



jamk

Esiselvitys hiilineutraalista rakentamisesta rakennusliikkeelle

Topias Ranta

Opinnäytetyö, AMK

Toukokuu 2024

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka (AMK)

Ranta, Topias

Esiselvitys hiilineutraalista rakentamisesta rakennusliikkeelle.

Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Toukokuu 2024, 45 sivua

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö AMK.

Julkaisun kieli: suomi

Julkaisulupa avoimessa verkossa: kyllä

Tiivistelmä

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Renevo Oy. Vähähiilinen rakentaminen on tärkeä osa tulevaisuuden rakentamista. Vähähiilisellä rakentamisella pyritään vähentämään rakennusten ja rakennusprosessien aiheuttamia kasvihuonepäästöjä. Rakennusalan tavoitteena on saada toiminnastaan täysin hiilineutraalia. Uusi rakentamislaki tulee olemaan yksi askel lähemmäksi Suomen kansallista hiilineutraalisuustavoitetta.

Opinnäytetyön tarkoituksena on tuoda lisää tietoa aiheen ympäriltä sekä löytää ratkaisuja koskien erilaisia vaihtoehtoja vähähiiliseen rakentamiseen. Tavoitteena on, että Renevo Oy voi hyödyntää tietoja ja tuloksia tulevaisuudessa.

Opinnäytetyön toteutettiin tutkimuksellisenä kehittämistyönä. Työn toteutus tapahtui hyödyntämällä saatavilla olevaa kirjallisuus- ja artikkelipohjaa. Kehittämistyö toteutettiin tiedon tuottamisen näkökulmasta. Opinnäytetyössä kerättyjä tietoja voidaan myöhemmin suunnata suoraan yrityksen toimintaan.

Tutkimuksessa saatujen tulosten pohjalta Renevo Oy voi alkaa kehittämään toimintaansa kohti hiilineutraalia toimintaa. Tulokset ja tutkimus antaa pohjan lähteä toteuttamaan vähähiilisempää toimintaa pienin askelin. Tuloksissa esitettiin erilaisia vaihtoehtoja, joita voi jatkojalostaa ja toteuttaa tulevaisuudessa.

Avainsanat (asiasanat)

Hiilineutraalisuus, hiilijalanjälki, vähähiilinen rakentaminen, ilmastonmuutos, kasvihuonepäästöt

Muut tiedot (salassa pidettävät liitteet)

-

Ranta, Topias

Preliminary study on carbon-neutral construction for a construction company

Jyväskylä: JAMK University of Applied Sciences, May 2024, 45 pages.

Degree Programme in Construction and Civil Engineering. Bachelor's thesis.

Permission for open access publication: Yes

Language of publication: Finnish

Abstract

The thesis was sponsored by Renevo Oy. Low-carbon construction is an important part of future building. Low-carbon construction aims to decrease the greenhouse gas emissions caused by buildings and construction processes. The construction industry also aims to make its operations completely carbon neutral. The new Construction Act will be one step closer to Finland's national carbon neutrality target.

The purpose of the thesis is to provide additional information on the subject and find solutions regarding various alternatives for low-carbon construction. The goal is for Renevo Oy to be able to utilize the information and results in the future.

The thesis was implemented as a research-based development project. The implementation of the work involved utilizing available literature and articles. The development work was done from the point of view of generating information. The information collected in the thesis can be directed towards the company's operations in the future.

Based on the results obtained in the study, Renevo Oy can begin to develop its operations towards carbon-neutral activity. The results and research provide a foundation for implementing less carbon-intensive operations step by step. The results presented various alternatives that can be further developed and implemented in the future.

Keywords/tags (subjects)

Carbon neutrality, carbon footprint, low-carbon construction, climate change, greenhouse gas emissions

Miscellaneous (Confidential information)

-

Avainsanat:

Hiilineutraalisuus, Päästöjä tuotetaan sen verran kuin niitä voidaan sitoa ilmakehästä.

Kasvihuoneilmiö, ilmakehän kaasut estävät auringon lämpösäteilyn pääsyn takaisin avaruuteen, joten maapallo lämpenee.

Kasvihuonekaasu, kaasut, jotka aiheuttavat maapallon lämpenemisen. Aiheutuu siitä, kun kasvihuonekaasut hidastavat auringon säteilyä pois maasta.

Kestävä kehitys, jatkuvaa ohjattua muutosta, jonka tarkoituksena on turvata tulevaisuudessa hyvät elinolosuhteet.

Kiertotalous, toiminta, jossa materiaalit hyödynnetään uudelleen käyttämällä, kierrättämällä, korjaamalla tms.

Hiilidioksidi, hiilestä ja hapesta muodostuvat yhdiste. Yleisin kasvihuonekaasu.

Fluorikaasut, eli fkaasut ovat ihmisen luomia. Niitä käytetään mm. lämmönsiirtoaineina ja kylmäaineina erilaisissa laitteistoissa.

Ilmastonmuutos, ihmisen toiminnan seurauksena syntyvä ilmaston lämpeneminen.

Hiilinielu, sitoo itseensä ilmakehän päästöjä. esimerkiksi kasvit sitovat hiilidioksidia.

Hiilikädenjälki, kuvaa toiminnan positiivisia ilmastovaikutuksia.

Hiilijalanjälki, mittaa ja kertoo päästöjen määrät.

COP-kokous, kokous, jonka ideana on vauhdittaa maita ilmastotoimiin.

Hiilipiikki, tarkoitetaan yhtäkkisiä suuria kasvihuonepäästöjä. Esimerkiksi rakennushankkeen alku.

LULUCF-sektori, lyhenne maankäyttö, maankäytön muutokset ja metsätaloussektorista.

BREEAM ja LEED, ympäristöluokitusjärjestelmiä, jotka ovat kansainvälisesti tunnettuja ja yleisessä käytössä.

Vapaaehtoinen päästökompensointi, voidaan halutessaan toteuttaa vapaaehtoista päästökompensaatiota ostamalla esimerkiksi ilmastoystävällisiä tuotteita.

Sisältö

1	Johdanto	8
1.1	Toimeksiantaja, Renevo Oy ja toimeksianto	8
1.2	Työn rajaus, tavoitteet ja tutkimuskysymykset	9
1.3	Tutkimusmenetelmät	10
2	Ilmastonmuutos	12
2.1	Ilmaston lämpeneminen	12
2.2	Pariisin ilmastonmuutossopimus	13
3	Päästöt ja hiilineutraalisuus	14
3.1	Päästöt.....	14
3.2	Hiilineutraalisuus.....	14
4	Rakennusalan vaikutus päästöihin	17
4.1	Rakennuksen elinkaaren vaiheet	18
4.2	Elinkaariarvio.....	19
4.3	Korjausrakentamisen rooli päästöjen pienentämisessä	20
4.4	Uudisrakentamisen rooli päästöjen pienentämiselle	21
5	Rakennusmateriaalitehokkuus ja päästöt	22
5.1	Betoni ja teräs	23
5.1.1	Betoni.....	23
5.1.2	Teräs.....	24
5.2	Kipsilevy ratkaisut.....	25
6	Uuden rakentamislain vaikutus	27
7	Tutkimustyö Renevo Oy	28
7.1	Jätehuolto ja materiaalitehokkuus.....	28
7.2	Energiatehokkuus ja uusiutuvan energian käyttö.....	29
7.3	Kiertotalous	31
7.4	Kuljetusten optimointi	32
7.5	Hiilijalanjäljen kompensointi.....	32
7.6	Hiilijalanjäljen laskenta ja raportointi	34
7.7	Yritysvastuu	36

8 Tulokset.....	37
9 Pohdinta.....	39
Lähteet	41

kuvio 1. IPCC:n raportti: Nykysiet toimet eivät riitä ilmaston lämpenemisen rajaamiseen 1,5 asteeseen-tehokkaat päästövähennykset välttämättömiä jo seuraavan vuosikymmenen aikana 2022.....	12
kuvio 2. Kasvihuonekaasupäästöt vähenivät vuonna 2022, 2023.....	16
kuvio 3. Huuhtanen, J 2021.....	18
kuvio 4. Vähähiilinen betonimassa vähentää merkittävästi veturitien rakentamisen hiilidioksidipäästöjä N.d.	24
kuvio 5. Energian kulutus väheni 5 % vuonna 2022, 2022.	30
kuvio 6. Ruoho ja Lindholm 2022, 24.....	33
kuvio 7. Häkkinen ja Kuittinen 2020, 82	35

1 Johdanto

Ilmaston lämpeneminen on yksi isoimmista globaaleista ongelmista, josta puhutaan taukoamatta. Tämän opinnäytetyön aiheena on avata rakennusalan merkitystä taistelussa ilmastonmuutosta vastaan. Eduskunta hyväksyi 1.3.2023 uuden rakentamislain, jonka tavoitteena on auttaa rakennusala kehittymään kohti hiilineutraalisuutta. Suomessa rakennettu ympäristö aiheuttaa kolmanneskasvihuonepäästöistä, joka on valtava osa ajatellen kokonaisuutta. Uuden lain myötä rakennusalan yritykset joutuvat ajattelemaan yhä enemmän rakentamista ilmastoystävällisestä näkökulmasta. Uusi rakennuslaki keskittyy myös tarkastelemaan rakennuksen koko elinkaarta. Heidän on panostettava yhä enemmän päästöjen vähentämiseen niin kierrätyksen, kompensointien, kuin rakennusratkaisujen kanssa.

Rakennusala tarkasteltaessa vähähiilisyteen tähtäävät panostukset ovat vielä puutteellisia. Rakennusalan koulutuksessa tätä tärkeää aihetta käsitellään todella vähän, jonka vuoksi rakennusala puuttuu paljon osaamista aiheen suhteen. Rakennusala tarvitsee siis kipeästi uutta osaamista ja kiinnostusta aiheesta, jotta vähähiilisyden kautta syntyvä hiilineutraali rakentaminen olisi, joskus mahdollista. Vähähiilisydestä on tulossa keskeinen aihe koskien rakentamista, jota huomioidaan prosessin jokaisessa vaiheessa. Mahdollisimman pian jokaisen tulee avartaa näkemystään huomioimaan rakennuksen koko elinkaaren ilmastovaikutukset. (Häkkinen ja Kuittinen 2020, 4)

1.1 Toimeksiantaja, Renevo Oy ja toimeksianto

Renevo Oy on vuonna 2012 perustettu keskisuuri rakennusalan yritys, joka on erikoistunut korjausrakentamiseen. He toteuttavat niin peruskorjauksia, perusparannuksia, kuin myös muuttokorjauksia. Renevon toimipisteet sijaitsevat Helsingissä, Lahdessa ja Jyväskylässä. (Korjataan, eikä vain meinata N.d.) Renevo on kuulunut vuodesta 2021 lähtien re:mount konserniin, jossa se toimii tytäryhtiönä. Re:mountin tavoitteena on kasvaa johtavaksi korjausrakentamisen toimijaksi Suomessa. Re:mounttiin kuuluu Renevon lisäksi neljä muutakin tytäryhtiötä: Remonttipartio Oy, Laxal Oy, PC-Saneeraus Oy ja Uudenmaan Rakentaja-Talo Oy. (Tavoitteena kasvaa Suomen johtavaksi korjausrakentamisen toimijaksi N.d.)

Renevo Oy laati toimeksiannon, josta he halusivat saada lisätietoa ilmastonmuutoksesta, hiilineutraalista rakentamisesta sekä toimintamalleista, joilla päästöihin voidaan vaikuttaa. Toimeksiannon toimii rakennusliikkeelle laadittava esiselvitys hiilineutraalisuus toimintasuunnitelmaa varten sekä tietoperusta, joka käsittelee hiilineutraalisuuden ympärillä olevia aiheita, syitä ja seurauksia.

1.2 Työn rajaus, tavoitteet ja tutkimuskysymykset

Opinnäytetyön tavoitteena on esitellä yritykselle vähähiilisen rakentamisen mahdollisuuksia. Aihe tulee seuraavien vuosien aikana nousemaan yhä enemmän esille uuden rakentamislain takia, joten yrityksen on tiedostettava sen vaikutukset. Tulevaisuudessa rakennuslakin tulee tähtäämään täysin hiilineutraaliin toimintaan. Työn teoriaosuudessa perehdytään esittelemään myös hiilineutraalisuutta, ilmastonmuutosta sekä niiden syitä ja seurauksia. Teoriaosuudessa käsitellään aiheita rakennusalan näkökulmasta sekä pyritään herättämään lukija ajattelemaan asiaa syvemmin.

Opinnäytetyössä tutustaan uuteen rakentamislakiin, sekä pyritään löytämään keinoja, joilla Renevo Oy voi kehittää toimintaansa vähähiilisen rakentamisen parissa kohti hiilineutraalisuutta.

Opinnäytetyö käsittelee toimintatapoja, joilla päästöjä päästään pienentämään merkittävästi. Lopputuloksena yrityksellä tulee olemaan raportti ilmastonmuutoksesta, hiilineutraalisuudesta ja niiden merkityksestä. Tämän lisäksi yritys saa heille räätälöidyn esiselvityksen, jossa käsitellään mahdollisia ratkaisuja koskien vähähiilisempää rakentamista. Yritys pystyy myöhemmin hyödyntämään esiselvitystä mahdollisen hiilineutraalisuustoimintasuunnitelman laatimisessa. Esiselvityksen pohjalta yritys pääsee myös miettimään ympäristöystävällisiä ratkaisuja nykyisissä ja tulevilla projekteissaan.

Teoriaosuus käsittelee isoja aiheita, kuten ilmastonmuutosta ja hiilineutraalisuutta. Kokonaisuus tarkentuu koko ajan kuitenkin rakennusalan ympärille. Teoriaosuudessa rakennusalaa huomioidaan kokonaisuutena ja siellä puhutaan niin uudis- kuin korjausrakentamisesta. Tutkimus- ja kehittäminen Renevo Oy:lle on kuitenkin rajattu korjausrakentamiseen, sillä yritys toimii korjausrakentamisen parissa. Siinä tarkastellaan toimintamalleja, joilla kyseinen yritys voi kartoittaa, ottaa huomioon ja vähentää syntyviä päästöjä. Työn rajaus on hyvin selkeää toimeksiannon takia.

Tutkimuskysymykset kertovat lukijalle mihin työ tulee vastaamaan. Työ pohjautuu ja peilautuu kysymyksiin koko tutkimuksen ajan. Tässä opinnäytetyössä tutkimuskysymykset ovat:

- Mikä on korjausrakentamisen merkitys rakennusalan päästöjen vähentämisessä?
- Miten uusi rakentamislaki tulee näkymään rakennusalalla?
- Millä toimenpiteillä korjausrakentaminen vie eteenpäin ympäristöystävällistä rakentamista?
- Miten hiilijalanjäljen arviointi ja laskenta tapahtuu?
- Mikä on yrityksen vastuu tavoitteiden saavuttamisessa?

1.3 Tutkimusmenetelmät

Erilaisilla tutkimusmenetelmillä tarkoitetaan tutkimuksen välineitä, joilla aineistot ja analyysit tullaan hankkimaan. Tutkimusmenetelmät jaetaan usein laadullisiin ja määrällisiin tutkimuksiin. Kun tutkimustyö on empiirinen, siinä pyritään analysoimaan ja mittaamaan konkreettisesti tutkimuksen kohdetta. Oikean menetelmän valinta perustuu tutkimuskysymyksiin ja vallitsevaan aineistoon (Tutkimusmenetelmät ja tutkimusaineistot N.d.)

Opinnäytetyön toteutus tapahtuu hyödyntämällä saatavilla olevaa kirjallisuus- ja artikkelipohjaa aiheeseen liittyen. Tämän lisäksi toimeksiantajan kanssa pidettävät palaverit ja muu yhteydenpito ohjaa työtä haluttuun suuntaan. Aiheesta löytyy todella paljon asianmukaisia lähteitä, joita pyritään kartoittamaan ja hyödyntämään opinnäytetyössä niiden luotettavuuden perusteella. Jamkin eettiset periaatteet on huomioitava työn jokaisessa vaiheessa noudattamalla annettua ohjeistusta.

Tämä opinnäytetyö tutkimuksellinen kehittämistyö, jossa on hyödynnetty ajantasaista tietoa. Kehittämistyö on toteutettu tiedon tuottamisen näkökulmasta. Tämä tarkoittaa, että opinnäytetyössä kerättyä tietoa voi myöhemmin suunnata suoraan yrityksen toimintaan. Yhtenä mahdollisuutena yrityksellä on tuottaa tietoja hyödyntäen erillinen toimintasuunnitelma kyseisestä aiheesta.

Yhteiskunnassamme vallitseva työelämä perustuu muutokseen ja kehitykseen. Uusien innovaatioiden, huippuosaamisen sekä ainaisen oppimisen taustalta on löydettävä halu kehittää ja parantaa toimintaa. Organisaatioiden tehtävänä on kehittää toimintaansa, jotta he pysyvät niin globaalien, kuin työtehtäväkohtaistenkin muutosten ja vaatimusten mukana, tai jopa edellä niitä (Toikko ja

Rantanen 2009, 7.) Kehittämällä tarkoitetaan lähtökohtaisesti alussa määritetyn tavoitteen saavuttamista. Kehittämistoiminnan päämäärä ja laajuus ovat usein hyvin tapauskohtaisia. Yksi kehittämisen toimintamalleista on toimintatavan tai toimintarakenteen kehittäminen. Sillä voidaan tarkoittaa yksittäisen työtoiminnan kehittämistä tai laajempaa, koko organisaation toimintatapaan vaikuttavaa muutosta (Toikko ja Rantanen 2009, 14.)

Kehittämistoiminnan seurauksena syntyneen tiedon tarkoituksena on olla tapahtuvan kehityksen tukena. Tiedontuotanto on siis avainasemassa, kun lähdetään kehittämään organisaation tapauskohtaisia tarpeita. Tutkimuksellisessa kehittämisessä on tärkeää, että käytetyt materiaalit ja aineistot, josta tieto otetaan, ovat ajantasaisia ja luotettavia. Kehittämisprosessissa voidaan antaa esimerkkejä mahdollisista toimintatavoista ja välineistä, joilla kehityksen asettamia tavoitteita voitaisiin saavuttaa. (Toikko ja Rantanen 2009, 113.)

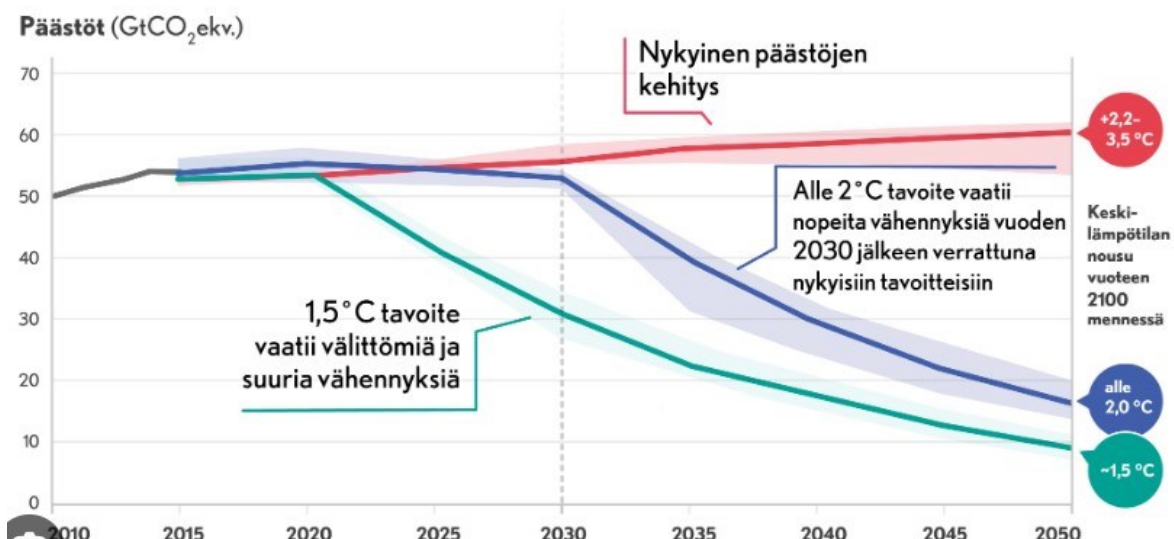
2 Ilmastonmuutos

2.1 Ilmaston lämpeneminen

Ilmaston lämpeneminen on yksi isoimmista globaaleista puheenaiheista ympäri maailman tällä hetkellä. Tämän aiheen ympärille sitoutuu monia eri aihekokonaisuuksia, jotka voivat pahimmassa tapauksessa vaikuttaa negatiivisesti meidän ja jälkeläistemme elämään maapallolla.

Ihmiset vauhdittavat tällä hetkellä huomattavasti ilmaston lämpenemistä omilla toimillaan. Polttoaineiden käyttö, eläintuotanto sekä metsien hakkuu vaikuttavat voimakkaasti kasvihuonekaasujen määrään ilmastossa, jonka takia maapallon lämpötila nousee. Pitkällä aikavälillä katsottaessa, maapallo on lämmennyt koko ajan. Edellinen vuosikymmen olikin koko mittaus historian lämpimin. Tällä hetkellä ihmisen aiheuttamalle ilmaston lämpenemiselle on mitattu vuosikymmenkohtainen arvo, joka on 0,2 astetta. Vuonna 2019 mitattiin 1,1 asteen keskilämpötilan nousu verrattuna esi-teolliseen aikaan. Näin voimakas lämpötilan nousu on vaaraksi luonnolle ja ihmisille. Kansainvälinen yhteisö onkin kertonut aikeistaan pyrkiä rajoittamaan lämpötilan nousu 1,5 asteeseen, jotta riski maailmanlaajuisiin katastrofaalisiin muutoksiin pienenesi (Ilmastonmuutoksen syyt N.d.) Kuten Kuviosta 1 huomataan, nykyiset toimet eivät yksin riitä saavuttamaan haluttua lopputulosta.

Nykyiset päästövähennystoimet eivät riitä 1,5 asteen tavoitteen saavuttamiseen



kuvio 1. IPCC:n raportti: Nykysiet toimet eivät riitä ilmaston lämpenemisen rajaamiseen 1,5 asteeseen-tehokkaat päästövähennykset välttämättömiä jo seuraavan vuosikymmenen aikana 2022.

Tarkasteltaessa vuosikohtaisia lämpötiloja, viime vuodet ovat olleet kaikkein lämpimämpiä. Lämpötilan nousu ei ole ainut ongelma, jonka ilmastonmuutos aiheuttaa. Ilmastonlämpenemisen lisäksi sään ääri-ilmiöt lisääntyvät ja merenpinnan nousu kiihtyy. Nämä asiat vaikuttavat suuresti talouteen ja muihin ihmiselle välttämättömiin tarpeisiin. Seuraavat vuosikymmenet tulevat näyttämään sen, miten paljon ilmaston lämpenemistä aiheuttavista päästöistä pystymme vähentämään. Päästövähennykset siis määrittävät onnistumisen ilmastonmuutosta vastaan. Päästöjen vähentäminen vaatii mukaan kaikkia osa-alueita. Rakentamisen mahdollisuudet löytyvät vähähiilistä tuotteista, niiden kehittämisestä sekä rakennusten energiantehokkuuden parantamisesta. (Häkkinen ja Kuittinen 2020, 12-14.)

2.2 Pariisin ilmastonmuutossopimus

Yhtenä merkittävimmistä globaaleista tapahtumista ilmastonmuutosta vastaan voidaan pitää Pariisissa vuonna 2015 sidottua ilmastopöytäkirjasta. Sopimuksessa valtiot pyrkivät rajaamaan maapallon keskilämpötilan nousun puoleentoista asteeseen. Ilmastoan liittyvien asioiden tiedottamisessa tärkeimmäksi alustaksi on noussut COP-kokous (Conference of the parties), joka järjestetään vuosittain. (Pariisin ilmastopöytäkirja N.d.)

Sopimuksen osapuolet ovat sitoutuneet löytämään keinoja, joilla estää ilmastonlämpenemistä. Sopimuksessa on päästövähennystavoitteiden lisäksi otettu kantaa esimerkiksi rahallisiin panostuksiin kohti vähähiilisempää tulevaisuutta. Valtiot saavat itse määrittää omat toimet, joilla maakohdittaiset tavoitteet tulevat saavutetuksi. Jokaisella valtiolla on siis erittäin suuri vastuu kehittää toimintaansa. Osapuolten onnistumista on tarkoitettu tarkastella viiden vuoden välein järjestettävissä maailmanlaajuisissa kokouksissa, joissa tarkoituksena on hahmottaa kokonaiskuvaa ja kehitystä. (Pariisin ilmastopöytäkirja N.d.)

3 Päästöt ja hiilineutraalisuus

3.1 Päästöt

Kasvihuoneilmiö on yksi merkittävimmistä ilmiöistä koskien ilmastonmuutosta. Siinä ilmakehän kaasut estävät auringon lämpösäteilyn takaisin avaruuteen. Kasvihuonekaasuja esiintyy luonnostaan ilmakehässä, mutta ihminen omalla toiminnallaan on lisännyt niiden määrää vaarallisen nopeasti.

Esimerkkejä kaasuista, joiden määrä on lisääntynyt ovat hiilidioksidi, typpioksiduuli, metaani ja fluorikaasut. Tunnetuin ja eniten lämpenemistä aiheuttava kaasu on hiilidioksidi. Sen pitoisuus ilmakehässä on noussut lähes räjähdysmäisesti verrattuna esiteolliseen aikaan. Hiilidioksidin pitoisuus on kasvanut jopa 50 prosenttia verrattuna edellä mainittuun aikakauteen. Fluoratut kaasut eli fkaasut ovat kaasuja, jotka ovat ihmisen valmistamia ja vapautuvat erilaisista laitteista ja tuotteista. Niiden ilmastoja lämmittävä vaikutus on moninkertaisesti hiilidioksidia voimakkaampi. (Ilmastonmuutoksen syyt N.d.) Kasvihuonekaasuilla on toisistaan poikkeava ilmastoja lämmittävä vaikutus. Hiilidioksidiekvivalentista puhuttaessa tarkoitetaan näiden eri kasvihuonekaasujen yhteen laskettua ilmaston lämpenemiseen johtavaa vaikutusta. (CO₂-termit tutuiksi N.d)

Päästöt lisääntyvät ihmisten toimien takia. Merkittäviä päästöjen lisääntymisen syitä ovat mm. hiilen ja öljyn poltto, joka vapauttaa hiilidioksidia, eläintuotannon tuottamat metaani päästöt, typpi lannoitteet, sekä fluoratut kaasut. Päästöjen lisääntymiseen vaikuttaa myös metsien hakkuu. Metsissä olevat puut ja kasvit ovat yksi merkittävimmistä vaikuttajista taistelussa ilmastonmuutosta vastaan. Ne sitovat vuosittain suuret määrät hiilidioksidia ilmastosta. Metsää kaadettaessa sitoutunut hiilidioksidi kuitenkin vapautuu takaisin ilmakehään kiihdyttäen ilmaston lämpenemistä. (Ilmastonmuutoksen syyt N.d).

3.2 Hiilineutraalisuus

Hiilineutraalisuus on tällä hetkellä pinnalla oleva aihe. Termin laajan käytön sekä tulkinnanvaraisuuden takia, hiilineutraalisuus voidaan joissain tapauksissa ymmärtää väärin. Käytännössä hiilineutraalisuudella tarkoitetaan sitä tilannetta, jossa tuotetaan päästöjä ainoastaan sen verran, mitä hiilinielut niitä pystyvät sitomaan.

Yksittäisinä tärkeimpinä keinoina hiilineutraalisuuden saavuttamiseksi pidetään organisaatioiden kykyä mukautua ja tuottaa energiatehokkaampia toimenpiteitä. Tämä tarkoittaa myös lisää investointeja organisaatioiden ja yritysten rakenteisiin, jotta päästöjen alentamiset ovat mahdollisia. Päästöjen kompensointia pidetään myös yhtenä mahdollisena toimenpiteenä, mikäli organisaatio ei ole löytänyt keinoja parantaa toimintaa tarpeeksi hiilineutraalisuuden tavoittamiseksi. (Hiilineutraalisuuden pelisäännöt 2015.)

Suomessa ilmastoaiheisiin suhtaudutaan vakavasti. Lähes kaikki Suomen kunnat ovatkin asettaneet päästöjen vähentämiseen ohjaavan ilmastotavoitteen. Suomen kansallinen tavoite hiilineutraalisuudelle on vuonna 2035, mutta useat kunnat ovat kiristäneet aikataulua omalta osaltaan jo vuoteen 2030.

Suomen tavoite onkin vähentää päästöjä yhteensä 35 miljoonaa tonnia verrattuna vuoteen 2018. Vuonna 2018 päästöt olivat 56 miljoonaa tonnia, joka tarkoittaa vähennyksen jälkeen reilun 20 miljoonan tonnin kompensointia vuoden 2035 jälkeen. Kompensoinnit olisivat tarkoitus toteuttaa hiilinieluilla, kuten metsillä. (Eskonen, H 2021.) Tilanteesta tekee mielenkiintoisen 2021 julkistettu tieto maankäyttösektorin kääntymisestä ensimmäistä kertaa hiilinielun sijaan päästölähteeksi. Tämän on aiheuttanut mm. viimevuosien aikana tapahtuneet kasvavat hakkuut. Vaikka metsäsektorista puhutaankin hiilinieluna lyhytaikaisena vaihtoehtona, olisi se erittäin tärkeä osa päästöjen kompensointia, jotta kansallinen hiilineutraalisuustavoite olisi saavutettavissa vuoteen 2035 mennessä. (Näkökulma, hiilinielujen romahduksen seuraukset voivat koitua muiden sektoreiden taakaksi 2023.)

Kuvion 2 mukaan vuoden 2022 päästöt olivat ilman maankäyttösektoria 46 miljoonaa tonnia. Tämä tarkoittaa edellisvuoteen verrattuna 3% vähenemistä. Vuoden 2003 vertailuarvosta, jolloin päästöt olivat kyseisellä aikajaksolla korkeimmillaan, päästövähennyksiä on tapahtunut 46 %. (Kasvihuonekaasupäästöt vähenivät vuonna 2022 2023.)

	1990	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022*
Päästöt yhteensä ilman LULUCF-sektoria	71 337	70 227	69 729	75 478	54 984	47 702	47 602	46 040
Päästöt yhteensä ml. LULUCF-sektori	48 162	48 969	44 879	53 100	41 853	42 348	51 076	50 505
1 Energiasektori	53 420	53 684	53 721	60 200	40 678	34 391	34 172	33 030
2 Teollisuusprosessit ja tuotteiden käyttö	5 223	5 823	6 569	6 108	5 635	5 038	5 340	4 998
3 Maatalous	7 315	6 356	6 217	6 255	6 299	6 289	6 213	6 232
4 Maankäyttö, maankäytön muutokset ja metsätalous (LULUCF)	-23 175	-21 258	-24 850	-22 378	-13 131	-5 354	3 474	4 464
5 Jätteiden käsittely	5 208	4 251	3 119	2 837	2 310	1 914	1 818	1 727

kuvio 2. Kasvihuonekaasupäästöt vähenivät vuonna 2022, 2023.

4 Rakennusalan vaikutus päästöihin

Rakennusalan vaikutusta taistelussa ilmastonmuutosta vastaan on merkittävä. Suomessa rakennuttamamme rakennukset aiheuttavat noin kolmanneksen kasvihuonepäästöistä. Käyttämämme energiasta rakennukset kuluttavat 40 %. Rakennusalaa pidetäänkin yhtenä tärkeimmistä teollisuudenaloista, joissa ilmastokysymykset tulee huomioida (Ympäristöluokitukset 2023.) Häkkinen ja Kuittinen (2020) mukaan yli puolet maapallon raaka-aineiden kulutuksesta johtuu rakentamisesta. Tämän lisäksi kolmannes maailman hiilidioksidi päästöistä aiheutuu rakennuksista.

RakentajaPRO tekemän tutkimuksen ”RT: Korjausrakentamisella nopeimmat ja suurimmat vaikutukset hiilijalanjäljen pienentämiseen” (2022) mukaan rakennuksien sekä rakennustyömaiden aiheuttamista päästöistä pyritään vähentämään 66 % vuoteen 2035 mennessä, jotta Suomen hiili-neutraalisuus tavoite olisi mahdollista toteuttaa.

Suurin osa kiinteistö- ja rakennusalan päästöistä aiheutuu rakennuksien energiankulutuksesta, joka kattaa jopa 76%. Tämä tarkoittaa sitä, että rakennustyömaat aiheuttavat ainoastaan 24 % päästöistä. Asuinrakennusten aiheuttamaa valtavaa energiankulutusta pienentäessä isoimmiksi tekijöiksi nousevatkin lämmitysmuotojen kehitys, energiankulutuksen vähentäminen ja uuden teknologian kehitys. (RT: Korjausrakentamisella nopeimmat ja suurimmat vaikutukset hiilijalanjäljen pienentämiseen. 2022.) Ikosen (2023) mukaan rakennustoiminnassa on paljon mittaamatonta potentiaalia hiilijalanjäljen pienentämiseen niin käytännön suunnittelun, päästöjen seuraamisen sekä uusien teknologioiden avulla.

Rakennuksien energiatehokkuuden parantuessa käytönaikaiset päästöt tulevat pieneneään. Tämä tarkoittaa rakennusmateriaalien aiheuttavien päästöjen suhteellisen merkityksen kasvamista entisestään tarkasteltaessa rakennuksen koko elinkaarta. Nyt päästöjä ohjaavat vain vapaaehtoiset ympäristöarviointimenetelmät, kuten LEED, BREEAM ja rakennustiedon ympäristöluokitus. Ympäristöministeriö on kuitenkin laatinut kolmivaiheisen tiekartan, jolla pyritään ohjaamaan rakennuksen hiilidioksidi päästöjä. Kyseiseen malliin on tarkoitus siirtyä vuoteen 2025 mennessä. (Vähähiilisen rakentamisen tiekartta N.d.)

4.1 Rakennuksen elinkaaren vaiheet

Kestävän kehityksen ideologian sisällyttämisessä osaksi rakennushankkeita tarvitaan avarakatseisempaa näkemystä. Tällä tarkoitetaan panos-tuotosajattelun merkitystä, jossa kustannuksien ja erilaisten ympäristövaikutuksien tarkkailu on huomioitava koko elinkaaren aikana. Kustannukset voivat nousta erilaisten investointien kautta valmistus- tai korjausvaiheessa, mutta rakennuksen koko elinkaarta tarkastellessa edellä mainitut kustannukset ja päästöt voivat pienentyä merkittävästi panostuksien ansiosta. (Kestävä rakentaminen N.d.)

Kuviossa 3 tarkastellaan rakennuksen elinkaarta. Rakennuksen elinkaaren vaiheet voidaan jakaa käyttöä edeltävään vaiheeseen, käyttövaiheeseen ja purkamisvaiheeseen. Käyttöä edeltävällä vaiheella tarkoitetaan suunnittelu ja rakennustöitä. Tässä vaiheessa rakennuksen elinkaareen, päästöihin sekä energiatehokkuuteen päästään vaikuttamaan parhaiten. Vaikuttaminen tapahtuu tuotteiden - ja rakentamisen hiilijalanjäljen huomioimisella sekä rakentamisen laadulla. Käyttövaiheessa suurimmat päästöt muodostuvat energian - ja veden käytöstä sekä erilaisista huolto- ja korjaustoimenpiteistä. Rakennuksen elinkaaren päättää purkamisvaihe, josta aiheutuu päästöjä, kuten purkaminen ja kuljetukset. Purkamisesta on myös hyötyä purkujätteen hyödyntämisen ja uudelleenkäytön ansiosta. Uudisrakennuksissa on tärkeää puuttua tuotevaiheeseen, jotta välitöntä hiilipiikkiä saataisiin pienennettyä. Hankkeet tulisi suunnitella, ohjata ja toteuttaa niin, että päästöt pienenevät. (Huuhtanen, J 2021.)



kuvio 3. Huuhtanen, J 2021.

Ympäristöministeriön verkkosivuilla olevassa kirjoituksessa ”Rakentamisen Kiertotalous” (N.d.) käsitellään kiertotalouden ja rakennuksen elinkaaren yhteyttä toisiinsa. Ympäristöministeriön mukaan rakennuksen kiertotaloutta voidaan edistää tietyillä toimenpiteillä. Merkittäviä toimenpiteitä, joilla tämä tapahtuu, on uusien rakennuksien toteutus pitkäikäisiksi, monikäyttöisiksi ja helposti huollettaviksi. Myös rakennusmateriaalien valinnassa tulisi huomioida niiden kierrätettävyyttä ja uudelleen käyttöä. Tarkoituksena olisi saada rakennuksille mahdollisimman tehokas käyttöaste.

4.2 Elinkaariarvio

Erilaisia tuotteita on tarkasteltu ja kehitetty 1990-luvulta lähtien koko ajan enemmän elinkaariperiaatteen mukaan. Sen pohjimmainen tarkoitus on huomioida tuotteen koko elinkaaren aikana tuotettuja vaikutuksia. Elinkaariperiaate toimii myös rakennuksia tarkastellessa ohjaavana tekijänä, kun lasketaan esimerkiksi rakennuksen hiilijalanjälkeä. Elinkaariarvio antaa mahdollisuuden erilaisien toimintatapojen ja vaihtoehtojen vertailuun. Elinkaariarvio koostuu sarjasta yksittäisiä prosesseja. Yksittäisiä prosesseja voivat olla mm. erilaisten rakennusmateriaalien valmistus. Rakennusmateriaalin valmistuksessa on monta vaihetta ennen sen saapumista työmaalle, joten mitä enemmän tuote vaatii prosessointia, sitä suuremmiksi päästöt kasvavat. Elinkaari arvio perustuu siis yksittäisten prosessien arvioinnista. (Häkkinen ja Kuittinen 2020, 52–54.)

Tällaista samanlaista ajattelutapaa yhdistetään rakennuksien elinkaareen. Siinä pyritään selvittämään rakennuksen rakentamisesta, ylläpitämisestä, käyttöästä, korjaamisesta ja lopuksi purkamisesta sekä kierrätyksestä aiheutuvat ilmastopäästöt- ja hyödyt. Rakennuksen hiilijalanjälkeä laskettaessa isoimpia vaikuttavia tekijöitä ovat yksittäisten tuotteiden valmistuksesta ja kuljetuksesta aiheutuvat päästöt, rakennuksen energian kulutuksen arviointi, rakentamisen laatu, käyttäjät sekä talotekniset ratkaisut. Rakennukset ovat hyvin pitkäikäisiä, eikä laskentahetkellä voida huomioida esimerkiksi sähkön tuotannon kehitystä tai muita uuden teknologian tuomia muutoksia. Tästä syystä rakennusten elinkaariarviot ja laskennat on tehtävä ennalta päätettyjen arvioiden avulla. (Häkkinen ja Kuittinen 2020, 60-61.)

4.3 Korjausrakentamisen rooli päästöjen pienentämisessä

Renevo Oy on rakennusalan urakointiyritys, joka on erikoistunut peruskorjauksiin, perusparannuksiin sekä muuttokorjauksiin. Yritys toimii täysin korjausrakentamisalalla, joten keskeiset toimenpiteet päästöjen vähentämiseksi voivat erota uudisrakentamiseen vertailtaessa.

Korjausrakentamisella on merkittävä rooli päästöjen vähentämisen kannalta, sillä suurimmat säästöt rakennuksien päästöistä tullaan tekemään sen ansiosta. Korjausrakentamisen vaikutukset ovat efektiivisimpiä ja nopeampia, kuin uudisrakentamisen. Tästä syystä korjausrakentamisella on uudisrakentamista suurempi vaikutus lähitulevaisuuden päästöjen vähentämisessä. Keskeisimmät säästöt muodostuvat tällä hetkellä nykyisten rakennusten energiankulutuksesta, joten suurimmat säästöt tullaan tekemään kulutuksen vähentämisellä. (RT: Korjausrakentamisella nopeimmat ja suurimmat vaikutukset hiilijalanjäljen pienentämiseen 2022.)

Vähäpäästöisimpiin energianlähteisiin siirtyminen vaatii rakennuttajalta ja tilaajalta yhteisymmärrystä hankkeissa, jotta rakennuksen käyttövaiheen energiankulutuksen pienentämisessä oleva potentiaali saataisiin hyödynnettyä korjaushankkeen yhteydessä. Mahdollisia ratkaisuja voisi olla mm. lämmitystapamuutokset ja uusiutuvan energian hyödyntäminen. (RT: Korjausrakentamisella nopeimmat ja suurimmat vaikutukset hiilijalanjäljen pienentämiseen 2022.)

Korjausrakentamisen resurssit on myös suunnattava kohteisiin, joiden käyttöasteeseen korjaus tulee vaikuttamaan myönteisesti. Nykyisten rakennusten korjaamisella tehostettu käyttö ja tehokas hyödyntäminen on paljon purkamista elinkaariedullisempaa. Tämän takia korjaustoimenpiteissä on tärkeää huomioida myös mahdollisia käyttötapamuutoksia, jotta kiinteistöistä saadaan maksimaalinen hyöty irti. (Ikonen, A. 2023.) Rakennuskannassamme tyhjillään olevat rakennukset eivät edistä niiden tehokasta käyttöä. Myös Huuhka, Vainio, Moisio, Lampinen, Knuutinen, Bashmakov, Köliö, Lahdensivu, Ala-Kotila ja lahdenperä (2021) mukaan kyseisiä rakennuksia hyödyntämällä ja tarkastelemalla olisi potentiaalia uudisrakentamisen minimointiin, ja sitä kautta ilmasto ystävällisiin ratkaisuihin.

Korjausrakentamisessa jätetään lähtökohtaisesti rakennuksen runko paikoilleen ja keskitytään muihin kunnostus toimenpiteisiin. Tämän takia uudisrakentamisessa olevia isoja päästöeriä, jotka aiheutuvat esimerkiksi betonista ja teräksestä ei synny. Betonilla on myös hyviä puolia, sillä

betonin sementin reagoidessa ilmakehässä olevan hiilidioksidin kanssa käynnistyy karbonatisoituminen. Siinä betoni sitoo itseensä hiilidioksidia ja toimii täten hiilinieluna. (Tiesitkö tämän? Betoni on hiilinielu N.d.) Karbonatisoitumisen aiheuttamat ilmastohyödyt ovat suurusluokaltaan kuitenkin hyvin pientä sementin aiheuttaviin päästöihin verrattuna.

4.4 Uudisrakentamisen rooli päästöjen pienentämiselle

Uudisrakentamisessa rakennustyömaan aiheuttama hiilipiikki on valtava. Se muodostuu pääasiassa rakennusmateriaalien valmistamisen aiheuttamista päästöistä. Rakennusmateriaalien aiheuttamat päästöt kattavat keskimäärin 90 % koko rakennusvaiheen päästöistä. (Huuhka ym. 2021.) Bruce-Hyrkäs ja Tähtinen (2023) käsittelevätkin aihetta syvemmin. Heidän mukaansa uudisrakentamisessa on tähdättävä hiilineutraaleihin rakennuksiin ja tarkasteltava rakennuksen koko elinkaarta. Hiilineutraaleilla rakennuksilla tarkoitetaan tilannetta, jossa rakennuksen elinkaaren aikana aiheutetut ilmastopäästöt eivät ylitä siitä syntyviä hyötyjä. On tärkeää tunnistaa koko kuva, koska hiilineutraali työmaakin on vain pieni osa kokonaisuutta. (Bruce-Hyrkäs, Tähtinen 2023.)

Keinoja, joilla rakennuksen on mahdollista saavuttaa ilmasto hyötyjä ovat rakennuksen kyky varastoida hiilidioksidia, tontin kasvillisuus sekä uusiutuvan energian tuotanto yli omien tarpeiden. Tärkeintä olisi kuitenkin aluksi keskittyä materiaali valintoihin. Suurin osa työmaan materiaalien aiheuttamista päästöistä aiheutuu betonin sementistä. Betoni on yksi maailman käytetyimmistä aineista ja sitä tutkitaan tällä hetkellä paljon, jotta löydettäisiin keinoja saada siitä vähä päästöisempää. Isoja uudisrakennuksia on alettu viime vuosina rakentamaan myös puusta, joka pienentää päästöjä huomattavasti. (Mölsä 2021.)

5 Rakennusmateriaalitehokkuus ja päästöt

Suunnitteluvaiheessa on tärkeää tarkastella energiatehokkuutta ja rakennusmateriaalitehokkuutta vähähiilisyyden näkökulmasta. Energian tuotannon päästöjä on saatu pienennettyä, ja ne tulevat pieneneään radikaalisti vuonna 2029 voimaan astuvan kivihiilen energiakiellon takia. Tästä syystä materiaalitehokkuuden merkitys kasvaa rakennuksen vähähiilisyyttä tarkastellessa. Käytännössä rakennuksen vähähiilisyyden lisääminen materiaalien avulla tapahtuu joko käyttämällä vähähiilisiä rakennusmateriaaleja, tai vähentämällä materiaalien kokonaiskulutusta. Materiaalien valintaa ohjaavat kuitenkin usein niiden toimivuus sekä taloudelliset - että tekniset ominaisuudet. Energiatehokkuuden parantaminen ja rakennusmateriaalitehokkuus vaikuttavat usein toisiinsa vähähiilisyyden kannalta negatiivisesti. Esimerkiksi lisäämällä eristemateriaalia energiatehokkuus paranee, mutta materiaali määrä lisääntyy. Tästä syystä suunnittelussa joudutaan tasapainottelemaan näiden välillä, ja tarkastelemaan mitä kautta saadaan suurimmat päästösäästöt. (Häkkinen ja Kuittinen 2020, 122)

Rakennusmateriaaleja valittaessa päästöjä tulisi ohjata pienemmäksi valitsemalla vähähiilisiä materiaaleja. Rakennusteknisiltä ominaisuuksiltaan samanlaisilla rakennetyypeillä tai materiaaleilla voi olla hyvin erilainen hiilijalanjälki. Materiaaleista aiheutuu päästöjä jo niiden valmistusvaiheessa, joten suunnitteluvaiheessa on tärkeää huomioida kyseisiä asioita. On kuitenkin varmistuttava, että kyseinen tuote täyttää vaaditut tekniset ja toiminnalliset ominaisuudet. On hyvä myös vertailla eri tuotantolaitoksista syntyviä päästöjä kuljetukset mukaan luettuna. (Häkkinen ja Kuittinen 2020, 123)

Yhä useampi materiaalivalmistaja on valmis toteuttamaan yrityksen kanssa kierrätyssovimuksen koskien heidän tuotteitaan. Esimerkiksi useat vinyylivalmistajat ovat valmiita vastaan ottamaan työmaalla syntyneen hukan, jotta voivat hyödyntää materiaalia uudessa valmistuserässä. Tällaiset toimet palvelevat niin valmistajaa, urakoitsijaa, kuin myös luontoa. Kierrätys ja luonnonvarojen säästäminen kaipaakin yhä enemmän yhteistyötä ja yhteydenpitoa toimijoiden välillä. Materiaalitehokkuudesta ja niiden päästöistä puhuttaessa tässä kappaleessa käsiteltäviksi materiaaleiksi valikoitui rakennusalalla eniten käytetyt betoni ja teräs. Betonin ja teräksen lisäksi käsittelyyn otettiin myös työmailla paljon käytettävä kipsilevy. Nämä materiaalit valikoituivat niiden suuren menekin ja tunnettavuuden takia.

5.1 Betoni ja teräs

Rakennusmateriaaleja tarkasteltaessa betoni ja teräs nousevat hyvin nopeasti esiin mietittäessä vähähiilisempää rakentamista. Betoni ja teräs ovat rakennusalan yleisimpiä rakennusmateriaaleja, joiden päästöt ovat erittäin suuret. Tämän takia on tärkeää löytää keinot, joilla pienentää kyseisten materiaalien päästöjä. Betoni- ja terästeollisuus on alkanutkin investoimaan tuotteiden kehitykseen, jotta hiilidioksidipäästöjen vähentäminen on mahdollista.

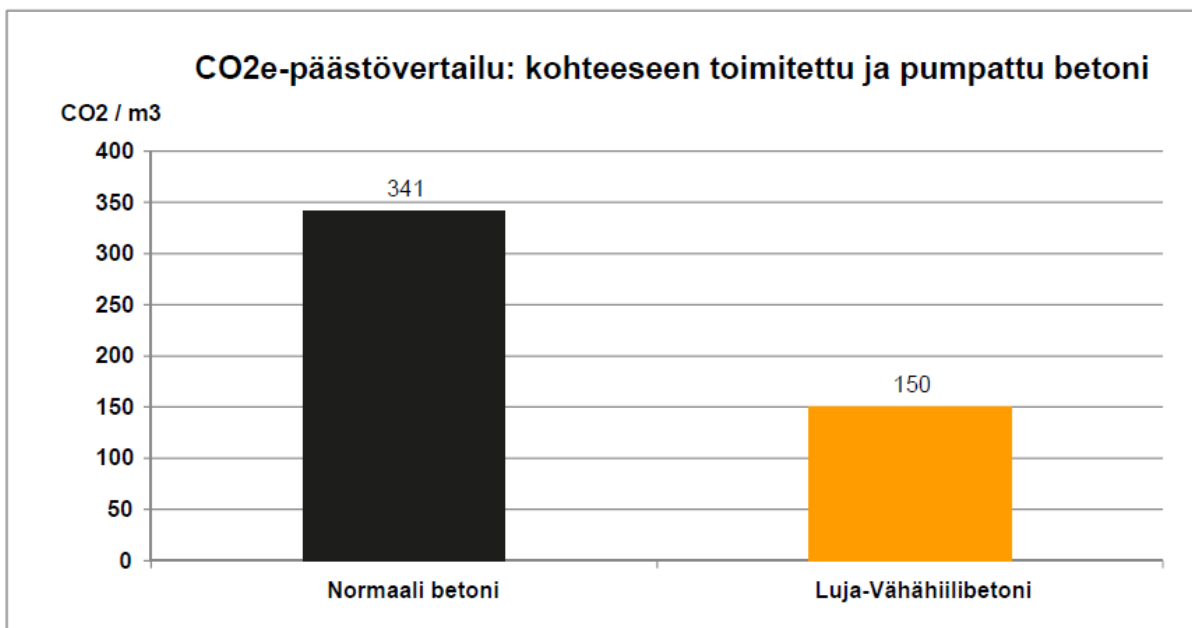
Molempia edellä mainittuja rakennusmateriaaleja tullaan tulevaisuudessakin tarvitsemaan rakennusalalla. Tämän takia on tärkeää löytää keinot, miten materiaalien aiheuttamia päästöjä voidaan kompensoida ja pienentää. Ratkaisuja voisi olla esimerkiksi sementin valmistuksen tehostaminen ja puurakentamisen lisääminen sen hiilikädenjäljen takia. Puurakentamisessa puun rakenteisiin muodostuva hiilivarasto kompensoisi mm. betonista aiheutuvia päästöjä. (Onko hiilineutraali rakentaminen mahdollinen? 2020.)

5.1.1 Betoni

Betoni on maailman käytetyin rakennusmateriaali, ja kattaa suurimman osan rakennusmateriaalien päästöistä. Rakennusalalla katseet onkin käännetty tarkasti juuri betonin valmistukseen. Tarkemmin kerrottuna betonin raaka-aineen, sementin valmistaminen tuottaa hiilidioksidipäästöt. Sementin valmistuksen päästöt aiheutuvat kalkkikiven kalsinoinnista, sekä siihen tarvittavasta energiankäytöstä. Mikäli sementti pysyy osana betonin valmistusprosessia, kalkkikiven polton ja sen kalsinoitumisessa syntyvät hiilidioksidipäästöt pitäisi pystyä ottamaan talteen, tai käyttämään hyödyksi. (Mölsä 2021.)

Betoniin liittyvät ilmastoystävällisemmät ratkaisut ovat vielä kehitysvaiheissa. Niitä kuitenkin tutkitaan jatkuvasti ja pyritään löytämään ratkaisuja päästöjen pienentämiseen. Yksi tällainen ratkaisu on betonin valmistusprosessin energiatehokkuuden parantaminen. Energiatehokkuuden parantaminen tapahtuisi käyttämällä kierrätyspolttoaineita, ohjaamalla hukkalämpöä, sekä muuttamalla betonin valmistuksessa käytettäviä seosaineita. Seosaineiden muutoksilla tarkoitetaan sementin osuuden pienentämistä ja korvaamista esimerkiksi masuunikuonalla tai lentotuhkalla. Erityisen tarkkana on oltava betonin rakennusteknisten ominaisuuksien muutoksista, mikäli sideaineita lisätään. Myös sementin korvaaminen kokonaan on tutkinnassa. (Mölsä 2021.)

Pasilaan rakennetun veturitie ja ratapihakorttelit-hankkeen tarkoitus oli toteuttaa työmaa, jossa hyödynnetään vähähiilistä betonia. Hanke toteutettiin yhdessä Helsingin kaupungin kanssa ja se oli osa Hiilineutraali Helsinki 2035-ohjelmaa. Työmaalla käytettiin uutta vähähiilistä betonia ja vertailtiin sen päästöjä normaaliin betoniin. Kuvion 4. päästövertailun tulokset kertovat, että vähähiilistä betonia hyödyntämällä on mahdollista puolittaa betonista aiheutuvien CO₂- päästöjen osuus. Kreaten projektipäällikkö Perokorpi kertoo, että vähähiilistä betonia hyödyntämällä työmaa säästää 200 000kg betonista aiheutuvia hiilidioksidipäästöjä 1000 kuution betoni erää kohti. (Vähähiilinen betonimassa vähentää merkittävästi veturitien rakentamisen hiilidioksidipäästöjä N.d.)



kuvio 4. Vähähiilinen betonimassa vähentää merkittävästi veturitien rakentamisen hiilidioksidipäästöjä N.d.

5.1.2 Teräs

Teräs on myös yksi välttämättömistä materiaaleista, kun ajattelemme yhteiskunnan toimivuutta. Terästä käytetään niin kulkuneuvoissa, rakennuksissa, koneissa kuin tietoliikenneverkosten toiminnassa. Teräksen valmistustapa, jossa käytetään runsaasti kivihiiltä, on yksi suurimmista yksittäisistä globaaleista kasvihuonepäästöjen aiheuttajista. Terästuotannosta aiheutuneet päästöt olivat lähes 10 % maailman kasvihuonepäästöistä, ja lähes 30 % teollisuuden päästöistä. Terästuotannon isoilla yrityksillä onkin valtava vastuu tehdä tarvittavia toimenpiteitä teräksen valmistusprosessiin, jotta

valmistuksesta saadaan ympäristöystävällisempää. (Terästeollisuudella keskeinen rooli ilmastokriisin ratkaisemisessa – vähähiiliseen tuotantoon investoitava merkittävästi jo tällä vuosikymmenellä 2022.)

Johtavista teräsyhtiöistä puhuttaessa SSAB nousee nopeasti esiin. Se on maailmalaajuisesti toimiva konserni, jonka tavoitteena on olla maailman ensimmäinen teräsyhtiö, joka tuo fossiilivapaan teräksen markkinoille. Fossiilivapaa teräs on tarkoitus tuoda markkinoille vuonna 2026. (SSAB lyhyesti N.d.)

SSAB on kehittänyt jo nyt kaksi erilaista teräksen valmistusmallia, joissa hiilidioksidipäästöistä on pyritty eroon. SSAB Zero nimeä kantava teräs on tehty kierrätys teräksestä, jonka tuottamiseen on käytetty biokaasua ja uusiutuvaa energiaa. Zero-terästä ei voida pitää kuitenkaan fossiilivapaana, koska kierrätetyn teräksen valmistustapa on ollut runsas päästöinen. Toinen täysin hiilidioksidivapaaksi kehitetty prosessi on nimeltään HYBRIT-teknologia. Siinä missä hiiltä käytettiin poistamaan happea rautamalmista, HYBRIT-teknologiassa hiilen sijaan käytetään vetyä. Lopputuloksena valtavien hiilidioksidipäästöjen sijaan tuotetaan vettä. (Fossiilivapaus on aivan nurkan takana N.d.)

Teknologian kehitys antaa mahdollisuuden valita vihreämmän tulevaisuuden. Huomioon otettava asia on myös hankkeiden osapuolten halu ja vastuu edistää siirtymää kohti hiilineutraalimpaa maailmaa, sillä vähähiilisten rakennusmateriaalien tuotantokustannukset voivat olla kalliimpia, joka vaikuttaa niiden hankintahintaan (Vähähiilisyys muuttaa betonia ja terästä 2023.) Sipilän (2021) mukaan, fossiilivapaan teräksen tuotanto ei ole vielä täysin aukotonta, sillä se tarvitsee toimiakseen valtavan määrän hiilivapaata sähköenergiaa.

5.2 Kipsilevy ratkaisut

Kipsilevy on yksi yleisimmistä korjausalalla käytettävistä materiaaleista. Työmaasta riippuen kipsilevyjen tarve voi olla erittäin suuri. Materiaalien suuri kulutus kasvattaa ympäristöystävällisten valintojen merkitystä, kun materiaali valintoja tehdään. Kyseisillä tuotteilla voi olla suuriakin eroja hiilijalanjälki vertailussa.

Saint-Gobain Gyproc tarjoaa erilaisia vähähiilisiä kipsilevyratkaisuja työmaa kohteille. Kipsilevyjen valmistus tapahtuu hyödyntämällä kierrätettäviä materiaaleja heikentämättä levyn

rakennusteknisiä ominaisuuksia. Kipsilevyjen valmistukseen käytettävistä materiaaleista kipsi saadaan louhimalla kipsikiveä, ja kartonki syntyy hyödyntäen kierrätyspaperia. Gyproc-levyjä valmistessa hyödynnetään myös puhdasta kierrätyskipsiä. Tällaiset toimet ja tuotteet säästävät luonnonvaroja, ja helpottavat työmaakohtaisiin päästötavoitteisiin pääsyä. (Kipsilevyn elinkaari ja ympäristö N.d.)

Asiantuntijayrityksen Bionovan One Click LCA -työkalulla toteutetussa tutkimuksessa selviää väliseinärakenteiden päästöeroja. Yritys on erikoistunut elinkaariarviointiin, jota pidetään erittäin merkittävänä osana tulevaisuuden rakennuskannan uusimisessa. Tutkimuksessa vertailtiin Gyproc-väliseiniä markkinoiden muihin kipsilevyseiniin. Tutkimus toteutettiin äänieristysluokittain julkisissa toimitiloissa. Lopputuloksena Gyproc-väliseinä ratkaisulla saatiin lähes puolet pienempi hiilijalanjälki verrattuna markkinoiden vastaaviin tuotteisiin. Tutkimuksen tuloksina vertailtavat lopulliset päästölukemat olivat Gyproc-väliseinällä $10,83\text{kgco}_2\text{e}/\text{m}^2$, kun taas vastaavan teräsrunkoisen kevytväliseinän $19,97\text{kgco}_2\text{e}/\text{m}^2$. Erityisesti rakennustyömailla, jossa kipsilevyn käyttö on runsasta, tällaisilla valinnoilla on suuri merkitys koskien työmaan hiilijalanjälki laskelmia. (Gyproc-ratkaisujen hiilijalanjäljet N.d.)

6 Uuden rakentamislain vaikutus

Maankäyttö- ja rakennuslaki tulee uudistumaan 1.1.2025. Eduskunnan hyväksymän uuden rakentamislain yksi isoimmista muutoksista on ilmastonmuutoksen torjumiseen vaikuttavat toimenpiteet, joilla ohjataan kohti vähähiilisyttä. Laki tuo esiin kiertotalouden parantamista, vähähiilistä rakentamista, työnlaadun parantamista, sekä paneutumista rakennuksen koko elinkaareen. Myöhemmin annettavat asetukset, kuten materiaaliseloste ja hiilijalanjäljen raja-arvot määrittävät pitkälti käytännön toteutuksen. (Eduskunta hyväksyi rakentamisen päästöjä pienentävät ja digitalisaatiota edistävät lait 2023.)

Lainsäädäntömme ei tällä hetkellä velvoita laatimaan materiaaliselostetta rakentamiseen ja korjaamiseen käytetyistä materiaaleista. Uuden rakentamislain myötä rakentamisluvan vaatimaan laajamittaiseen rakennushankkeeseen ryhtyvän on kuitenkin huolehdittava, että tällainen laaditaan. Materiaaliseloste tulisi olla koneluettavissa oleva tiedosto, josta käy ilmi hankkeessa käytetyt materiaalit ja tuotteet. Kyseisen selosteen tiedot tulisivat erityisesti käyttöön ilmastaselvityksen laatimisessa. Materiaaliselosteen avulla olisi tarkoitus arvioida rakennuksen vähähiilisyttä. (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen materiaaliselosteesta 2022.)

Yksi merkittävistä uuteen lakiin liittyvistä asetuksista tulee olemaan rakentamislupaa varten laadittava ilmastaselvitys. Ilmastaselvitys koskee niin laajamittaisia korjaus-, kuin uudisrakennushankkeita. Tämä asetus ohjaa tutkimaan rakennuksen koko elinkaaren aikana syntyviä ilmastohyötyjä ja –haittoja, sillä ilmastaselvitys tulee sisältämään hiilikädenjäljen ja hiilijalanjäljen laskentaa. Asetuksen tavoitteena on tukea jatkossa rakennettavan ja korjattavan ympäristön vähähiilisyttä. (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ilmastaselvityksestä 2021.)

Uusi laki on iso askel rakennusalalle kohti hiilineutraalimpaa tulevaisuutta. Uusi laki pakottaa isoja tekijöitä huomioimaan vähähiilisiä toimintatapoja, sekä arvioimaan kohteen hiilijalanjälkeä ja hiilikädenjälkeä. Uusien rakennuksien hiilijalanjälki ei saa myöskään ylittää sille määritettyjä raja-arvoja, jotka määräytyvät rakennuksen energian ja materiaalin kulutuksen mukaan. Suomen ympäristökeskus (syke) ylläpitää kansallista päästötietokantaa, josta löytyy tietoa rakennustuotteista, kierrätyksestä, koneista, energian kulutuksesta ja esimerkiksi hiilivarastoista. Päästötietokannasta löytyy yli 20 000 tuotteen hiilijalanjälkeä koskevia tietoja, joita voi käyttää hyväksi vähähiilisuuden arvioinnissa. (Rakennustieto seuraa rakentamislain uudistusta N.d.)

7 Tutkimustyö Renevo Oy

Korjausrakentamisen mahdollisuudet päästöjen vähentämiseen voidaan jakaa työnaikaisten päästöjen minimointiin sekä työmaalla tehtävien korjaus- ja parannustoimenpiteiden onnistumiseen. Kun työmaat suunnitellaan ja toteutetaan viisaasti, on mahdollista onnistua molemmissa pääteemoissa ja saada aikaan lopputulos, joka palvelee asukasta ja ympäristöä. Tavoitteena olisi parantaa asumisolosuhteita, ja vähentää energia hukkaa sekä päästöjä.

7.1 Jätehuolto ja materiaalitehokkuus

Työmailla jätteidenlajittelu on iso osa kierrätystä. On tärkeää, että työmaalta löytyy hyvät mahdollisuudet ohjata jätteet niille suunnattuun paikkaan. Kun jätehuolto ja jätteiden lajittelu suunnitellaan fiksusti, se ei olekaan hankalaa, vaan yksinkertaista ja kannattavaa. Tällaisen suunnittelun takia säästöt, joita lajittelu mahdollistaa, voivat muodostua erittäin isoiksi. On halvempaa lajitella jätteet, kuin täyttää kallista sekajätettä. Myös suunnittelu materiaalitehokkuuden osalta on fiksua. Mitä vähemmän työmaalla syntyy hukkaa, sitä vähemmän syntyy jätettä. (Kemppainen 2023.)

EU:n vihreän rahoituksen taksonomiassa yhdeksi arviointikriteeriksi on määritetty rakennustyömaiden 70 % kierrätysaste. Tämä tavoite on asetettu myös jätelakiin, ja tarkoittaa sitä, että vähintään 70 % työmaalla syntyvästä jätteestä tulisi hyödyntää tulevaisuudessa materiaalina. Parhaat tulokset kierrätysasteen suhteen on saavutettu hyödyntämällä yksinkertaista syntypaikkalajittelua, jossa jätteet lajitellaan omiin astioihinsa. Jäteasetus, joka tuli voimaan kesällä 2022 laajensi paljon rakennus- ja purkujätteen kierrätysvelvollisuuksia. (Kemppainen 2023.)

Yrityksen on oltava tarkkana hyötykäyttöasteen ja kierrätysasteen eroista. Jätteet, joita ei voida hyödyntää, päätyvät lajittelun jälkeen energiahyödyntämiseen, eli toisin sanoen polttoon tai materiaalille suunnattuun jätejakeeseen jäteasemalle. Tällaisessa tapauksessa työmaan hyötykäyttöaste paranee, mutta se ei vaikuta kierrätysasteeseen. Yrityksen onkin selvitettävä jätteen käsittelijän valmius ja kyky käsitellä jätteitä. Jätteen vastaanottajissa voi olla eroja jopa puun käsittelyssä. Jotkut ohjaavat työmaalla lajitellun puujätteen uudelleenkäyttöön, kun taas toiset polttavat sen. Jätteen lajittelun jälkeisillä tapahtumilla on täten myös iso merkitys työmaan kierrätysasteeseen. Yritys voi pyytää jätehuolto palveluntarjoajalta lajitteluraportin, sekä raporttia jätteen materiaalina hyödyntämisestä. (Kemppainen 2023.)

7.2 Energiatehokkuus ja uusiutuvan energian käyttö

Nykyisen asunto kannan korjaus – ja muutos toimenpiteet määrittelevät vahvasti rakennusalan onnistumisen vihreässä siirtymässä. Oikein toteutetut korjaustoimenpiteet tulevat näkymään välittömästi asunnon energiankulutuksessa, ja sitä kautta päästöissä. Tällä hetkellä asunnot Suomessa kuluttavat suuren osan käytettävästä energiasta. Lainsäädäntö ohjaa vahvasti tätä siirtymää, jossa päätavoitteina on energiatehokkuuden parannus, uusiutuvan energian käytön lisääminen, sekä energian kulutuksen ja hiilidioksidi päästöjen vähentäminen. (Rakennusten energiatehokkuus N.d.)

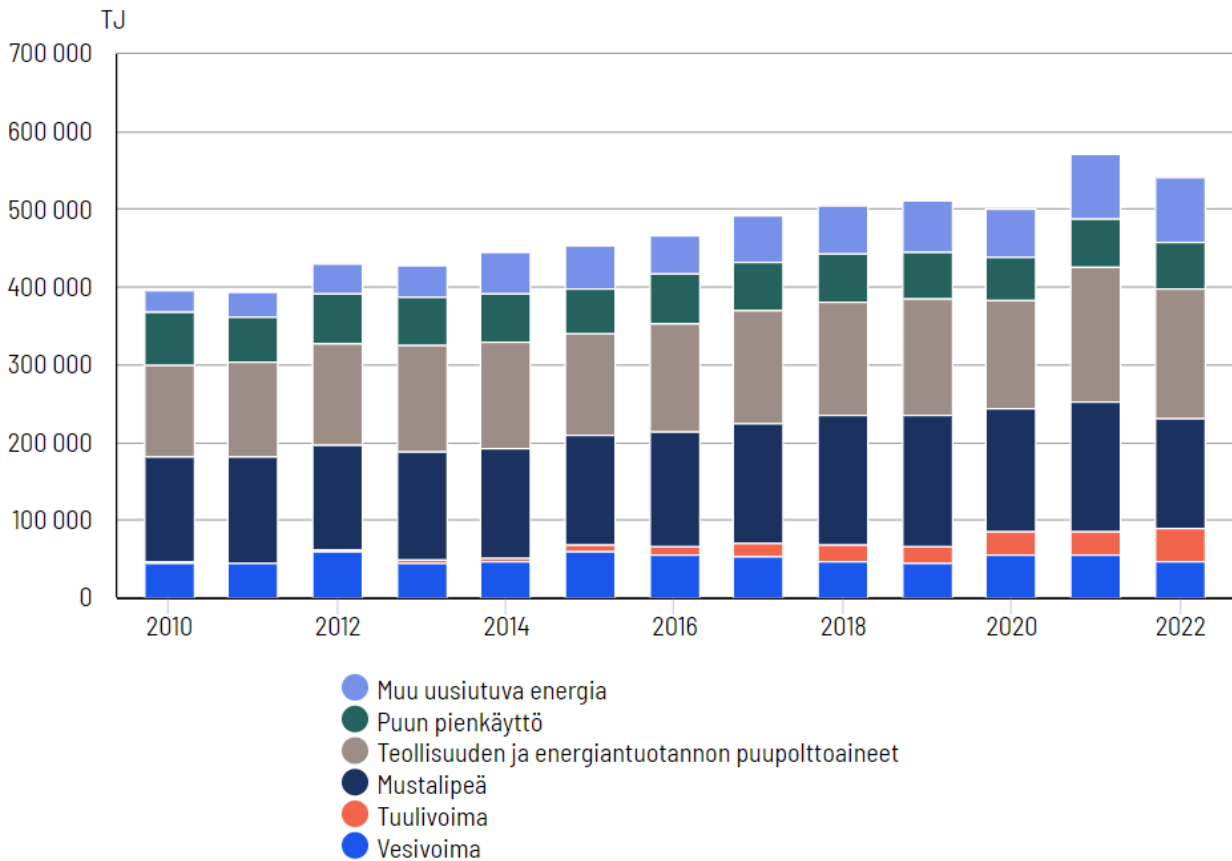
Energiatehokkuus itsessään palvelee niin asukasta itseään, kuin myös maapalloa. On tärkeää, että nykyinen asuntokanta saadaan päivitettyä keskeisten energiatehokkuussäädösten vaatimalle tasolle. Tämä tarkoittaa käytännössä asuntojen energiatehokkuuden parantamista erilaisilla toimilla. Toimenpiteet ovat hyvin tapauskohtaisia, mutta niitä voivat olla esimerkiksi lämmitystapa muutokset, lisäeristykset, ovien ja ikkunoiden vaihto tai ilmanvaihto järjestelmän muutokset. (Näin pienennät vanhan pientalon energiankulutusta ja saat paremman energiatodistuksen 2017.)

Suomi on valmistellut itselleen pitkän aikavälin strategian korjausrakentamista koskien. Strategian tavoitteena on vähentää 90 % rakennusten hiilidioksidipäästöistä vuoteen 2050 mennessä. Kyseinen strategia koskee ainoastaan rakennuksia, jotka on rakennettu ennen vuoden 2020 alkua. Strategian tavoitteena on linjata kustannustehokkaat keinot rakennuskannan muuttamiseksi vähähiiliseksi. Strategia määrittelee Suomen nykyisen rakennuskannan ja sen tavoitteet energiatehokkuudelle. Suurin päästövähennys tulee tapahtumaan fossiilisten polttoaineiden käytön lopettamisesta sähkötuotannossa ja lämmityksessä. Strategiaa on tarkoitus seurata ja päivittää kymmenen vuoden välein. Laadittujen raporttien pohjalta tarkoituksena on seurata erityisesti rakennuksien energiankulutuksen kehitystä ja kasvihuonepäästöjen muutoksia. Strategiassa kehitetty hiilijalanjälki indikaattori on tarkoitus ottaa laajamittaisissa peruskorjauskohteissa käyttöön lähitulevaisuudessa. (Suomen pitkän aikavälin korjausrakentamisen strategia N.d.)

Tarkasteltaessa kuviossa 5 esitettyjä uusiutuvien energialähteiden kulutuksia huomataan niiden pääsääntöinen tasainen kasvu. Energiankokonaiskulutusta tarkasteltaessa uusiutuvan energian osuus säilyi edellisen vuoden tasolla 42 %:ssa. Energiankulutus oli kuitenkin kokonaisuudessa edellis vuotta vähäisempää, joten uusiutuvan energian käyttö väheni 5 %. Vähenemistä selittäviä

tekijöitä livat mm. puupolttoaineiden lasku sekä paperiliiton 4 kuukauden työnseisaus, jonka takia mustanlipeän kulutus väheni. (Energian kokonaiskulutus väheni 5 % vuonna 2022, 2022)

Uusiutuvien energialähteiden kulutus 2010-2022*



kuvio 5. Energian kulutus väheni 5 % vuonna 2022, 2022.

Rakennusten lämmitys- ja sähköntuotantotavoilla on suuri merkitys tarkasteltaessa rakennetun ympäristön päästöjä. Isoimmat uusiutuvan energian lähteet ovat bioenergia, vesivoima, tuulivoima ja maalämpö. Uusiutuvan energian hyödyntämisen keskiössä ovatkin rakennusalan yritykset, sekä lämpölaitokset. Lämpölaitokset lisäävät koko ajan uusiutuvien energialähteiden, kuten bioenergian osuutta verrattaessa fossiilisiin polttoaineisiin. Tarkoitus on jatkuvasti kasvattaa uusiutuvien energiamuotojen osuutta rakennuskannassamme. (Energia ja rakentaminen N.d.)

7.3 Kiertotalous

Vuodesta 2025 eteenpäin voimaan astuva uusi rakentamislaki tulee vaikuttamaan kiinteistö- ja rakennusalaan merkittävästi. Uusi rakentamislaki tuo hyvin vahvasti esiin kiertotalouteen panostamista sekä sen merkitystä tulevaisuuden rakentamisessa. Uudella rakentamislakilla koitetaan saada rakentamiseen kokonaisvaltaista muutosta, joka tulee vaikuttamaan koko talouteen. Kiertotalouden periaatteet painottuvat materiaalitehokkuuteen, jätteidenlajitteluun, rakennuksien käyttöasteeseen, sekä rakennuksien korjaamiseen.

Rakennusallalla käytettävien rakennusmateriaalien valmistus aiheuttaa luonnonvarojen vähene mistä ja ilmastopäästöjä. Kiertotalouden huomioimisella on mahdollisuus parantaa materiaalien kierrätystä ja uusiomateriaalien käyttöä. Rakennusmateriaali hankintoja pitäisi ajatella niiden kestävyyden ja ympäristöystävällisyyden kannalta, unohtamatta rakennusteknisten ominaisuuksien säilyvyyttä materiaaleissa. Ympäristöystävällisen materiaalista tekee sen kierrätettävyys, ja mahdollisuus uusiokäyttöön. Tällä tavoin materiaalille tullaan saamaan uusi arvo, joka parantaa rakennusalan kiertotaloutta. On myös tärkeää, että materiaaleja käytetään ja tilataan vain tarpeelliset määrät. Rakentamis- ja kiinteistöala on yksi isoimmista jätteen tuottajista Suomessa, joten mahdollisuudet vaikuttaa ympäristöön ovat suuret. (Kiinteistö- ja rakennusalan kiertotaloudesta rakennetun ympäristön uusi normaali N.d)

Rakennus- ja purkujätteestä noin 85 % aiheutuu korjaushankkeista. Tämän takia erityisesti korjausrakentamiseen suuntautuvien yritysten tulisi paneutua rakennuksista vapautuvien materiaalien kierrätykseen. Korjausrakentamisella on myös suuri merkitys rakennusalan kiertotalouden onnistumiseen kokonaisvaltaisesti. Rakennuksien korjaustoimenpiteillä on tarkoitus vähentää merkittävästi rakennuksien purkamista kokonaan. Ajoissa tehdyt huolto- ja korjaustyöt ovat iso osa kiertotaloutta, jonka tarkoitus on edistää pitkäaikaisten ja elinkaaririkkaiden rakennuksien kantaa. Uusia rakennuksia tulisi rakennuttaa vain tarpeeseen kaupunki keskittymille. Lisätilojen tarve tulisi täyttää hyödyntämällä jo olemassa olevia tiloja ja rakennuksia. Myös erilaisten digitaalisten palveluiden hyödyntäminen rakennuksissa on iso osa käyttöasteen parantamista. Tällainen ratkaisu olisi esimerkiksi sähköisen ajanvarausjärjestelmän käyttöönotto, joka helpottaa eri tahojen välistä yhteiskäyttöä. Korjausrakentamisen roolia voidaan siis pitää erityisen merkittävänä tarkasteltaessa uuden rakennuslain sisältämää kiertotalous näkökulmaa. (Rakentamisen kiertotalous N.d.)

7.4 Kuljetusten optimointi

Työmaalle tapahtuvilla materiaalikuljetuksilla on suuri vaikutus hiilijalanjälkeen. Kuljetus aiheuttaa sekä välillisiä, että suoria ympäristökuormituksia. Lähtökohtaisesti logistiset asiat lisäävät aina vaikutuksia ympäristöön. Kuljetuksien vaikutuksiin voidaan vaikuttaa yksinkertaisin keinoin. Työmaan kuljetuksista syntyvään kilometrimäärään vaikuttaminen on yksi hyvä esimerkki siitä. Mitä vähemmän kokonaiskilometrejä työmaan kuljetuksista syntyy, sitä pienemmät ovat kuljetuksien aiheuttamat päästöt. (Lindgren 2018)

Rakennusvaiheen alkaessa tarvittavien materiaalien aikataulut on pakollista, oikea-aikaisten toimitusten mahdollistamiseksi. Lähtökohtaisesti työmailla ei ole isoille työmailla riittävästi varastointitilaa, jonka takia suunnittelu on myös tärkeää. Pienemmät varastointimäärät ja erätilaukset pienentävät myös työmailla syntyvää materiaalien hajoamista sekä syntyvää hukkaa. Tiluserissä kannattaa kuitenkin yrittää huomioida kuljetusten yhdistämisen mahdollisuutta. (Lindgren 2018)

Päästöjen hallintaan vaikuttavat myös myyjien ja toimittajien valinta. Yrityksien jakelustrategiat voivat vaihdella hyvinkin paljon. Huomion arvoisia asioita ovat mm. käyttöpaikan, ostopaikan ja tuotantopaikan välimatkat. Välimatkat tuotantovaiheesta käyttöönottoon voivat joissakin tapauksissa kasvaa erittäin suuriksi ja nostaa merkittävästi jakelusta aiheutuva ympäristöhaittoja. Kestävyyteen ja pitkäikäisyyteen panostaminen on kuitenkin merkittävin koko rakennuksen elinkaareen vaikuttava tekijä, joka myös omalta osaltaan vähentää kuljetuksien määriä. (Lindgren 2018)

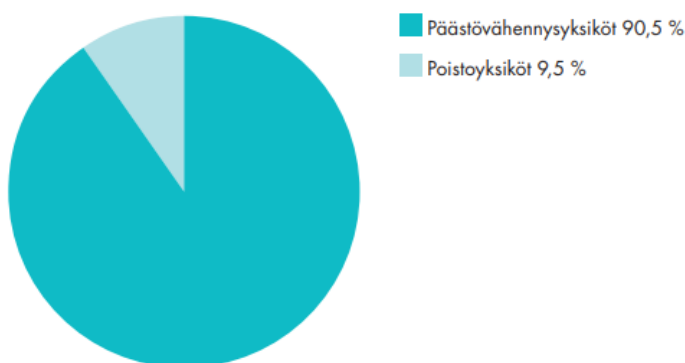
7.5 Hiilijalanjäljen kompensointi

Toiminnan muuttaminen täysin päästöttömäksi on monille organisaatioille täysin mahdotonta teknologisista ja taloudellisista syistä. Tämän takia on tärkeää tunnistaa päästövähentämismahdollisuuksia ja aloittaa vähentämään niitä vähitellen. Jäljelle jäävistä päästöistä yritys pystyy ottamaan vastuuta erilaisten luotettavien kompensointien avulla. Tällaisilla vapaaehtoisilla päästökompensatioilla on tarkoitus nopeuttaa globaalien päästöjen vähenemistä. On kuitenkin tärkeää ymmärtää, että kompensoitiot ovat vain lyhyen aikavälin ratkaisuja. Pitkällä aikavälillä organisaatioiden tulisi tähdätä heidän oman toiminnan päästöjen nollaamiseen. Tällä hetkellä Pariisin ilmastopöytäkirjassa määritetyt päästövähennysohjelmat eivät riitä pysäyttämään ilmastonlämpenemistä tavoiteltuun 1,5 asteeseen. Globaalit päästöt täytyy saada vähenemään nopeasti, jonka takia

vapaaehtoisilla kompensatioilla on erittäin iso merkitys onnistumisen kannalta. (Ruoho ja Lindholm 2022, 11)

Rakennusalan toimijoiden ennusteet liittyen hiilineutraalisuuden saavuttamiseen vaihtelevat. Lyhyellä aikavälillä rakennusalan on myös mahdollista vähentää päästöjä tarpeeksi, jotta toiminta saataisiin hiilineutraaliksi. Tämän vuoksi kompensatiot tulevat käyttöön kyseisellä sektorilla. Vaikka kompensatioita ei pidetä pitkän aikavälin ilmastotyökaluna, on se oikein hyvä vaihtoehto, jota hyödyntää matkalla yrityksen päästöjen nettonollatasoon. Kompensaatiomarkkinoilla suurin osa käytettävistä hyvitysyksiköistä tapahtuu päästöjen vähentämisen kautta. Kuitenkin lähestyessä vuotta 2030, kompensatioiden tulisi nojautua enemmän hyvitysyksiköihin, jotka tuottavat kasvihuonekaasupäästöjen poistoja. Tällä hetkellä iso osa hiilenpoistoon perustuvista yksiköistä panostavat metsien sekä maaperän hiilensidonnan lisäämiseen. Luontoon liittyviä kompensatiokeinoja pidetään ilmastotyössä lyhytaikaisina poistoina. Tulevaisuudessa olisi tarkoitus siirtyä poistoihin, jotka mahdollistavat hiilen sidonnan ilmakehästä useiksi sadoiksi vuosiksi, tai jopa pysyvästi. Poistojen hyödyntäminen tulee tulevaisuudessa kasvamaan merkittävästi nykyisestä tasosta. Nyt yksikkötyyppien välinen jakautuminen on volyymiltaan alla olevan kuvion 6 mukainen. (Ruoho ja Lindholm 2022, 16-17.)

Volyymin jakautuminen yksikkötyyppien kesken (%) vuonna 2020



kuvio 6. Ruoho ja Lindholm 2022, 24

Myös Suomeen on alkanut viime vuosien aikana muodostua kompensointipalveluja tarjoavien toimijoiden markkinaa. Kotimaassamme ne keskittyvät pääsääntöisesti maankäyttösektorin hiilineluja kasvattaviin hankkeisiin. Selvitysten mukaan yli 20 toimijaa tarjoaa päästöjä vähentäviä sekä poistoja lisääviä palveluita Suomessa. On syytä huomioida kuitenkin, että tarjolla olevien toimijoiden on täytettävä uskottavan kompensoinnin minimikriteerit, jotta heidän tarjoamiaan palveluita voidaan käyttää hiilineutraaliuteen tähtäävään kompensointiin. (Ruoho ja Lindholm 2022, 26.)

7.6 Hiilijalanjäljen laskenta ja raportointi

Kun lähdetään miettimään vähähiilisuuden arviointia, on tärkeää aluksi selvittää arvioinnin tavoitteet. Tällä tavoin varmistetaan, että arviointi vastaa juuri kyseiseen tarpeeseen. Tämän jälkeen täytyy valita kohteeseen sopivat arviointimenetelmät ja työkalut. Kun nämä kaikki edellä mainitut asiat on hoidettu, voidaan alkaa rajaamaan ja määrittelemään kyseiseen tarkoitukseen soveltuvia vaihteita, joita tulee huomioida ja mitä voidaan jättää huomioimatta. (Häkkinen ja Kuittinen 2020, 74.)

Rakennuksen vähähiilisuuden arviointiin tarvitaan kattava inventaario, joka sisältää tiedot käytetyistä materiaaleista, energiasta, kuljetuksista, purkamisesta sekä jätteidenkäsittelystä. Mikäli inventaario toimisi yksinkertaisimmillaan, se sisältäisi ainoastaan määräluettelon ja energiaselvityksen. Loput tiedot voitaisiin hakea tietokannasta tai vähähiilisuuden arviointiin käytettävästä ohjelmistosta. Materiaalimäärät saadaan helposti selville kustannuslaskelmista tai rakennuksen tietomalleista. Rakennuksen energiankulutus taas saadaan helpoimmillaan energiaselvityksestä. (Häkkinen ja Kuittinen 2020, 81.)

Ennen hiilijalanjäljen laskentaa täytyy vielä selvittää valittujen tuotteiden ja prosessien ympäristövaikutukset. Tuotteiden ja prosessien valmistus, käyttö, kuljetus ja kierrätys aiheuttavat kaikki toisistaan poikkeavia ympäristövaikutuksia, jotka tulee huomioida. Yleisimmistä materiaaleista on saatavilla päästötietoja suoraan päästötietokannasta, mutta kun halutaan selvittää tietyn valmistajan tuotteen päästöjä, tulee tarkastella kyseisen tuotteen ympäristöselostetta. (Häkkinen ja Kuittinen 2020, 81-82.)

Hiilijalanjäljen laskenta itsessään on hyvin yksinkertaista, sillä inventaarion tulokset tulee ainoastaan kertoa toiminnasta aiheutuvilla päästökertoimilla. Merkittäviä päästöjä aiheuttavia toimia ovat mm. tuotteet, energian käyttö, kuljetukset sekä rakennustyö. Hiilijalanjäljen suuruuteen vaikuttavia tekijöitä päästökertoimen lisäksi ovat materiaalin paino, ostoenergian määrä, rahtietäisyys sekä kulutettu energia. Kuviossa 6. on esitetty kaavoja, joilla hiilijalanjäljen laskenta on erittäin yksinkertaisesta ja selkeää. Laskennan helppouden takia voidaan todella helposti myös nostaa erilaisia rakennetyyppejä ja eri valmistajien materiaaleja vertailuun keskenään. Tällä tavoin onnistutaan selvittämään, millä tuotteella saisi parhaimman vaikutuksen vähähiilisyys näkökulmasta. (Häkkinen ja Kuittinen 2020, 82.)

Miten hiilijalanjälki lasketaan?

Hiilijalanjäljen laskenta on matemaattisesti hyvin yksinkertaista ja suoraviivaista: inventaariosta saadut tulokset kerrotaan päästökertoimilla. Suurin työ onkin yleensä inventaariossa.

Kaava 1: *Tuotteen hiilijalanjälki = Materiaalien paino x materiaalikohtainen päästökerroin*

Kaava 2: *Energian hiilijalanjälki = Ostoenergian määrä x energiamuotokohtainen päästökerroin*

Kaava 3: *Kuljetuksen hiilijalanjälki = Rahtietäisyys x kuljetusmuodon kilometrikohtainen päästökerroin*

Kaava 4: *Rakennustyön hiilijalanjälki = Kulutettu energia x energiamuotokohtainen päästökerroin*

kuvio 7. Häkkinen ja Kuittinen 2020, 82

Viimeisenä vaiheena hiilijalanjäljen laskentaketjussa on usein tuloksien raportointi. Raportointi tapa riippuu usein kohdetta varten valitusta arviointimenetelmästä. Arviointimenetelmän valintaan vaikuttaa esimerkiksi se, tehdäänkö arviointi rakentamismääräysten velvoittaessa vai liittyykö arviointi johonkin pienempään yksittäiseen toimenpiteeseen, kuten vihreän rakentamisen sertifikaattiin. Raporttia laatiessa on tärkeää pyrkiä läpinäkyvyyteen, jolloin ne kestävät tulevaisuudessa vertailun keskenään. Raporttiin on myös syytä kuvata ne rakennusosien tai materiaalien kohdat, joihin on laskenta vaiheessa sisällytetty oletuksia. Myös päästötietoja on syytä tarkastella kriittisesti. Päästötiedoissa kannattaa huomioida niiden luotettavuutta. Luotettavuutta lisääviä huomioita ovat ymmärrys ajallisen ja maantieteellisen edustavuuden vaikutuksista. Näillä tarkoitetaan käytännössä päästötietojen ajankohtaisuutta ja materiaalien valmistuksen alkuperän huomiointia

laskennassa. Hyvin laadittu raportti helpottaa ja havainnollistaa tulosten jakamista ja tulkintaa. (Häkkinen ja Kuittinen 2020, 82-83.)

7.7 Yritysvastuu

Yksittäisellä yrityksellä on valtava vastuu hiilineutraalisuus tavoitteiden saavuttamisen kannalta. Vähähiilisyteen pyrkiminen on jo osa tämänhetkistä yrityskulttuuria. Vastuullisuus on isossa osassa, kun lähdetään miettimään yrityksen pääperiaatteita. Yritys kantaa vastuuta kannattavasta liiketoiminnasta, samalla huomioiden vaikutuksia, joita se aiheuttaa ympäristöönsä. Yrityksen lähtökohtainen idea on kilpailla tilaaja- ja kuluttajamarkkinoilla. Tämä tarkoittaa kilpailua markkinoilla muiden yritysten kanssa. Markkinan aiheuttamien vaatimusten tasolla on pysyttävä, jotta kilpailuetu muihin säilyy. Hiilineutraalisuuteen pyrkiminen on tällä hetkellä vallitseva globaali trendi, joka kasvaa kovaa vauhtia. Vähähiilisyteen panostaminen ja sen huomiointi tuleekin tulevaisuudessa olemaan yksi vaatimus, jota markkina arvottaa. (Hiilineutraalisuus on osa yritysvastuuta N.d.)

Vähähiilisyys ei ole päätös, joka tehdään vaan se vaatii yritykseltä panostuksia. Henkilökunnan ja työntekijöiden osuutta onnistuneen lopputuloksen saavuttamiseen ei voi vähätellä. Henkilöstöä joudutaan sitouttamaan, kouluttamaan ja perehdyttämään yritykselle keskeisiin päästövähennyksiin ja -tavoitteisiin. Henkilökunta on avainasemassa, kun pyritään vähentämään koko toimintaketjun aikaisia päästöjä. Tulokset saadaan haluttuun suuntaan hyvällä johtamisella ja selkeiden toimintatapojen kehittämällä. Vähähiilisyteen pyrkimisessä on hyvä muistaa, että kaikella toiminnalla on merkitystä lopputulokseen. (Hiilineutraalisuus on osa yritysvastuuta N.d.)

8 Tulokset ja johtopäätökset

Renevo Oy:lle suunnatun opinnäytetyöprojektin lopputuloksena syntyi esiselvitys koskien hiilineutraalia rakentamista. Projektin teoriaosuudessa autettiin ymmärtämään ilmastonmuutoksen sekä hiilineutraalisuuden vaikutusta, ja merkitystä syvemmin. Teoriaosuus antaa syventävää tietoa opinnäytetyön keskeisistä aiheista, jotka paneutuvat rakennusalan ympärille. Renevo Oy:lle suunnatun tutkimus- ja kehittämistyön tarkoituksena oli koota tietoja, joilla yritys voi tulevaisuudessa kehittää toimintaansa kohti hiilineutraalisuutta. Työ avaa Renevo Oy:n kannalta kokonaisuuksia, joihin heidän on omalla panoksellaan nyt helpompi lähteä vaikuttamaan.

Opinnäytetyöprojekti tarjosi tietoa, miten yrityksen on mahdollista laskea, seurata, vähentää ja kompensoida oman toimintansa hiilijalanjälkeä. Esiselvityksen perusteella pienilläkin toimenpiteillä voidaan pitkällä aikavälillä saada aikaan merkittäviä tuloksia. Työn mukaan iso osa korjausrakentamisen päästövähennyksistä tapahtuu energiatehokkuuden parantamisella, sekä materiaalin käsittelyyn liittyvillä toimilla. Hiilineutraalisuuteen pyrkiminen ei ole ainoastaan yrityksen henkilöstön harteilla, vaan se vaatii yhteistyötä materiaalitoimittajien, asiakkaiden ja tilaajien kanssa. Yrityksellä on kuitenkin tärkeä tehtävä, että se saa sitoutettua koko organisaation tekemään töitä hiilineutraalisuustavoitteita kohti.

Johtopäätöksenä korjausrakentamisalalla vähähiilisyys panostaminen tapahtuu aluksi pieniin asioihin vaikuttamalla. Kuljetukset, materiaalihankinnat, energiatehokkuus sekä työn laatu ovat aihekokonaisuuksia, joihin yritys voi alkaa paneutumaan pieninkin panostuksin. Yhdellä työmaalla päästöjen huomiointi ei välttämättä ole kokonaisuuden kannalta merkittävää, mutta sen huomiointi jatkossa jokaisella työmaalla alkaa tuottamaan toivottuja tuloksia. Vuosien kuluessa toiminta kehittyy, ja päästösäästöistä alkaa muodostua pitkällä aikavälillä merkittäviä.

Työn jokaisessa vaiheessa pyrittiin peilaamaan aineistoja ja aiheita vastaamaan yrityksen kanssa yhdessä päätettyjä tutkimuskysymyksiä. Tutkimuskysymykset antoivat hyvän ja selkeän pohjan lähteä toteuttamaan työtä. Lopputuloksena tutkimuskysymyksiin saatiin vastauksia, ja niiden vastaamiseen keskityttiin läpi projektin. Tutkimuskysymyksien ansiosta työn toteutustapa oli hyvin selkeä. Toteutus tapahtui vastaamalla ennalta päätettyihin kysymyksiin ja tutkimalla kysymyksiin liittyviä aihekokonaisuuksia. Renevo Oy sai yleissivistävää tietoa aiheesta, sekä spesifimpää

materiaalia käyttöönsä, koskien korjausrakentamisen vaikutusmahdollisuuksia. Renevo Oy:lle esiteltiin myös hiilijalanjäljen laskennan peruseriaatteita.

Rakennusalalla hiilineutraalisuus on varmasti jossain vaiheessa saavutettavissa. Alalla on kuitenkin vielä pitkä matka edessään täysin hiilineutraaliin toimintaa, jonka takia siihen vaikuttaminen on aloitettava heti. Tavoitteiden saavuttaminen on globaalisti yksi tämän hetken merkittävimmistä asioista ja se vaatii kaikkien osapuolien kokonaisvaltaista lähestymistä aihetta kohtaan. Tämä esiselvitys tarjoaa yritykselle pohjan lähteä jalostamaan käsiteltyjen asioiden konkreettista toteuttamista yrityksen sisällä.

9 Pohdinta

Projektia voidaan pitää onnistuneena. Uskon opinnäytetyön antavan Renevo Oy:lle tietopohjaa, jota he voivat tulevaisuudessa lähteä halutessaan hyödyntämään. Hiilineutraalisuus ja ilmaston lämpeneminen ovat aiheina niin isoja ja globaaleja, että yksi projekti on mahdotonta saada kattamaan kaikki tarpeellinen sisältö. Tämä esiselvitys tarjoaakin hyvän pohjan lähteä miettimään asioita organisaation sisällä vähitellen eteenpäin. Renevo Oy pystyy tarjoamaan myös mahdollisesti seuraavalle henkilölle samankaltaista projektia, esimerkiksi yritykselle luotavan hiilineutraalisuus toimintasuunnitelman muodossa. Hiilineutraalisuus toimintasuunnitelma luotaessa, yritys voi tarjota tätä esiselvitystä avuksi. Uskon esiselvityksestä olevan apua niin toimintasuunnitelman laatimisessa, kuin rakennusalan tulevaisuuden ennakoinnissa.

Tavoitteenani oli avata yritykselle vielä syvemmin hiilijalanjäljen laskentaa, mutta aikataulun ja käytössäni olleiden resurssien takia se ei ollut mahdollista. Tämä laskennan tutkiminen olisi ollut myös itselleni mielenkiintoinen ja opettavainen aihe ottaa syvemmin mukaan kyseiseen työhön. Uskon, että hiilijalanjäljen laskenta ja sen raportointi tulee yleistymään tulevaisuudessa. Hiilijalanjäljen laskentaa lukuun ottamatta koin onnistuvani hyvin tässä projektissa, ja tarjoamaan hyvää ajantasaista tietoa Renevo Oy:lle ennakkoon päätetyistä aihekokonaisuuksista.

Tässä opinnäytetyössä on myös hyvä ottaa huomioon rakennusalaan kohtaan vallitseva tämänhetkinen epätietoisuus. Kukaan ei voi tarkalleen tietää, miten rakentamislain uudistukset tulevat näkyvään rakennusosalalla. Myös uuden rakentamislain tuomien uudistuksien käyttöönoton aikataulusta ja lopullisista vaikutuksista on hyvin vaikea sanoa vielä mitään faktapohjaista. Tällä hetkellä ympäristöministeriö valmistelelee asetuksia, jotka annetaan rakentamislain pohjalta. Kyseiset asetusvalmistelut ovat siis yhteydessä rakentamislakiin. Opinnäytetyössä on pyritty käsittelemään aiheita tämänhetkisiä tietoja ja näkymiä hyödyntäen.

Tämä opinnäytetyö toteutettiin noudattamalla Jamkin eettisiä periaatteita ja hyvää tieteellistä käytäntöä. Eettisyys aspektia on pyritty tarkastelemaan opinnäytetyön jokaisessa vaiheessa. Projektissa huomioitiin aineistonhallintaan ja tekijänoikeuksiin liittyvät asiat. Tässä tutkimuksessa ei tarvittu tutkimuslupaa, eikä salassapitosopimuksien tekeminen ollut tarpeellista. Työn toimeksiantaja on tietoinen tutkimuksen julkaisusta julkiseksi. Tutkimuksessa ei ollut myöskään tarpeellista tutkia tai käsitellä kenenkään henkilötietoja, jossa tarvitsisi kiinnittää erityistä huomiota

tietosuojaan. Työ on toteutettu kattavalla aineistopohjalla, joka parantaa sen luotettavuutta. Työhön on pyritty löytämään mahdollisimman ajantasaista tietoa aiheista, joita käsitellään. Työn aineistoja valittaessa on hyödynnetty kriittistä lukutaitoa, jotta päästään tarkastelemaan tekstien sisältöä, tavoitteita ja luotettavuutta.

Rakennusala on mielestäni suuren murroksen keskellä kaiken digitalisaation ja hiilineutraalisuuden takia. Alana rakennusala on niin valtava, että siellä tapahtuvat muutokset ja toimet vaativat yleensä paljon aikaa toteutuakseen. Nämä ovat varmasti syitä miksi rakennusala koetaan vielä kansan keskuudessa vanhoillisena alana. Ajan kuluessa muutokset ja kehitys tulevat kuitenkin näkymään myös rakennusalalla. Tämän takia yrityksiä on erittäin tärkeää pysyä muiden edellä, jotta kilpailuetu säilyy. Aineistoja läpi käydessä minulle jäi vahva käsitys siitä, että vähähiilisyyteen panostaminen voi pian toimia positiivisena ajurina markkinoilla yrityksiä kannalta. Tällä hetkellä rakennusalan hiilineutraalisuuden tavoittelussa ollaan vielä alkutekijöissään, mutta yrityksiä kannattaa aloittaa hiilineutraalisuustavoitteiden saavuttamiseen vaadittavat toimenpiteet mahdollisimman pian.

Lähteet

Bruce-Hyrkäs, T., Tähtinen, L. 2023. Asiantuntijakirjoitus: Hiilineutraali rakennus- mitkä, mitä ja miten? Rakennuslehti. Viitattu 18.1.2024. <https://www.rakennuslehti.fi/2023/02/asiantuntijakirjoitus-hiilineutraali-rakennus-mika-mita-ja-miten/>.

CO2-termit tutuiksi. N.d. OpenCO2net verkkosivu. Viitattu 4.5.2024.

<https://www.openco2.net/fi/co2-tietoa>.

Eduskunta hyväksyi rakentamisen päästöjä pienentävät ja digitalisaatiota edistävät lait. 2023. Ympäristöministeriö. Valtioneuvosto verkkosivu. Viitattu 6.2.2024. <https://valtioneuvosto.fi/-/1410903/eduskunta-hyvaksvy-rakentamisen-paastoja-pienentavat-ja-digitalisaatiota-edistavat-lait>.

Energia ja rakentaminen N.d. Smart verkkosivu. Viitattu 29.3.2024. <https://smart.rpt.fi/info/energia-ja-rakentaminen/>.

Energian kokonaiskulutus väheni 5% vuonna 2022. 2022. Tilastokeskuksen verkkosivu. Viitattu 29.3.2024. [Energian kokonaiskulutus väheni 5 % vuonna 2022 - Tilastokeskus \(stat.fi\)](https://www.stat.fi/tutkimus/energia/energia_kokonaiskulutus_vaheni_5_vuonna_2022).

Eskonen, H. 2021. Uusi selvitys: Useilla kunnilla jo kovemmat ilmastotavoitteet kuin valtiolla, ne kattaisivat toteutuessaan yli puolet koko Suomen hiilineutraalisuudesta. Yle 20.05.2021. Viitattu 1.1.2024. <https://yle.fi/a/3-11936114>.

Fossiilivapaus on aivan nurkan takana. N.d. SSAB verkkosivu. Viitattu 29.1.2024.

<https://www.ssab.com/fi-fi/fossiilivapaa#ffs>.

Gyproc-ratkaisujen hiilijalanjäljet N.d. Gyproc SAINT-GOBAIN verkkosivu. Viitattu 29.3.2024.

<https://www.gyproc.fi/gyproc-ratkaisujen-hiilijalanjaljet>.

Hiilineutraalisuuden pelisäännöt. 2015. Suomen Ympäristökeskus. Viitattu 1.1.2024.

[https://www.syke.fi/fi-FI/Tutkimus_kehittaminen/Tutkimus_ja_kehittamishankkeet/Hankkeet/Hiilineutraalisuus/Hiilineutraalisuuden_pelisaannot\(33690\)](https://www.syke.fi/fi-FI/Tutkimus_kehittaminen/Tutkimus_ja_kehittamishankkeet/Hankkeet/Hiilineutraalisuus/Hiilineutraalisuuden_pelisaannot(33690)).

Hiilineutraalisuus on osa yritysvastuuta N.d. Vastuullisuusraportti verkkosivu. Viitattu 26.4.2024.

<https://www.vastuullisuusraportti.com/hiilineutraalius-on-osa-yritysvastuuta/>.

Huuhka, S., Vainio, T., Moision, M., Lampinen, E., Knuutinen, M., Bashmakov, S., Köliö, A., Lahdensivu, J., Ala-Kotila, P., Lahdenperä, P. 2021. Purkaa vai korjata? Hiilijalanjälkivaikutukset, elinkaarikustannukset ja ohjauskeinot. Valtioneuvoston Julkaisuarkisto Valto. Viitattu 16.1.2024. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/162862/YM_2021_9.pdf?sequence=4&isAllowed=y.

Huhtanen, J. 2021. Rakentamisen ilmastovaikutusten vähentäminen on mahdollista nykykeinoin. Raksystems. Viitattu 20.1.2024. <https://raksystems.fi/blogi/rakentamisen-ilmastovaikutusten-vahtaminen-on-mahdollista-nykykeinoin/>.

Häkkinen, T., Kuittinen, M. 2020. Kohti vähähiilistä rakentamista. Rakennustieto Oy Helsinki. Viitattu 11.2.2023

Ikonen, A. 2023. Rakennusten ja rakentamisen ilmastomuutosten vähentäminen. Viitattu 11.1.2024. <https://www.sll.fi/app/uploads/2023/04/rakentamisen-politiikkasuositus-2023.pdf>.

Ilmastonmuutoksen syyt. N.d. Euroopan komissio. Viitattu 25.12.2023. https://climate.ec.europa.eu/climate-change/causes-climate-change_fi.

IPCC:n raportti: Nykysiet toimet eivät riitä ilmaston lämpenemisen rajaamiseen 1,5 asteeseen-tehokkaat päästövähennykset välttämättömiä jo seuraavan vuosikymmenen aikana. 2022. Valtioneuvoston verkkosivu. Viitattu 8.3.2023. <https://valtioneuvosto.fi/-/1410903/ipcc-n-raportti-nykyiset-toimet-eivat-riita-ilmaston-lampenemisen-rajaamiseen-1-5-asteeseen-tehokkaat-paastovahennykset-valttamattomia-jo-seuraavan-vuosikymmenen-aikana>.

Kasvihuonekaasupäästöt vähenivät vuonna 2022. 2023. Tilastokeskus. Viitattu 20.1.2024. <https://www.stat.fi/julkaisu/cl8d190lnb47r0bvvg344apf0>.

Kempainen, L. 2023. Kuinka mitata rakennustyömaan lajittelun onnistumista? L&T verkkosivu. Viitattu 21.3.2024. [Kuinka mitata rakennustyömaan lajittelun onnistumista? | Kiertotalous | Rakentaminen | Kiertotalousosaajat | Jätelaki | Kierrätys ja jätehuolto](#).

Kestävä rakentaminen. N.d. RT rakennusteollisuus verkkosivu. Viitattu 15.2.2024. <https://rt.fi/tieto-alasta/ymparisto-ja-ilmasto/kestava-rakentaminen/>.

Kiinteistö- ja rakennusalan kiertotaloudesta rakennetun ympäristön uusi normaali. N.d. Green building council Finland verkkosivu. Viitattu 15.4.2024. <https://figbc.fi/rakennetun-ympariston-kiertotalous>.

Kipsilevyn elinkaari ja ympäristö. N.d. Gyproc SAINT.GOBAN verkkosivu. Viitattu 29.3.2024. https://www.gyproc.fi/kipsilevyn-elinkaari-ja-ymparisto#tuotanto_ja_logistiikka.

Korjataan, eikä vain meinata. N.d. Renevo Oy verkkosivu. Viitattu 20.2.2024. <https://www.renevo.fi/palvelut>.

Lindgren S. 2018. Kuljetukset vaikuttavat rakentamisen hiilijalanjälkeen. Samk. Viitattu 26.4.2024. <https://tulevaisuudenrakentaminen.samk.fi/2018/07/05/kuljetukset-vaikuttavat-rakentamisen-hiilijalanjalkeen/>.

Mölsä, S. 2021. Sementin ja teräksen ilmastopäästöt tulevat jo valmistusprosessista – teräs puhdistuu joskus 2030-luvulla vetytelkistyksellä. Rakennuslehti. Viitattu 18.1.2024. <https://www.rakennuslehti.fi/2021/04/sementin-ja-teraksen-ilmastopaastot-tulevat-jo-valmistusprosessista-teras-puhdistuu-pian-vetytelkistyksella/>.

Näin pienennät vanhan pientalon energiankulutusta ja saat paremman energiatodistuksen. 2017. Lämpöykkönen verkkosivu. Viitattu 20.3.2024. [Näin pienennät vanhan pientalon energiankulutusta – ja saat paremman energiatodistuksen - Lämpöykkönen \(lampoykkonen.fi\)](https://lampoykkonen.fi/nain-pienennat-vanhan-pientalon-energiankulutusta-ja-saat-paremmat-energiatodistuksen-lampoykkonen-fi).

Näkökulma, hiilinielujen romahduksen seuraukset voivat koitua muiden sektoreiden taakaksi. 2023. Valtioneuvosto verkkosivu. Viitattu 4.5.2024. <https://valtioneuvosto.fi/-/1410903/hiilinielujen-romahduksen-seuraukset-voivat-koitua-muiden-sektoreiden-taakaksi>.

Onko hiilineutraali rakentaminen mahdollinen? 2020. RakentajaPRO. Viitattu 26.1.2024. <https://rakentaja.pro/artikkelit/onko-hiilineutraali-rakentaminen-mahdollinen/>.

Pariisin ilmastopöytäkirja. N.d. WWF verkkosivu. Viitattu 9.1.2024. [https://wwf.fi/uhat/ilmastonmuutos/pariisin-ilmastopöytäkirja/](https://wwf.fi/uhat/ilmastonmuutos/pariisin-ilmastopoytakirja/).

Rakennusten energiatehokkuus. N.d. Ympäristöministeriö verkkosivu. Viitattu 20.3.2024. [Rakennusten energiatehokkuus - Ympäristöministeriö](https://ymparisto.fi/rakennusten-energiatehokkuus).

Rakennustieto seuraa rakentamislain uudistusta. N.d. Rakennustieto verkkosivu. Viitattu 8.3.2024. <https://www.rakennustieto.fi/rakentamislaki>.

Rakentamisen kiertotalous. N.d. Ympäristöministeriön verkkosivu. Viitattu 15.2.2024. <https://ym.fi/rakentamisen-kiertotalous>.

RT: Korjausrakentamisella nopeimmat ja suurimmat vaikutukset hiilijalanjäljen pienentämiseen. 2022. RakentajaPRO. Viitattu 11.1.2024. <https://rakentaja.pro/artikkelit/rt-korjausrakentamisella-nopeimmat-ja-suurimmat-vaikutukset-hiilijalanjaljen-pienentamiseen/>.

Ruoho E., Lindholm M. 2022. Vapaaehtoiset kompensatiot kiinteistö- ja rakennusalalla. Green Building Council Finland. Viitattu 21.4.2024. <https://figbc.fi/media/vapaaehtoiset-kompensatiot-kiinteisto-ja-rakennusalalla-figbc-2022.pdf>.

Sipola, T. 2021. Maailman ensimmäinen erä fossiilivapaata terästä on valmiina – uusi teknologia vähentää pian Suomen hiilidioksidipäästöjä seitsemän prosenttia. Yle artikkeli. Viitattu 29.1.2024. <https://yle.fi/a/3-12062634>.

SSAB Lyhyesti. N.d. SSAB verkkosivu. Viitattu 29.1.2024. <https://www.ssab.com/fi-fi/ssab-konserni/tietoja-ssabsta/ssab-lyhyesti>.

Suomen pitkän aikavälin korjausrakentamisen strategia. N.d. Ympäristöministeriö verkkosivu. Viitattu 20.3.2024. [Korjausrakentamisen strategia - Ympäristöministeriö](#).

Tavoitteena kasvaa Suomen johtavaksi korjausrakentamisen toimijaksi. N.d. Re:mount verkkosivu. Viitattu 20.2.2023. <https://www.remount.fi/remount>.

Terästeollisuudella keskeinen rooli ilmastokriisin ratkaisemisessa – vähähiiliseen tuotantoon investoitava merkittävästi jo tällä vuosikymmenellä. 2022. WWF verkkosivu. Viitattu 29.1.2024. <https://wwf.fi/uutiset/2022/11/terasteollisuudella-keskeinen-rooli-ilmastokriisin-ratkaisemisessa-vahahiiliseen-tuotantoon-investoitava-merkittavasti-jo-talla-vuosikymmenella/>.

Tiesitkö tämän? Betoni on hiilinielu. N.d. Concretesolution verkkosivu. Viitattu 14.2.2024. <https://concretesolution.fi/betoni-hiilinielu/>.

Toikko T., Rantanen, T. 2009. Tutkimuksellinen kehittämistoiminta. Tampere. Tampereen yliopisto-paino Oy. Viitattu 9.4.2024.

Tutkimusmenetelmät ja tutkimusaineistot N.d. Jyväskylän yliopiston verkkosivu. Viitattu 9.4.2024. <https://openscience.jyu.fi/fi/opetus/perustutkinto-opiskelijat/opiskelumateriaalit/kirjastotutortori/2-hae-lahteet/nain-loydad-tietoa-tutkimusmenetelmista>.

Vähähiilinen betonimassa vähentää merkittävästi veturitien rakentamisen hiilidioksidipäästöjä. N.d. Kreate verkkosivu. Viitattu 31.3.2024. <https://kreate.fi/vahahiilinen-betonimassa-vahentaa-merkittavasti-veturitien-rakentamisen-hiilidioksidipaastoja/>.

Vähähiilisen rakentamisen tiekartta. N.d. Ympäristöministeriön verkkosivu. Viitattu 15.2.2024. <https://ym.fi/vahahiilisen-rakentamisen-tiekartta>.

Vähähiilisyys muuttaa betonia ja terästä. 2023. Rakennustaito artikkeli. Viitattu 29.1.2024. <https://rakennustaito.fi/vahahiilisyys-muuttaa-betonia-ja-terasta/>.

Ympäristöluokitukset. 2023. Green Building Council Finland. Viitattu 11.4.2023. <https://figbc.fi/ymparistoluokitukset#lisatietoja>.

Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ilmastaselvityksestä. 2021. Ympäristöministeriön hankesivu. Viitattu 6.2.2024. <https://ym.fi/hankesivu?tunnus=YM027:00/2021>.

Ympäristöministeriön asetus rakennuksen materiaaliselosteesta. 2022. Valtioneuvosto verkkosivu.
Viitattu 8.5.2024. <https://valtioneuvosto.fi/hanke?tunnus=YM031:00/2022>.