat parhaiten siihen, miten urakoitsija toimii työmaalla.

Elinkaarihankkeiden sopimusmallissa urakoitsija sitoutuu korjaamaan virheensä ja vastaamaan rakennuksen huollosta ja ylläpidosta 15–25 vuoden ajan. Näin ollen tilaajan ei tarvitse maksaa mm. ylläpidon virheistä. Sopimus on tilaajan kannalta näennäisen helppo ja kätevä, vastuu rakennuksen toimivuudesta on rakennusliikkeellä. Todellisuudessa vastuuta ei voi ulkoistaa, vastuu kun on lopulta tilaajalla. (Kaasinen 2015.)

Elinkaarisopimus on ulkoistamisen äärimmäinen muoto. Sopimuksen laadintavaiheessa pyrkimyksenä on ollut saada korjausvelan kasvava määrän hallintaan. Tärkein ajatus on ollut se, että joutuessaan vastuuseen urakoitsijalla on motivaatio tehdä rakennus kestävänsä pitkään ilman korjauksia ja näin toteuttaa rakennus laadukkaasti. (Kaasinen 2015.) Ennen kilpailutusvaihetta tilaajan tulee määrittellä tarkasti haluttu lopputulos, jossa on määritelty kiinteistön toiminnalliset tavoitteet sekä toiminnalliset että tekniset vaatimukset (RT 103164 2020, 3). Urakoitsijalle jää vapaus toteuttaa tekniset ratkaisut oman valintansa mukaan ottaen huomioon tavoiteltava lopputulos (Kaasinen, 2015). Elinkaarimalli kannustaa palvelun kehittämiseen ja kestäviin ratkaisumalleihin (RT 103164 2020, 3).

Tässä sopimusmallissa on luonteenomaista kumppanuushenki. Tarkoituksena on vahvistaa tilaajan, urakoitsijan ja asiakkaan vuorovaikutusta. Tässä sopimusmallissa keskeisenä ajatuksena on myös riskien jakaminen tilaajan ja urakoitsijan kesken sekä samalla vaikuttaa riskien hallintaan. Riskienjako on mietitty niin, että riskin kantaa se osapuoli, jolla on parhaat edellytykset hallita riski.

Elinkaarimallissa tilaaja määrittelee rakennushankkeen laatuvaatimukset ja toimivuuteen liittyvät vaatimukset. Sopimusmalli vaatii perusteellista hankkeen tarpeiden määrittelyä ja läpinäkyvyyttä eri osapuolten välillä. Ko. sopimusmallia ovat käyttäneet mm. Espoo, Kuopio, Jyväskylä, Haukipudas ja Porvoo. (Elinkaarihankkeiden sopimusmalli n.d.; RT 103164 2020.)

Allianssimallissa sopimusosapuolet sopivat vastuista ja velvoitteista allianssisopimuksella. Tämän lisäksi on käytössä johtamisjärjestelmä. Sopimusosapuolet suunnittelevat ja toteuttavat rakennushankkeen yhdessä noudattaen hankkeen parhaaksi -periaatteita. Sopimusosapuolet muodostavat yhteisen organisaation ja sopivat sen toimintaperiaatteista. Yhdessä he asettavat tavoitteet, reunaehdot ja mittarit hankkeelle. Allianssiryhmä sopii riskien ja mahdollisuuksien hallinnasta. Kaikki hankkeeseen liittyvä tieto on kaikkien käytössä, ellei sitä lueta liikesalaisuuden piiriin. Myös kustannusten ja muiden taloudellisten asioiden osalta allianssiryhmä toimii läpinäkyvästi. Koko allianssiryhmä sitoutuu hankkeen kehittämiseen ja toteuttamiseen sekä rakentamisen jälkeisiin vastuisiin. (RT 103199 Allianssin yleiset sopimusehdot 2020, 4.)

Allianssimalli soveltuu parhaiten suuriin ja vaativiin hankkeisiin, joissa on paljon riskejä, epävarmuutta tai toisaalta paljon mahdollisuuksia. Toteutusmuodon valintaan vaikuttavat tilaajan omat tavoitteet, tilaajan halu jakaa riskiä sekä halu kannustaa sopimusosapuolia kehittämiseen ja innovointiin. (RT 103239 Allianssimalli hankkeen toteutusmuotona 2020, 1–2.)

Allianssimallin tavoitteena on mm. hankkeen toiminnallisten ja taloudellisten riskien pienentäminen. Allianssimallilla tavoitellaan myös tuottavuuden parantamista ja toimintakulttuurin muuttamista avoimempaan toimintatapaan. Allianssimalli mahdollistaa myös innovoinnin ja osaamisen kehittämisen. (RT 103239 Allianssimalli hankkeen toteutusmuotona 2020, 3.)

Tilaajan näkökulmasta allianssimalli tarjoaa parhaan vastineen, sillä käyttäjien tavoitteet ja laatu voidaan huomioida hankkeessa paremmin. Allianssiryhmän yhteistyö mahdollistaa läpinäkyvän, joustavan ja tarkentuvan projektitoteutuksen muita hankemuotoja paremmin. Avoimella yhteistyöllä on mahdollista saavuttaa parempia tuloksia, kun yhdistetään monenlaista asiantuntemusta ja työpanosta. Rakentajaosapuoli voi jo suunnitteluvaiheessa antaa asiantuntemustaan suunnitelmien rakennettavuuden kehittämiseksi. Tiivis eri suunnittelualojen yhteistyö auttaa kehittämään

uusia ratkaisuja rakentamisessa. Kaiken tämän lisäksi allianssimalli kannustaa kaikkia osapuolia toimimaan hankkeen hyväksi, niin innovatiivisia ratkaisuja löytyy monessa vaiheessa ja tilanteessa. (Allianssimalli rakentamisessa – 10 kysymystä ja vastausta yhteistoiminnallisesta toteutusmuodosta 2019.)

Kaikki työmaan vähähiilisyystavoitteet tulee kirjata kaupallisiin asiakirjoihin. Myös seurantaan liittyvät tavat ja käytännöt on hyvä kirjata kaupallisiin asiakirjoihin. Elinkaarisopimusmalli mahdollistaa urakoitsijan motivaation rakentaa kestävästi, koska vastuu on normaalia urakkasuoritusta selkeästi pidempi. Allianssisopimusmalli mahdollistaa avoimen toimintamallin, joka taas mahdollistaa vähähiilisyystavoitteiden asettamisen rakennushankkeelle muita sopimusmalleja helpommin. Allianssisopimusmallissa voidaan myös paremmin hyödyntää kaikkien osapuolten asiantuntemusta vähähiilisydestä koko hankkeen ajan.

4.2 Ympäristöluokitusten käyttö

4.2.1 Ympäristöluokitukset

Ympäristösertifiointijärjestelmät on luotu työkaluksi kiinteistöjen ympäristötehokkuuden mittaamiseen, todentamiseen ja vertailun mahdollistamiseksi ottaen huomioon myös elinkaarivaatimukset. Luokitus mahdollistaa myös kiinteistöjen vertailun keskenään saman ympäristöluokituksen alla. Sertifiointiprosessi varmistaa kestävä kehityksen ajattelun ja huomioimisen rakennushankkeessa. Ulkopuolisella arvioinnilla varmistetaan se, että rakennus rakennetaan suunnitellun mukaisesti ja toimii tarkoituksenmukaisesti, tavoitteet huomioiden. Myönnetty ympäristösertifiointi todentaa kiinteistön vastuullisuutta. Rakennuskohteen luokitus muodostuu saatujen pisteiden muodossa erilaisten painotuskertoimien mukaisesti. (Rakennushankkeiden ympäristöluokitukset Suomessa 2018; Ympäristöluokitukset tekevät kiinteistöistä vertailukelpoisia n.d.)

RTS-ympäristöluokitus on kehitetty rakennushankkeen tilaajille, jotka haluavat rakentaa ympäristövastuullisesti. Ympäristöluokitus huomioi Suomen olosuhteet ja lainsäädännön sekä kiinteistöjen monipuolisuuden. RTS perustuu eurooppalaisiin standardeihin (CEN TC 350 standardit). Ympäristöluokitus huomioi myös Kuivaketjukympin, sisäilmastoluokituksen, M1-emissioluokituksen, raken-

nusten elinkaarimittarit ja Viherkerroin-menetelmän. Auditoinnin tekee Rakennustieto Oy. Ympäristöluokitus on viisiportainen. RTS-luokitusta voidaan hyödyntää erilaisissa ja erikokoisissa hankkeissa. (Rakennushankkeiden ympäristöluokitukset Suomessa 2018.)

Jaarron (2023) luentomateriaalin mukaan Rakennustiedon kyselyn perusteella suomalaisella ympäristöluokitukselle oli tilausta. Näin syntyi RTS-ympäristöluokitus. RTS ohjaa rakentamista kestävä kehityksen mukaan. Uutta ohjelmaa pidetään helppokäyttöisenä ja selkeänä; sen vuoksi se onkin saanut suuren suosion eri rakentamisen sektoreilla. Luokituksessa on viisi eri kriteeristöä; 1) prosessi, 2) talous, 3) ympäristö ja energia, 4) sisäilma ja terveellisyys sekä 5) innovaatiot. (Jaarto 2023, 2–5.)

4.2.2 RTS-ympäristöluokituksen hyödyntäminen työmaan hiilipäästöjen vähentämiseen

Tässä luvussa käsitellään RTS-ympäristöluokituksen mahdollisuuksia vaikuttaa työmaan hiilidioksidipäästöihin.

Työmaan kosteudenhallintaan tilaaja nimeää hankkeelle erillisen kosteudenhallintakoordinaattorin. Henkilö ei voi olla suunnitteluvastuussa samassa hankkeessa. Rakennushankkeen kosteustekninen riski tulee arvioida ja se voi perustua esim. Kuivaketju10-malliin. Suunnittelija esittelee kosteudenhallintakoordinaattorille, miten rakennuksen kosteusriskien poistaminen on ratkaistu. Koordinaattori huolehtii siitä, että kaikki todentamishojeen kohdat on otettu huomioon suunnitelmissa ja myöhemmin myös rakennustyömaalla. Yleisaikataulussa urakoitsijan tulee ottaa huomioon ja esittää merkittävimmät kosteudenhallintaan liittyvät vaiheet. Jos rakennuksessa on kosteusteknisesti vaativia rakenteita, ne tulee tarkistuttaa kolmannella osapuolella. (RTS-ympäristötyökalun lisäohjeet, kohta P2.1.)

Työmaan energiatehokkuuden parhaat käytännöt ovat RTS-ympäristötyökalun kohdan P3.1 mukaan: 1) työmaan ulkovalaistuksen suuntaus, 2) työmaan valaistus on energiatehokasta ja tarpeenmukaisesti käytössä, 3) energiatehokas ja ohjattu sisävalaistus, 4) ikkunat ja aukot on suljettu lämmityskaudella, 5) kaasunkäyttö on kielletty sisälämmityksessä, 6) muottilämmitys tehdään eristetyillä muoteilla tai lankalämmityksellä valuisa. (RTS-ympäristötyökalun lisäohjeet, kohta P3.1.)

Työmaan ympäristövaikutukset otetaan huomioon RTS-ympäristötyökalun kohdan P3.1 mukaan: 1) meluavien töiden aikarajoitus, 2) työmaalle tulleet valitukset on koottu ja korjaavat toimenpiteet on kirjattu, 3) tiedotetaan lähinaapureita ennen rakentamisen aloitusta, 4) radion käyttökielto ulkoalueilla, 5) pölyävien työvaiheiden pölynkeräys, 6) työmaateiden pinnoitus, kastelu tai peittäminen, 7) huolehditaan julkisten teiden puhtaudesta ja 8) hienoaineksen suojaus työmaalla. (RTS-ympäristötyökalun lisäohjeet, kohta P3.1.)

Työmaan ympäristöriskien hallinnan parhaat käytännöt ovat RTS-ympäristötyökalun kohdan P3.1 mukaan: 1) työmaan tankkauspaikan maaperä on suojattu, 2) vaarallisten jätteiden säilytys on tiivispohjaisessa tilassa ja 3) polttonestesäiliöiden tulee olla kaksoisvaippasäiliöitä. (RTS-ympäristötyökalun lisäohjeet, kohta P3.1.)

Rakennusjätteen lajittelu toteutetaan työmaalla Valtioneuvoston asetuksen mukaan. Urakoitsijan tulee järjestää rakennus- ja purkujätteen erilliskeräys asetuksen 978/2021 pykälän 26 § mukaan. (RTS-ympäristötyökalun lisäohjeet, kohta P3.1.). Jätelakia on käsitelty tarkemmin kohdassa 2.2.7.

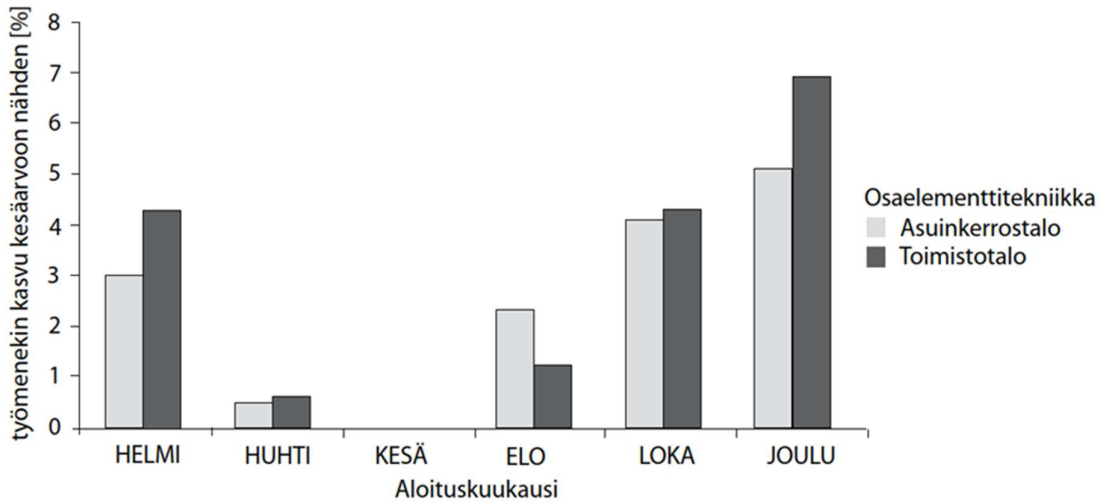
4.3 Rakentamisen aikataulun vaikutusmahdollisuudet

Talvirakentaminen lisää työmenekkiä ja rakennusmateriaalien kulutusta ja tätä kautta vaikuttaa rakennustyömaan hiilidioksidipäästöihin. Näiden lisäksi energiankulutus on suurempi kuin muina vuodenaikoina. Koneita ja laitteita tarvitaan talvirakentamisessa enemmän. Talvi hidastaa rakentamisen kulkua ja aiheuttaa kustannuksia sekä hiilidioksidipäästöjen nousemista. Tutkimuksissa on saatu erilaisia tuloksia talven vaikutuksista. Lumisena ja ankarana talvena yllä mainitut kustannukset voivat oleellisesti kasvaa. (Ratu C8-0377 2010, 1.)

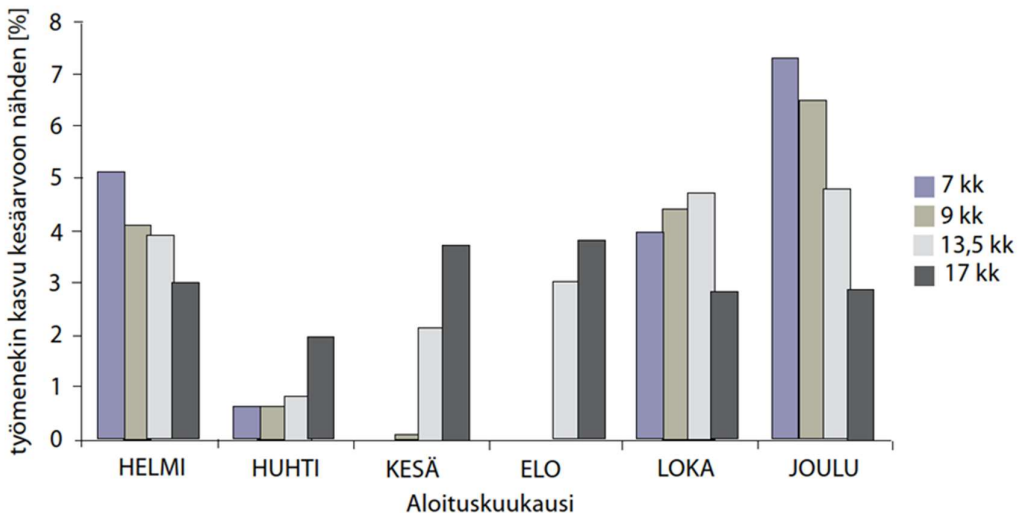
Talvirakentamisen kustannuksia aiheuttavat mm. energian tarpeen kasvu, kokonaistyömenekin lisääntyminen, materiaaliveitokset, materiaalihukka, työkoneiden ja -laitteiden tarpeen muutokset. Talvella on heikommat sää- ja valaistusolosuhteet. Talvityön haitat ilmenevät työsaavutusten pienenemisenä ja työn keskeytysten lisääntymisenä. Tuotantokatkoja lisäävät talvella mm. työkoneiden käyttövaikeudet ja pakkasen vuoksi rikkoutuneiden koneiden aiheuttamat odotukset.

Työnvaihelisää ilmenee esimerkiksi muottien purkuvaiheessa, jolloin rakenteeseen kiinni jäänyt muottitavara rikkoutuu helposti. Materiaalihukka lisääntyy talviolosuhteissa. Paljon myös kalusto-

ja käyttötarvikkeita kuten peitteitä, sähköjohtoja tai työkaluja jää lumen alle. Erilaisten suojapeitteiden ja sääsuojahallien vuokratulot nostavat talvirakentamisen kustannuksia kesään verrattuna. Talviolosuhteet voivat pakottaa muuttamaan käytettäviä materiaaleja, esimerkiksi nostamaan betonin lujuusluokkaa tai käyttämään pakkaslaasteja. (Ratu C8-0377 2010, 3.)



Kuvio 19. Kahden eri tekniikan työmenekin kasvu kesän aloitukseen verrattuna (Lähde: Ratu C8-0377)



Kuvio 20. Erilaisten rakennuskohteiden työmenekin vaihtelu kesäaloitukseen verrattuna (Lähde: Ratu C8-0377)

Kuvion 20 mukaisessa pahimmassa mahdollisessa tilanteessa (aloitus joulukuussa) 7 kuukauden työmaa pitenee 10 työpäivää. Yhdeksän kuukauden pituisella työmaalla rakentamisaika voi pidentyä jopa 13 työpäivää. 13,5 kuukauden työmaalla työmenekin lisäys voi jatkaa työmaan pituutta 14 työpäivällä. Yli vuoden rakennustyömaalla työajan pidentyminen on 10 työpäivää. Tämä selittynee sillä, että 17 kuukauden ajanjaksossa on kaksi kesää ja sitä kautta töiden järjestelyllä on paremmat mahdollisuudet pysyä ns. aikataulussa.

4.4 Energiankulutuksen vähentämisen keinot

Energian kulutusta rakennustyömaalla on tutkittu kohtuullisen vähän. Arviot energian kulutuksesta rakennustyömaalla vaihtelevat paljon. Hankkeiden ja ympäristön erilaisuus on tähän suurin syy, mutta myös tiedon puute vaikuttaa tähän. Vuodenaikojen merkitys rakentamiseen on suuri ja suurin osa energiasta kuluu rakentamisen aikana lämmittämiseen ja kuivatukseen. Kuivatuksen lisäksi myös sääsuojaus vaikuttaa lämmityksen määrään ja sen tarpeeseen. Lämmityksen yhteydessä tapahtuu kuivumista ja toisaalta ilman kunnollista sääsuojausta lämmittäminen ei ole tehokasta. (Hämäläinen 2012, 2.) Energian kulutus jakautuu rakennustyömaalla karkeasti sisävaiheen aikana 60 % ja ulkovaiheen aikana 40 % (Report – Process -Construction site 2021).

Partasen (2022) opinnäytetyössä vertailtiin viiden asuinrakennuksen lämmityksen päästöjä toteumatietoon ja päästötietokannan mukaisiin lämmityksen päästöihin rakentamisen aikana. Päästötietokannassa lämmityksen päästöt olivat 46 kg CO₂ e/m², kun taas kokonaistulos on ollut toteutuneen mukaan 40,5 kg CO₂ e/m², säästöpotentiaalia on jopa 10 %. Säästöpotentiaali olisi ollut vielä suurempi (40 %), jos olisi käytetty uusiutuvaa polttoainetta. (Partanen 2022, 43.)

Jotta työmaatoimintojen hiilidioksidipäästöt saadaan selville, vähimmäisvaatimuksena on, että työmaan energiankäyttö tulee mitata. Tästä aiheutuneet CO₂ e-päästöt tulee laskea todellisen kulutuksen mukaan ja raportoida. Työmaan hiilidioksidipäästöille ei ole asetettu raja-arvoja. (Kuittinen & Le Roux 2017, 22)

Rakennustyömailla on syytä järjestää henkilöstön *energiatehokkuuskoulutus*. Koulutuksessa voi hyödyntää BUILD UP Skilss-hankkeen myötä saatua aineistoa. Koulutus lisää tietoisuutta, ammattitaitoa ja rakentamisen laatua. Sopimusneuvotteluissa tai jopa sopimusasiakirjoissa on hyvä asettaa kannustimia ja sanktioita, joita hankkeessa käytetään. (Kuittinen & Le Roux 2017, 22)

Sähkön ja kaukolämmön hiilidioksidipäästöjen ja kulutuksen mittaus on hyvä tehdä kaikissa rakennusurakoissa myös työmaa-aikana. Sähkön kulutus tulee laskea sähkölaskujen kokonaissummana koko työmaan ajalta. Sähkön hiilidioksidipäästöihin voidaan parhaiten vaikuttaa sähkön hankintavaiheessa, kun valitaan sähkön tuotantotapa (Vähäpäästöinen rakentaminen n.d.). Hiilidioksidipäästöjen laskennassa hyödynnetään sähköyhtiön päästökertoimia. Ennen työmaavaihetta voidaan hyödyntää päästölaskennassa tuoreinta käytössä olevaa tilastotietoa. Jos työmaalla tuotetaan uusiutuvaa sähköä, tämä määrä vähennetään ostetusta työmaasähköstä. Työmaasähkön lasketaan mukaan työmaakoneiden, laitteiden, kaluston ja väliaikaisten työmaatilojen kuluttama sähkö. (Kuittinen & Le Roux 2017, 40–41.)

Työmaan polttoaineiden kulutus ilmoitetaan kokonaismääränä koko rakentamisen ajalta, ellei tilaaja ole tälle asettanut erillisiä tavoitteita. Polttoaineiden kulutus voidaan laskea myös koneiden ja laitteiden käyttötuntien mukaan. Näin saatu kulutus raportoidaan litroina sekä CO₂e-päästöinä. Hiilidioksidipäästöt otetaan huomioon polttoaineiden valmistajien ilmoittamien päästökertoimien mukaan. Jos päästökertoimia ei ole, käytetään kotimaisten tietokantojen päästökertoimia. (Kuittinen & Le Roux 2017, 40–41.)

Geoterminen energia. Uusi Geolo-kokonaisratkaisu mahdollistaa maalämpöenergian hyödyntämisen jo rakennusaikana. Järjestelmä hyödyntää maalämpöä ja uusi energiaratkaisu mahdollistaa ympärivuotisen käytön. Geolo-ratkaisu on erillinen ja se tuodaan tontille rakentamisen ajaksi. Ratkaisu mahdollistaa energiakentän toteutuksen niin, että se voidaan mitoittaa kohteen lopullisen tarpeen mukaan ja näin myös rakennusaikainen lämmitys ja jäähdytys onnistuu ratkaisun avulla. Geolo-työmaajärjestelmän avulla voidaan hallita rakennuskohteen lämpötilaa ja ilmankosteutta. Näin lämmityskalusto toimii mahdollisimman optimaalisesti ja tätä kautta hiilidioksidipäästöt vähenevät perusratkaisuihin verrattuna. (Rakennusalalle kaivattu ratkaisu. Rakentamisen aikaisten hiilidioksidipäästöjen radikaali vähentäminen maalämpöä hyödyntäen 2022.)

4.5 Perehdyttäminen työmaalla

Lukutorin (2020) päästöttömän työmaan ohjeisiin kuului myös *työmaan perehdytys*. Kaikki työmaalla työskentelevät osallistuivat tilaajan järjestämään neljän tunnin mittaiseen työmaaperehdy-

tykseen ennen rakennustöiden aloitusta. Tavoitteena oli, että vähintään puolet työmaalla työskentelevistä on käynyt tämän perehdytyksen koko urakoitsijan ajan. (Lukutorin päästöttömän työmaan pilottihankinta – Case Espoon kaupunki 2020)

Kosonen (2022) opinnäytetyössään tutki RTS-ympäristöluokituksen mukaista rakennustyömaata. Työnjohtoa ei tällä työmaalla koulutettu urakoitsijan eikä tilaajan toimesta työmaalla käytössä olleeseen ympäristöluokitukseen. Opinnäytetyön johtopäätöksenä oli, että tarve ympäristöluokituksen perehdyttämiseen tai koulutukseen oli ilmeinen. Mikäli rakennustyömaalla työnjohto ei ole tietoinen vaaditusta luokituksista, on vaarana, ettei rakennuskohde toteudu sertifikaatin mukaisesti. Koulutusta tulee antaa koko henkilöstölle ja erityisen tärkeää se on heti hankkeen alussa. Materiaalin tulee sisältää perusteet sertifikaatille sekä dokumentaatio-ohjeistus. Toistuva protokolla vähentää työntekijöiden kuormitusta rakentamisen aikana. (Kosonen 2022, 39.)

Työmaiden päästöohjauksella voidaan vaikuttaa myös työmaiden päästövähennyksiin. Tähkänen ja Tähtinen (2022) ovat laatineet ohjeistuksen työmaiden päästöohjaukseen mm. seuraavasti:

- *Vuonna 2023* yritykset ovat sitoutuneet päästöttömien työmaiden Green Deal-sopimukseen ja työmailla käytetään uusiutuvaa sähköä. Tavoitteena on, että hiilijalanjälkilaskentaan sisältyy myös hankkeen maanrakennus- ja purkutyöt.
- *Vuonna 2025* rakennuskonevuokraamoiden kanssa kehitetään heidän kalustoaan ja uusitaan sitä. Työmaan generaattoreissa käytetään uusiutuvia polttoaineita.
- *Vuonna 2030* työmailla ei enää käytetä fossiilisia polttoaineita. Työmaiden latausinfraa voi käyttää myös aliurakoitsijat. Kalustovalmistajien tuotekehitystä tuotetaan esim. kumppanuusmallilla tai pilottihankkeilla. (Tähkänen & Tähtinen 2022, 13.)

4.6 Jätehuolto

Kierrätys. Tilaajan kannattaa asettaa työmaalle yhteisesti sovitut kierrätystavoitteet eri jätejakeille. Tavoitteissa on syytä tarkentaa myös urakoitsijan ideat tavoitteiden asettamisessa. Tavoitteena koko työmaan jätteiden materiaalien hyödyntämiseksi tulee olla vähintään 70 %. Urakoitsijan on syytä nimetä työmaalle kiertotalousvastaava erityisesti isommissa peruskorjaushankkeissa.

Tavoitteisiin on hyvä asettaa vaatimukseksi myös, että työmaalla ei saa syntyä sekalaista rakennusjätettä. Kierrätykselle voidaan asettaa seuraavanlaisia mittareita: jätemäärä, kierrätysaste, kaatopaikkajätteen osuus, jätehuollon kustannukset (€/tn). Tavoitteelle on myös hyvä asettaa taloudellinen kannustin. (Näin maksimoidaan rakennustyömaan kierrätysaste 2022.)

Tilaajan on hyvä nimetä koordinaattori työmaalla syntyvien jätemateriaalien ja ylijäämämaiden hyödyntämiseen. Esim. Helsingin kaupunki on saanut koordinaattorin avulla säästöjä luonnonvarojen käytössä. Kaupunkien, rakennusliikkeiden ja väylärakentajien koordinaattorit voisivat tehdä yhteistyötä mm. maa-aineksen hyödyntämisessä. (Kierrätyksestä kiertotalouteen 2022, 61.)

Betonijätettä hyödynnetään betonimurskeena maanrakentamisessa. Hyvälaatuisella betonimurskeella voidaan korvata väylähankkeissa kiviainesta mm. jakavissa ja kantavissa kerroksissa tai teollisuusalueiden pohjarakenteissa. Näin säästetään luonnonvarojen käyttöä. (Lehtonen 2019, 67.)

Tiilijätteestä voidaan valmistaa myös mursketta. Poltetut savitiilet voidaan puhdistaa ja käyttää uudestaan. Murskattu tiilijätettä voidaan käyttää esim. pengertöissä tai valleissa, viherkattojen runkomateriaalina. Muu hyödyntäminen vaatii ympäristöluvan. (Lehtonen 2019, 67–68.)

Kipsilevyjäte voidaan kierrättää uuden kipsilevyn raaka-aineeksi. Kipsilevytehtaat ottavat vastaan puhdasta kipsilevyjätettä. Purettu kipsilevyjäte on myös kierrätyskelpoista, jos se on purettu erikseen muusta materiaalista. Kipsilevy murenee rakennusjätteen käsittelyssä, joten suurin osa tästä päätyy sekajätteeksi. (Lehtonen 2019, 69.)

Puhtaasta puujätteestä voidaan jalostaa puukuitua ja haketta. Suomessa puujätettä hyödynnetään puulevyteollisuudessa, komposiittimateriaaleissa ja uusioeristeiden valmistuksessa. Suurin haaste on puhtaan puujätteen vähäinen saatavuus. (Lehtonen 2019, 70.)

Metallijäte erilliskerätään ja sitä kierrätetään jo melko hyvin. Metallijätteestä maksetaan. Kerätty jäte käytetään metallien valmistuksen raaka-aineena. (Lehtonen 2019, 71.)

Lasijäte jalostetaan uuden lasin raaka-aineeksi. Lasijätteestä valmistetaan myös vaahtolasia. Purkutyömailla on harvoin lasijätteen erilliskeräys, koska purkujätteen määrästä lasin osuus on melko

pieni eikä sitä nähdä merkityksellisenä. Jäteasetuksen mukaan lasijäte on erilliskerättävä, joten lasijätteen erilliskeräystä on tehostettava purkutyömaalla. (Lehtonen 2019, 72.)

Kattohuopajäte voidaan kierrättää materiaalina. Kattohuovasta voidaan valmistaa esim. bitumikat-tohuoparouhetta, jota hyödynnetään asfaltin valmistuksessa. Kattohuopa erilliskerätään jäte-asetuksen mukaan. Osa kattohuovasta päätyy sekajätteeksi, jos se on kiinni puu- tai muissa raken-teissa. (Lehtonen 2019, 73.)

Rakennustyömaan muovien kierrätys. Muovi on merkittävä päästölähde; muovijätteestä 2/3 osaa päätyy energiajätteeksi. Näin muovin kierrätyksen arvo jää hyödyntämättä. Muovisten pakkaus-materiaalien arvosta menetetään, kun muoviovia hyödynnetään vain yhden kerran. (Rakentamisen Green Deal-sopimus 2020.) Muovien erilliskeräminen purkutyömaalla jää tilanpuutteen vuoksi tai sitä ei pidetä taloudellisesti kannattavana. Joidenkin muovilaatujen (PE- ja PP-muovit) on jo ole-massa tekniikoita, joten muovien erilliskeräystä tulisi edistää purkutyömailla. (Lehtonen 2019, 74.)

Rakennustyömaiden on järkevää kouluttaa työntekijöitä jätehuollon ja kierrätyksen uusiin vaati-muksiin. Työmaalla kannattaa hyödyntää myös Green Deal-sopimusta, jonka tarkoituksena on kan-nustaa työmaan muovijätteen erilliskeräyksen parantamiseen. Samalla sopimus tarjoaa ohjeis-tusta ja koulutusta erilliskeräyksen parantamisen tueksi. (Kierrätyksestä kiertotalouteen 2022, 61.)

4.7 Kuljetukset ja logistiikka

Kuljetukset ja työmaan logistiikka tulee muuttumaan seuraavien vuosien aikana. Koneet vaihtuvat pikkuhiljaa sähkö- ja akkukäyttöisiin työkoneisiin. Näin työmaan hiilipäästöjä voidaan pienentää tehokkaasti. Uusiin rakennushankkeisiin otetaan yhä enemmän käyttöön vähäpäästöisiä koneita. Samalla myös melun ja tärinän määrä vähenee. (Rakennustaito 2021.)

Konevuokraaja Ramirent on allekirjoittanut jo muutama vuosi sitten työkoneiden Green Deal-sopi-muksen, jossa se sitoutuu lisäämään sähkökäyttöisten työkoneiden osuutta omassa vuokrakalus-tossaan. Sähkökäyttöisiä nostimia on vuonna 2025 jo 90 % koko nostinmäärästä. (Rakennustaito 2021.)

Pienkoneet ja sisätilojen henkilönostinten akut ovat parantuneet ja niiden latausajat ovat lyhentyneet. Hybridimalli soveltuu parhaiten ulos; aamupäivä työskennellään akun turvin ja iltapäivällä (akkujen tyhjennyttyä) otetaan käyttöön dieselmoottori. Maanrakentamisessa täyssähköiset työkonet ovat vielä harvinaisia; pieniä kaivinkoneita, kurottajia ja kuormaajia löytyy myös akkukäyttöisenä. Isot koneet vielä puuttuvat. (Rakennustaito 2021.)

Työmaalla on hyvä tunnistaa ja arvioida työmaan hiilidioksidipäästöihin vaikuttavat tekijät. Kuljetusten huomioon ottaminen on tärkeää, koska silläkin on vaikutusta työmaan hiilidioksidipäästöihin. Bionova (2017) ehdottaakin, että työmaalle voitaisiin määrittää kuljetusten työmaakohtainen maksimiarvo, koska hiilidioksidipäästöjen valvonta ja seuranta on haasteellista. Liikenteen hiilidioksidipäästöistä noin 25 % syntyy rakennustyömaiden seurauksena ja niistä suurin päästölähde on fossiilinen kuljetuskalusto ja työkonet (Vähäpäästöinen rakentaminen n.d.). CO₂-päästöjen maksimiarvon asettaminen on tehokas tapa vähentää myös työmaakuljetusten energiankulutusta ja hiilidioksidipäästöjä. Pakettiautoille on jo olemassa kokoluokkajako, jota voitaisiin hyödyntää myös työmaankuljetuksen ohjauksessa. (Motiva 2019, 8.)

Laatu- ja ympäristöjohtamisella voidaan systemaattisesti vaikuttaa myös työmaan kuljetusten ympäristövaikutuksiin. Kuljetuksiin erikoistuneille yrityksillä on hyvä olla johtamisjärjestelmä tai toimintamalli, jossa on otettu huomioon myös vastuullisuusnäkökulmat. Traficom on laatinut vastuullisuusmallin, joka sisältää mm. ympäristö-, turvallisuus- ja laatujohtamisten keskeiset osa-alueet. Vastuullisuusmalli tuo osa-alueet käytännön tasolle kuljetusyrityksille. (Motiva 2019, 15.)

4.8 Urakkamuodon vaikutus työmaatoimintojen hiilijalanjälkeen

Hankkeen tavoitteet tulee tilaajan määrittellä kaikissa urakkamuodoissa heti hankkeen aloitusvaiheessa. Kaikissa urakkamuodoissa myös tavoitteet tulee kirjata sopimusasiakirjoihin yksiselitteisesti. Tässä suhteessa urakkamuodolla ei ole vaikutusta työmaatoimintojen hiilijalanjälkeen tai sen määrittelyyn.

Elinkaarihankkeessa ja SR-urakassa tilaajan tulee määrittää halutut päästötavoitteet heti hankkeen alussa, kun sopimusasiakirjoja laaditaan urakkakilpailutusta varten. Vähähiilisuuden tavoitteet asetetaan toimivuuspohjaisesti (Häkkinen & Kuittinen 2020, 170). Allianssihanke mahdollistaa kohteen kehittämisen ja siinä mielessä allianssihanke sopii myös vähähiilisuuden kehittämiseen. Toki

allianssihankeessakin tietyt tavoitteet tulee olla kirjattuna sopimukseen. Urakkamuodoista allianssimalli mahdollistaa parhaiten kunnianhimoiset päästövähennystavoitteet, mikäli hankkeen osapuolet yhdessä niin päättävät. Häkkisen ja Kuittisen (2020) mukaan vähähiilisyys tavoitteiden asettaminen sopii tähän malliin paremmin erityisesti, jos tavoitteena on innovatiiviset ratkaisut. Toimivuuden ja elinkaariarvioinnin käyttö on luonteva osa prosessin eri vaiheissa. Myös PJ-urakoissa vaikutusmahdollisuuksia mm. vähäpäästöisyyteen on tilaajalla pidemmälle mentäessä, sillä suunnittelu ja hankinnat etenevät rinnan ja viime kädessä tilaaja tekee lopulliset päätökset hankinnoista ja niiden tavoitteista. Näissä projekteissa on kuitenkin hyvä muistaa huomioida eri vaiheisiin soveltuvat energiatehokkuuden arviointiin ja muuhun toimivuuteen liittyvät työkalut (Häkkinen & Kuittinen 2020, 170). Kokonaisurakoissa tarjouspyyntöasiakirjoihin tulee kirjata kaikki päästövähennystavoitteet kaupallisiin asiakirjoihin. Tämä toteutusmuoto ei erityisesti tue eri toimijoiden välistä yhteistyötä. (Häkkinen & Kuittinen 2020, 169.)

4.9 Vähäpäästöisen rakennuttamisen prosessi

Paras tapa vähentää ilmastopäästöjä on olla rakentamatta. Useinkaan se ei ole mahdollista, joten rakentamisen aiheuttamien päästöjen vähentäminen on paras tapa pienentää ilmastopäästöjä. Hiilijalanjäljen ohjaaminen on yksi osa rakennuttamisen tehtävää. Hankkeelle asetetaan vähähiilisuuden tavoitteet samaan tapaan kuin muutkin hankkeen tavoitteet. Hankeohjaamisessa huolehditaan hiilijalanjälkitavoitteiden asettamisesta, sen ohjauksesta ja seurannasta. (Vähähiilisen rakennuttamisen klinikka-tulosraportti 2021, 9.)

Häkkisen ja Kuittisen (2020) mukaan vähähiilisessä rakentamisessa pyritään vähentämään rakennuksen elinkaaren aikaista energiaa ja materiaalien kulutusta. Kirjassaan Häkkinen ja Kuittinen (2020) ajatuksena on vähentää rakennuksen tilantarvetta kolmella tapaa: konseptoinnilla, tilakoon optimoinnilla ja tehokkuudella. Kaikkia kolmea näkökulmaa tulee pienentää, jotta vähähiilinen rakentaminen on mahdollista. Ensin tulee optimoida rakennuksen tilakokoa ja konseptointia ja sen jälkeen vasta tehokkuuden optimointi on järkevää. (Häkkinen & Kuittinen 2020, 92–93.)

Tarveselvitysvaiheessa asetetaan strategiset tavoitteet vähähiilisuudelle ja hiilineutraaliudelle. Samalla arvioidaan, miten ne toteutuvat eri vaihtoehtoissa ja miten niitä seurataan.

Hankesuunnitteluvaiheessa asetetaan vähähiilisyiden tavoitteet. Tehokkain tapa ohjata hiilijalanjälkeä on asettaa vähähiilisyiden tavoitteet hankesuunnitteluvaiheessa. Säästöpotentiaalia kannattaa etsiä niistä rakenteista, joista suurin rakennuksen hiilijalanjälki muodostuu. Tässä vaiheessa teetetään alustava hiilijalanjälkilaskenta ja asetetaan hiilijalanjäljen tavoitetaso. Tehdään myös energiaratkaisuselvytys ja mahdollinen purkukartoitus. Tässä vaiheessa on hyvä myös määrittää kestävä kehityksen periaatteet ja energiatehokkuustavoitteet. Hankesuunnitteluvaiheessa vertaillaan eri suunnitteluvaihtoehtojen ympäristövaikutukset. Hankesuunnitelmaan kirjataan hankkeen ympäristö- ja hiilijalanjälkitavoitteet sekä niiden vaikutus hankkeen aikatauluun. Tässä vaiheessa laaditaan myös ympäristöluokituksen esiselvytys, mikäli hankkeelle on tarkoitus hakea ympäristöluokitus. (Opas vähäpäästöisen rakennuttamiseen 2021, 14–16.)

Suunnitteluvaiheessa kehitetään tehokkaita ja vaikuttavia hiilijalanjälki- ja energiavaihtoehtoja, joissa asetetut tavoitteet toteutuvat. Optimoinnissa otetaan huomioon myös kustannus-, aikataulu-, laatu- ja toiminnallisuusvaatimukset. Suunnittelun edetessä hiilijalanjälkitavoitetta seurataan ja ohjataan laskennan avulla. Tätä kautta tunnistetaan hankkeen hiilijalanjäljen taso ja mahdollinen säästöpotentiaali. Rakennuttaja laatii ennen suunnittelun aloitusta suunnitteluohjelman, jossa on kuvattu myös hiilijalanjäljen tavoitteet. Rakennuttaja huolehtii myös riittävästä vähähiilisyysosaamisesta suunnittelun hankinnassa. Rakennuttaja myötävaikuttaa myös siihen, että suunnitelmat ovat yhteensopivia, ristiriidattomia ja hiilijalanjälkitavoitteiden mukaiseksi. (Opas vähäpäästöisen rakennuttamiseen 2021, 17–21.)

Rakentamisvaiheessa huolehditaan, että urakoitsija tekee vähäpäästöisen rakentamisen toimenpiteet sopimuksen mukaisesti. Rakennuttaja tarkastaa urakoitsijan laatimat vähähiilisyiden suunnitelmat, joita ovat mm. kiertotalous-, ympäristö-, alue-, logistiikka- ja jätehuoltosuunnitelma. Urakoitsijan tulee laatia vähähiilisten materiaalien hankintasuunnitelma, jonka rakennuttaja tarkastaa ja hyväksyy. (Opas vähäpäästöisen rakennuttamiseen 2021, 23.)

4.10 Kirjallisuuskatsauksen yhteenveto

Rakennushankkeen vetäjä voi vaikuttaa työmaatoimintojen päästöjen vähentämiseen mm. asettamalla hankkeelle *ympäristöluokituksen tavoitteet* yhdessä tilaajan kanssa. Tilaajalla voi olla omia intressejä valita tietty ympäristöluokitus. Myönnetty ympäristösertifiointi todentaa kiinteistön ja tilaajan vastuullisuutta.

Vähäpäästöisten työmaatoimintojen tavoitteita on hyvä miettiä tilaajan kanssa hankkeen alkuvaiheessa. Tärkeintä on saada kirjattua kaikki *päästövähennystavoitteet sopimusasiakirjoihin*, jotta ne välittyvät myös urakoitsijan tietoon. Sopimusasiakirjoihin kirjataan kaikki sovitut tavoitteet ja se, mitä urakoitsijan odotetaan tekevän.

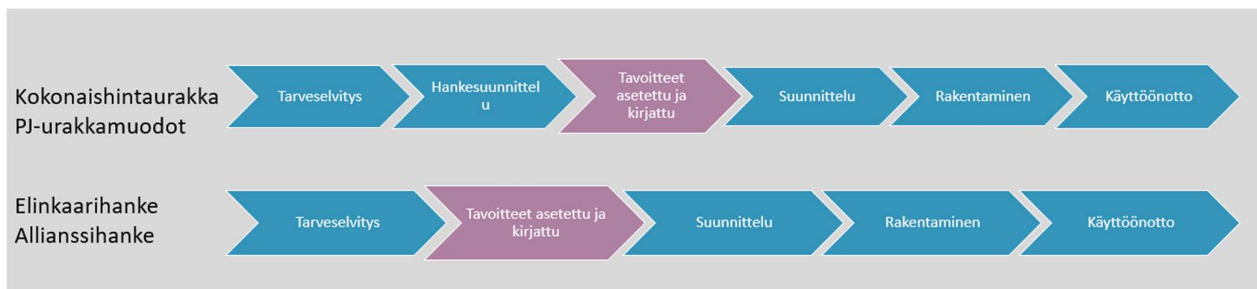
Perehdyttäminen nähtiin tärkeäksi mm. Kososen opinnäytetyössä. Työnjohdon ja suorittavan portaan tulee olla tietoinen vaaditusta luokituksesta, jotta rakennuskohteen on mahdollista saavuttaa sille asetettu ympäristöluokitus. Vähäpäästöisyyteen perehdyttäminen pitää tehdä heti hankkeen alussa. Lukutorin työmaalla v. 2020 toteutettiin työmaan perehdytys vähäpäästöisyyteen. Tällaisella työmaiden päästöohjauksella voidaan vaikuttaa työmaiden päästövähennyksiin.

Energian vähentämisen vaihtoehdot. Jos työmaatoimintojen hiilidioksidipäästöt halutaan selvittää, työmaan energiankäyttö tulee mitata. Tästä aiheutuneet CO₂ e-päästöt lasketaan todellisen kulutuksen mukaan. Rakennustyömailla on hyvä järjestää henkilöstön energiatehokkuuskoulutus. Koulutus lisää tietoisuutta, ammattitaitoa ja rakentamisen laatua.

Jätehuolto ja kierrätys. Tilaajan olisi hyvä nimetä koordinaattori työmaalla syntyvien jättemateriaalien ja ylijäämämaiden hyödyntämiseen. Rakennustyömaiden on järkevää kouluttaa työntekijöitä jätehuollon ja kierrätyksen uusiin vaatimuksiin. Tilaaja asettaa työmaalle yhteisesti sovitut kierrätystavoitteet eri jätelajeille. Tavoitteissa on syytä tarkentaa myös urakoitsijan ideat tavoitteiden asettamisessa.

Kuljetukset ja työmaan logistiikka tulevat muuttumaan lähitulevaisuudessa. Kuljetusten huomioon ottaminen on tärkeää, koska silläkin on vaikutusta työmaatoimintojen hiilipäästöihin. Bionovan ehdotus kuulostaa järkevältä, jos työmaalle voidaan määrittää kuljetusten työmaakohtainen maksimiarvo, koska hiilipäästöjen valvonta ja seuranta on haasteellista. Liikenteen CO₂-päästöjen maksimiarvon asettaminen on tehokas tapa vähentää myös työmaakuljetusten energiankulutusta ja hiilipäästöjä.

Urakkamuodolla ei ole suurta merkitystä työmaatoimintojen vähäpäästöisyyteen. Kaikissa urakka-
muodon malleissa tavoitteet asetetaan hankkeen alussa tilaajan kanssa ja ne tulee kirjata sopi-
musasiakirjoihin. Se, missä vaiheessa sopimusasiakirjat tehdään, on erilaisia käytäntöjä urakka-
muodon takia.



Kuvio 21. Vähäpäästöisten tavoitteiden asetanta eri urakkamuodoissa

5 Tulokset

5.1 Kyselytutkimuksen tulokset

Tutkimuskyselyyn saatiin vastauksia 27 kpl eli vastausprosentti oli 27 %. Kirjallisuuden mukaan vastausprosentit jäävät helposti alle 50 % (Vehkalahti 2019, 44). Vastausprosentti ei ole riittävä, mutta vastauksista on nähtävissä yhdenmukaisuutta.

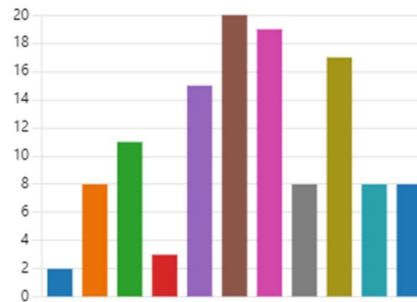
Kyselytutkimuksen kysymyksenä oli ” Mitkä alla olevista vaihtoehdoista ovat mielestäsi parhaat mahdollisuudet onnistumiseen ohjata rakennustyömaata vähäpäästöiseen suuntaan rakennushankkeen vetäjänä? Valitse molempiin kysymyksiin 3–5 parasta vaihtoehtoa.”

1.

Hankkeen ohjaamiseen liittyvät keinot

Lisätietoja

● Ilmastaselvitys ja materiaalisel...	2
● Maankäytön mahdollisuudet (il...	8
● Rakentamisen aikataulun muuto...	11
● Tietomallin hyödyntäminen	3
● Ympäristöluokitusten käyttö	15
● Suunnittelunohjauksen mahdoli...	20
● Hiilijalanjäljen laskenta ja seuran...	19
● Rakentamisjärjestys	8
● Sopimusasiakirjojen mahdollisu...	17
● Innovaatiot	8
● Kalustoluettelon laatiminen esi...	8



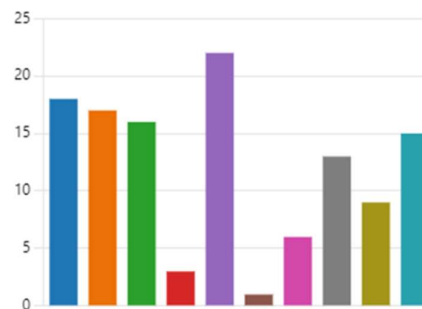
Kuvio 22. Hankkeen ohjaamiseen liittyvät keinot

Tuloksissa suurimpina mahdollisuuksina nähtiin mm. suunnittelunohjauksen mahdollisuudet ja hiilijalanjäljen laskenta ja seuranta. Teemahaastatteluihin valittiin näistä seuraavat kokonaisuudet: ympäristöluokitusten käyttö, sopimusasiakirjojen mahdollisuudet ja rakentamisen aikataulun muutokset.

2. Käytännön toimet rakennustyömaalla

Lisätietoja

● Kierrätys	18
● Jätehuolto	17
● Työmaan logistiikka ja kuljetukset	16
● Rakennustyömaan muovien hall...	3
● Materiaalitehokkuus työmaalla	22
● Päästökompensaatiot	1
● Innovaatiot	6
● Vähäpäästöinen työmaan lämmi...	13
● Vähäpäästöinen työmaan sähkö	9
● Pehdyttämisen työmaalla väh...	15



Kuvio 23. Käytännön toimet rakennustyömaalla

Käytännön toimiin tärkeimpänä mahdollisuutena rakennustyömaalla pidettiin materiaalitehokkuutta. Teemahaastatteluun valittiin tästä kokonaisuudesta työmaan logistiikka ja kuljetukset, jätehuolto sisältäen kierrätyksen ja muovit, energia ja sähkö sekä perehdyttäminen työmaalla.

Toisaalta vastauksista löytyi jo jonkin verran hyviä käytäntöjä, mm:

” Yhdessä hankkeessa rakennettiin lämmönjakohuone heti rakentamisen alkuvaiheessa ja näin saatiin hyödynnettyä kaukolämpöä rakennuksen lämmityksessä rakennusaikana”

tai

” Rakentamisen valmistelun yhteydessä tutkittaisiin, onko rakennusalueen lähellä olemassa olevaa, vajaakäytöllä olevaa tilaa (esim. koulu, toimistorakennus tms.), jota voitaisiin hyödyntää työmaatoimistoina ja sosiaalitiloina”

tai

”Työmaalla tulee kannustaa vuokratilustalon käyttöön, jotta urakoitsijan ei tarvitse hankkia erikseen työkaluja ja laitteita hanketta varten. Vuokratilustalon toimittavat yritykset myös huoltavat laitteistoa, jolloin niiden elinkaari voi olla pidempi (aika pieni vaikutus mutta hyvä huomioida). Sähköisten vuokratilustalon käyttö esimerkiksi nostimissa jne. vähentää päästöjä.”

Vastausten perusteella vähähiilisyys on tunnistettu tärkeäksi, mutta toimenpiteet, joilla työmaatoimintoja ja logistiikkaa voidaan edesauttaa hiilipäästöjen vähentämisessä ovat vielä kohtuullisen niukkoja.

Tutkimuksen loppuvaiheessa muutamalle henkilölle näytettiin yllä olevat kyselytutkimuksen tulokset. Heiltä kysyttiin, miten he näkevät, miksi suunnittelunohjaus ja materiaalitehokkuus nousivat kyselyssä vastaajien mielestä tehokkaiksi keinoiksi. Erään vastaajan näkemyksen mukaan vähä-

päästöisyyden eväät annetaan hankkeelle jo suunnittelupöydällä ja siksi suunnittelunohjaus todennäköisesti nousi tärkeimmäksi vaihtoehdoksi. Esimerkiksi vaikea suunnitteluratkaistu tai haastava logistiikan järjestäminen lisäävät työmaan päästöjä lämmityksen ja suojausten muodossa. Ei myöskään ole selkeää rajanvetoa sille, onko kyseessä suunnittelun ohjaus vai työmaasuunnittelu. Myös yhteistoimintaurakoissa rajan veto on vielä häilyvämpää. Työmaalla materiaalihukka on kaikille selkeä, konkreettinen asia esimerkiksi kastuneen kipsilevynipun muodossa. Sen sijaan kukaan ei näe sitä, että rekat ajavat tuhansia kilometrejä ylimääräistä vajaalla kuormalla. Siksi tämä nähtiin tärkeänä vaikutusmahdollisuutena.

5.2 Ensimmäisen teemahaastattelun tulokset, rakennuttaminen

Ensimmäisessä teemahaastattelussa haastateltiin rakennuttamisen henkilöstöä. Rakennuttamisen teemahaastatteluun osallistui kahdeksan rakennuttamisen tehtävissä työskentelevää henkilöä. Teemahaastattelun tavoitteet on käyty tarkemmin läpi kohdassa 1.2.

5.2.1 Tehokkaat tavat ohjata rakennustyömaan vähäpäästöisyyttä

Tehokkaita tapoja ohjata rakennustyömaan vähäpäästöisyyttä on lisätä kaikkien hankkeen osapuolten tietoisuutta vähähiilisydestä. Haastatteluissa oli nähtävissä, että vähäpäästöinen rakennustyömaa tarkoittaa eri asioita; osalle se on kierrätystä, osalle vähäpäästöisiä ratkaisuja työmaalla esim. lämmityksen muodossa ja osalle se on hyvin hoidettua jätehuoltoa työmaalla. Haastatteluissa tuotiin esiin myös se, että päästötavoitteet tulisi olla ns. laatutekijä.

” Jaetaan tietoa eikä oleteta, että toiset tietävät.” (T6)

” Vielä eletään vähän sitä etsikkoaikaa” (T5)

Tilaaajilla on vähäpäästöisyyden ohjaamisessa suuri rooli, heitä pidetään suunnan näyttäjinä. Esimerkkinä. Eräs haastateltavista muistutti, että ensin tilaaajalla täytyy olla se näkemys, mitä he haluavat. Pelkkä kirjaus vähäpäästöisestä työmaasta ei riitä. Toisaalta tilaajaorganisaatiolle vähäpäästöisyys on osin vielä vieras aihe. Eräs haastateltavista kertoi, että tilaaja oli aluksi kertonut, ettei heillä ole vielä mitään vähäpäästöisyyteen liittyviä linjauksia tehty. Tilaaajalle tehdyn erillisen kyselyn perusteella tilaaajan edustajan mieli kuitenkin muuttui:

” Kirjasin hankesuunnitelmaan tavoitteita ja no sitten ne (tilaaja) vähän enemmän heräsi siihen asiaan, että niin no onhan meillä tietty tuo ja tuo minkä voi sitten ottaa huomioon.” (T3)

Eräs haastattelija muistutti myös siitä, että vähäpäästöisyyden tavoitteet tulee huomioida hankkeissa eri tavalla. Myös hankkeen koolla on vaikutusta, mitä tavoitteita on järkevää valita.

5.2.2 Työmaatoimintojen päästöjen vähentäminen

Rakennushankkeen vetäjä voi vaikuttaa työmaatoimintojen päästöjen vähentämiseen parhaiten ennen rakentamisen aloitusta, suunnitteluvaiheessa. Hankkeen alussa vaikutusmahdollisuudet ovat suurimmillaan ja kaikki hankkeet päästötavoitteet tulee kirjata sopimusasiakirjoihin. Pitää kuitenkin muistaa, ettei sopimusasiakirjoihin kirjata mitään sellaista, mikä ei käytännössä ole mahdollista. Osalla haastateltavista oli huoli siitä, että sopimusasiakirjojen määrä kasvaa entisestään eikä oltu täysin varmoja siitä, jaksako urakoitsija lukea ja omaksua kaiken sen tiedon määrän sopimusasiakirjoissa.

”Isot tilaajat kun edistää vähäpäästöisiä vaatimuksia ja alkaa kirjaamaan niitä sopimuksiin, niin sen jälkeen se muuttuu muualla arkipäiväiseksi.” (T5)

” Tehdään kaikki tarpeellinen jo suunnittelu-, sopimus- ja hankintavaiheessa eikä näitä vähäpäästöisiä asioita tarvitse pureksia enää työmaalla.” (T5)

”Iso rakennuttaja niin heillä on ihan selkeänä se, että he tavoittelevat tätä päästö-
töntä työmaata ja näin, mutta ei niillä ole keinovalikoima selvillä, että miten siihen päästään. ” (T4)

Haastatteluissa nousi myös esiin, että kaikki tarpeellinen vähäpäästöisyyden eteen tulee tehdä suunnittelu-, sopimus- ja hankintavaiheessa eikä näitä asioita tarvitse enää työmaavaiheessa pureksia.

” Niin ihan turha meidän on silloin sieltä työmaalta yrittää vaatia sitten niitä asioita (vähäpäästöisyyttä), koska ne ei sitä lähde siellä sitten ratkaisemaan” (T5)

Uusiutuvan energian käyttöä työmaalla pidettiin tärkeänä asiana työmaatoimintojen päästöjen vähentämisessä. Vaihtoehtoina tunnistettiin maalämpö ja aurinkoenergia. Myös kaukolämpö on hyvä vaihtoehto työmaan lämmitykseen ja kuivatukseen. Haastatellut kertoivat myös, että tilaajalle uusiutuvan energian käyttö on usein tärkeää. Haastatteluissa kävi ilmi se, että ratkaisujen on hyvä olla toteutuskelpoisia, fiksuja ratkaisuja.

” Yritetään niitä (uusiutuva energia, aurinkopaneelit) parantaa, mutta tehdään ne semmoisella fiksuilla ratkaisuilla, joilla saadaan sitä vaikuttavuutta oikeasti.” (T2)

Ympäristöluokituksen vaikutusmahdollisuuksia työmaapäästöjen vähentämiseen ei pidetty suurina osan haastateltavien mielestä. Toisaalta myös osa haastateltavista kertoi, että julkisella puolella vähäpäästöisyyden tavoitteet ovat jopa korkeammalla kuin mitä esim. RTS-ympäristöluokitus vaatii. Eräs haastatelluista piti RTS-ympäristöluokitusta Suomen rakentamiseen hyvin sopivana. Kuukaan haastatelluista ei nostanut esille RTS-ympäristöluokituksen kohtaa 2.1 (kosteudenhallinta) tai kohtaa 3.1 (työmaan energiatehokkuus, ympäristöriskit ja jätteen lajittelu), joilla voidaan vaikuttaa myös työmaatoimintojen päästöjen vähentämiseen. Eräs haastateltava kertoi, että isoissa hankkeissa tai allianssihankeissa on nimetty erillinen RTS-koordinaattori. Myös elinkaariasiantuntijaa on hyödynnetty hankkeen alkuvaiheessa ja hänen avustuksellaan mietitty RTS-tavoitteita.

Rakentamisen aikatauluun vaikuttaminen nähtiin eri puolella Suomea hyvin eri tavalla. Suurin osa vastaajista oli sitä mieltä, että rakennustöiden aloitukseen vaikuttaa enemmän tilaajan omat intressit kuin muut perustellut syyt. Mitä pohjoisemmaksi Suomea mennään, sitä enemmän rakentamisen aikataulutukseen voidaan vaikuttaa. Pohjoisemmassa Suomessa talvilisäkustannusten (ja sitä kautta päästöjen) vaikutus on niin suuri, että uudiskohteet pyritään aloittamaan aina keväällä. Peruskorjaushankkeissa tällä ei ole niin suurta merkitystä.

Palautteen keräämistä ja sen hyödyntämistä pidettiin hyvänä muutoksen mahdollistajana. Jos työmaalla on tehty jotain uudenlaista, vaikkapa kokeiltu vähäpäästöisiä vaihtoehtoja, niistä olisi hyvä kerätä palautetta itse tekijöiltä.

”Ettei automaattisesti oleteta, että juttu toimii myös työmaalla”

5.2.3 Vähäpäästöisen työmaatoimintojen tehtävien ajoitus

Vähäpäästöisten työmaatoimintojen tehtävät ajoittuvat rakennushankkeessa pääosin suunnittelu- vaiheeseen ja viimeistään kaupallisten asiakirjojen laadintaan. Elinkaarihankkeessa tilaaja määrittelee vähäpäästöisyyteen liittyvät tavoitteet jo hankkeen alkuvaiheessa. Koska vastuu on pitkään myös urakoitsijalla elinkaarihankkeissa, urakoitsijalla on erilainen intressi pitää hankkeen tavoitteet järkevinä.

”Elinkaarihankkeessa sehän vähän niin kun kääntyy eri tavalla palveluntuottajalle / urakoitsijalle ja se periaatehan on, että tilaaja ei itse anna kuin ne raja-arvot ja he toteuttavat sen sitten siellä kahdenkymmenen vuoden vastuulla.” (T2)

Teemahaastatteluisissa ei noussut esiin muiden urakkamuotojen mahdollisuuksia.

5.2.4 Vähäpäästöisen työmaan tavoitteiden ja toimintatapojen jalkauttaminen työmaalle

Vähäpäästöisen työmaan tavoitteiden ja toimintatapojen jalkauttaminen työmaalle toteutuu pää-toteuttajan johdolla. Haastateltavien mielestä perehdytysaineistoon on syytä lisätä oma kohta työmaan ympäristöasioille ja mahdolliselle ympäristöluokitukselle. Usea haastateltava kertoi, että hankkeissa tilaajan sisäilma-asiantuntija perehdyttää suunnittelijat ja rakennuttajaorganisaation vähäpäästöisyystavoitteisiin, jotka on valittu juuri siihen hankkeeseen ja selittää minkä vuoksi tavoitteisiin on päädytty. Saman tyyppistä perehdyttämistä ei kuitenkaan haastatteluiden perusteella pidetä enää urakoitsijalle. Se kuitenkin nähtiin tarpeelliseksi usean haastateltavan mielestä. Myös työnjohdon ja suorittavan portaan perehdyttämistä vähähiilisyysnä pidettiin tärkeänä asiana. Kellään haastatelluista ei ollut kokemusta erillisestä energiansäästöperehdyttämisestä tai energiakoulutuksesta työmaalla. Myös työmaahenkilöstön asennetta vähäpäästöisyyttä kohtaan pidettiin tärkeänä.

” Kyllähän se urakoitsijan pitää laittaa sitten semmoiset henkilöt, jotka ovat myötämielisiä tällaiselle (vähäpäästöiselle rakennushankkeelle).” (T3)

Kierrätys on työmailla jo kohtuullisen hyvin hallussa, onhan se jo lakisäätöistä. Työmaiden kierrätysasteessa on vielä paljon vaihtelua. Osa haastateltavista kertoi, että kierrätysasteen tavoite (70 %) on vaikea saavuttaa, kun taas osa haastatelluista kertoi, että joissakin hankkeissa kierrätysaste on ollut jopa 80–90 %. On myös paljon hankkeita, joista kierrätysastetta ei ole erikseen laskettu. Haastatteluissa tuli myös ilmi, että jätekeräyspisteiden määrä pitää miettiä eri tavoin eri työvaiheiden mukaan; kaikkia lajitteita ei tarvitse olla työmaalla alusta loppuun. Tärkeinä myös pidettiin sitä, että toimitukset työmaalle ovat oikea-aikaisia ja -määräisiä. Kierrätykseen menee helposti teräsrakenteet, mutta myös mineraalivillan kierrätyspalveluita on järjestetty jollekin työmaalle. Eräs haastateltavista kertoi, että on olemassa erilaisia kierrätyspalveluita, mutta niiden toimivuudesta tai käytöstä ei ollut kokemusta.

Kuljetuksissa nähtiin paljon mahdollisuuksia vähentää työmaan päästöjä. Järkevät keinot olivatkin vielä hukassa:

”Kuljetuksissa nähdään potentiaalia, mutta järkevät keinot ovat vielä keksimättä. Ei onnistu vielä ainakaan Pohjois-Suomessa.” (T2)

”Siellä potentiaalia on just se, että ne tavarat tulisi yhdellä kuljetuksella eikä se että niitä rekoja on se piha täynnä, rekat pyörivät siellä täällä” (T2)

Kuljetuksiin toivottiin enemmän etukäteissuunnittelua. Jos tilaaja haluaa tähän puuttua, ohjeistus on kirjattava sopimusasiakirjoihin. Esimerkiksi, jos kuljetuskalustolle halutaan asettaa tiettyjä vaatimuksia (esim. STAGE V). Pohjoisessa Suomessa etäisyyksien vuoksi kuljetusten merkitys on vielä suurempi myös päästöjen näkökulmasta. Hankkeessa alussa pitää jo miettiä se, halutaanko tukea paikallista toimintaa vai tuodaanko esivalmistetut tuotteet kaukaa muualta Suomesta.

” Uusiutuvaa polttoaineita on hyvin , mutta on hyvä olla tavoitteiden kanssa realistinen, missä päin Suomea ollaan. Tässä vielä suuria eroja mahdollisuuksissakin.” (T5)

Erillistä logistiikkaurakoitsijaa pidettiin hyvänä ratkaisuna kuljetusten ja logistiikan optimointiin. Logistiikkaurakoitsija on hoitanut työmaan kuljetukset usealla haastateltavien työmaalla. Logistiik-

kaurakoitsijan suunnittelu vähensi myös eräällä työmaalla työnjohdon tarvetta ja hävikkiä. Välivarastointi mahdollisti materiaalien toimitukset kivuttomasti ja siellä materiaali purettiin ja tuotiin työmaalle pienemmissä erissä. Pakkausmateriaalit saatiin näin tehokkaasti talteen ja kiertoon.

” Logistiikkaurakoitsija mahdollistaa hyvän yleisen flow:n työmaalla, koska tavarat ovat oikeassa paikassa oikeaan aikaan.” (T5)

Logistiikan hyvällä suunnittelulla voidaan lyhentää rakentamisen läpimenoaikaa ja näin saadaan päästövähennyksiä, kun esim. rakennuksen lämmitys aika lyhenee. Logistiikkaurakoitsijaa pidettiin erittäin tärkeänä osapuolena myös ahtailla, haastavilla työmailla.

” On semmoinen välivarasto käytössä. Sen perimmäinen idea on se, että me saadaan varmistettua, että meillä on ne materiaalit sitten käytössä (työmaalla) kun toi toteutusaika on niin lyhyt. Sinne voidaan tuoda tavaraa esim. yöllä eikä tarvitse jonotella ruuhkassa.” (T6)

Energian kulutuksen minimointiin osa haastateltavista kertoi käytännön esimerkkejä siitä, että työmaan energian kulutusta seurataan ja tiedot kirjataan kerran kuussa työmaakokouksen pöytäkirjaan. Osa haastateltavista taas kertoi, että energian seuranta on vain yksi osa taloudellista loppuselvitystä. Peruskorjaushankkeissa yhtenä keinona nähtiin vaihtoehto, että energiakulutuksen maksaa urakoitsija eikä tilaaja, jolloin urakoitsija miettii kulutusta tarkemmin. Peruskorjaushankkeissa on myös mietitty sitä, kumman (urakoitsijan vai tilaajan) sähkö sopimus on ollut edullisin ja hyödynnetty edullisinta vaihtoehtoa.

Uusea haastateltava kertoi, että työmaavaipan tiiveys rakentamisvaiheessa on tärkeässä osassa, ettei lämpöä karkaa ulos. Työmaan valaistus on jo vaihtunut LED-valaistukseen ja usealla työmaalla valaistus on liiketunnistimien takana.

Sähkökäyttöisten koneiden vaatimukset tulee myös selkeästi kirjata kaupallisiin asiakirjoihin. Eräs haastateltavista kyseenalaisti, voidaanko aidosti tehdä päästöttömiä työmaita ja tuleeko tilaajan asettamista päästötavoitteista sellaisia, että ne aiheuttavat enemmän ongelmia.

Hankinnoissa ja muissa sopimuksessa tulee muistaa vyöryttää päästövähennystavoitteet sopimusketjun suorittavalle portaalle saakka. Vähäpäästöisyyteen perehdyttäminen lisättynä tähän varmentaa sen, että työ tulee tehtyä tavoitteiden mukaisesti.

5.3 Toisen teemahaastattelun tulokset, rakennuskonevuokraamot

Toisessa teemahaastattelussa haastateltiin rakennuskonevuokraamon henkilöstöä. Tähän osuuteen osallistui kaksi rakennuskonevuokraamossa työskentelevää henkilöä. Teemahaastattelun tavoitteet on käyty läpi tarkemmin kohdassa 1.2.

5.3.1 Työmaapäästöjen pienentämisen mahdollisuudet

Työmaapäästöjen pienentämisen mahdollisuuksia on mm. ajanhallinnassa, kuljetuksissa ja logistiikassa. Niistä löytyy haastateltavien mielestä mahdollisuuksia.

Logistiikan päästöjä pidetään jopa suurempana ongelmana kuin työmaan konekannan päästöjä. Työmaalle tulevat kuormat pitäisi suunnitella etukäteen tai optimoida järkevällä tapaa. Nykytilanteessa työmaalla voi käydä useampi kuljetuspalvelu tuomassa vaikkapa eri urakoitsijoille tavaraa.

Erillinen logistiikkapalvelu voi tuoda mahdollisuuksia erityisesti isoilla työmailla tai paikoissa, joissa liikenteen ohjaaminen on haasteellista. Logistiikkapalveluihin voi kuulua mm. haalausta, työmaan siivousta, kierrätystä, jätehuoltoa, välivarastointia ja työmaan logistiikan suunnittelua ja optimointia. Kun vielä tämä ammattitaitoinen logistiikkapalveluita tuottava yritys mieltii tavaran haalaukselle omat reitit ja hissit, niin muut tilat työmaalla voidaan jättää rakentajien käyttöön. Logistiikan suunnittelu on hyvä muistaa jo työmaan suunnitteluvaiheessa.

”Suomalaisten pitäisi ehkä käydä suurkaupungeissa paljon enemmän ja tutustua siellä, miten jossain Lontoossa tai Tukholmassa saa mitään rakennettua keskellä kaupunkia. Se on hyvin ohjattua ja säänneltyä.” (K1)

Myös tiukat ja samat pelisäännöt kaikille työmaalla toimiville on tärkeä asia ja sillä on vaikutusta myös työmaapäästöihin. Esimerkiksi aikataulutettu, kalenteroitu logistiikka työmaalla on selkeä asia kaikille. Tietyille kuljetukselle on varattu tietty toimitusaika työmaalla ja jos sen missaa, niin

pitää sopia uusi aika. Aikataulu ja samat pelisäännöt korostuvat erityisesti sisävalmistusvaiheessa. Kun logistiikkapalvelut huolehtivat työmaalla paikat kuntoon, kaikkien toiminta helpottuu ja nopeutuu. Myös hukan määrä vähenee. Mahdollisista rikkeistä voidaan laskuttaa suoraan rikkeen tehnyttä aliurakoitsijaa.

Kaluston hallintaan molemmilla haastatelluilla yrityksillä on olemassa digitaalinen järjestelmä, jonka avulla urakoitsija saa yhteenvedon vuokratuista koneista. Tämä lista on myös helppo esittää tilaajalle. Tietoperustainen seurantajärjestelmä mahdollistaa mm. oikeat käyttötunnit koneille ja sitä kautta kertoo niiden päästöt.

Vuokrauksen päällekkäisyyden vähentämisellä voidaan myös pienentää työmaan päästöjä. Usein aliurakoitsijalla on omat koneet omassa urakassa eikä yhteisiä koneita osata tai haluta hyödyntää.

”... Isommissa projekteissa, koska siellä ymmärretään logistiikan merkitys ja silloin kun ei ole tilaa tai sitä on huonosti, niin silloin esimerkiksi voidaan ohjata vaikkapa yhteisen nostinten käyttöön.” (K1)

On hyvä muistaa, että rakennuskonevuokraamoilla on tarjolla paljon tuotteita, joiden käyttö ei aiheuta päästöjä. Tällaisia ovat mm. työmaakopit, aitatarpeet, liikennemerkkit tai telineet. Näissä tuoteryhmissä on vain kuljetuksen aiheuttamat päästöt ja elinkaaripäästöt.

Suurimpana esteenä nähdään vähäpäästöisten koneiden hinta-asia. Vähäpäästöiset koneet ovat hankintahinnaltaan aavistuksen kalliimpia ja se tietysti näkyy vuokrahinnoissa toisen vastaajan mielestä. Toinen vastaajista taas kertoi, että kalliimpaa hintaa ei voi suoraan laittaa vuokrahintaan. Toisaalta urakoitsija valitsee aina kustannustehokkaamman vaihtoehdon ja tässäkin on nähtävissä se, että vähäpäästöisiä koneita ei vielä valita, ellei sitä tilaaja erikseen vaadi. Myös halulla ja asenteella on tässäkin merkitystä.

5.3.2 Vähäpäästöiset koneet ja laitteet

Vähäpäästöisiä koneita ja laitteita on päivä päivältä enemmän. Molemmat haastatellut (rakennuskonevuokraamot) ovat sitoutuneet noudattamaan Green Deal-päästötön työmaasopimusta vuoden 2025 alusta. Green Deal-sopimus näkyy tällä hetkellä tarjouspyynnöissä, mutta ei vielä käytännön työmailla.

Pieniin koneisiin ja laitteisiin löytyy jo kohtuullisen hyvin vähäpäästöisiä vaihtoehtoja. Suuritehoisten koneiden haasteena on suurien akustojen tarve ja niiden latauksen mahdollistaminen työmaalla. Myös sähkökäyttöisyys aiheuttaa haasteita voimansiirrossa. Isojen koneiden osalta toivotaan riittävän pitkää siirtymäaikaa, sillä kuranttia, toimivaa kalustoa ei ole järkevää uusia pelkästään vähäpäästöisyyden vuoksi. Kun ladattavien laitteiden määrä kasvaa työmaalla, tulee latausinfra suunnittelu muistaa työmaan sähköistysuunnitelmassa. Sähkökeskuksiin on myös latauspisteitä, mutta jostain syystä niitä ei käytetä. Toki keskusten määrä kasvaa ja sitä kautta myös sähkön tehon tarve työmaalla. Se lisää näin myös kustannuksia.

”Sähkön riittävyyttä työmaalla ei ole aina mietitty, kun koneita pitää pikaladata työmaalla kesken työpäivän” (K1)

Tilajaat ovat niitä, jotka vaativat vähäpäästöisiä koneita ja laitteita. Päästötön työmaa vaatii vielä suhtautumisen ja kulttuurin muutosta työmaalla.

”Kunpa asia nähtäisiin yhteisvastuullisena asiana” (K2)

”Kyllä se on ne tilajaat, jotka päästöttömän työmaan tavoitteita ohjaa” (K2)

5.3.3 Työmaan vähäpäästöiset lämmitys- ja energiamuodot

Työmaan vähäpäästöiset lämmitys- ja energiaratkaisut ovat haasteellinen asia. Ratkaisu on aina hankekohtainen. Vähäpäästöisiä vaihtoehtoja työmaa-aikaiseen lämmitykseen on jo olemassa kaikenlaisiin lämmitysratkaisuihin, joten lämmityksen valinnalla ei ole suurta merkitystä työmaan näkökulmasta. Toki hinta erilaisille ratkaisuille on tällä hetkellä suurin este niiden käyttöönotolle työmailla.

Kaukolämmön hyödyntäminen mahdollisimman aikaisessa vaiheessa nähdään selkeimpänä keinona vaikuttaa työmaan energian hallintaan. Jos rakennukseen on suunniteltu vesikiertoinen lattialämmitys, se otetaan käyttöön mahdollisimman nopeasti lattioiden valmistumisen jälkeen. Josakin tapauksissa on myös mahdollista asentaa työmaa-aikainen, suurempi lämmönsiirrin, jotta se voi tuottaa kaiken tarvittavan energian työmaalle.

Uusimmat öljylämmittimet ovat kehittyneet ja ne kuluttavat vähemmän verrattuna vanhoihin öljylämmittämiin. Näissä voidaan myös käyttää uusiutuvaa polttoainetta. Myös kaasua käytetään vielä paljon eikä biokaasuun vaihtaminen näissä laitteissa ole vielä ajankohtainen. Työmailla käytetään myös erilaisia pellettiratkaisuja.

”Seurantajärjestelmä tekee oikeastaan sen, että siihen on mahdollisuus saada ihan reaaliaikainen CO₂-mittaus (energiamittaus) eli kustannukset, mitä se maksaa. Niin se laskee siitä kuivumisaikaa ja sehän on kuitenkin se oleellinen ja se ne tavoitteethan ovat siinä, että me pystytään aikataulussa tehdä pinnoitukset.” (K2)

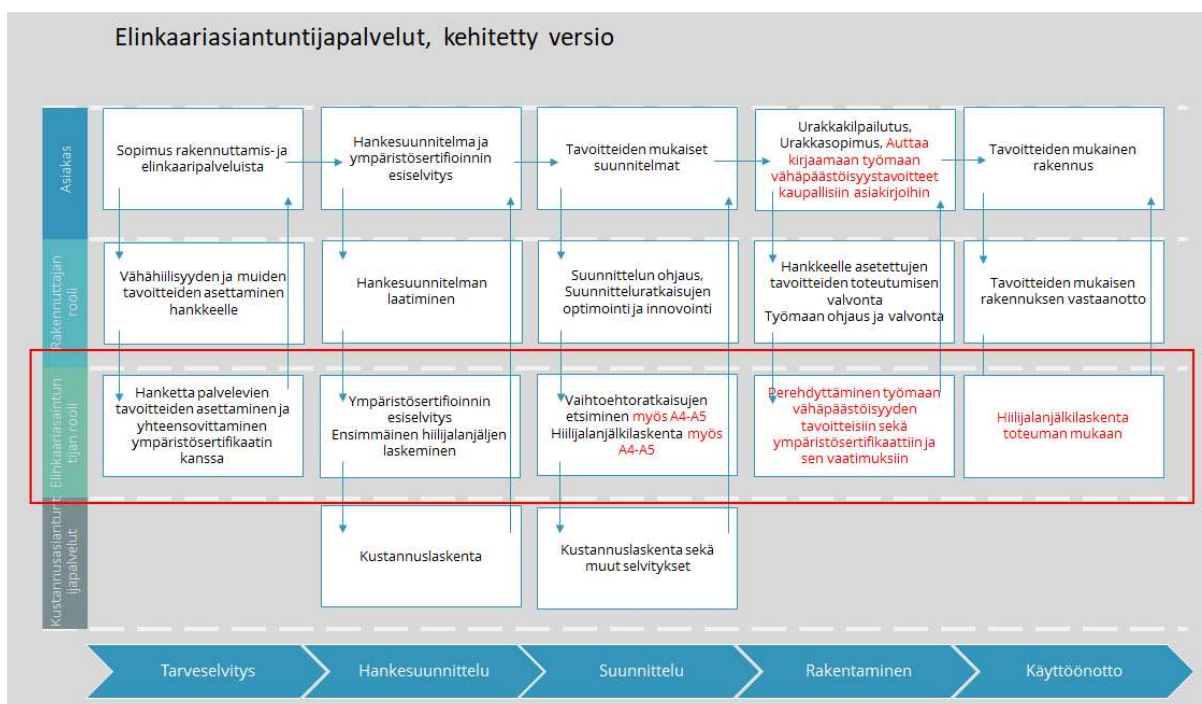
Digitaalisuus mahdollistaa työmaalla reaaliaikaisen seurannan ja sitä kautta lämmityksen ja kuivatuksen optimoinnin. Tällä on suuri päästövähennysvaikutus, koska lähes puolet käytetystä energiasta kuluu työmaalla lämmitykseen ja kuivatukseen. Seurantajärjestelmä laskee energiantarpeen ja sitä kautta saadaan tietoa siitä, mitä lämmityskalustoa mihinkin tarvitaan. Digitaalinen ohjaus ja seuranta tulevat lisääntymään lämmityksessä ja myös olosuhteiden hallinnassa. Digitaalisuus vähentää energiahukkaa ja antaa mahdollisuuksia optimointiin.

Uusia mahdollisuuksia työmaalle tuovat vety ja maalämpö. Maalämpöä onkin hyödynnetty usealla työmaalla. Markkinoilta löytyy jo vetykäyttöisiä generaattoreita sellaisille työmaalle, joissa ei ole sähköverkkoa käytettävissä. Näiden haasteena on vielä se, että ne ovat jopa kuusi kertaa kalliimpia kuin öljykäyttöiset generaattorit. Myös akkuteknologian hyödyntäminen energiapankkina kehittyy koko ajan.

”Vedystä odotetaan paljon. On jo olemassa vetykäyttöisiä generaattoreita tuottamaan energiaa työmaalle, joissa ei ole sähköverkkoa. Toki ne ovat vielä 6 kertaa kalliimpia verrattuna öljykäyttöiseen.” (K1)

5.4 Palveluprosessin kehittäminen

Palvelumuotoilun keinoja on hyödynnetty tutkimuksen alkuvaiheessa. Näiden ideoiden perusteella on valikoitunut osa käsiteltävistä tutkimuksen aiheista. Kuvion 22. mukainen kehitelty palvelupolku on syntynyt sen jälkeen, kun kirjallisuuskatsauksen ja teemahaastatteluiden tulokset on analysoitu.



Kuvio 22. Elinkaaripalvelut, kehitelty versio

Palveluprosessin kehittäminen ei tuonut suurta muutosta itse palveluprosessiin. Tutkimuksen myötä vahvistui ajatus siitä, että työmaan päästöjen laskeminen toteutuneen mukaan on jatkossa järkevää. Palveluprosessin kehittäminen toimi tässä tutkimuksessa hyvänä tukitoimena, joka antoi visualisoinnin kautta uutta ulottuvuutta ja ymmärrystä ilmiöstä. Palvelupolun kuvaamista ei tarvittu varsinaisesti tässä tutkimuksessa, mutta se antoi hyvän kuvan elinkaariasiantuntijan roolista rakennushankkeissa ja on näin tärkeä osa tutkimusta.

Elinkaariasiantuntijan rooli painottuu palvelupolun alkuun samaan tapaan kustannuslaskennan kanssa. Korjattuun palvelupolkuun on lisätty tehtäviä elinkaariasiantuntijalle myös rakentamisen ja

valmistumisen jälkeiseen aikaan. Rakentamisen aikana elinkaariasiantuntijan rooli voisi olla koulutuksen järjestämisen avustamisessa vähähiilisyystavoitteista työmaahenkilöstölle. Erilaiset aputehtävät rakentamisen valmistelussa (esim. päästötavoitteet sopimusasiakirjoissa) soveltuisivat elinkaariasiantuntijan tehtäväkenttään. Myös hiilijalanjäljen laskeminen toteumatiedon perusteella on järkevä lisäys elinkaariaasiantuntijan tehtäviin. Uuden rakentamislain myötä hiilijalanjälkilaskenta tulee päivittää rakentamisen jälkeen toteutuneen mukaiseksi. Toki tässä vaiheessa rakentamislaki ei erikseen vaadi työmaatoimintojen (A4) ja kuljetusten (A5) tarkkaa laskentaa työmaan valmistumisen jälkeen. Elinkaariasiantuntijan tehtäväluettelon päivitykselle on kuitenkin selkeästi tarvetta.

6 Yhteenveto ja pohdinta

Tämä luku käsittelee ja vetää yhteen tutkimustyön johtopäätökset, kehittämis ehdotukset ja jatkotutkimusaiheet. Tämä prosessi käynnistettiin maaliskuussa 2023 laatimalla opinnäytetyösuunnitelma, missä avattiin tietoperustaa ja mietittiin työn rajausta. Teoriaosan kirjoittaminen aloitettiin huhtikuussa 2023. Haastattelut suoritettiin touko-kesäkuussa 2023. Haastatteluiden analysointi ja johtopäätökset on kirjoitettu kesä-elokuussa 2023.

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, mitkä ovat tehokkaita tapoja ohjata rakennustyömaan vähäpäästöisyyttä. Samalla tavoitteena oli kehittää rakennuttamisen prosessia siten, että siinä huomioidaan myös vähäpäästöisen työmaatoimintojen ja kuljetusten tavoitteet sekä niiden vieminen käytäntöön. Tutkimuksen oheistavoitteena oli selvittää, mitä konkreettisia keinoja työmailla on jo nyt käytettävissä työmaapäästöjen pienentämiseksi.

Tutkimuksen tuloksena saatiin kattava ymmärrys siitä, mitä tehokkaita tapoja on ohjata rakennustyömaan vähäpäästöisyyttä sekä mitä keinoja työmailla on käytössään toteuttaa nämä tavoitteet. Tutkimustulokset muodostuivat teemahaastatteluiden ja kirjallisuuskatsauksen yhdistelmänä, joista muodostui sisällönanalyysin avulla tulokset. Tutkimuksen teoriapohja antoi hyvän pohjan muodostaa ymmärrys ja tulkita aineistoa sekä vahvistaa näin tutkimuksen luotettavuutta. Tälle tutkimukselle asetetut tavoitteet täytettiin.

Tämän tutkimuksen tärkein tarkoitus on lisätä tietoisuutta vähäpäästöisestä työmaasta kaikille rakentamisen sektoreille. Tutkimuksessa esiin nousseet käytännöt päätyvät ensin tilaajille ja rakentajille sekä siitä vielä eteenpäin työmaille.

6.1 Luotettavuus ja eettisyys

Opinnäytetyön tekemisessä on otettu huomioon *hyvät tieteellisen käytännön periaatteet*. Tähän kuuluu mm. plagioinnin ja vilpin estäminen omaehtoisesti, tietosuojaperiaatteiden noudattaminen ja tekijänoikeuksista huolehtiminen aineistonhallintasuunnitelman mukaisesti. Periaatteita käytiin läpi koko opinnäytetyöprosessin aikana. Tässä tutkimuksessa on otettu huomioon Jyväskylän ammattikorkeakoulun YAMK-opinnäytetyölle määritetyt ohjeet.

Luotettavuuden yksinkertaisin todentamismuoto on luetuttua aineisto haastatellulla (Kananen 2014, 132). Tätä on hyödynnetty mm. siten, että kyselytutkimuksen saaduista vastauksista on pyydetty muutamalta vastanneelta mielipide vielä erikseen siitä, miksi kyselytutkimuksen tulokset olivat esitetyn mukaiset kohdassa 5.1. Luotettavuutta olisi voinut parantaa sillä, että tämä lisäkysely olisi tehty heti alussa. Saadut kommentit olisivat rajanneet opinnäytetyötä hieman toisin, mutta tutkimustuloksiin sillä ei olisi ollut suurta vaikutusta. Tässä kyselytutkimuksessa eniten vastauksia saatiin suunnittelunohjaukseen ja materiaalihukkaan. Nämä kuitenkin rajattiin pois teemahaastatteluista, koska niitä ei pidetty suorina keinoina ohjata työmaan vähäpäästöisyyden näkökulmasta. Suunnittelunohjausta ja materiaalihukkaa käsitellään kuitenkin opinnäytetyössä välillisesti sopimusasiakirjoissa, kierrätyksessä ja jätehuollossa.

Tutkimuksen luotettavuutta voidaan parantaa myös sillä, että aineistoa on kerätty monesta eri lähteistä ja eri tavoilla (Kananen 2014, 132). Tässä tutkimuksessa tutkimusmenetelmiä on useita ja niistä on löydettävissä samankaltaisuutta. Kirjallisuutta on pyritty etsimään mm. Euroopan Unionin sivustoilta ja Rakennustiedon sivuilta. EU ohjaa rakentamisen sektorin toimintaa ja alkuperäiseltä sivustolta löytyy aina ajantasainen tieto. Rakennustiedon julkaisut ovat puolueettomia. Rakennustieto Oy edistää hyvää rakentamistapaa, jonne on koottu rakentamisen lait, ohjeet ja säädökset ja laatuvaatimukset. Green Building Council Finland tuottaa ajantasaista tietoa vähähiilisestä rakentamisesta kaikille osapuolille ja on voittoa tavoittelematon järjestö. Näiden lisäksi on hyödynnetty lakeja ja asetuksia. Kaikki edellä mainitut ovat ns. ensimmäisen käden lähteitä. Näin kaikkien lähteiden objektiivisuus on varmaa, markkinointiaineistoa ei ole käytetty tässä tutkimuksessa.

Lähdeaineisto on pääosin uutta, koska aihe on vielä uusi, joten aineiston ajantasaisuus on varmennettu. Ainoastaan tutkimuksen teoriaan liittyvä kirjallisuusaineisto on hieman vanhempaa, mutta aineisto on edelleen relevanttia. Tutkimuksen loppuvaiheessa teksti on käyty läpi vielä uudestaan ja tarkastettu asioiden ajantasaisuus. Tästä hyvänä esimerkkinä rakentamislain (L751/2023) lisäys teoriaosuuden kirjoittamisen jälkeen. Rakentamislaki on käyty läpi ja lisätty lähdeviittaukset. Myös kuntien laatiman ilmastosuunnitelman velvoite tulee poistumaan vuonna 2024 uudella asetuksella.

Siirrettävyydellä tarkoitetaan sitä, miten saadut tutkimustulokset voidaan yleistää (Kananen 2014, 132). Tätä voidaan parantaa dokumentoimalla lähtötilanne hyvin ja siihen liittyvät oletukset. Tässä tutkimuksessa siirrettävyys ei ole tärkein luotettavuuden arviointimenetelmä. Kanasen (2014) mukaan tämä ei ole edes laadullisen tutkimuksen varsinainen tarkoitus. Tässä tutkimuksessa ei ole haettu yhtä oikeaa listaa asioista, joilla rakennushankkeen vetäjä voi vaikuttaa myös työmaatoimintojen ja kuljetusten päästöjen vähentämiseen. Tässä on haettu vain mahdollisuuksia ja keinoja, joilla näihin päästään. Vähäpäästöisen rakennustyömaan ohjausmahdollisuuksia ei ole laitettu ns. paremmuusjärjestykseen eikä lista ole täydellinen.

Riippuvuus tai tutkimustulosten pysyvyys tarkoittaa sitä, että toistettaessa tutkimus saadaan samat tulokset (Kananen 2014, 133). Riippuvuutta voidaan parantaa tutkimuksen hyvällä dokumentaatiolla. Tutkimusaineisto on tallennettu ja se on tarkoitus säilyttää vähintään kaksi vuotta. Teemahaastattelut ja sisällönanalyysi on myös tallennettu, joihin on voinut palata tutkimuksen eri vaiheissa ja sen jälkeenkin. Tuloksiin on nostettu myös suoria lainauksia teemahaastatteluista.

Triangulaation avulla voidaan myös lisätä tutkimuksen luotettavuutta. Sen ajatuksena on käyttää useampaa tiedonkeruumenetelmää. Myös tässä tutkimuksessa on käytetty useampaa tiedonkeruumenetelmää, kuten teemahaastatteluita, kirjallisuuskatsausta ja kyselyitä hyödyksi.

Laadullinen tutkimus ei ole täysin objektiivinen ja tutkijasta vapaa. Tutkimus on aina tutkijansa näköinen ja siihen tarttuu jotakin tutkijasta (Kananen 2014, 136). Tästä hyvänä esimerkkinä tutkijan oman tulkinnan vaikutus kyselytutkimuksesta saatujen vastausten rajaamiseen jatkotyöstämistä varten.

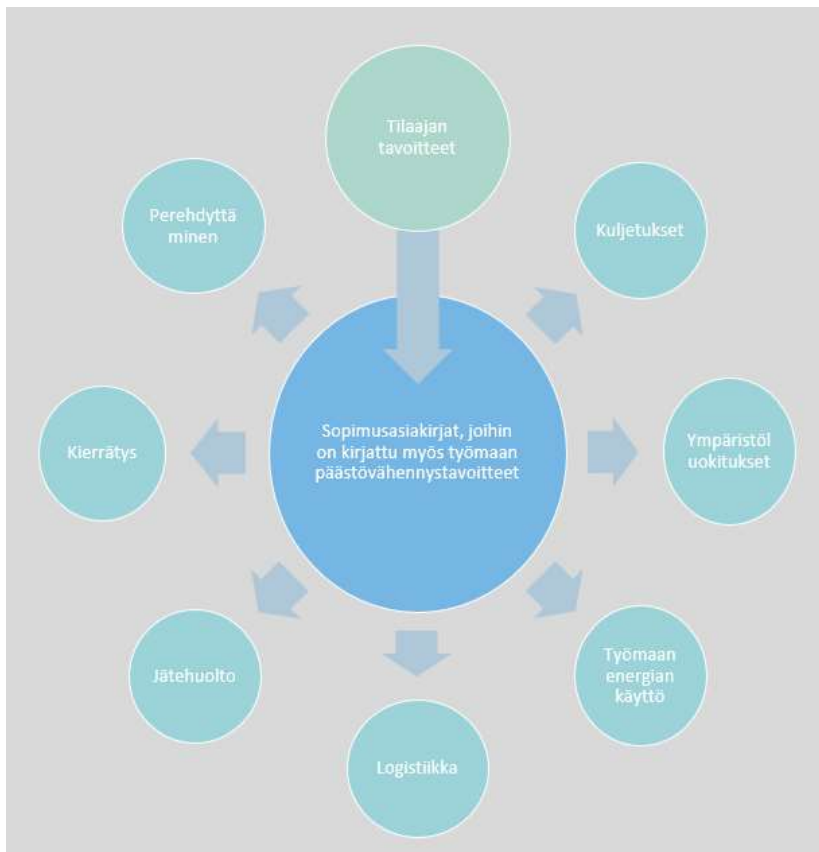
Toimintatutkimuksen tulosta voidaan peilata myös tutkimuksen omiin tavoitteisiin (Kananen 2014,136). Jos ongelma saadaan poistettua tai vaikutuksia on voitu pienentää, tutkimus on onnistunut. Tutkimuksen tulokset ja niiden mahdollisuudet yllättivät tutkijan. Suurin osa ohjauskeinoista on kohtuullisen helppoja ja edullisia toteuttaa. Myös prosessin aikana on tapahtunut paljon oppimista ja asenteiden muutosta.

Opinnäytetyössä ei ole kerätty henkilötietoja niin, että niistä voisi käydä ilmi haastateltavan tietoja. Tässä tutkimuksessa ei ole ollut tarpeenmukaista kerätä henkilöiden nimiä tai heihin liittyvää taustatietoa. Tämä toimintatutkimus ei ole vaatinut erillistä tutkimuslupaa eikä näin ollen ole tarvittu ennakoarviointia. Haastateltavia on kohdeltu yhdenvertaisesti ja kunnioittavasti eikä heitä ole johdateltu haastattelujen aikana.

Tässä opinnäytetyössä on noudatettu Jyväskylän Ammattikorkeakoulun raportointiohjetta. Raportointiohje käsittää mm. opinnäytetyön kirjallisen osuudet sivuasettelut ja ulkoasuun liittyvät asiat, lähdeviittaukset ja kirjasintyypit. Opinnäytetyö on tarkastettu Jyväskylän Ammattikorkeakoulun plagioinnintarkastusohjelmalla.

6.2 Vähäpäästöisten tavoitteiden asettaminen rakennuttamisen prosessissa

Tässä kappaleessa käydään läpi teemahaastattelujen ja kirjallisuuskatsauksen lopputuloksia, jotka on sisällytetty vähähiilisen rakennuttamisen prosessin eri hankevaiheisiin.



Kuvio 23. Tavoitteiden toteuttamisen varmistaminen sopimusasiakirjoilla

Kuvion 23 mukaan tilaajan tavoitteet kirjataan sopimusasiakirjoihin, jolloin myös työmaan päästövähennyksiin voidaan vaikuttaa. Sopimusasiakirjoissa otetaan kantaa mm. kuljetuksen, ympäristöluokitusten, työmaan energiankäytön, logistiikan, jätehuollon ja kierrätyksen rakentamisen aikaisiin päästövähennystavoitteisiin.

Tarveselvitysvaiheessa mietitään tavoitteet työmaatoimintojen vähäpäästöisyydelle. Samalla arvioidaan, minkälaisia tavoitteita asetetaan mm. työmaaenergian ja sähkön kulutukselle sekä päästöille. Tarveselvitysvaiheessa on hyvä myös miettiä työmaan kierrätysasteen mahdollisuuksia ja tavoitteita. Alkuvaiheessa on hyvä myös miettiä, mitä vaatimuksia asetetaan työmaan kuljetuksille ja logistiikalle. Jos hankkeelle on päätetty hakea ympäristösertifikaattia, mietitään myös sitä kautta työmaalle tulevat tavoitteet.

Hankesuunnitteluvaiheessa asetetaan vähähiilisuuden tavoitteet myös työmaata silmällä pitäen. Säästöpotentiaalia kannattaa etsiä energiasta ja kuljetuksista, sillä ne ovat suurimmat päästölähteet suurimmalla osalla työmaista. Hiilijalanjäkilaskennassa on hyvä tarkastella työmaan hiilijalanjälkeä todellisen kulutuksen mukaan taulukkoarvojen sijaan. Koska hankesuunnitteluvaiheessa vertaillaan eri suunnitteluvaihtoehtojen ympäristövaikutuksia, tarkastelun voisi laajentaa työmaatoimintojen suurimpiin päästölähteisiin. Hankesuunnitelmaan kirjataan myös erilliset työmaan ympäristö- ja hiilijalanjälkitavoitteet sekä niiden vaikutus hankkeen aikatauluun. Ympäristöluokituksen esiselvityksessä huomioidaan myös työmaatoimintojen päästövähennystavoitteet.

Urakkakilpailutusvaiheessa kirjataan kaupallisiin asiakirjoihin työmaalle asetettavat päästövähennystavoitteet. Kaupallisiin asiakirjoihin tulee kirjata tarkasti tavoitteet ja käytännöt, joita tilaaja haluaa noudatettavan työmaalla. Tällaisia voivat olla esim. energiankulutuksen tavoite, mittaus ja seuranta, uusiutuvan sähkön käyttö, työmaan perehdyttäminen vähäpäästöisyyteen, kuljetuksen ja logistiikan päästötavoitteet, kierrätysaste, energiakoulutus jne.

Rakentamismuutosten huolehditaan, että urakoitsija tekee vähäpäästöisen rakentamisen toimenpiteet sopimuksen mukaisesti. Rakennuttajan vastuulla on se, että niitä seurataan esimerkiksi työmaakokouksissa.

Käyttöönottovaiheen jälkeen kerätään urakoitsijalta sovitut tiedot työmaatoimintojen vähäpäästöisyydestä. Palautteen saaminen on myös tärkeää, jotta vähäpäästöisyyden käytäntöjä työmaalla voidaan kehittää.



Kuvio 24. Työmaatoimintojen ja kuljetusten huomioiminen rakentamisen prosessissa

Kun uusi rakentamislaki otetaan käyttöön vuonna 2025, myös työmaan päästövähennyksiä joudutaan miettimään erityisesti niissä tapauksissa, jos rakennukselle asetetut hiilijalanjälkilaskennan raja-arvot ovat lähellä tavoitteiden ylittymistä. Tämän tiedon mukaan uusi rakentamislaki ei aseta erillisiä raja-arvoja työmaatoiminnoille ja kuljetukselle. Työmaan päästövähennyksiä on kuitenkin järkevä miettiä jo ennen urakkakilpailutusta. Työmaapäästöjen vähentämisellä ei ole isossa mittakaavassa suurta vaikutusta, koska suurimmat päästövähennykset on tehty viimeistään suunnitteluvaiheessa suunnitteluratkaisujen valinnoilla. Työmaapäästöjen osuus toki tulee suhteellisesti kasvamaan, kun rakennusten käyttöaikainen energian aiheuttamat päästöt pienenevät.

6.3 Johtopäätökset ja kehittämissuhteet

Ensimmäinen selkeä huomio haastatteluista on se, että vähäpäästöisen työmaan toteuttamiseen on olemassa jo paljon tietoa kirjallisuudessa. Haastateltavista yhdelläkään ei ollut vielä kokemusta siitä, miten toimintatavat tai mallit istuvat käytäntöön ja mitä niissä voisi parantaa. Hankkeita on selkeästi lähdössä toteutukseen ja jos tämä tutkimus olisi tehty vuotta myöhemmin, tietoa hyvistä käytännöistä olisi jo paljon enemmän.

Haastatteluiden perusteella vähähiilinen rakennustyömaa-sana ymmärretään monella tapaa. Jollekin haastateltavista se tarkoittaa kierrätystä, toiselle energiatehokkuutta työmaalla, kolmannelle hyvää jätehuollon hallintaa työmaalla. Samanlainen ilmiö on nähtävissä myös suunnittelunohjauksen kanssa eikä tähänkään ole yhtä selkeää, oikeaa vastausta. Rajanvetoa suunnittelunohjauksen ja työmaaohjauksen välillä hämärtää tämän lisäksi myös erilaiset urakkamuodot.

Haastattelujen perusteella tulee myös mieleen, että rakennusalalla on hyvät mahdollisuudet toimia suunnannäyttäjänä, mutta nyt olisi aika toimia. Lainsäädäntö tulee ohjaamaan elinkaaren hiilijalanjälkeä tehokkaasti. Myös uudet voimaan tulevat hiilijalanjäljen raja-arvot rakennuksille on otettava käyttöön vuonna 2025. Kun raja-arvojen alittamisessa ilmenee haasteita, myös työmaatoiminnoista on mahdollisuus pienentää päästöjä. Hommaa helpottaa, jos näitäkin asioita on mietitty hankkeen alusta asti, vaikka kaikkea ei vietäisikään käytäntöön juuri siinä hankkeessa.

Toisaalta rakentamisen sektorilla on nähtävissä myös se, että vähähiilisyyttä on pyritty viemään eteenpäin ennen asetusten virallista käyttöönottoa. Energiatehokkuuteen on paljon panostettu, kiitos kallistuneiden energiakustannusten. Osalle yrityksistä vähäpäästöinen rakentaminen ja rakennuttaminen on jo osa jokapäiväistä toimintaa, mutta paljon on vielä pureksittavaa. Harvalla tiilajalla on oikeasti tietoa, saati osaamista, miten asioihin voidaan vaikuttaa. Tietoisuuden lisäämisellä on tässäkin suuri merkitys. Koskaan ei ole riittävästi tiedon jakamista. Ne yritykset, jotka vievät asioita kunnianhimoisesti eteenpäin, heitä pitäisi tukea. Innovaatiot synnyttävät hyvää muutosta rakennusalalla.

Innovatiivisia ratkaisuja tarvitaan. Niiden ei välttämättä tarvitse olla suuria, kunhan ne vievät vähähiilistä rakentamista eteenpäin askel kerrallaan. Innovaatiota ja vuoropuhelua tarvitaan ihan jokaisessa portaassa. Hankinnoissa voidaan hyödyntää markkinavuoropuhelua vaikkapa kuljetusten ja

logistiikan osalta, jottei tarjouspyyntöasiakirjoihin rakenneta liian tiukkoja vaatimuksia, joita kukaan ei voi toteuttaa. Myös uudentyypiset sopimusmallit voivat mahdollistaa vähäpäästöisyyden leviämisen käytäntöön. Esim. allianssimallia käytetään isoissa ja haastavissa hankkeissa, joten allianssimallin hyödyntäminen vaikkapa vähähiilisyiden testaamisessa ja ideoinnissa voisi mahdollistaa uusia toimintatapoja ja jopa uusia sopimusmallivaihtoehtoja.

Suorittavan portaankin olisi hyvä ymmärtää, mistä vähäpäästöisyystavoitteet tulevat ja miten ne saavutetaan. Energiakoulutus ja perehdyttäminen vähäpäästöisyystavoitteisiin eivät voi viedä niin paljon aikaa, etteikö niitä kannattaisi viedä jo käytäntöön. Muutaman tunnin koulutus voi selkeyttää suorittavan portaankin tekemistä ja eritoten kyseenalaistamista tai oikomista väärissä paikoissa voitaisiin paremmalla tietämyksellä välttää. Kiertotalous osana rakentamista tukee myös vähähiilistä rakentamista.

Työmaiden suunnittelu ja aikataulutus ovat tärkeitä päästöjen vähentämisen näkökulmasta. Esimerkiksi betonivaluja ulkona ei kannata tehdä pahimmalla pakkasjaksolla. Esivalmistettujen tuotteiden suosiminen lyhentää työmaan kestoa ja näin työmaan hiilipäästöt vähenevät.

Myös suurimpien rakennustuotteiden EPD-selosteisiin on lisätty kuljetusten (A4) päästöt. Joillekin tuotteille, esimerkiksi kipsilevyille on esitetty myös asennuksen päästöt (A5). Tämä myös osoittaa, että suuret toimijat ovat jo tätäkin osa-aluetta miettineet. Tämä myös mahdollistaa työmaatoimintojen ja kuljetusten päästöjen laskemista tarkan menetelmän mukaisella tavalla taulukkoarvojen sijaan.

Fossiilisten polttoaineiden käyttö vähenee ja tulee poistumaan kokonaan. Vaihtoehtoisia ratkaisuja on onneksi jo olemassa. Uusiutuvan energian käyttö on kasvanut myös työmailla. Logistiikan ja kaluston suunnittelulla ja optimoinnilla päästään jo pitkälle.

Kirjallisuudessa puhutaan usein uusiutuvasta energiasta, joka poissulkee ydinsähkön. Ydinsähkö on kuitenkin päästötöntä ja pieni arvaus on, pitäisikö jatkossa puhua vähäpäästöisestä sähköstä uusiutuvan sähkön sijaan. Talvipakkasilla kaikki vähäpäästöisesti tuotettu sähkö on tervetullut jokaiselle työmaalle. Tämäntyyppiset mahdollisuudet on hyvä huomioida myös vähäpäästöisessä rakentamisessa.

Toimintatutkimusta olisi voinut kehittää siten, että haastatteluiden määrää olisi kasvatettu nykyisestä kahdeksasta haastattelusta, mutta toisaalta jo nyt käydyissä haastatteluissa oli havainnoitavissa saturaatiota. Saturaatiota vahvistaa myös tutkimuksen rinnalla tehty kirjallisuuskatsaus, josta on löydettävissä yhtäläisyyksiä haastattelututkimuksen tulosten kanssa. Tästä hyvänä esimerkkinä voidaan mainita kuljetusten ja logistiikan mahdollisuuden tunnistaminen haastatteluissa ja kirjallisuudessa. Motiva on laatinut jo suosituksia kuljetuksen hankintoihin, joita voitaisiin hyödyntää soveltuvien osin myös rakennustyömailla.

Rakennuskonevuokraamoiden haastatteluissa kävi ilmi, että koneet ja laitteet ovat kehittyneet jollaiselle tasolle, että vähäpäästöiset ratkaisut työmaalla ovat jo mahdollisia. Digitalisaatio mahdollistaa mm. lämmityksen ja kuivatuksen optimoinnin ja järjestelmät laskevat jo rakenteiden kuivumisaikoja. Myös kuljetuskalustosta löytyy vähäpäästöisempää kalustoa. Kaiken uuden tuloa markkinoille hidastaa yksi este: eurot. Toisaalta hinnat tippuvat pikkuhiljaa ja kohta vaihtoehtoisia ratkaisuja on otettava käyttöön, kun tilaajat osaavat niitä vaatia. Ja maaginen vuosi 2025 tuo tällekin sektorille varmasti lisää kiinnostusta valita se vähäpäästöinen kone tai laite.

Mitä ei voi mitata, sitä ei voi johtaa. Työmaapäästöjä ei ole vielä juurikaan erikseen laskettu, vaan on käytetty Suomen Ympäristökeskuksen taulukkoarvoja. Näin ollen seuranta työmaapäästöjen osalta ei ole ollut. Kun työmaatoimintojen ja kuljetusten päästöille asetetaan raja-arvot, mittarit, niiden johtaminen myös helpottuu. Jos haluamme johtaa työmaan päästöjä vähähiiliseen suuntaan, se onnistuu parhaiten mittareiden ja seurannan avulla. Kaikki tämä tuo työmaalle ja koko rakennuttamisen ketjuun lisää tehtäviä.

Haastatteluissa on nähtävissä myös hyvin paikallisuuden tuomat haasteet rakentamisessa. Se ei voi olla näkymättä myös työmaan vähäpäästöisyyden tavoitteiden asettamisessa. Kuljetus haastaa yhtä lailla pääkaupunkiseudulla kuin Pohjoisessa Suomessa, haasteet ovat vain hieman toisenlaiset. Pääkaupunkiseudulla tiheään rakennettuun kaupunkiin on haasteellista saada isoja tavaratoimituksia perille, kun taas Pohjoisessa Suomessa rakennustyömaalle pitää viedä ihan kaikki; materiaalit ja tekijät. Tämä myös haastaa päästövähennystavoitteiden asetannassa. Teemahaastatteluiden perusteella paikallisuuskin pitää huomioida työmaan päästövähennyksen raja-arvoissa, jos sellaiset joskus asetetaan.

Kaiken tämän muutoksen ymmärtäminen ja erityisesti sisäistäminen vaatii osaamista. Rakentamisen alan taitojen nostaminen vaaditulle tasolle - jatkuvan oppimisen ja muutoksen sopeutumistaitojen muodossa – on iso urakka. Osaamista vähähiilisyteen tarvitaan yhä enemmän tulevaisuudessa. Reilun vuoden kuluttua uusi rakennuslaki haastaa meidät kaikki toimimaan – toisella tapaa. Koulutusta tulee lisätä, sillä tietämys on vielä kovin vähäistä käytännön elämässä rakennustyömaalla. Koulutuksen lisäksi erityyppiset oppaat ja ohjeet auttavat meitä kaikkia rakentamisen sektorilla ymmärtämään paremmin rakennusten vähähiilisyyttä ja sen tavoitteiden asetantaa.

Palveluprosessin kuvaaminen mahdollisesti sisäistä keskustelua ja toimi hyvin kehittämisen työkaluna. Palveluprosessin kuvaaminen toi tutkijaa lähemmäs sitä, miten toimeksiantajayrityksessä elinkaariasiantuntijan tehtävää hoidetaan. Tutkijan näkemyksen mukaan elinkaariasiantuntijan rooli voisi olla suurempi rakentamisvaiheessa projektipäällikön apuna, esim. vähähiilisyystavoitteiden perehdyttämisessä. Perehdyttämisaineiston laatimisessa nähtiin myös uusi tehtävä elinkaariasiantuntijalle. Selvää on, että uusi rakentamislaki tuo lisätehtäviä juuri elinkaariasiantuntijan tehtäväkenttään.

Jatkotutkimuksena olisi mielenkiintoista tutkia case-työmaiden avulla, minkä verran talvilisäkustannukset nostavat hiilijalanjälkeä työmaalla, jos työ aloitetaan syksyllä verrattuna kevään aloitukseen. Kaikki talvilisäkustannukset, kun eivät lisää päästöjen määrää, esim. sääsuojauksen päästöt eivät muutu aikataulun venyessä, vaikka kustannuksia se lisääkin. Tutkimuksen aikana tähän yritettiin löytää vastauksia esimerkkilaskelman muodossa, mutta tässä vaiheessa hiilijalanjälkilaskenta ei erikseen huomio mahdollisia talven aiheuttamia muutoksia. Vuoden kahden kuluttua vähäpäästöisiä työmaita on saatettu loppuun, joten olisi mielenkiintoista kuulla, mitä päästövähennyskeinoja on otettu käytäntöön ja mitä on ehkäpä kehitelty jo eteenpäin.

Toisena mielenkiintoisena tutkimuksen aiheena voisi olla elinkaariasiantuntijan tehtäväluettelon päivitys. Tehtäväluettelo RT-11291 on tullut voimaan vuonna 2017 ja sen jälkeen moni asia rakentamisen sektorilla on muuttunut. Koska rakentamisen tapakin on paljon muuttunut ja tulee muuttumaan, elinkaariasiantuntijan rooli tulee lisääntymään uuden rakentamislain myötä. Voimassa oleva tehtäväluettelo on varsin karkealla tasolla ja siihen tarvitaan muutoksia. Tämän lisäksi tehtäväluettelo on varsin energiapainotteinen, joten tehtävän jakamista on hyvä myös tutkia. Myös tehtävänimikettä samassa yhteydessä voisi miettiä.

Kolmantena tutkimuksen aiheena voisi olla työmaatoimintojen ja kuljetusten päästöjen näkyväksi tuominen. Suurin osa pystyy mieltämään työmaalla märän kipsilevynipun materiaalihukaksi, kun taas kuljetusliikkeet ajavat satoja kilometrejä vajaalla täyttöasteella eikä kukaan sitä huomaa. Tutkimuksessa voisi tehdä vertailua siitä, miten eri toiminnot todellisuudessa vaikuttavat työmaan päästöihin ja minkä verran. Tästä hyvänä vertailuesimerkkinä yllä mainittu materiaalihukka työmaalla vastaan työmaakuljetuksien, esimerkiksi runkoelementtien tuominen 200 kilometriä kauempaa.

Mitkä sitten ovat tehokkaita tapoja ohjata rakennustyömaan vähäpäästöisyyttä?

Tähän kysymykseen ja sen alakysymyksiin on vastattu monesta eri näkökulmasta kirjallisuuskatsauksen ja teemahaastattelujen avulla luvuissa 5.1 ja 5.2. Tehokkaita tapoja löytyy, kunhan ne saadaan mukaan käytännön toteutukseen. Kun tilaajat oppivat vaatimaan vähäpäästöisiä ratkaisuja myös työmaatoiminnoissa, tämäkin elinkaaren osa-alue ottaa aimo harppauksen eteenpäin. Osa ratkaisuista voi olla kalliimpia, mutta ei välttämättä kaikki. Toisaalta jos lämmityksen optimoinnin myötä ostoenergialaskun loppusumma pienenee, onhan se selvää säästöä. Toki uusi teknologia ottaa päältä omansa.



Kuvio 25. Vähäpäästöisen rakennustyömaan ohjausmahdollisuudet

Kuviossa 25 on vähäpäästöisen rakennustyömaan ohjausmahdollisuudet lajiteltu kolmeen eri kategoriaan. Kuvion lajitteluperusteena on tutkijan näkemys peilaten vaikuttavuuteen ja kustannuksiin. Ensimmäisenä on pakollinen ja vaikuttavin tavoite, sitten mahdollinen tavoite ilman suuria lisäkustannuksia ja viimeisenä mahdollinen tavoite, joka vaatii lisäkustannuksia. Kuten kuviosta voidaan todeta, suurin osa tutkimuksessa esille tulleista toimenpiteistä tai keinoista ovat sellaisia, jotka tulevat olemaan ns. pakollisia, jopa lakisääteisiä ja niillä voidaan vaikuttaa työmaan vähäpäästöisyyteen. Myös mahdolliset tavoitteet eivät välttämättä nosta työmaankustannuksia, vaan voivat jopa pienentää niitä.

Myöskään tietoisuuden lisäämistä ei voi koskaan korostaa liikaa. Koulutuksella ja perehdyttämällä on tässäkin asiassa suuri rooli, vaikka valitettavasti työmaajohdon mielestä tällaiseen ei ole aikaa. Sen verran työmaalla liikkuneena tätä ei voi täysin niellä; muutaman tunnin koulutus ei voi viedä työmaata taloudellisesti pakkaselle eikä sotkea aikataulua niin pahasti. Toisaalta se parin tunnin koulutus voi helposti jouduttaa vaikkapa rungon kuivumisesta, kun suorittava porras ymmärtää, ettei puhaltimet tai muut koneet ole turhan takia tiettyyn paikkaan sijoitettuna tai että kierrätyspisteitä kannattaa hyödyntää. Enemmän tässäkin on nähtävissä asenteen muutoksen tarve.

Mitä konkreettisia keinoja työmailla on jo nyt käytettävissä työmaapäästöjen pienentämiseksi?

Tähän kysymykseen saatiin vastauksia rakennuskonevuokraamoilta ja niiden yhteenveto on avattu luvussa 5.4. Teemahaastatteluiden perusteella rakennuskonevuokraamot ovat ottaneet aimo harppauksen kehityksessä eteenpäin ja investointien kautta hankkineet uutta kalustoa. Myös digitalisaatio mahdollistaa päästöjen vähentämistä työmailla, jos ne vaan otetaan käyttöön. Haastatteluissa käy myös ilmi se tosiasia, että vähäpäästöisyyttä ei tavoitella, ellei tilaaja sitä vaadi. Tutkijan mielestä hieman surullista kuulla, että kaikki eivät ole mukana muutoksessa. Rakentaminen on kovin kustannusohjattua ja tässä se näkyy erityisesti.

Päästöjä on leikattava kaikilta rakentamisen osa-alueilta, myös työmaatoiminnoista ja kuljetuksista. Erityisesti jos mietitään vuoden 2035 hiilineutraalisuustavoitteita, niin sen tavoittamiseksi on vielä paljon tehtävää. Lähellä tuota vuotta myös työmaapäästöjen vähennysmahdollisuudet tulevat entisestään korostumaan. Uuden asian äärellä tarvitsemme kaikki hyvää asennetta ja hitusen enemmän rohkeutta, kun haluamme olla suunnannäyttäjiä vähähiilisessä rakentamisessa.

Lähteet

A European Green Deal Striving to be the first climate-neutral continent. 2019. Viitattu 16.3.2023. https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en

A 978/2021. Valtioneuvoston asetus jätteistä. <https://finlex.fi/fi/laki/alkup/2021/20210978#Pidm45053758830192>

A 526/2022. Valtioneuvoston asetus jätteistä annetun valtioneuvoston asetuksen muuttamisesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2022/20220526>

Allianssimalli rakentamisessa – 10 kysymystä ja vastausta yhteistoiminnallisesta toteutusmuodosta. 2019. Asiantuntija-artikkeli. Viitattu 6.6.2023. <https://www.ains.fi/asiantuntija-artikkelit/allianssimalli-rakentamisessa-10-kysymysta-ja-vastausta>

Askeleet vähähiiliseen rakentamiseen. 2023. Green Building Council Finland. https://figbc.fi/wp-content/uploads/sites/4/2023/03/maaliskuu2023_Askeleet-vahahiiliseen-rakentamiseen.pdf

BREEAM. N.d. Verkojulkaisu. Viitattu 7.5.2023. <https://bregroup.com/products/breem/>

Commission proposes to boost renovation and decarbonisation of buildings. 2021. European Green Deal. An official website of the European Union. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_21_6683

Delivering the European Green Deal. N.d. An official website of the European Union. https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal_en

Elinkaarihankkeiden sopimusmalli. N.d. Rakennusteollisuus. <https://www.rt.fi/Rakennusteollisuus-RT/Vaikuttaminen/Elinkaarimallit/Elinkaarihankkeiden-sopimusmalli/>

EU 2020/852. Regulation (EU) 2020/852 of the European Parliament and of the Council of 18 June 2020 on the establishment of a framework to facilitate sustainable investment and amending Regulation (EU) 2019/2088. 2020. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32020R0852>

EU/2021/2139. Commission Delegated Regulation (EU) 2021/2139 of 4 June 2021 supplementing Regulation (EU) 2020/852 of the European Parliament and of the Council by establishing the technical screening criteria for determining the conditions under which an economic activity qualifies as contributing substantially to climate change mitigation or climate change adaptation and for determining whether that economic activity causes no significant harm to any of the other environmental objectives. 2021. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32021R2139#d1e32-140-1>

Fellows, R., Liu, A. 2015. Research methods for construction. <https://janet.finna.fi/Record/jamk.993716721806251?sid=2975785083>

Finance and the Green Deal. 2020. Viitattu 16.3.2023. https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/finance-and-green-deal_en

HE 139/2022 vp. Hallituksen esitys eduskunnalle rakentamislainsäädännön ja siihen liittyviksi laeiksi.

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2009. Tutki ja kirjoita. Kustannusyhtiö Tammi.

Hämäläinen, J. 2012. Rakennustyömaan energiankulutus. Diplomityö. Viitattu 27.4.2023. <https://www.rt.fi/globalassets/rakentamisen-kehittaminen/rakennustyomaan-energiatutkimus.pdf>

Häkkinen, T. & Kuittinen, M. 2020. Kohti vähähiilistä rakentamista – opas arviointiin ja suunnitteluun. Rakennustieto Oy.

Ilmastolain uudistus. 2022. Ympäristöministeriö. <https://ym.fi/ilmasto/lainsaadanto>

Jaarto, P. 2023. RTS-ympäristöluokituksen käyttö. HANKE2022. Oppimateriaali. <https://moodle.jamk.fi/mod/folder/view.php?id=550874>

Jalonen, P & Antikainen K, 2020. Opas kuntien ilmastotyön tueksi. Ilmastomuutos ja kunnat. Viitattu 30.3.2023. : <https://www.kuntaliitto.fi/julkaisut/2020/2031-ilmastonmuutos-ja-kunnat>

Joutsenmerkki tekee ympäristölle hyvät valinnat helpoiksi. N.d. Verkkojulkaisu. Viitattu 7.5.2023. <https://joutsenmerkki.fi>

Juuti, P., Puusa, A. 2020. Laadullisen tutkimuksen näkökulmat ja menetelmät. <https://janet.finna.fi/Record/jamk.993595734806251?sid=2957240286>

Järvinen, S. Laadullinen tutkimuksen keruumenetelmät, opintomateriaali. 2023. <https://moodle.jamk.fi/mod/folder/view.php?id=516588&forceview=1>

Järvinen, S. Laadullinen tutkimuksen keruumenetelmät, opintomateriaali. 2023. <https://moodle.jamk.fi/mod/folder/view.php?id=516588&forceview=1>

Kaasinen, J. 2015. Kunnat ulkoistavat rakentamista elinkaarimallilla. Blogikirjoitus. Viitattu 9.5.2023. <https://intellektualtransitzone.wordpress.com/2015/02/07/kunnat-ulkoistavat-rakentamista-elinkaarimallilla/>

Kananen, J. 2014. Toimintatutkimus kehittämistutkimuksen muotona. Miten kirjoitan toimintatutkimuksen opinnäytetyönä? Suomen Yliopistopaino Oy, Juvenes Print. Jyväskylä. <https://janet.finna.fi/Search/Results?limit=100&filter%5B%5D=%7Eformat%3A%22%2FBook%2F%22&filter%5B%5D=online+boolean%3A1&lookfor=toimintatutkimus&type=AllFields>

Kananen, J. 2019. Opinnäytetyön ja pro gradun pikaopas. Avain opinnäytetyön ja pro gradun kirjoittamiseen. Jyväskylän Ammattikorkeakoulu.

Kierrätyksestä kiertotalouteen: Valtakunnallinen jätesuunnitelma vuoteen 2027. 2022. Valioneuvosto. <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/163978>

Kosonen, S. 2022. RTS-ympäristöluokitus tutuksi työmaalla – Miten rakennamme ympäristövaikuttavasti? Opinnäytetyö. Viitattu 18.4.2023. <https://www.theseus.fi/handle/10024/789623>

Kuittinen, M. 2019. Rakennusten hiilijalanjäljen laskentamenetelmä. Ympäristöministeriön esitys 30.1.2019. Viitattu 12.7.2023. https://www.rt.fi/globalassets/toimialat/tuoteteollisuus/rm-ja-osto/kuittinen_20190130.pdf

Kuittinen, M. 2019. Rakennuksen vähähiilisuuden arviointimenetelmä.

Kuittinen, M & Le Roux, S. Vähäpäästöisen rakentamisen hankintakriteerit. 2017. Ympäristöministeriö. Viitattu 11.4.2023. <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/80654>

Kuntien ilmastosuunnitelmat. Ajankohtaista. Ympäristöministeriö. Viitattu 18.9.2023. <https://ym.fi/kuntien-ilmastosuunnitelmat>

Kuula, A. 2011. Tutkimusetiikka: aineistojen hankinta, käyttö ja säilytys. Tampere: Osuuskunta Vastapaino. Viitattu 16.3.2023. <https://janet.finna.fi>, Ellibs Ebooks.

Kyngäs, H., Mikkonen, K., & Kääriäinen, M. 2020. The application of content analysis in nursing science research. 1. uudistettu painos. Cham: Springer. Viitattu 16.3.2023. <https://janet.finna.fi>, EBSCOhost.

L 423/2022. Ilmastolaki. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2022/20220423>

L 646/2011. Jätelaki. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110646>

L751/2023. Rakentamislaki. <https://finlex.fi/fi/laki/alkup/2023/20230751>

LEED rating system. N.d. Verkojulkaisu. Viitattu 7.5.2023. : <https://www.usgbc.org/leed>

Lehtonen, K. 2019. Purkutytöt – opas tekijöille ja teettäjille. Ympäristöministeriö. Viitattu 3.5.2023. <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/161884>

Lisää sähköisiä työkoneita työmaille. 2021. Rakennustaito. Viitattu 5.4.2023. <https://rakennustaito.fi/lisaa-sahkoisia-tyokoneita-tyomaille>

Lukutorin päästöttömän työmaan pilottihankinta – Case Espoon kaupunki. N.d. KEINO-osaamiskeskus. Viitattu 18.4.2023. <https://www.hankintakeino.fi/fi/materiaalipankki/lukutorin-paastottoman-tyomaan-pilottihankinta-case-espoon-kaupunki>

Mikä EU-taksonomia? Miksi myös pk-yrityksen kannattaa huomioida taksonomia jo nyt. 2023. RALA:n verkkojulkaisu. Viitattu 5.6.2023. [https://www.rala.fi/application/files/6016/8080/4496/Final_2_korjattu_Opas_EU-taksonomiaan .pdf](https://www.rala.fi/application/files/6016/8080/4496/Final_2_korjattu_Opas_EU-taksonomiaan.pdf)

Näin maksimoidaan rakennustyömaan kierrätysaste. 2022. Verkkojulkaisu. Ideakortti. Green Building Council Finland. Viitattu 9.5.2023. https://figbc.fi/wp-content/uploads/sites/4/2022/04/ideakortti_rakennustyomaan_kierratysaste_FIGBC.pdf

Opas tavarankuljetuspalveluiden hankintaan. 2019. Motiva. Viitattu 17.4.2023. https://www.motiva.fi/files/16218/Opas_tavarankuljetuspalveluiden_hankintaan_-_Suosituksia_vaatimukseksi_ja_vertailukriteereiksi.pdf

Opas vähäpäästöisen rakennuttamiseen. 2021. A-Insinöörit. Viitattu 14.4.2023. <https://www.ains.fi/oppaat/vahahiilinen-rakennuttaminen?hsCtaTracking=fca6028e-3563-412c-9f8e-787e3e75811c%7C88f63d7f-8fa4-4b53-967e-4887e56a4410>

Palvelumuotoilun prosessimalli. 2018. Verkkojulkaisu. Palvelumuotoilu Palo. Viitattu 27.6.2023. [Palvelumuotoilun prosessimalli | Palvelumuotoilu Palo](#)

Partanen, M. 2022. Tavoitteena päästötön työmaa – Rakennusaikaisen hiilijalanjäljen hallinta. Opinnäytetyö. Viitattu 18.4.2023. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/782531/Partanen_Mimmi.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Peuranen, H. 2023. Kehittämistutkimus- tai työ, toimintatutkimus ja case- eli tapaustutkimus. Tutkiva kehittäminen-opintomateriaalia.

Pikaopas prosessit. 2022. Arter Oy. <https://www.arter.fi/pikaopas/prosessien-pikaopas/>

Päästöttömät työmaat Green Deal -konsepti ja vähimmäiskriteerit. 2022. KEINO-osaamiskeskus. Viitattu 16.3.2023. <https://www.hankintakeino.fi/fi/materiaalipankki/paastottomat-tyomaat-green-deal-konsepti-ja-vahimmais-kriteerit>

Rakennusalalle kaivattu ratkaisu: Rakentamisen aikaisten hiilidioksidipäästöjen radikaali vähentäminen maalämpöä hyödyntäen. 2022. Tiedote. Viitattu 6.6.2023. <https://raksystems.fi/ajankoh-taista/rakennusalalle-kaivattu-ratkaisu/>

Rakennushankkeiden ympäristöluokitukset Suomessa. 2018. Green Building Council Finland. Viitattu 18.4.2023. <https://figbc.fi/rakennushankkeiden-ymparistoluokitukset-suomessa/>

Rakennusteollisuuden ja rakennetun ympäristön vähähiilisyyden tiekartta 2020–2035–2050. 2020. Gaia Consulting Oy. Viitattu 6.9.2023. https://www.rt.fi/globalassets/ymparisto-ja-energia/vahahiilisyys_uudet/rt_4.-raportti_vahahiilisyys-tiekartta_lopullinen-versio_clean.pdf

Rakennusalalle kaivattu ratkaisu. Rakentamisen aikaisten hiilidioksidipäästöjen radikaali vähentäminen maalämpöä hyödyntäen. 2022. Tiedote. Viitattu 6.6.2023. <https://raksystems.fi/ajankoh-taista/rakennusalalle-kaivattu-ratkaisu/>

Rakennuksen arviointimenetelmä 2021. Ympäristöministeriön luonnos lausuntokierrosta varten. Viitattu 12.7.2023. <https://www.lausuntopal-velu.fi/SV/Proposal/DownloadProposalAttachment?proposalId=0b297461-cdee-4657-9a4e-d2791315257d&attachmentId=15860>

Rakennuksen hiilijalanjälki. 2021. Villa Hopeapuu. Granlund Oy. Viitattu 12.7.2023. https://as-sets.ctfas-sets.net/ksssf3t869cm/AQdA3jiD6ALJTgcPHBkDU/d9dbceb0064a34a49f6193a60d6c8412/26_Kokkollionkatu_4_Villa_Hopeapuu_Rakennuksen_hiilijalanj_ikraportti_liite-1-.pdf

Rakennusten energiatehokkuus: EU-parlamentti hyväksyi kantansa. 2023. Euroopan Unioni. Viitattu 16.3.2023. <https://www.europarl.europa.eu/news/fi/press-room/20230310IPR77228/rakennusten-energiatehokkuus-eu-parlamentti-hyvaksyi-kantansa>

Rakentamisen kiertotalous. N.d. Viitattu 18.4.2023. <https://ym.fi/rakentamisen-kiertotalous>

Rakentamisen päästötietokanta. N.d. Viitattu 18.4.2022. <https://co2data.fi/rakentaminen>

Ratu C8-0377. Talvilisäkustannukset. 2010. Ohjekortti. Rakennustieto Oy.

Ronkainen, T. 2023. Sairaalarakennuksen pilari-palkkirungon kehityksen vaikutus rungon hiilijalanjälkeen. Opinnäytetyö. Viitattu 12.7.2023. <https://www.theseus.fi/handle/10024/800420>

RTS-ympäristöluokitus. Hanke 2022. Toimitila- ja palvelurakennukset. Arviointikriteeristö. Rakennustieto Oy

RTS-ympäristöluokitus rakennushankkeelle. N.d. Verkojulkaisu. Viitattu 7.5.2023. <https://cer.rts.fi/rts-ymparistoluokitus/mika-on-rts-ymparistoluokitus/>

RT 103164. Elinkaarimalli hankkeen toteutusmuotona. 2020. Ohjekortti. Rakennustieto Oy

RT 103199. Allianssin yleiset sopimusehdot. 2020. Ohjekortti. Rakennustieto Oy

RT 69-11183. Rakentamisen jätehuolto. 2015. Ohjekortti. Rakennustieto Oy

Ruusuvuori, J. & Nikander, P. Haastattelun analyysi. 2010. Toim. M. Hyvärinen. Tampere. Vastapaino.

Silfer-Karppanen, T. 2022. Opintomateriaali, palveluprosessit. Määritelmiä.

Silfer-Karppanen, T. 2022. Opintomateriaali, palveluprosessin kehittäminen.

Stemler S. 2001. Practical Assessment, Research and Evaluation. An overview of content analysis. Vertaisarvioitu verkkojulkaisu. Viitattu 22.5.2023. : <https://scholarworks.umass.edu/pare/vol7/iss1/17/>

Storbacka, K., Lehtinen, J.R. 2005. Asiakkuuden ehdoilla vai asiakkaiden armoilla. Juva. WS Bookwell Oy.

Tuomi, J.& Sarajarvi, A. 2018. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. Kustannusosakeyhtiö Tammi. Helsinki.

Tuulaniemi, J. 2011. Palvelumuotoilu. Kariston kirjapaino. Hämeenlinna.

Työmaiden vähäpäästöisyyden edistäminen Sipoon kunnassa. 2022. A-Insinöörit Rakennuttaminen Oy. Selvitysraportti.

Tähkänen, M., Tähtinen, L. Hiilineutraalin rakennetun ympäristön toimintaohjelma. 2022. Viitattu 9.6.2023. <https://figbc.fi/julkaisu/hiilineutraalin-rakennetun-ympariston-toimintaohjelma/>

Valli, R., Aarnos, E. & co. 2018. Ikkunoita tutkimusmetodeihin. 1, Metodien valinta ja aineistonkeruu: virikkeitä aloittelevalle tutkijalle. Viitattu 25.4.2023. <https://janet.finna.fi/Record/jamk.993382214806251?sid=2945909361>

Vilka, H. 2023. Kirjallisuuskatsaus metodina, opinnäytetyön osana ja tekstilajina. Art House Oy. Helsinki.

Vehkalahti, K. 2019. Kyselytutkimuksen mittarit ja menetelmät. Finn Lectura. Viitattu 25.4.2023. <https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/305021/Kyselytutkimuksen-mittarit-ja-menetelmat-2019-Vehkalahti.pdf>

Vähähiilisen rakennuttamisen klinikka – tulosraportti. 2021. 20 kysymystä ja vastausta vähähiilisestä rakennuttamisesta. Viitattu 6.9.2023. <https://www.rakli.fi/wp-content/uploads/2021/03/vahahiilinen-rakennuttaminen-klinikan-tulosraportti.pdf>

Vähäpäästöinen rakennusteollisuus 2035, Osa 2: Vähähiilisyysmahdollisuuksien tarkastelu. Rakennusteollisuus. 2020. Viivattu 10.3.2023. https://www.rt.fi/globalassets/ymparisto-ja-energia/vahahiili_seminaries/raportit_lopulliset/rt-raportti-2_vahahiilisyysmahdollisuudet_finaal.pdf

Vähäpäästöinen rakentaminen. N.d. A-Insinöörit. Viitattu 14.4.2023. : <https://www.ains.fi/palvelumme/vahahiilinen-rakentaminen-ja-kiertotalous/vahahiilinen-rakennuttaminen>

Vähäpäästöinen rakentaminen. N.d. KEINO, Kestävien ja innovatiivisten julkisten hankintojen osaamiskeskus. Verkkajulkaisu. Viitattu 14.4.2023. <https://www.hankintakeino.fi/fi/palvelut/kehittajaryhmat/vahahiilinen-rakentaminen>

Vähäpäästöisen rakentamisen tiekartta. 2017. Bionova Oy. Viitattu 10.3.2023. <https://ym.fi/vahahiilisen-rakentamisen-tiekartta>

Vähähiilisyden tuotekortit. 2023. KEINO-osaamiskeskus. Viitattu 17.4.2023. <https://www.hankintakeino.fi/fi/materiaalipankki/vahahiilisyyspotentialin-tuotekortit>

Ympäristöministeriön asetusluonnos rakennuksen ilmastaselvityksestä. 2022. Viitattu 5.6.2023. <https://www.lausuntopalvelu.fi/FI/Proposal/Participation?proposalId=70fe9e3d-e065-4143-ba6e-4e1f63299842>

Ympäristöluokitukset tekevät kiinteistöistä vertailukelpoisia. N.d. Verkkajulkaisu. Viitattu 7.5.2023. <https://www.rt.fi/Tietoa-alasta/Ilmasto-ymparisto-ja-energia/Rakentaminen-ja-vaaralliset-aineet/Ymparistoluokitukset/>

Ympäristöopas 2017.Vähäpäästöisen rakentamisen hankintakriteerit. 2017. Viitattu 6.6.2023. <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/80654>

Ympäristöseloste (EPD) mitä ne ovat, mihin niitä tarvitaan ja miten niitä laaditaan? N.d. One Click LCA. Viitattu 24.4.2023. <https://www.oneclicklca.com/wp-content/uploads/2021/03/Ymp%C3%A4rist%C3%B6seloste-EPD-pikaopas.pdf>

Liite 1. Sähköpostikysely projekti- ja rakennuttajapäälliköille

1_VÄHÄHIILINEN RAKENNUSTYÖMAA

Olen aloittanut YAMK-opinnäytetyön laatimisen A Insinööreillä huhtikuun alussa. Opinnäytetyön aiheena on "Rakennushankkeen vetäjän vaikutusmahdollisuus vähähiilisen rakennustyömaan toteuttamiseen".

Päästöjä voidaan vähentää rakennustyömaalla monella tapaa. Tähän ryhmään kuuluvat mm. työmaan lämmitykseen ja sähköön liittyvät päästöt, työkoneiden ja laitteiden polttoaineiden päästöt sekä työmaajätteiden käsittelyn päästöt. Tarkoituksena on tutkia näitä eri vaihtoehtoja. Tämän vuoksi haluaisin kuulla sinun mielipiteesi siitä, mitkä ovat parhaita mahdollisuuksia vaikuttaa päästöjen vähentämiseen. Tähän kyselyyn vastaaminen ei vie montaa minuuttia työajastasi tässä kohtaa. Olisin tyytyväinen, jos ehtisit tähän vastata viimeistään 25.4.2023 mennessä.

Rakennustyömaan päästöjä on mahdollista vähentää monella tapaa energian hallinnan lisäksi. Mitkä alla olevista vaihtoehdoista ovat mielestäsi parhaat mahdollisuudet ohjata rakennustyömaata vähäpäästöiseen suuntaan rakennushankkeen vetäjänä? Valitse molempiin kysymyksiin 3-5 parasta vaihtoehtoa.

1. Hankkeen ohjaamiseen liittyvät keinot *

- Ilmastaselvitys ja materiaaliseloste
- Maankäytön mahdollisuudet (ilmansuunnat, perustamisolosuhteet, korkeusasema yms)
- Rakentamisen aikataulun muutos niin, että hyödynnetään paremmin kesän ajanjakso
- Tietomallin hyödyntäminen
- Ympäristöluokitusten käyttö
- Suunnittelunohjauksen mahdollisuudet
- Hiilijalanjalan laskenta ja seuranta rakentamisen aikana
- Rakentamisjärjestys
- Sopimusasiakirjojen mahdollisuudet
- Innovaatiot
- Työmaan kalustoluettelo (esim. Green Deal-työmaat)

2. Käytännön toimet rakennustyömaalla *

- Kierrätys
- Jätehuolto
- Työmaan logistiikka ja kuljetukset
- Rakennustyömaan muovien hallinta
- Materiaalitehokkuus työmaalla
- Päästökompensaatiot
- Innovaatiot
- Työmaan lämmitysenergia
- Työmaan sähkö
- Perehdyttäminen työmaalla vähäpäästöisyyteen ja sen tavoitteisiin

3. Minkälaisilla keinoilla hankkeissa, joissa olet ollut mukana, on pyritty pienentämään työmaan päästöjä?

4. Kuulisin mielelläni lisää työmaan hyvistä käytännöistä opinnäytetyötäni varten! Kirjoita alle yhteystietosi yhteydenottoa varten.

5. Vastaaajan nimi (vapaaehtoinen)

Liite 2. Teemahaastattelu 1, rakennuttaminen

Hei!

Olen Katri Leskinen ja opiskelen ylempää korkeakoulututkintoa vähähiilisen rakentamisen tutkinto-ohjelmassa Jyväskylän ammattikorkeakoulussa. Opinnäytetyön aiheena on "Rakennushankkeen vetäjän vaikutusmahdollisuudet vähähiilisen rakennustyömaan toteuttamiseen".

Päästöjä voidaan vähentää rakennustyömaalla monella tapaa. Työmaapäästöihin kuuluvat mm. työmaan lämmitykseen ja sähköön liittyvät päästöt, työkoneiden ja laitteiden polttoaineiden päästöt sekä työmaajätteiden käsittelyn päästöt. Tarkoituksena on tutkia keinoja pienentää juuri näitä päästöjä.

Olemme sopineet teemahaastatteluajan ja tässä muutama huomio ennen haastattelua. Teemahaastattelu tullaan nauhoittamaan, jotta voidaan keskittyä asiaan eikä aikaa mene asioiden kirjaamiseen. Sen jälkeen aineisto kirjoitetaan puhtaaksi eikä äänitteellä ole muuta tarkoitusta. Äänite tuhotaan tämän jälkeen. Haastattelu on vapaaehtoinen ja tulokset käsitellään anonyymeinä vastauksina.

Tässä alla vielä kysymykset, joiden tarkoituksena on herätellä ajatuksia aiheista. Kaikkiin kohtiin sinulla ei tarvitse olla vastausta. Keskustellaan niistä kohdista, joista sinulla on kokemuksia ja/tai ideoita.

1. Minkälaisilla **sopimusasiakirjojen vaatimuksilla** voidaan pienentää rakennustyömaan aikaisia päästöjä?
2. Onko mahdollista hyödyntää **kesäajan tuoma hyöty** rakennustyömaan päästöihin? Millä tavoin?
3. Millä **ympäristöluokituksen tavoitteilla** voidaan pienentää rakennustyömaan aikaisia päästöjä?
4. Minkälaisilla keinoilla hankkeen vetäjä voi vaikuttaa **kierrätykseen ja jätehuoltoon** rakennustyömaalla?
5. Millä tavalla hankkeen vetäjä voi vaikuttaa työmaan **lämmitysenergian ja sähkön päästövähennyksiin**?
6. Mistä tehtävistä hankkeen vetäjän tulee huolehtia, jotta työmaan **logistiikan ja kuljetusten päästöjä** voidaan vähentää?
7. **Perehdyttäminen** työmaalla. Mikä mielestäsi on tässä hankkeen vetäjän rooli? Löytyykö hyviä käytäntöjä, joita haluat jakaa?

Liite 3. Teemahaastattelu 2, rakennuskonevuokraamot

Hei!

Olen Katri Leskinen ja opiskelen ylempää korkeakoulututkintoa vähähiilisen rakentamisen tutkinto-ohjelmassa Jyväskylän ammattikorkeakoulussa. Opinnäytetyön aiheena on "Rakennushankkeen vetäjän vaikutusmahdollisuudet vähähiilisen rakennustyömaan toteuttamiseen".

Päästöjä voidaan vähentää rakennustyömaalla monella tapaa. Työmaapäästöihin kuuluvat mm. työmaan lämmitykseen ja sähköön liittyvät päästöt, työkoneiden ja laitteiden polttoaineiden päästöt sekä työmaajätteiden käsittelyn päästöt. Tarkoituksena on tutkia keinoja pienentää juuri näitä päästöjä.

Tarkoituksena on tutkia eri vaihtoehtoja työmaatoimintojen näkökulmasta. Kiinnostavaa on myös selvittää sitä, minkä verran työkoneita ja laitteita on saatavilla vähäpäästöisenä vaihtoehtona. Myös sillä, minkä verran näitä vaihtoehtoja on käytössä, on kiinnostavaa. Ja erityisesti sillä on merkitystä, mikä estää suurimman muutoksen?

Olemme sopineet teemahaastatteluajan ja tässä muutama huomio ennen haastattelua. Teemahaastattelu tullaan nauhoittamaan, jotta voidaan keskittyä asiaan eikä aikaa mene asioiden kirjaamiseen. Sen jälkeen aineisto kirjoitetaan puhtaaksi eikä äänitteellä ole muuta tarkoitusta. Äänite tuhoetaan tämän jälkeen. Haastattelu on vapaaehtoinen ja tulokset käsitellään anonyymeinä vastauksina.

Tässä alla vielä kysymykset, joiden tarkoituksena on herätellä ajatuksia aiheista. Kaikkiin kohtiin sinulla ei tarvitse olla vastausta. Keskustellaan niistä kohdista, joista sinulla on kokemuksia ja/tai ideoita.

1. Minkälainen strategia yrityksellä on kone- ja laitehankinnoissa?
2. Minkä verran teillä vuokrakoneista on tarjolla vähäpäästöisiä vaihtoehtoja?
3. Minkä verran urakoitsijat valitsevat vähäpäästöisiä koneita?
4. Onko kaikkiin laitteisiin ja koneisiin jo saatavilla vähäpäästöisiä vaihtoehtoja?
5. Onko yrityksessänne tehty käytännön toimenpiteitä, joilla edesautetaan vähäpäästöisten koneiden ja laitteiden valintaa?
6. Onko jotain haasteita?