



SAVONIA

OPINNAYTEYO - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

HIILINEUTRAALI ALUERAKENTAMINEN

Määritelmien, tavoitteiden ja toimenpiteiden tarkastelu case-alueiden kautta

TEKIJÄ:

Marjaana Alanko

Koulutusala	
Tekniikan ja liikenteen ala	
Tutkinto-ohjelma	
Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma	
Työn tekijä(t)	
Marjaana Alanko	
Työn nimi	
Hiilineutraali aluerakentaminen– määritelmien, tavoitteiden ja toimenpiteiden tarkastelu case-alueiden kautta	
Päiväys	Sivumäärä/Liitteet
4.5.2021	49/1
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t)	
A-Insinöörit	
Tiivistelmä	
<p>Tässä opinnäytetyössä haluttiin selvittää, miten hiilineutraali alue on määritelty Suomessa ja millaisia tavoitteita ja toimenpiteitä hiilineutraaliin aluerakentamiseen liittyy.</p> <p>Aineistoksi työhön valittiin kuusi erilaista ja eri kaupungeissa sijaitsevaa aluetta, jotka tavoittelevat hiilineutraaliutta. Alueiden yhteyshenkilöille lähetettiin sähköpostitse kyselylomake, johon toivottiin vastausta joko kirjallisesti tai haastattelutilanteessa. Lomakkeessa esitettiin kysymyksiä hiilineutraaliuden määritelmästä, hiilineutraaliuden laskentamenetelmistä sekä toimenpiteistä, joilla minimoidaan hiilijalanjälkeä ja toimenpiteistä, joilla kasvatetaan hiilikädenjälkeä. Vastauksia saatiin kolmelta alueelta ja kaikki vastaukset tulivat kirjallisina. Muiden case-alueiden osalta käytettiin julkisesti saatavilla olevia lähteitä samoin kuin lisätietojen etsimiseen vastauksia lähettäneiden alueiden osalta. Työ toteutettiin yhdistettynä kirjallisuuskatsauksena sekä tapaustutkimuksena, jossa hyödynnettiin haastatteluja.</p> <p>Työssä kävi ilmi, että yksikään case-alue ei tavoitellut hiilineutraaliutta koko alueen osalta, eivätkä case-alueet olleet määritelleet, mitä alueen hiilineutraalius tarkoittaisi. Alueiden hiilijalanjäljen/hiilineutraaliuden laskentatavat poikkesivat toisistaan melko paljon. Toimenpiteissä, joita case-alueilla tehtiin hiilijalanjäljen pienentämiseksi sekä hiilikädenjäljen kasvattamiseksi löytyi yhtäläisyyksiä alueiden väliltä. Case-alueiden hyödyntämiä hiilijalanjälkeä pienentäviä toimenpiteitä olivat esimerkiksi alueiden rakentaminen hyvien joukkoliikenneyhteyksien varrelle - mahdollistaen kestävä liikkuminen - sekä tiivis rakennustapa, jossa hyödynnettiin myös täydennysrakentamista. Ylijäämämassojen hyödyntäminen alueella ja kierrätysmateriaalien uusiokäyttö infrarakentamisessa mainittiin infra- ja esirakentamisen vähähiilisyys-tyyppinä toimenpiteinä. Rakennusten rakentamisen hiilijalanjälkeä pyrittiin pienentämään suosimalla puurakentamista sekä käyttämällä uusiutuvia ja vähähiilisiä rakennusmateriaaleja. Energian osalta pyrittiin hyödyntämään uusiutuvia energianlähteitä. Hiilikädenjälkeä kasvattavina toimenpiteinä mainittiin mm. puurakentamisen suosiminen, alueella tuotettu uusiutuva energia sekä kiertotalouden hyödyntäminen alueen infrarakentamisessa ja rakennusten rakentamisessa.</p>	
Avainsanat	
Hiilineutraalius, Aluerakentaminen, hiilijalanjälki, hiilikädenjälki	

Field of Study	
Technology, Communication and Transport	
Degree Programme	
Degree Programme in Civil Engineering	
Author(s)	
Marjaana Alanko	
Title of Thesis	
Carbon-neutral regional development: reviewing definitions, objectives and measures through case areas	
Date	4 May 2021
Pages/Appendices	49/1
Client Organisation /Partners	
A-Insinööri	
Abstract	
<p>The aim of this final project was to find out how a carbon-neutral area in Finland is defined and what kind of aims and measures are related to carbon-neutral area construction.</p> <p>First, six areas in different cities, attempting to be carbon-neutral, were selected for the work. A questionnaire was sent to the regional experts by e-mail, to which a reply was requested either in writing or as an personal interview. The form included questions about the definition of carbon neutrality, methods for calculating carbon neutrality, and measures to minimize the carbon footprint and to increase the carbon handprint. Responses were received from three areas and all the responses came in writing. For the areas that did not respond, publicly available sources were used, as well as for additional information on areas that replied to the questionnaire. The work was carried out as a combined literature review and a questionnaire survey.</p> <p>The work revealed that none of the case areas had a definition of a carbon-neutral area. The methods for calculating the carbon neutrality of the regions also differed a lot. Similarities were found in the measures taken to reduce the carbon footprint and to increase the carbon footprint. Measures to reduce the carbon footprint included the construction of areas along good public transport connections and a dense construction method that also utilized supplementary construction. Utilization of land masses in the area and the reuse of recycled materials in infrastructure construction were mentioned as measures. In the construction of buildings, by favoring wood as a material and the use of other renewable and low-carbon building materials, the carbon footprint of the area can be reduced. By utilizing renewable energy sources and using the principles of sustainable mobility, it is possible to get closer to the goal of a carbon-neutral region. As measures to increase the carbon footprint, e.g. favoring wood construction, renewable energy produced in the area, and utilizing the circular economy in the area's infrastructure construction and building construction were generally understood to have an good impact.</p>	
Keywords	
carbon neutral, regional construction, carbon footprint, carbon handprint	

ESIPUHE

Edessäsi on opinnäytetyö hiilineutraalista aluerakentamisesta, jonka tarkoituksena oli selvittää, onko Suomessa käytössä hiilineutraalin alueen määritelmää ja miten hiilineutraalius on laskettu. Työ on tehty Savonia-ammattikorkeakoulun rakennusinsinöörin opinnäytetyönä ja se toteutettiin alkuvuonna 2021.

Kun minulle tarjoutui tilaisuus päästä tekemään opinnäytetyötä hiilineutraalista aluerakentamisesta, en epäröinyt hetkeäkään. Ekologiset arvot ovat minulle tärkeitä ja haluan olla omalta osaltani luomassa ratkaisuja kestäväen tulevaisuuden turvaamiseksi.

Rakennusalan ympäristötietoisuus on lisääntymässä ja rakennetun ympäristön hiilipäästöjen laskenta ja hiilineutraalius ovat tällä hetkellä asioita, jotka puhuttavat ja joista halutaan tietää lisää. Tämän työn tekeminen antoi minulle mahdollisuuden päästä tutustumaan ajankohtaiseen ja itseäni kiinnostavaan aiheeseen tarkemmin ja syvällisemmin.

Haluan kiittää työni ohjaajia A-Insinööreiltä mahdollisuudesta lähteä tekemään tätä työtä sekä tuesta ja kannustuksesta, jota olen heiltä saanut.

Toivottavasti nautit työni lukemisesta.

Marjaana Alanko

Kuopio, Huhtikuu 2021

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO.....	6
2	HIILIPÄÄSTÖT RAKENNETUSSA YMPÄRISTÖSSÄ.....	7
2.1	Hiilijalanjälki ja hiilikädenjälki	7
2.2	Rakentamisen elinkaariarviointi (LCA)	8
2.3	Auerakentamisen päästöt.....	10
2.4	Hiilinelut	11
2.5	Kaavoitus	11
3	HIILINEUTRAALIUS.....	14
3.1	Hiilineutraalius valtion tasolla	15
3.2	Hiilineutraalius kuntatasolla	15
3.3	Hiilineutraalin rakennuksen määritelmä	17
3.4	Hiilineutraalin alueen määritelmä.....	18
3.5	Työkaluja alueiden hiilijalanjälkilaskentaan	19
3.6	Hiilineutraalin auerakentamisen keinoja	20
3.6.1	Maankäyttö	20
3.6.2	Pohjatyöt.....	21
3.6.3	Rakennusten ja infrastruktuurin rakentaminen.....	21
3.6.4	Energia	22
3.6.5	Liikenne	22
4	ALUEIDEN HIILINEUTRAALIUDEN TARKASTELU.....	24
4.1	My Town, Tuusula	24
4.2	Hiedanranra, Tampere	25
4.3	Malmi, Helsinki	28
4.4	Kera, Espoo	29
4.5	Masalan ekoölykylä, Kirkkonummi.....	31
4.6	Skanssi, Turku	33
4.7	Yhteenveto case-alueista	35
4.8	Johtopäätökset.....	42
5	POHDINTA	44
	LÄHTEET	46

1 JOHDANTO

Suomi on asettanut tavoitteekseen olla hiilineutraali vuoteen 2035 mennessä. Tällä tarkoitetaan sitä, että suomalainen yhteiskunta ei saa tuottaa hiilidioksidipäästöjä ilmakehään enempää kuin mitä valtio pystyy rajojensa sisällä sitomaan. Rakennetun ympäristön osuus hiilidioksidipäästöistä on merkittävä, mutta rakentamiselta ei nyky-yhteiskunnassa voida välttyä. Siksi on ensiarvoisen tärkeää kartoittaa ja kehittää toimintatapoja, joilla rakennetun ympäristön hiilidioksidipäästöjä voidaan vähentää. Tavoitteisiin päästäkseen pitää myös ilmastohyötyjä eli hiilikädenjälkeä kasvattaa. Ympäristöministeriön vuonna 2017 julkaiseman vähähiilisen rakentamisen tiekartan mukaan rakennusten elinkaaren vähähiilisyys tulee osaksi rakennusmääräyksiä 2020-luvun puoliväliin mennessä.

Hiilineutraali aluerakentaminen on melko vähän tutkittu aihe Suomessa. Suomesta löytyy alueita, jotka tavoittelevat hiilineutraaliutta, mutta yleisesti hyväksyttyä määritelmää hiilineutraalille alueelle ei ole laadittu.

Tämän työn tarkoituksena on tarkastella eri puolella Suomea sijaitsevia alueita, jotka tavoittelevat hiilineutraaliutta ja selvittää miten nämä alueet ovat määritelleet hiilineutraaliustavoitteensa. Tarkoituksena on selvittää, onko hiilineutraaleille alueille Suomessa yhdenmukaisia määritelmiä käytössä ja jos on, mitä määritelmä pitää sisällään. Työssä selvitetään myös alueilla käytettyjä tapoja arvioida hiilineutraaliutta sekä keinoja, joiden avulla hiilineutraaliustavoitteisiin pyritään alueilla pääsemään. Työssä pyritään kartoittamaan keinoja, joiden avulla hiilineutraalia aluetta voitaisiin lähteä suunnittelemaan ja toteuttamaan.

2 HIILIPÄÄSTÖT RAKENNETUSSA YMPÄRISTÖSSÄ

2.1 Hiilijalanjälki ja hiilikädenjälki

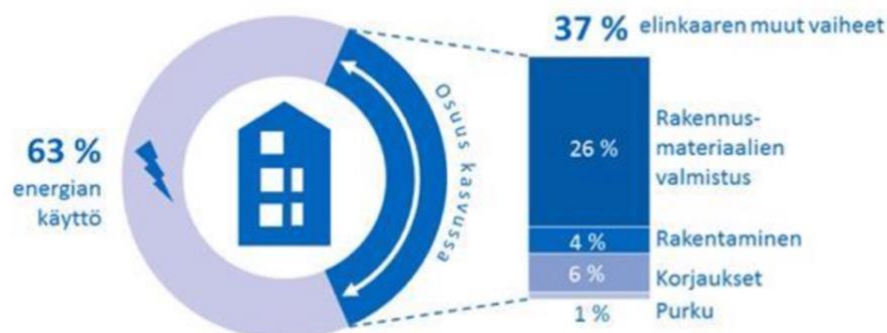
Hiilijalanjäljellä kuvataan jonkin tuotteen tai toiminnan koko elinkaaren aikaista kuormittavuutta ilmastolle. Hiilijalanjälki voidaan määrittää yrityksille, organisaatioille, toiminnalle tai yksittäiselle tuotteelle. (Sjöstedt, 2018). Hiilijalanjälki on mittari, jonka laskennasta on olemassa kansainvälinen standardi. Tuloksen arvioinnissa käytetään elinkaariarvioinnin menetelmää. (Häkkinen & Kuittinen 2020, 48-49).

Ihmisen toiminnasta aiheutuu kasvihuonekaasupäästöjä, jotka haittaavat auringon lämpösäteilyn pääsyä ilmakehästä takaisin avaruuteen. Näin ne aiheuttavat ilmaston lämpenemistä. (Suomen virallinen tilasto (SVT)). Kasvihuonekaasupäästöjen yhteenlaskettua ilmastoa lämmittävää vaikutusta voidaan raportoidaan hiilidioksidiekvivalentteina, joko CO₂-ekv, CO₂ekv. tai CO₂e. (Sjöstedt, 2018).

Hiilijalanjäljen raportointitapa kattaa Kioton pöytäkirjan nimeämät kasvihuonekaasut, joita ovat hiilidioksidi (CO₂), metaani (CH₄), dityppioksidi (N₂O) sekä HFC-yhdisteet (fluorihiiivedyt), PFC-yhdisteet (perfluorihiiivedyt), rikkiheksafluoridi SF₆. HFC- PFC-yhdisteitä sekä rikkiheksafluoridia (SF₆) kutsutaan yhteisellä nimellä F-kaasuiksi. Kasvihuonekaasujen päästöt yhteismitallistetaan eli muunnetaan ekvivalentiksi hiilidioksidiksi GWP100-kertoimen avulla. (Kioton pöytäkirjan toimeenpanon säännöt, 2003, 20.) Hiilijalanjälki ilmoitetaan syntyvien päästöjen massana, joko tonneina, kilogrammoina tai grammoina (Optiwatti 2019.).

Rakennusten hiilijalanjälki kertoo niiden elinkaaren aikaisesta vaikutuksesta ilmastoon. Näitä vaikutuksia mitataan kasvihuonekaasupäästöillä (CO₂-ekv), jotka syntyvät toiminnan eri vaiheissa joko suoraan tai välillisesti. (Kujala 2018.). Rakennusten hiilijalanjälkeen vaikuttaa rakennuksen energiatehokkuus, käytetyn energian hiilijalanjälki sekä rakennusmateriaalien hiilijalanjälki. Näiden lisäksi rakennusten koko elinkaarenaikaiseen hiilijalanjälkeen vaikuttavat rakennusmateriaalien valmistus, rakentaminen, korjaukset sekä lopulta purkaminen ja kierrätys. Keskimääräisen asuinkerrostalon hiilijalanjäljestä 63 % tulee käytönaikaisen energian käytöstä ja 37 % elinkaaren muista vaiheista; näistä suurimmat päästöt syntyvät rakennusmateriaalien valmistuksesta. (Ympäristöministeriö 2016.)

Rakennuksen hiilijalanjäljen muodostuminen



KUVA 1. Rakennuksen hiilijalanjäljen muodostuminen (Ympäristöministeriö 2016)

Toisin kuin hiilijalanjälki, joka viittaa kasvihuonekaasupäästöjen negatiivisiin ympäristövaikutuksiin tuotteen koko elinkaaren aikana, termi *hiilikädenjälki* viittaa tuotteen tai tekemisen positiivisiin ympäristövaikutuksiin koko sen elinkaaren aikana. Hiilikädenjälki perustuu siihen periaatteeseen, että oman hiilijalanjäljen pienentäminen ei lisää hiilikädenjälkeä vaan sitä saavutetaan vähentämällä toisten toimijoiden hiilijalanjälkeä. (Pajula, Vatanen, Pihkola, Grönman, Kasurinen & Soukka 2018, 9.) Hiilikädenjäljellä tarkoitetaan siis niitä tekoja tai toimenpiteitä, jotka tuottavat ilmastohyötyjä tuotteen, prosessin tai palvelun käyttäjälle, silloin kun verrokkina on vastaava tavanomainen ratkaisu. Hiilikädenjälkeä voidaan luoda niin valtioiden, yritysten, yhdistysten tai yksittäisten ihmisten toimesta. (Sjöstedt, 2018).

Rakentamisen hiilikädenjäljellä tarkoitetaan sellaisia rakennuksen elinkaaren aikana saavutettavia ilmastohyötyjä, joita ei syntyisi ilman rakennushanketta. (Ympäristöministeriö 2019.)

Hiilikädenjälkeen voidaan lukea kuuluvaksi rakennustuotteiden uudelleenkäyttö ja kierrätys, joiden ansiosta vältetään päästöjä, joita olisi syntynyt uusien vastaavien tuotteiden tai materiaalien valmistuksesta. Rakennusmateriaaleihin varastoitunut eloperäinen hiili ja rakenteisiin elinkaaren aikana mahdollisesti sitoutuva ilmakehän hiilidioksidi voidaan myös lukea hiilikädenjäljeksi. (Häkkinen & Kuittinen 2020, 49 -50.)

Hiilikädenjälkeen voidaan vaikuttaa esimerkiksi parantamalla energiatehokkuutta, pienentämällä ja tehostamalla materiaalin käyttöä, kehittämällä tuotteiden kierrätettävyyttä sekä pidentämällä niiden käyttöikää esimerkiksi parantamalla niiden käytettävyyttä (VTT 2018). Hiilikädenjälkeä voi kasvattaa myös rakennuksessa tai tontilla tuotettu ylimääräinen uusiutuva energia. Uusiutuvaa energiaa ovat aurinko-, tuuli-, vesi-, ja bioenergia, maalämpö sekä aaltojen liikkeestä saatava energia. Bioenergiaa ovat puolestaan puuperäiset polttoaineet, peltobiomassat, biokaasu, ja kierrätyspolttoaineiden biohajoava osa. Yleensä hyödynnetään aurinkoenergiaa sekä maasta, vedestä tai ilmasta saatavaa energiaa erilaisten lämpöpumppujen avulla. (Häkkinen & Kuittinen 2020, 116.)

2.2 Rakentamisen elinkaariarviointi (LCA)

Kaikilla tavaroilla ja tuotteilla on elinkaari. Tässä työssä elinkaarella tarkoitetaan ympäristövaikutusten arvioimista koko tuotteen olemassaolon ajalta. Tuotteen elinkaari alkaa raaka-aineiden hankinnasta ja päättyy joko kierrätykseen tai loppusijoitukseen. (Ympäristöhallinto 2014.) Elinkaariarviointi (life cycle assessment) eli LCA, on menetelmä, jonka avulla voidaan analysoida ja arvioida tuotteiden tai palvelujen vaatimia resursseja ja ympäristövaikutuksia (Ympäristöhallinto 2014.).

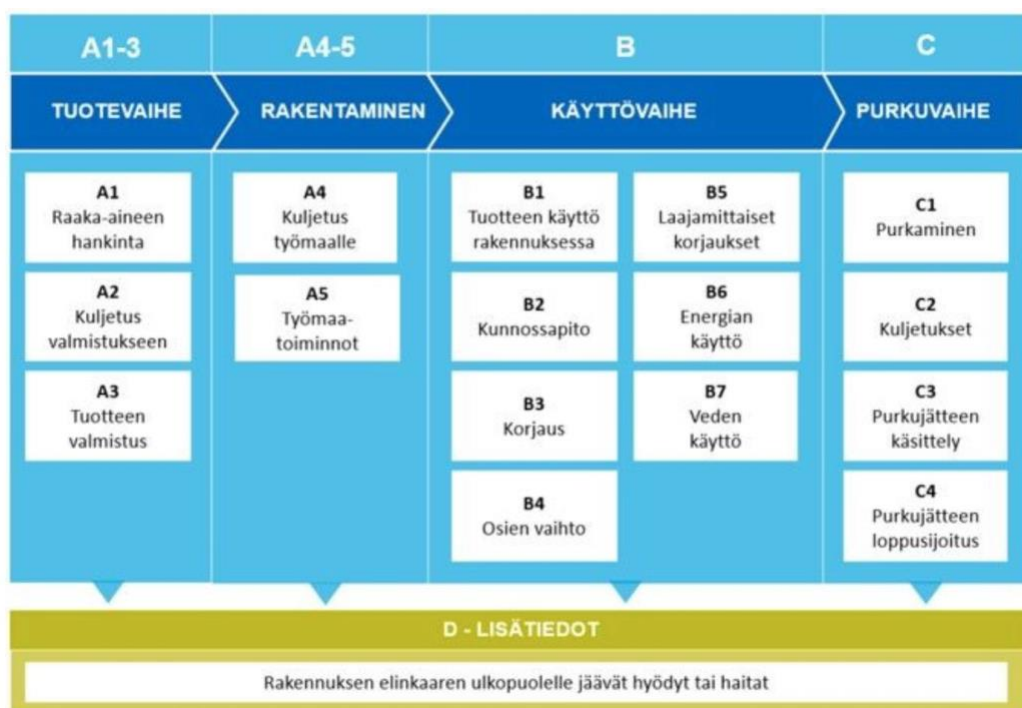
Rakentamisella on merkittävät vaikutukset ympäristöön. Rakentaminen ja rakennukset aiheuttavat noin kolmanneksen Suomen kasvihuonekaasupäästöistä ja noin 40 % energiankulutuksesta. (Kuittinen & le Roux 2017, 11.) Rakennettu ympäristö vaikuttaa ilmastoon monin tavoin elinkaarensa eri vaiheissa. Päästöjä aiheutuu materiaalien hankinnasta, tuotteiden valmistuksesta ja kuljetuksista, maansiirroista, rakentamisesta sekä asennuksista. Suurin osa päästöistä aiheutuu rakennusten käytön aikana energian kulutuksesta. Myös rakennuksen purkaminen ja jätteiden käsittely vaikuttavat päästöjen kokonaismäärään. (Häkkinen & Kuittinen 2020, 18.)

Rakennusten elinkaariarviointiin sisältyy kaikki sen vaiheet: raaka-aineiden hankinta, rakennustuotteiden valmistus, kuljetukset, rakentaminen, käyttö, ylläpito ja korjaukset, purkaminen sekä materiaalien kierrättäminen tai loppusijoittaminen kaatopaikalle. Rakennuksen elinkaari voidaan jakaa viiteen vaiheeseen, joita ovat tuotevaihe, rakennusvaihe, käyttövaihe, elinkaaren loppuvaihe sekä järjestelmän rajojen ulkopuoliset hyödyt ja haitat. (Ympäristöministeriö julkaisuaika tuntematon.).

Suurin osa rakennusten aiheuttamista päästöistä aiheutuu energian käytöstä elinkaaren eri vaiheissa. Tämän lisäksi päästöjä aiheutuu tuotteiden valmistusprosesseissa, sekä aikanaan jätteenkäsittelyn tietyissä vaiheissa. Elinkaaren aikaiset päästöt voidaan jakaa kahteen osaan, joita ovat rakennuksen energiankulutukseen liittyvät päästöt eli käyttösidonnaiset päästöt ja rakennuksen tuotteisiin liittyvät päästöt eli tuotesidonnaiset päästöt. (Häkkinen & Kuittinen 2020, 40.).

Tuote- ja rakennusvaiheen ympäristövaikutukset ovat helposti arvioitavissa, koska ne tapahtuvat lähitulevaisuudessa. Käyttövaiheen, elinkaaren loppuvaiheen sekä järjestelmän rajojen ulkopuolisia hyötyjä ja haittoja on hankalampi arvioida. Tämä johtuu siitä että, ne tapahtuvat tulevaisuudessa ja näin perustuvat olettamuksiin ja skenaarioihin rakennuksen käytöstä, ylläpidosta ja purkamisesta. (Ympäristöministeriö julkaisuaika tuntematon.).

Tuote- ja rakentamisvaiheen päästöihin voidaan vaikuttaa esimerkiksi ohjaamalla vähähiilisten ratkaisujen hyödyntämistä rakennuksissa. Käyttövaiheessa voidaan hyödyntää vähäpäästöisiä energiamuotoja ja elinkaaren lopussa, kun rakennus puretaan, voidaan purkujätettä hyödyntää uusien alueiden ja rakennusten rakentamisessa. (Energiaviisaat kaupungit 2020.).



KUVA 2. Rakennuksen elinkaaren vaiheet. (Bionova 2017).

Tuotevaiheeseen (A1-3) kuuluvat rakennuksessa käytettävien rakennusmateriaalien valmistukseen liittyvät prosessit, joita ovat raaka-aineen hankinta, kuljetukset valmistukseen sekä rakennustuotteiden valmistus. Rakennusvaiheessa (A4-5) rakennustuotteet kuljetetaan työmaalle ja asennetaan paikoilleen rakennuksessa. Käyttövaiheen prosesseja (B1-7) ovat huolto- ja korjaustoimenpiteet. Myös rakennuksen käytönaikaiset energian- ja vedenkulutukseen liittyvät prosessit lasketaan tähän mukaan. Elinkaaren loppuvaiheen (C1-4) elinkaariarviointi perustuu skenaarioihin, joissa tutkitaan mitä rakennukselle tapahtuu, kun se puretaan ja rakennustuotteet valmistellaan kierrätystä varten tai loppusijoitetaan kaatopaikalle. Kierrätettävät materiaalit tai uudelleenkäytettävät rakennustuotteet voivat pienentää uuden rakennettavan rakennuksen valmistuksen ympäristövaikutuksia. Näitä nettohyötyjä (D) arvioidaan todennäköisten skenaarioiden pohjalta. (Ympäristöministeriö julkaisuaika tuntematon.).

Rakennuksen elinkaaren aikana voi syntyä myös ylimääräistä energiaa tai sellaisia materiaalivirtoja, joiden avulla voidaan välttää hiilidioksidipäästöjä muualla, esimerkiksi rakennuksen purkamisesta syntyvien materiaalien kierrätys. Rakennusosien uudelleenkäytöllä voidaan välttää neitseellisten raaka-aineiden hankintaa ja siihen liittyviä kielteisiä ilmastovaikutuksia sekä rakennusosien valmistuksesta aiheutuvia ilmastovaikutuksia. (Häkkinen & Kuittinen 2020, 48 - 49)

2.3 Aluerakentamisen päästöt

Aluerakentamisella tarkoitetaan yhtenäisten asuinalueiden sopimukseen perustuvaa rakentamista. Aluerakentaminen perustuu yleensä kunnan ja rakennuttajan yhteistyösopimukseen, jossa sovitaan mm. rakennusten ja niihin liittyvän kunnallistekniikan suunnittelusta ja rakentamisesta. (sanastokeskus (TSK) 1991.)

Aluetta rakentaessa syntyy päästöjä mm. infra- ja esirakentamisesta, rakennusten rakentamisesta sekä käytönaikaisista päästöistä. Käytönaikaisia päästöjä aiheutuu esimerkiksi energian kulutuksesta sekä liikenteestä. (Energiaviisaat kaupungit 2020.) Helsingin kaupunki on teettänyt Vartiokylänlahden rakentamisalueiden elinkaaren aikaisten ilmastopäästöjen arvioinnin. Tässä arvioinnissa eri päästölähteet valittiin perustuen siihen, millä päästöillä olisi merkittävä vaikutus kokonaishiilijalanjälkeen sekä siihen, että kaupunkisuunnittelussa tehtävillä toimenpiteillä arvioitiin olevan merkitystä näihin päästölähteisiin. Arvioinnissa ilmastopäästölähteet on rajattu alueelliseen esirakentamiseen, rakennusten rakentamiseen, käytön aikaisen energiankulutukseen, alueiden generoimaan liikenteeseen sekä rakentamisen aiheuttamiin maaperän ja kasvillisuuden hiilivarastojen menetykseen. (Helsinki 2020). Vastaavanlaisia tutkimuksia on tehty kansainvälisesti eri alueilla, mm. Norjan Yadalirinsassa, jossa ilmastopäästöjen elinkaariarviointia on tehty rakennusten, liikkumisen, infran ja siihen liittyvien verkostojen sekä tuotetun energian osalta. (Laussetlet ym. 2021).

Maankäytöllä on huomattavia ilmastovaikutuksia. Hiilen sidontaa voidaan vahvistaa vähentämällä metsäkatoa sekä metsittämällä alueita. Näiden lisäksi myös edistämällä kasvipeitteisyyttä, perustamalla ympäristönhoitonurmia, säätelämällä vesitaloutta, kierrättämällä ravinteita ja

orgaanisia aineita, sijoittamalla lietelantaa peltoon tai vaikuttamalla maan rakenteeseen tai ravinteisuuteen voidaan lisätä hiilen sidontaa. (Häkkinen & Kuittinen 2020, 50.)

Myös rakennettuun ympäristöön sitoutuu hiiltä. Kun puut ja kasvit sitovat kasvaessaan ilmakehästä hiilidioksidia varastoituu se puun biomassaan. Kun puuston kasvu sitoo enemmän hiiltä kuin sitä vapautuu lahoamisen ja hakkuiden myötä toimii metsä hiilinieluna. Kun rakentamisessa käytetty puutavara on hankittu kestävästi hoidetusta metsästä, hiilisisältö voidaan ottaa huomioon miinusmerkkisenä elinkaaren tuote- ja käyttövaiheessa. Elinkaaren lopussa hiili palaa takaisin päästönä ympäristöön, mutta jos puutuote siirtyy seuraavaan käyttökohteeseen niin tuotteen jatkokäytön mukana seuraa myös tuotteeseen sitoutunut hiilivarasto. (Häkkinen & Kuittinen 2020, 51.)

Betonituotteiden karbonatisoituminen on kemiallinen prosessi, jossa ilmakehän hiilidioksidi sitoutuu takaisin sementtikiveen. Se toimii käänteisreaktiona kalkkikiven kuumentamisessa tapahtuvalle hiilidioksidin vapautumiselle. Karbonatisoituminen on hidasta ja ympäristön olosuhteet vaikuttavat prosessiin. Paras hyöty voidaan saavuttaa rakennuksen elinkaaren lopulla, kun rakenteista purettu betoni murskataan ja se on kosketuksissa ilman kanssa. Murskattua betonia voidaan käyttää esimerkiksi maanrakennusaineena kalliomurskeen tilalla ja siten vaikuttaa rakentamisen hiilijalanjälkeen. (Häkkinen & Kuittinen 2020, 51.)

2.4 Hiilinielut

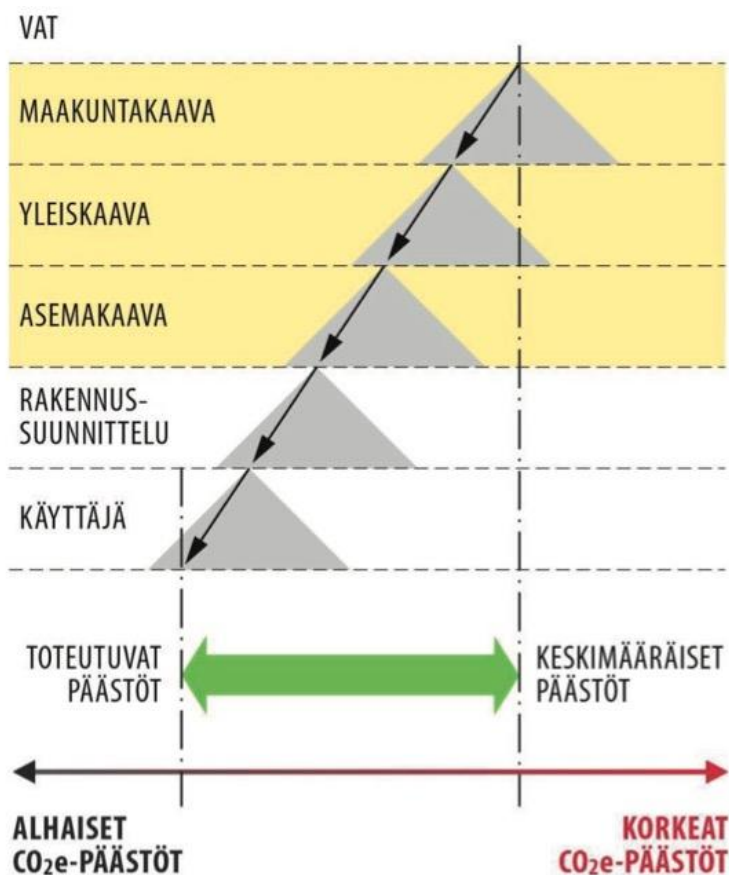
Ilmastonmuutoksen kannalta hiilinielujen merkitys maailmanlaajuisesti on erittäin merkittävä. Tärkeimpiä hiilinieluja ovat meret ja metsät, joiden levät ja kasvit muuttavat fotosynteesissä ilman hiilidioksidia omaksi biomassakseen. Ihminen voi omalla toiminnallaan vaikuttaa hiilinielujen kokoon ja säilymiseen. Esimerkiksi istuttamalla metsää voidaan kasvattaa hiilinieluja ja vastaavasti metsää hävitettäessä hiilidioksidia vapautuu uudelleen ilmakehään. Metsän hiilivarasto pienenee, jos hakkuut ylittävät metsän kasvun ja tällöin metsä muuttuu hiilenlähteeksi.

Hyvällä yhdyskuntarakenteella voidaan vaikuttaa hiilinielujen säilymiseen ja lisäämiseen. Esimerkiksi tiiviillä ja eheällä yhdyskuntarakenteella tarve muuttaa metsämaita rakennusmaiksi pienenee. Hyvällä suunnittelulla voidaan varjella luonnon ekologisia yhteyksiä ja luonnon monimuotoisuuden säilymistä sekä lisätä ihmisten viihtyvyyttä. Kaupunkien läheisyydessä sijaitsevia metsiä voidaan kehittää virkistysalueiksi, jotta autoilun tarve vähenee. Haja-asutusta tulisi välttää ja sitä pitäisi ohjata kyliin, jotta maisemaa pirstovia tieverkostoja ja sähkölinjoja tarvittaisiin vähemmän. (Ilmasto-opas julkaisuaika tuntematon).

2.5 Kaavoitus

Maankäytön ratkaisuilla on tärkeä rooli ilmastonmuutoksen hillinnässä ja siihen sopeutumisessa. Yhdyskuntien rakenne ja laatu vaikuttavat ihmisten liikkumistarpeisiin ja kulkutapavalintoihin. Maankäytön valinnoilla voidaan vaikuttaa myös energiantuotantomuotojen käyttöönoton mahdollisuuksiin sekä kunnallisteknisiin verkostoihin. Rakennetun ympäristön ominaispäästöihin

voidaan vaikuttaa eri kaavatasoilla kuten maakunta-, yleis- ja asemakaavassa. Ilmastotavoitteiden johdonmukainen toteutuminen koko kaavahierarkian läpi johtaa hyvin tuloksiin CO₂-e päästöjen vähentämiseksi. (Ympäristöministeriö 2015.)



KUVA 3. Kaavoituksen eri tasot CO₂e päästöjen vähentämiseksi. (Lylykangas yms. 2013)

Kaavoituksella on suuri merkitys energiatehokkaiden yhdyskuntien suunnittelussa, koska sillä päätetään alueen käytöstä pitkäksi aikaa. Sitä voidaan pitää ratkaisevana välineenä ekologisesti, sosiaalisesti ja taloudellisesti kestävässä rakennetun ympäristön muodostumisessa. Yleiskaavoissa tehdään yhdyskuntarakenteeseen, liikkumiseen sekä viherrakentamiseen liittyvät perusratkaisut. Asemakaavoituksessa korostuvat hulevesijärjestelyt, täydennysrakentamisen edellytykset, pienilmasto sekä energiaratkaisut. (Ympäristöministeriö 2015.) Asemakaavaratkaisuilla voidaan vaikuttaa rakennusten ja infrastruktuurin materiaaleihin, henkilöliikenteeseen sekä metsäpinta-alan muutokseen. Myös alueen energiankäyttöön ja kasvihuonekaasupäästöihin voidaan merkittävästi vaikuttaa asemakaavoituksella. (Lylykangas, Lahti & Vainio 2013.) Asemakaavoituksen ilmastotavoitteiden toteuttamisen apukeinoina ja tarkentajina voidaan käyttää rakennustapaohjeita sekä tontinluovutusehtoja. Rakennustapaohjeiden avulla voidaan luoda joustavuutta asemakaavoituksen tarkkuuteen. (Ympäristöministeriö 2015.)

Lylykankaan ym. raportin mukaan CO₂e päästöjä vähentäviä asemakaavaratkaisuja ovat yhdyskuntarakenteen eheyttäminen, uusiutuvan lähienergian tuottopotentiaalin mahdollistaminen, toiminnallinen asemakaavamääräys, ilmastonmuutokseen sopeutuminen sekä rakennusten suuntaamisella ja muodoilla saatavat vaikutukset.

Yhdyskuntarakenteen eheyttämisellä tarkoitetaan uudisrakentamisen ja kasvun ohjaamista olemassa olevaa yhdyskuntarakennetta tiivistäväksi ja täydentäväksi sekä infrastruktuurin ja palveluiden tehokasta hyödyntämistä ilman henkilöautoriippuvuuden lisääntymistä. Kaavoituksessa muodostetaan myös uusiutuvan energian tontti- ja aluekohtainen tuottopotentiaali. Toiminnallisella asemakaavamääräyksellä voitaisiin asettaa alueelle tavoitetasoja suunnitteluratkaisuja yksilöimättä esimerkiksi asettamalla rakennusmateriaalien valintaa ohjaavia kaavamääräyksiä jne.

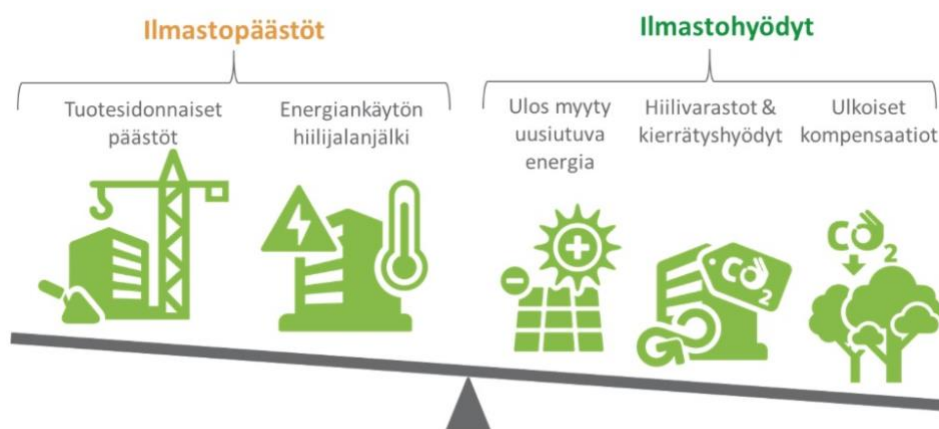
Ilmastonmuutokseen sopeutuminen merkitsee käytännössä ääri-ilmiöihin ja lisääntyviin tulviin varautumista. Kaavoituksessa näihin voidaan vaikuttaa esimerkiksi tulvavaara-alueiden huomioimisella toimintoja sijoitettaessa sekä yhdyskuntarakenteen hajauttamisen välttämällä. Myös hyvän mikroilmaston muodostamisella, sadevesien hallinnalla, vähäpäästöisillä energiamuodoilla, joukkoliikenteen ja kevyen liikenteen edellytysten tukemisella sekä toimintojen sekoittumisella voidaan vaikuttaa sopeutumiseen. Asemakaavoituksella voidaan myös luoda edellytykset aurinkoenergian passiiviseen hyödyntämiseen. (Lylykangas, Lahti & Vainio 2013.)

3 HIILINEUTRAALIUS

Hiilineutraalius voidaan määritellä monin eri tavoin, joten se pitäisi vääriymmärrysten välttämiseksi määritellä aina erikseen asiayhteydessä (Ilmastopaneeli 2014). Hiilineutraaliudella tarkoitetaan yleisesti sitä, että hiilineutraalin yhteiskunnan, tuotteen tai systeemin hiilijalanjälki koko sen elinkaaren ajalta on nolla. Silloin tuotetaan vain sen verran hiilidioksidipäästöjä kuin mitä pystytään sitomaan. (Sjöstedt, 2018). Usein hiilineutraaliuteen liittyy päästöjen vähentäminen sekä jäljelle jäävien päästöjen kompensointi erilaisin keinoin kuten päästömaksujen ja ympäristön tilaa parantavien investointien avulla. (Ilmastopaneeli 2014.).

Hiilineutraaliutta voidaan käsitteenä soveltaa valtioiden, kaupunkien, tuotteiden ja toiminnan arvioimisessa. Hiilineutraalius on käsitteenä vahvasti viestinnällinen eikä termille ole yhtä yhtenäistä määritelmää. Määritelmiä on syntynyt eri alojen ja toimintojen käytännön tarpeista ja toiminnasta. Näille määritelmille yhteistä on pyrkimys ensisijaisesti oman toiminnan päästöjen vähentämiseen, jonka jälkeen loput päästöt voidaan kompensoida hankkimalla päästöyksiköitä ulkoisilta markkinoilta. (FIGBC 2020.).

Useiden määritelmien mukaan hiilineutraalius pyritään saavuttamaan kolmivaiheisesti laskemalla oman toiminnan aiheuttamat kasvihuonekaasupäästöt, lisäämällä toiminnan ympäristötehokkuutta ja vähentämällä päästöjä sekä kompensoimalla jäljelle jäävät päästöt ensisijaisesti hankkeen sisäisesti ja viimekädessä ulkoisilla olemassa olevilla mekanismeilla. Yleisesti olennaisimpana vaiheena nähdään toinen vaihe, jossa oman toiminnan aiheuttamia vaikutuksia pyritään vähentämään. Kompensaatioihin tulisi siirtyä vasta sitten, kun omat toiminnan päästöt on minimoitu. (FIGBC 2020.).



KUVA 4. Vähähiilisen rakennuksen määritelmä, luonnos 03_2021 (FIGBC)

3.1 Hiilineutraalius valtion tasolla

Suomi on sitoutunut Pariisin ilmastopimukseen, jonka tavoitteena on, että EU:n hiilineutraalius saavutetaan ennen vuotta 2050. Marinin hallituksen hallitusohjelman tavoitteena on hiilineutraali Suomi vuonna 2035 ja hiilinegatiivinen nopeasti sen jälkeen. (Valtioneuvosto 2019, 34).

Keinoja, joiden avulla pyritään pääsemään tavoitteisiin ovat esimerkiksi ilmastolain ohjausvaikutuksen vahvistaminen mm. lain päivittämisellä niin, että hiilineutraaliustavoite vuoteen 2035 mennessä toteutuu. Lakiin lisätään hiilineutraaliuspolkua vastaavat päästövähennystavoitteet vuosille 2030 ja 2040. Ilmastolakiin otetaan mukaan myös hiilinielujen vahvistamista koskeva tavoite sekä maankäyttösektori. Keskipitkän aikavälin ilmastosuunnitelmaa ja kansallista ilmasto- ja energiastrategiaa päivitetään niin, että hiilineutraaliuden edellyttämä päästötaso vuodelle 2030 saavutetaan. Päästövähennystoimet toteutetaan sosiaalisesti ja alueellisesti oikeudenmukaisesti ja niin, että yhteiskunnan kaikki osa-alueet ovat mukana. (Valtioneuvosto 2019.)

Marinin hallitusohjelmassa todetaan, että hallitus tulee perustamaan ilmasto- ja energia-asioihin keskittyvän ministerityöryhmän valmistelemaan ilmastopolitiikkaa kokonaisuutena ja ilmastovaikutusten arviointi otetaan osaksi normaalia lainvalmistelua. Lisäksi hallitus perustaa kestävän kehityksen toimikunnan yhteyteen ilmastopolitiikan pyöreän pöydän, johon tuodaan yhteen yhteiskunnan eri toimijat. Tällä varmistetaan, että ilmastotoimenpiteet ovat yhteiskunnan kokonaisedun mukaisia ja kansalaisten laajasti hyväksyttävissä. (Valtioneuvosto 2019.)

Hallitus edistää myös kuntien ja alueiden omien hiilineutraaliussuunnitelmien valmistelua ja ilmastotoimien toimeenpanoa. Myös ilmastopaneelin roolia tieteellisenä ja riippumattomana asiantuntijaelimenä vahvistetaan ja sille osoitetaan tarvittavat resurssit. (Valtioneuvosto 2019.)

3.2 Hiilineutraalius kuntatasolla

Suurella osalla Suomen kunnista on kunnianhimoisemmat ilmastotavoitteet kuin Suomen valtiolla. Kuntien tavoitteiden välillä on suuria eroja, sillä osalla Suomen kuntia ei ole lainkaan ilmastotavoitteita. Suomessa monet kunnat ja kaupungit ovat asettaneet tavoitteita hiilineutraaliuden saavuttamiseksi, mutta hiilineutraaliuden määrittelyssä on eroja. Tämä johtuu siitä, että virallista sovittua määritelmää kuntien hiilineutraaliudelle ei ole. Yleisin kuntien käyttämä määritelmä hiilineutraaliustavoitteiden saavuttamiseksi on pyrkimys vähentää 80 % kasvihuonekaasupäästöjä kunnan omilla toimilla vuoden 1990 tasoon verrattuna ja kompensoida loput 20 % päästöistä. (Deloitte 2018).

2020-luku	2030-luku	2040-luku
Hiilineutraali Turku 2029	Hiilineutraali Espoo 2030 Hiilineutraali Vantaa 2030 Hiilineutraali Tampere 2030 Hiilineutraali Helsinki 2035	Hiilineutraali Oulu 2040

KUVA 5. Suomen kuuden suurimman kaupungin hiilineutraaliuden tavoiteaikataulu. (Deloitte 2018)

Kunnilla on paljon mahdollisuuksia vaikuttaa alueellaan syntyviin kasvihuonekaasupäästöihin mm. hyödyntämällä kaavoituksen, julkisten hankintojen, omistajaohjauksen ja taloudellisten ohjaukeinojen tarjoamia mahdollisuuksia. Suurimmat vaikutukset päästöjen vähentämiseksi saavutetaan mm. muokkaamalla kaavoitusta ja maapolitiikkaa ilmastotyötä tukevaksi, vaikuttamalla energiayhtiöiden polttoainevalintoihin omistajaohjauksen kautta sekä kehittämällä ja rakentamalla julkista liikennettä. (Deloitte 2018, 35).

Kunnan oman hiilijalanjäljen pienentämisen toimenpiteet liittyvät liikkumiseen, ruokaan, rakentamiseen, kiinteistöihin ja hankintoihin. Kunnan toiminnan vähähiilisyttä voidaan lisätä esimerkiksi pienentämällä ruokahävikkiä, pienentämällä kunnan toiminnasta aiheutuvia päästöjä esimerkiksi kunnan kulkuneuvoja sähköistämällä, kiinteistöjen lämmitysmuotoihin paneutumalla ja kiinteistökannan energiatehokkuuden parantamisella sekä hankinnoissa panostamalla vähäpäästöisempiin vaihtoehtoihin. Kunnan toiminnasta aiheutuneiden päästöjen kompensointi sekä hiilinielujen säilyttäminen ja lisääminen ovat tärkeitä tekijöitä hiilineutraaliutta tavoiteltaessa. (Motiva 2020)

Energia-sektori	Liikenne	Julkiset hankinnat ja palvelut	Rakentaminen ja kaavoitus	Jätesektori	Maatalous	Muut**
<ul style="list-style-type: none"> • Polttoainevaihdokset kaukolämmön tuotannossa • Energiatehokkuustoimenpiteet (KETS) • Vihreän sähkön ostaminen kunnan rakennuksiin • Öljylämmityksestä luopuminen tai suunnitelma luopumisesta kunnan rakennuksissa • Aurinkopaneelien yhteishankinta-ohjelmat kunnan ja kuntalaisten rakennuksiin 	<ul style="list-style-type: none"> • Julkisen liikenneverkoston laajentaminen ja lippuhintamuutokset • Julkisen liikenteen käyttövoimailähteiden muuttaminen sähköä tai biokaasua hyödyntäviksi • Kävely- ja pyöräilyverkoston laajentaminen ja kehittäminen • Sähköisen liikenteen latausinfrastruktuurin edistäminen kunnan alueella 	<ul style="list-style-type: none"> • Energiatehokkuusvaatimukset hankinnoissa • Elinkaariarviointien mukaan ottaminen hankittavien palveluiden arvioimisessa • Hankintojen polttoainevaatimukset 	<ul style="list-style-type: none"> • Rakennusten energiatehokkuusvaatimukset • Yhdyskuntarakenteen tiivistäminen • Kaavoituksen muuttaminen tukemaan ilmastotavoitteita • Kiinteistöjen peruskorjaukset ja energiatehokkuustoimenpiteet • Kunnallisen katu- ja sisätilavalauksen vaihtaminen LED-ratkaisuihin. 	<ul style="list-style-type: none"> • Kaatopaikkojen sulkeminen ja kaasujen talteenotto • Kierrätysjärjestelmän laajentaminen ja kehittäminen • Jätevesilaitosten peruskorjaukset ja kaasujen talteenotto • Kuntien oman jätteen synnyn ehkäiseminen 	<ul style="list-style-type: none"> • Kunnallisten ruokapalveluhankintojen ohjaaminen tukemaan kasvija lähiruokatuotantoa • Ravinnekiertoa tehostavat hankkeet ja maatalouden jätteiden hyödyntäminen biokaasun tuotannossa 	<ul style="list-style-type: none"> • Ilmastokoulutus oppilaitoksissa • Viestintä & neuvontapalvelut • Kuntalaisten ja yritysten aktivoiminen erilaisilla kampanjoilla ja tapahtumilla • Ilmasto- verkostoihin liittyminen ja niissä mukana oleminen

KUVA 6. Kuntien yleisimpiä suunniteltuja ilmastotoimenpiteitä sektoreittain. (Deloitte 2018)

**Toimenpiteitä muun muassa ilmastoviestintä, koulutus ja kuntalaisen aktivoiminen

3.3 Hiilineutraalin rakennuksen määritelmä

Monet rakennusalan toimijat ovat asettaneet tavoitteekseen oman kiinteistökantansa tai rakentamiensa rakennusten hiilineutraaliuden. Jotta alan eri toimijat voisivat sitoutua yhteiseen tavoitteeseen ja viestiä onnistumisistaan uskottavasti on syntynyt tarve hiilineutraalin rakennuksen selkeälle määritelmälle. Ympäristöministeriö on valmistellut tiekarttaa rakennusten hiilijalanjäljen huomioimisesta rakentamisen säädösohjauksessa ja tämä ohjaus on määrä ottaa käyttöön vuoteen 2025 mennessä. Green Building Council Finland (FIGBC) ja sen Vähähiilinen rakentaminen-toimikunta ovat valmistelleet hiilineutraalin rakennuksen määritelmän (Kuva 4.) vuoden 2020 aikana ja määritelmää testataan ja kehitetään yhdessä alan toimijoiden kanssa. (FIGBC 2020).

Rakennuksen hiilineutraalius voi merkitä eri asioita sen elinkaaren erilaisissa vaiheissa. Rakennuskannan hiilineutraaliuteen on mahdollista vaikuttaa sekä olemassa olevaa kiinteistökantaa kehittämällä että uusia rakennuksia rakennettaessa. Käyttövaiheessa olevissa kiinteistöissä vaikutusmahdollisuudet poikkeavat kuitenkin selvästi niistä kohteista, jotka ovat vasta suunnitteluvaiheessa. Sen vuoksi hiilineutraaliuden määritelmätyössä on erotettu toisistaan hiilineutraalin rakennuksen määritelmä ja hiilineutraalin rakennuksen käytön määritelmä. Määritelmätyön mukaan hiilineutraali rakennus on sellainen, jonka koko elinkaaren aikainen hiilijalanjälki on nolla ja hiilineutraalin rakennuksen käyttö on sellainen, jonka vuotuisen energian käytön hiilijalanjälki on nolla. (FIGBC 2020).

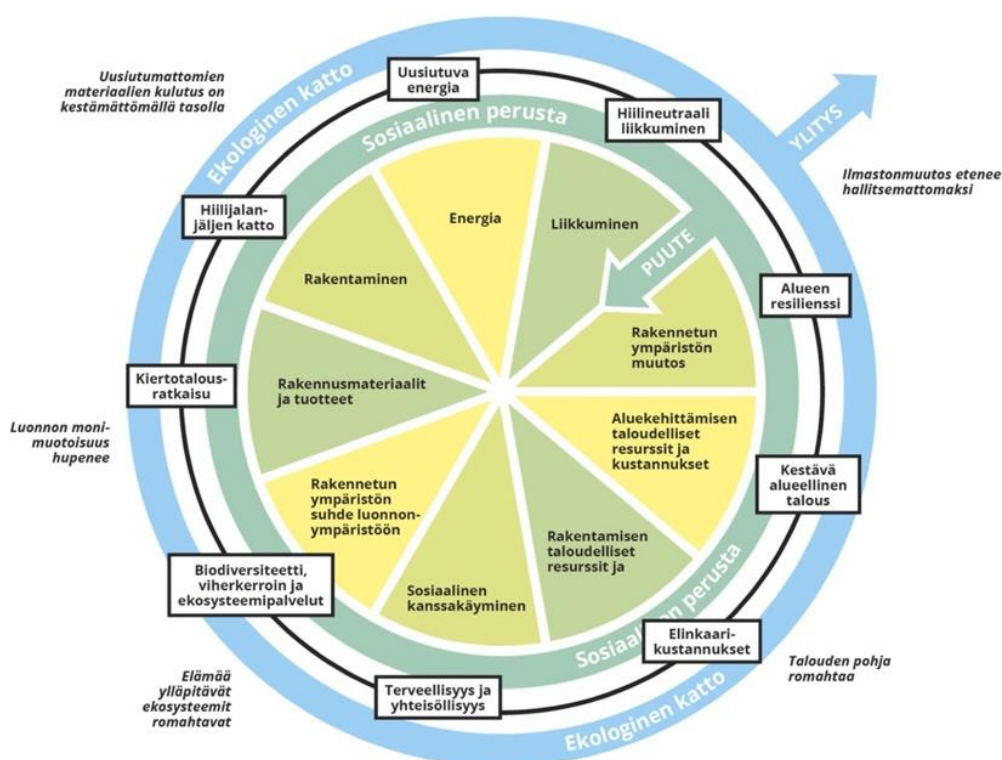
Hiilineutraaliuden saavuttamisen peruserä on arvioida rakennushankkeen koko sen elinkaaren aikana aiheutuneet ilmastovaikutukset (hiilijalanjälki), pyrkiä pienentämään hiilijalanjälkeä vähintään alle raja-arvon, arvioida hankkeen tuottamat potentiaaliset ilmastohyödyt (hiilikädenjälki), lukuun ottamatta ulkoisia kompensatioita ja kompensoida jäljelle jäävät päästöt ensisijaisesti hankkeen sisäisesti ja viime kädessä ulkoisilla kompensatioilla. Rakennus on hiilineutraali, kun ilmastopäästöt ja potentiaaliset ilmastohyödyt on saatu balanssiin. (FIGBC 2020).

3.4 Hiilineutraalin alueen määrittelmä

Hiilineutraalille alueelle ei ole toistaiseksi olemassa virallista määrittelmää, mutta yleisesti hiilineutraaliuden tavoitteissa pyritään saavuttamaan nettonollapäästötila, jossa tietyllä tavalla rajatun oman toiminnan aiheuttamat kasvihuonekaasupäästöt ovat yhtä suuret kuin poistumat. Alueen hiilineutraalius tavoitetaan, kun hiilijalanjälki ja hiilikädenjälki ovat yhtä suuret. Alueiden, samoin kuin kuntien ja valtioiden osalta tarkastelu rajautuu maantieteellisten rajojen sisällä tapahtuvien vuosittaisten päästöjen ja poistuminen tarkasteluun. Poikkeuksena tästä ovat rajojen ulkopuolella tapahtuvat kompensatiotoimet. (Ilmastopaneeli 2014.).

Alueiden hiilineutraaliuden tavoitteiden saavuttamiseksi on ensin arvioitava kasvihuonekaasupäästöt. Tämän jälkeen vähennetään alueen kasvihuonekaasupäästöjä ja lopuksi hyvitetään eli kompensoidaan jäljelle jääneet päästöt hiilineutraalin tilan saavuttamiseksi. (Ilmastopaneeli 2014.)

Mahdollisen pohjan tulevaisuuden hiilineutraaliuden määrittelmälle tarjoaa Green Building Council Finlandin (FIGBC) tekemää kestävästä aluekäytön suunnittelua koskeva määrittelmä. Määrittelmä pitää sisällään aluesuunnittelussa huomioonotettavia seikkoja, joiden avulla kaavoitus ja aluesuunnittelu voivat ohjata rakentamista kohti kestävästä rakennettua ympäristöä.



KUVA 7. Kestävän alueen määrittelmä donitsimallilla kuvattuna (FIGBC 2020.)

Määrittelmässä lähestytään aihetta neljästä eri suunnittelutasosta ja kolmesta eri näkökulmasta. Suunnittelutasoja ovat kaupunkiseututaso, kaupunki- ja kuntataso, kaupunginosa- ja aluetaso sekä kortteli- ja tonttitaso. Määrittelmää tarkastellaan ympäristö-, sosiaalisesta ja taloudellisesta näkökulmasta. Jokainen näkökulma on jaettu osatekijöihin, joiden puitteissa tarkastellaan erilaisia

toimenpiteitä, jotka vaikuttavat kestävytyteen. Määritelmä haastaa aluesuunnittelua huomioimaan muun muassa vähähiilistä rakentamista, uusiutuvaa energiaa, kestävästä liikkumista, kierto- ja jakamistaloutta, ilmastonmuutokseen sopeutumisen sekä rakennetun ympäristön muutosta. (FIGBC 2020.).

Kaupunkiseutu- taso	Kaupunki- tai kuntataso	Kaupunginosa- ja aluetaso	Kortteli- ja tonttitaso
UUSITUVA ENERGIA			
 Varataan riittävästi alueita uusiutuvan energian tuotantoon kuten tuulipuistoille	 Huomioidaan suunnittelussa uusiutuvan energian tuotannon ja infran tilatarpeet kuten alueellisen geotermisen energian hyödyntäminen	 Varaudutaan alueellisen uusiutuvan energiantuotannon tarpeisiin ja kaksisuuntaisen energiantuotannon mahdollistamiseen	 Varaudutaan uusiutuvan energian tuotantoon (esimerkiksi osoittamalla geotermiselle lämpökaivoille paikat sekä huomioiden aurinkopaneelien paikat)
KIERTOTALOUS			
 Huolehditaan alueellisesta massatasapainosta  Varataan alueita kierrätysmateriaalien käsittelylle ja varastoinnille	 Vaalitaan ja kehitetään alueen biodiversiteettia  Huolehditaan biologisista kierroista ja viherympäristöjen rakentamisesta ja säilyttämisestä	 Suunnitellaan alueet muuntojoustaviksi  Huomioidaan maankäyttö- ratkaisuisissa alueen pienilmasto- olot, maaperä ja topografia sekä pinta- ja pohjavedet ja valuma- alueet	 Edellytetään kierrätysmateriaalien käyttöä ja pyritään säilyttämään vanhoja rakennusosia
HIILINEUTRAALISUUS			
	 Arvioidaan suunnitelmien hiilijalanjälki  Huolehditaan alueen hiilensidontakyvystä ja hiilivarastoista	 Suunnitellaan energiavarastoja mahdollistamaan paikallisen uusiutuvan energian käyttöä ja kysyntäjoustoa	 Edellytetään uusilta rakennuksilta hiilineutraaliutta ja kysyntäjoustovalmiutta
Kestävytyteen vaikutetaan eri tavoin eri aluetasoilla			

KUVA 8. Kestävä alue ympäristön näkökulmasta (FIGBC 2020)

Kestävä alue ympäristön näkökulmasta määriteltynä on jaoteltu uusiutuvan energian, kiertotalouden ja hiilineutraaliuden osatekijöihin. Hiilineutraaliuden osassa kaupunki- ja kuntatasolla arvioidaan suunnitelmien hiilijalanjälki ja huolehditaan alueen hiilensidontakyvystä ja hiilivarastoista. Kaupunkiossa ja aluetasolla suunnitellaan energiavarastoja mahdollistamaan paikallisen uusiutuvan energian käyttöä ja kysyntäjoustoa. Kortteli- ja tonttitasolla uusilta rakennuksilta edellytetään hiilineutraaliutta ja kysyntäjoustovalmiutta.

3.5 Työkaluja alueiden hiilijalanjälkilaskentaan

Monissa kunnissa on maankäytön suunnittelussa käytössä hiilijalanjälkilaskentaan tarkoitettuja erityisiä työkaluja. Esimerkiksi KEKO-laskuri, joka on Suomen ympäristökeskuksen kehittämistyökalu maankäytön suunnittelun tueksi arvioi suunnitelmien vaikutuksia kasvihuonekaasupäästöihin, luonnonvarojen käyttöön sekä ekosysteemipalvelujen toimintaedellytyksiin. Tarkasteltavina ovat maankäytön muutokset, rakentaminen, energian tuotanto ja kulutus sekä yhdyskuntatekniset palvelut ja liikenne. Laskuri mallintaa päästöt 50 vuoden ajanjaksolla ja huomioi rakennusten ja infrastruktuurin rakentamisen ja ylläpidon, rakennusten energiakulutuksen ja henkilöliikenteen aiheuttamat päästöt sekä alueen suunnitelman vaikutukset hiilinieluihin. Laskuriin sisällytetään

rakentamisen osalta rakennusmateriaalien ja rakentamisen päästöt, mutta laskennassa ei ole huomioitu purkamista. (Virkamäki, Jääskeläinen, Huttunen, Salmelainen & Hienonen 2017, 16-17.).

Muita työkaluja hiilijalanjälkilaskentaan ovat esimerkiksi EcoCity Evaluator, joka on yrityksille ja kunnille suunnattu ympäristöstrategiatyökalu kasvihuonekaasupäästöjen arvioimiseen. Ohjelman avulla voidaan määrittää tietyn alueen toiminnasta ja maankäytöstä aiheutuvia kasvihuonekaasupäästöjä. MALTTI-työkalu täydentää tarjolla olevia työkaluja ja siinä huomioidaan kasvihuonekaasupäästöjen synnyn ajoittuminen ja eri toimintoihin liittyvät päästöt riippumatta siitä, missä vaiheessa toimitusketjuja ja missä päin maailmaa ne syntyvät.

AveClimate on paikkatietopohjainen työkalu, jonka avulla lasketaan ilmastovaikutuksia maakuntakaava-, yleiskaava- ja asemakaavatasoisen ilmastovaikutuksia. Sillä voidaan laskea myös maankäytön kasvihuonekaasutase ja liikenteen sekä energiatuotannon kasvihuonekaasupäästöjä ja havainnollistaa tuloksia kartalle.

HSY ilmastoveivi on pääkaupunkiseudulla kaikille käytössä oleva työkalu, jonka avulla voidaan luoda tulevaisuusskenaarioita ilmastomuutoksen hillinnän näkökulmasta. Rakennusten hiilijalanjälki on huomioitu ainoastaan energiatehokkuuden ja energiantuotannon osalta, eikä rakennustuotteita tai rakentamisen aikaisia päästöjä ole huomioitu. (FIGBC julkaisuaika tuntematon).

3.6 Hiilineutraalin aluerakentamisen keinoja

Vaikka hiilineutraalista alueesta ei ole olemassa virallista määritelmää, on eri tahoilla aktivoiduttu miettimään keinoja, joiden avulla hiilineutraali alue voitaisiin saavuttaa.

Kestävän alueen määritelmässä kuvataan keinoja, joiden avulla aluesuunnittelussa pidetään huolta siitä, että pysytään kestävyuden raja-arvojen puitteissa. Kestävää aluetta on tarkasteltu sosiaalisesta, taloudellisesta sekä ekologisesta näkökulmasta. Ekologisen näkökulman mukaiset keinot koskevat uudis- ja korjausrakentamista, energiaa, liikkumista, rakennetun ympäristön muutosta eli resilienssiä, rakennetun ympäristön suhdetta luonnonympäristöön sekä rakennusmateriaaleja ja -tuotteita. (FIGBC 2020.). Seuraavaksi esitellään kirjallisuuskatsauksessa esille nousseita keinoja pienentää aluerakentamisen hiilijalanjälkeä.

3.6.1 Maankäyttö

Kaavoituksella ja rakennustapaohjeilla luodaan reunaehdot, joiden rajoissa rakentamisen vähähiilisyyttä voidaan tavoitella. Alueen vähähiilisyyteen vaikuttavat esimerkiksi rakennuksen suunnittelu, liikenneyhteydet, palveluverkko sekä kunnallistekniikan ratkaisut. (Häkkinen & Kuittinen 2020, 101-103.) Kaupunkisuunnittelun keinoin voidaan ohjata uusien rakennettavissa olevien alueiden energian tuotantotapaa sekä rakennusten energiatehokkuutta (Helsinki 2020).

Aluesuunnittelussa voidaan mitata rakennetun ympäristön suhdetta luonnonympäristöön mm. viheraluekertoimella tai suojeltujen luonnonympäristöjen pinta-alalla. Aluesuunnittelulla voidaan lisäksi tukea resilienssiä eli alueen kykyä vastata sen käyttäjien muuttuviin tarpeisiin. Alueita voidaan

kehittää vähähiilisesti ja kiertotalouden periaatteita noudattaen ja siten vähentää ympäristöön aiheutuvia negatiivisia vaikutuksia. (FIGBC 2020.).

Hankkeita voidaan toteuttaa ilman massiivisia maankäytön muutoksia tiivistämällä olemassa olevaa kaupunkirakennetta tai mahdollisuuksien mukaan ottamalla uudelleen käyttöön vanhoja käytöstä poistettuja rakennuksia. Kun metsiä ja viljelysmaita muutetaan rakennetuksi alueeksi, muuttuu maaperän hiilivarastot ja hiilikierto maaperän orgaanisen hiilen vapautuessa ilmakehään. Suunnitteluratkaisuilla voidaan elvyttää maaperän ja kasvillisuuden hiilikiertoa sekä palauttaa ekosysteemipalveluita kuten hiilensidontaa yhteyttämisen kautta. Jotta muutettavan maa-alan määrää voitaisiin vähentää tulisi rakentamisen olla mahdollisimman tehokasta. Tonttimaiden tehokas käyttö vähentää myös liikenteen tarvetta ja sitä kautta vähentää päästöjä samoin kuin katuverkon ja yhdyskuntatekniikan rakentamista ja ylläpitoa. (Häkkinen & Kuittinen 2020, 101-103.)

3.6.2 Pohjatyöt

Rakennuspaikan massanvaihtojen, paalutuksen ja stabiloinnin vaikutus hiilijalanjälkeen voi olla merkittävä. Huonolle rakennuspaikalle rakennettavan rakennuksen hiilijalanjäljestä pohja- ja perustustöiden osuus voi olla jopa suurempi kuin maanpäällisen rakennuksen. Jos rakentaminen sijoittuu paikkaan, jossa edellytetään maan stabilointia tai paalutusta, voidaan haittoja vähentää käyttämällä vähähiilisempiä materiaaleja. (Häkkinen & Kuittinen 2020, 101-103.)

3.6.3 Rakennusten ja infrastruktuurin rakentaminen

Rakennustoiminnan osalta kestäväällä alueella pysymistä voidaan mitata rakennusten elinkaaren hiilijalanjäljellä samoin kuin energian tuotannon hiilijalanjäljellä. (FIGBC 2020.) Rakennusten suunnitteluvaiheessa voidaan tehdä ratkaisuja, jotka pienentävät rakennusmateriaalien valmistuksen yhteydessä rakennukseen sitoutuvaa hiilikuormaa. Tehokas keino suurimpien päästöjen tunnistamiseksi on koko rakennuksen elinkaaren päästöjen määrittäminen LCA-menetelmällä. Rakennuksen käytönaikeista hiilijalanjälkeä voi pienentää muuntojoustavuudella, pitkäikäisten ja vähän huoltoa vaativien rakennusmateriaalien käytöllä sekä tontin hiiltä sitovilla istutuksilla. Kiertotalouden huomioimisella voidaan huomattavasti alentaa elinkaaren aikana syntyviä päästöjä suunnittelemalla rakennusosat uudelleenkäytettäviksi ja kierrätettäviksi. (Ramboll julkaisuaika tuntematon.).

Nykytilanteessa varmimmin vähähiilinen rakennus saadaan, kun lämmityksessä hyödynnetään ympäristön lämpöä ja lämpöpumppuja sekä valitsemalla rungon rakennusmateriaaliksi puun. Jos rakennusta ei voida toteuttaa puisena, kannustetaan vähentämään esimerkiksi betonin käytöstä aiheutuvia päästöjä. (Sankelo & Alhola 2020.)

Uusien rakennusten hiilijalanjäljen pienentäminen ei riitä rakennuskannan päästöjen vähentämiseksi. Uusien asuinalueiden ja niiden vaatiman infrastruktuurin rakentamisesta aiheutuu runsaasti päästöjä, jotka vapautuvat ilmakehään ja tästä syystä uusien alueiden rakentaminen on ilmastonmuutoksen hillinnän kannalta haasteellista. Sen sijaan olemassa olevien asuinalueiden täydentäminen olisi päästöjen kannalta parempi ratkaisu. Esimerkiksi tonttikohtaisella lisärakentamisella saataisiin samalle tontille enemmän kerrosneliöitä puisilla lisäkerroksilla tai muilla

laajennusosilla. Ilmastokriisin hillinnän kannalta olisi keskeistä korjata olemassa olevia rakennuksia aina kun siihen olisi realistinen mahdollisuus. (Sankelo & Alhola 2020.)

Koska uudisrakentaminen on välttämätöntä, voidaan rakennusmateriaalien päästöjä minimoida valitsemalla vähäpäästöiset rakennusmateriaalit, kiinnittämällä huomiota tilatehokkuuteen ja minimoimalla rakennustyömaan päästöt sekä työmaatoimintoihin liittyvä materiaalihävikki. Toteuttamalla rakennustyömaa fossiilivapaasti tai kokonaan päästöttömästi voidaan rakennustyön aikaisia päästöjä pienentää. (Sankelo & Alhola 2020.)

3.6.4 Energia

Energiaratkaisulla on suuri merkitys elinkaaren aikaisen hiilijalanjäljen muodostumiseen. Ilmastomuutoksen torjunnan ja hiilineutraaliuden saavuttamisen keinoissa voidaan tunnistaa käytönaikaisen energiankulutuksen näkökulmasta hierarkia, jonka mukaan ensimmäisenä toimenpiteenä on passiivisen energian hyödyntäminen. Tämän jälkeen tulevat älykkäät energiaratkaisut ja energiatehokkuus, tontilla tuotettu uusiutuva energia, uusiutuva ostoenergia ja lopuksi päästökompensaatiot. (Ramboll julkaisuaika tuntematon.)

Rakennuksen sijoittelulla tontille voidaan luoda suotuisia olosuhteita aurinko- ja tuulienergian hyödyntämiseen. Esimerkiksi suuntaamalla katto- ja seinäpinnat kaakon ja lounaan välille luodaan mahdollisuudet uusiutuvan energian käytölle. (Häkkinen & Kuittinen 2020, 101-103.)

Energiatehokkuuteen ja energiantuotantoon kohdistuvilla toimenpiteillä on saatavissa merkittävä vaikutus ilmastopäästöihin. (Helsingin kaupunki 2020.). Energian hiilijalanjälkeä voidaan pienentää tai jopa kääntää positiiviseksi luopumalla fossiilisista polttoaineista ja käyttämällä vain uusiutuvan energian lähteitä kuten aurinkoa ja tuulta. (FIGBC 2020.).

Suomessa eniten rakennuksen hiilijalanjälkeen vaikuttavat rakennuksen päälämmitysjärjestelmä, päärakennusmateriaali ja energiatehokkuus. Passiiviset suunnitteluratkaisut voivat toimia hiilineutraalin rakentamisen lähtökohtina. Tällaisia ovat esimerkiksi päivänvalon hyödyntäminen, painovoimainen ilmanvaihto, aurinkoenergian hyödyntäminen ja siltä suojautuminen, rakenteellinen energiatehokkuus eli rakennuksen lämmöneristävyys ja tiiveys, tekninen energiatehokkuus eli LVI-järjestelmät, valaistus ja sähkölaitteet sekä uusiutuvien energialähteiden käyttö. Ensisijaisena keinona pyritään minimoimaan energiakäytön ja rakennusmateriaalien hiilijalanjälki. (Sankelo & Alhola 2020.)

3.6.5 Liikenne

Liikkumisen osalta kestäväällä alueella pysymistä voidaan mitata liikennevälineiden polttoainekulutuksen hiilijalanjäljellä ja sitä voidaan pienentää luomalla sellaisia ympäristöjä, joissa liikkuminen muilla kuin fossiilisilla polttoaineilla on helppoa. Tällä tarkoitetaan esimerkiksi kevyen liikenteen tukemista ja uusiutuvien polttoaineiden leviämistä. (FIGBC 2020.). Liikkumisesta aiheutuvaa hiilijalanjälkeä voidaan tehokkaasti pienentää autoilun vähentämisellä sekä korvaamalla polttomoottoriset ajoneuvot esimerkiksi sähköllä. Toimenpiteitä autoilun vähentämiseksi ovat esimerkiksi yhteiskäyttöautot, parkkipaikkojen vähentäminen sekä yhteispysäköintilaitokset, jotka sijaitsevat rakennettavien alueiden laidoilla. (Lussetlet ym. 2021).

Henkilöautoliikenteen korvaaminen kävelyllä ja pyöräilyllä vähentää liikenteen kasvihuonekaasupäästöjä, ja lisää lisäksi myös parantaa ympäristön viihtyisyyttä ja liikenteen turvallisuutta. Kevyen liikenteen käyttöön voidaan merkittävästi vaikuttaa eheällä yhdyskuntarakenteella, jossa eri toimintojen väliset etäisyydet ovat kohtuulliset. Laadukas kävely- ja pyöräilyinfrastruktuuri on esteetöntä, turvallista sekä viihtyisää ja vaatii ympärivuotista kunnossapitoa. Pyöräpysäköinti on oleellinen osa pyöräliikenteen infrastruktuuria ja on kiinnitettävä huomiota siihen, että se on sujuvaa ja turvallista. (Liikenne- ja viestintäministeriö 2018).

4 ALUEIDEN HIILINEUTRAALIUDEN TARKASTELU

Suomessa ei ole käytössä virallista määritelmää hiilineutraalille alueelle, mutta hiilineutraali-termiä käytetään kuitenkin useista alueista Suomessa. Tässä työssä tarkoituksena oli tarkastella niitä alueita, joita kutsutaan hiilineutraaleiksi. Tarkasteltaviksi alueiksi edellä mainitulla kriteerillä valikoitui kuusi eri puolilla Suomea sijaitsevaa aluetta. Näitä alueita ovat My Town Tuusulassa, Hiedanranta Tampereella, Malmi Helsingissä, Kera Espoossa, Masalan ekoälykylä Kirkkonummella sekä Skanssi Turussa.

Työssä haluttiin selvittää miten alueet määrittelevät hiilineutraaliuden ja siksi päädyttiin tekemään kyselytutkimus alueiden edustajille maaliskuussa 2021. Kaikkien alueiden yhteyshenkilöille lähetettiin kyselylomake (Liite 1) sähköpostitse ja heille tarjottiin mahdollisuutta vastata kyselyyn myös henkilökohtaisessa haastattelussa Teamsin välityksellä. Kyselylomakkeella kartoitettiin alueiden hiilineutraaliustavoitteita, laskentatapoja sekä toimenpiteitä, joilla tavoitteisiin pyrittiin pääsemään. Kyselyyn saatiin vastauksia kolmen alueen osalta ja kaikki vastaukset tulivat kirjallisina. Vastauksia saatiin Masalan Ekoälykylästä, Kerasta sekä Hiedanrannasta.

Muiden alueiden osalta hyödyntämään julkisesti saatavilla olevia lähteitä. Myös vastanneiden alueiden osalta lisätietoa hankittiin julkisesti saatavilla olevista lähteistä. Osasta alueista tietoa oli saatavilla erittäin niukasti, joten näiden alueiden osalta kartoitus jäi pintapuolisemmaksi.

Kaikilta alueilta ei ollut saatavilla tietoja koskien kaikkia haastattelun osa-alueita ja tästä syystä ei ollut mielekästä vertailla alueita keskenään. Siksi päädyttiin kokoamaan kaikkien alueiden vastauksista ja löydöksistä yhteenveto.

4.1 My Town, Tuusula

”My Town! Maailman ensimmäinen hiilineutraali asuinalue” suunnitellaan Tuusulassa sijaitsevaan Rykmentinpuistoon. Hirsitaloteollisuuden toteuttamaa hanketta varten on varattu kaksi korttelia, joissa on rakennusoikeutta 22 000 kerrosneliometriä ja ala mahdollistaa asuntojen rakentamisen noin 200 perheelle. (Rykmentinpuisto 2020.).

My town! eli Minun kaupunkini! -hankkeen tavoitteena on suunnitella terveellistä, turvallista ja ekologisesti kestävää asuin- ja työympäristöä tuleville sukupolville kaupunkiympäristöön sopivasti. Hanke edistää ilmastotavoitteiden toteutumista sekä metsien järkevää käyttöä. Massiivisen hirren käyttö rakennuksissa lisää rakennuksen kykyä sitoa hiiltä sen koko elinkaaren aikana. (Hirsitaloteollisuus 2019.).



KUVA 9. Havainnekuva My Town! (Hanna-Kaisa Karppinen julkaisuaika tuntematon)

Hanke edistää sosiaalisesti kestävämpää, käyttäjälähtöistä, terveellistä ja vähähiilistä kaupunkirakentamista sekä puun käyttöä kaupunkiympäristössä. My Town-hankkeeseen liittyen on tehty hiilijalanjälkilaskentaa erilaisille hirsirakennuksille, millä tavoiteltiin hiilijalan- ja kädenjäljen tasapainoa. Lisäksi vertailtiin myös hirsi- ja betonirakennuksia ja niiden päästöjä keskenään. (Virkkunen 2020.)

4.2 Hiedanranra, Tampere

Hiedanrannan alue on entinen teollisuusalue Länsi-Tampereella Näsijärven rannalla noin neljän kilometrin päässä keskustasta. Hiedanrannan alueelle suunnitellaan uutta älykästä, kestävää ja resurssitehokasta kiertotalouden kaupunginosaa. Tavoitteena on sujuva arki ja asukkaiden elämänlaadun parantaminen tarjoamalla mahdollisuus kestäväan elämäntapaan. Alueelle tavoitellaan 21 000 asukasta ja 8 000 työpaikkaa. (Tampereen kaupunki 2020).

Hiedanranta muodostuu kolmesta eri osa-alueesta (keskustasta, Lielahdesta sekä Järvikaupungista), jotka yhdessä muodostavat monipuolisen ja elämyksellisen kaupunginosan. (Tampereen kaupunki 2020).



KUVA 10. Hiedanranta havainnekuva. (Hiedanranta 2.9.2020)

Alueesta tavoitellaan ympäristövaikutuksiltaan nettopositiivista kaupunginosaa, jolloin alue tuottaa enemmän kuin kuluttaa. Alueesta suunnitellaan kestävän ja älykkään kaupungin mallialue, jossa älykästä teknologiaa sovelletaan liikkumisessa, rakennuksissa, palveluissa ja alueen infrastruktuurissa. Hiedanrannan suunnittelua ovat ohjanneet strategioista ja tavoitteista johdetut visiot:

1. Tulevaisuuden kaupunkialusta uusille ideoille
2. Monipuolinen ja elämyksellinen
3. Houkutteleva tulevaisuuden elinkeinoympäristö
4. Urbaani ja vihreä kaupunki järven rannalla. (Tampereen kaupunki 2020).

Alueella ei varsinaisesti käytetä hiilineutraaliuden määritelmää mutta Tampereen kaupungin strategian vuodelle 2030 keskeisiä tavoitteita ovat hiilineutraalius sekä edelläkäyminen älykkään ja kestävän liikenteen kaupunkikehityksessä. (Tampereen kaupunki 2020). Hiedanrannan alueen tavoitteena on olla kestävä ja älykäs kaupunginosa, joka on CO₂-negatiivinen. Alueen suunnittelussa ja rakentamisessa kiinnitetään erityistä huomiota teknisten ja biologisten kiertojen resurssiviisaaseen toteutukseen ja alueen liikennejärjestelmät perustuvat joukkoliikenteeseen sekä kävelyyn ja pyöräilyyn. (Tampereen kaupunki 2019).

Kestävyyden tavoitteiden varmistamiseksi yleissuunnitelmasta laaditaan BREEAM Communities-arviointiprosessi. Kestävyyden keskeisenä toteutuskeinona hyödynnetään kiertotaloutta. Hiedanrannan alueelle on tehty Rambollin toimesta päästökartoitus ja ilmastovaikutusten arviointi, jossa kartoitettiin alueen kasvihuonekaasupäästöt ja hiilinielut sellaisina, kuin alue olisi olemassa yleissuunnitelman mukaisesti nyt ja nykyisellä rakentamistavalla toteutettuna. Raportissa muodostettiin vaihtoehtoisia ratkaisuja kasvihuonekaasupäästöjen ja hiilinielujen synnylle vertailevia kartoituksia varten sekä tunnistettiin keinoja vähentää päästöjä ja sitoa hiiltä alueen maankäytön eri vaiheissa painottuen erityisesti suunniteluun ja sen ohjaamiseen. (Ramboll 2020).

Päästökartoituksessa huomioitiin myös infrarakentamiseen liittyvät päästöt. Päästölaskentaan sisältyivät kadut, viheralueet, vesihuolto ja jätteiden putkikeräys, hulevedet, energia ja sähköverkko, esirakentaminen, raitiotiet, erikoisrakenteet sekä johdonsiirrot. (Ramboll 2020).

Kasvihuonekaasupäästöjen muodostuminen oli jaettu ajallisesti kolmeen tarkasteltavaan ajanjaksoon, joita olivat nykyisen rakennuskannan purkamisen päästöt, uuden rakennuskannan rakentamisaikaiset päästöt sekä yhden vuoden käytönaikaiset päästöt. Käytönaikaisissa päästöissä oli huomioitu myös kulutuksen elinkaaripäästöt kuten ruoka, vaatteet, muut tuotteet ja palvelut. (Ramboll 2020).

Hiedanrannan alueella pyritään minimoimaan hiilijalanjälkeä monin eri keinoin, esimerkiksi korttelialueet rakennetaan hyvin tehokkaiksi, jolloin tiiviin kaupunkirakenteen lomaan jää virkistysalueita. Alueella on tehty massatasapainotarkasteluja ja maamassoja pyritään hyödyntämään mahdollisimman hyvin alueen sisällä. Mahdollisuuksien mukaan myös lievemmin pilaantuneita maamassoja on tarkoitus hyödyntää virkistysalueiden rakentamisessa. Infrarakentamisessa tavoitteena on käyttää uusiomateriaaleja mm. katujen rakentamisessa. Hulevesien käsittelyssä on tarkoitus käyttää luontopohjaisia ratkaisuja. Alueella tavoitellaan kestävää rakentamista mutta keinot tarkentuvat vasta vuoden 2021 aikana.

Alueen läpi kulkeva raitiovaunuliikenne kytkee alueen vahvasti joukkoliikenteeseen. Alueellinen keskitetty pysäköintiratkaisu tekee joukkoliikenteestä vielä vahvemmin kilpailukykyisen kulkumuodon. Alueelliset pyöräreitit kytkevät alueen Tampereen keskustaan ja muihin lähialueisiin. Alueelle on tulossa myös yhteiskäyttöautoja ja kaupunkipyöriä. Koska Hiedanrannan toteutus kestää kymmeniä vuosia monet hiilijalanjälkeä pienentävät toimenpiteet selvinnevät tai kehittyvät lähivuosina projektin edetessä. (Melama 2021).

Hiilikädenjälkeen liittyvät asiat on huomioitu alueella yleisesti, mutta konkreettisia suunnitelmia on vasta vähän. Tällaisia ovat esimerkiksi korttelialueiden maanvaraiset pihat, joilla on mahdollisuus kasvattaa suuria runkopuita ja imeyttää hulevesiä. (Melama 2021).

Hiedanrannan alueella ohjauskeinoina tavoitteiden toteutumiseksi varmistetaan osittain asemakaavalla, mutta pääasiassa näillä näkymin tontinluovutusehdoilla. Tavoitteena on saada tontinluovutuskriteerien avulla toteutettua kestävää rakentamista, mutta käytännössä tämä tarkentuu vasta vuoden 2021 aikana, kun tontinluovutuskriteereitä muotoillaan. (Melama 2021).

4.3 Malmi, Helsinki

Helsingin kaupungin tavoitteena on saavuttaa hiilineutraalius vuonna 2035. Tavoitteen toteuttamiseksi kaupunki on laatinut Hiilineutraali Helsinki 2035-toimenpideohjelman, jonka mukaisesti Helsingin kaupunkialueelle rakentuvan uudisrakennuskannan tulee tukea tätä tavoitetta. (Ramboll 2019.). Helsingin kaupunki rakentaa Malmin entisen lentokentän alueelle noin 25 000 asukkaan ja 2000 työpaikan uuden kaupunginosan. Alue rakentuu ilmastoviisaalla tavalla noin 30 vuodessa ja tukee Helsingin hiilineutraaliustavoitteita. (Uutta Helsinkiä 2020.). Lähtökohtana on kaupunkirakenteen eheyttäminen ja olemassa olevan infrastruktuurin hyödyntäminen.



KUVA 11. Malmin lentokentän alue. (Helsingin kaupunki julkaisuaika tuntematon)

Alueelle on tehty Helsingin kaupungin toimesta hiilineutraalin Malmin lentokentän alueen energiaselvitys, joka valmistui marraskuussa 2019. Selvitys sisältää erilaisia energiajärjestelmien skenaarioita, joiden pohjalta alueen suunnittelu- ja energiaratkaisuja voidaan kehittää ja ohjata. (Ramboll 2019.). Lisäksi alueelle on teetetty päästölaskentaselvitys alueen esirakentamisen päästöistä vuonna 2020. Laskennassa esirakentamisen päästöt on laskettu 30 vuoden ajalta. (Uutta Helsinkiä 2020.).

Alue rakentuu tiiviiksi ja kattavan joukkoliikenteen äärelle. Alueelle suunnitellaan myös kahta uutta raitiotietä. Joukkoliikenneyhteyksien parantamisella sekä palvelujen tuomisella alueelle pyritään vähentämään yksityisautoilun määrää ja sitä kautta pienentämään liikenteestä aiheutuvia päästöjä. (Uutta Helsinkiä 2021.).

Modernien ja ympäristöystävällisten energiaratkaisujen avulla pyritään pienentämään lämmityksen aiheuttamia päästöjä huomattavasti. (Uutta Helsinkiä 2020.). Tavoitteena on toteuttaa Malmin entisen lentokentän alueelle hiilineutraali energiajärjestelmä, joka tarjoaa mahdollisimman vähäpäästöistä energiaa. Alueelle tehdyn energiaselvityksen mukaan perinteisen kaukolämpöratkaisun sijaan alueelle kannattaisi energiankäytön päästöjen vähentämiseksi rakentaa uusiutuvaa energiaa ja hukkalämpöä paremmin hyödyntävä järjestelmä sekä huomioida myös maalämpö. (Uutta Helsinkiä 2021.).

Alueen uudisrakentamisessa rakennusten energiankulutusta pyritään pienentämään merkittävästi. Myös rakennusmateriaalien valinnoilla, esimerkiksi puurakentamisen lisäämisellä, voidaan vaikuttaa koko alueen ympäristöystävällisyyteen. Maa-ainesten kierrättämisellä voidaan säästää neitseellisten luonnonmaa-ainesten käyttöä ja välttää kaivettavien maa-ainesten sijoittamista maankaatopaikalle sekä vähentää maa-ainesten kuljetuksia ja niistä aiheutuvia hiilidioksidipäästöjä. (Uutta Helsinkiä 2021.).

Malmin lentokentän alueen esirakentaminen pyritään suurelta osin toteuttamaan uusilla, vaihtoehtoisilla ratkaisuilla, joiden avulla esirakentamisen päästöt jäisivät huomattavasti pienemmiksi kuin alustavassa laskennassa on arvioitu. (Ramboll 2020.) Malmin lentokentän esirakentaminen on suunniteltu toteutettavaksi Green Building Council Finlandin kestävän infran määritelmän mukaisesti. (Ramboll 2020.) Määritelmän mukaan kestävyiden näkökulmia alueen esirakentamiseen ovat mm. rakentamisen aikaisten päästöjen vähentäminen ja luonnonvarakulutuksen pienentäminen sekä materiaalivalinnat, materiaalitehokkuus ja niiden uudelleen käyttö ja kierrätys rakentamisessa. Myös massatalous, luontoalueiden tarkoituksenmukainen säästäminen ja lajien elinolosuhteiden turvaaminen esimerkiksi työmaa-alueen rajauksilla vaikuttaa kestävyteen samoin kuin maaperän ja vesistöjen suojaaminen sekä luonnon kemikalisoitumisen välttäminen sekä melu-, pöly-, valo- ja värinävaikutusten sekä valosaasteen vähentäminen esimerkiksi kalustovalintojen avulla. (FIGBC 2019.).

4.4 Kera, Espoo

Espoon kaupunki suunnittelee Keran nykyisestä teollisuus- ja varastoalueesta uniikkia ja urbaania asunto- ja työpaikka-alueita. Suunnittelualueen pinta-ala on kokonaisuudessaan noin 58 hehtaaria ja tavoitteena on rakentaa kaupunkimainen ja yhtenäinen asuin- ja työpaikka-alue palveluineen noin 14 000 uudelle asukkaalle. (Espoo 2019).



Havainnekuva Kerän juna-asemalta.

KUVA 12. Keran asema. (Espoon kaupungin kaupunkisuunnittelukeskus julkaisuaika tuntematon)

Espoon kaupungin tavoitteena on, että Kerasta suunnitellaan kestävästä kehityksen mukainen kaupunkikeskus. Alueen suunnittelussa edistetään vähähiilisyttä mm. vähäpäästöisillä energijärjestelmillä, kiertotalouden avulla sekä kestäviä liikkumismuotoja hyödyntämällä. (Ramboll 2021).

Visiona Keran alueella on ”Kehittyvä Kera on kansainvälinen esimerkki kiertotalouden digitaalisesta kaupunkialustasta, joka toteutetaan yhteistyössä Smart & Clean- säätöön, Nokian ja useiden muiden yhteistyötoimijoiden kanssa”. Vision taustalla on koko Espoon kaupungin hiilineutraalisuustavoite, jonka mukaan Espoosta tehdään hiilineutraali vuoteen 2030 mennessä. Vision mukaan alueen kehittämisen painopisteitä ovat yhteistoimijuus, kiertotalous, digitaalisuus ja hiilineutraalius. (Väisänen 2021).

Alueen hiilineutraaliustavoite on yhdenmukainen Espoon kaupungin hiilineutraaliustavoitteen kanssa. Näiden tavoitteiden taustalla on Espoon kaupungin tavoite olla Euroopan kestävin kaupunki nyt ja tulevaisuudessa. Espoon kaupunki haluaa luoda uusia globaalisti merkittäviä toimintamalleja ja ratkaisuja kestäväan tulevaisuuteen YK:n kestävästä kehityksen tavoitteiden edelläkävijäkaupunkina. (Väisänen 2021).

Keran alueella ei varsinaisesti käytetä hiilineutraaliuden määritelmää, mutta alueella mukaillaan koko Espoon kaupungin hiilineutraaliustavoitteita. Keran alueen kehittämisen myötä on tarkoitus saada tietoa ja kasvattaa ymmärrystä siitä, millaisia hiilineutraaliutta edistäviä toimenpiteitä aluekehityksessä voidaan tunnistaa ja toimeenpanna. (Väisänen 2021).

Alueen hiilijalanjäljestä on tehty tilaustyönä Ramboll Finland Oy:n tekemä selvitys, joka on mahdollista saada luettavaksi pyydettyäessä. Selvityksessä on otettu huomioon alueen kehittyminen seuraavan 50 vuoden aikana ja se pitää sisällään rakentamisen sekä kulutuksen aikaiset päästöt. Rakentamisen aikaisissa päästöissä on huomioitu infra- ja talonrakentaminen sekä niiden korjaukset. Käytön aikaisissa päästöissä on huomioitu energia ja alueen sisäinen liikenne. Maankäytön muutoksesta aiheutuvaa alueellista hiilitaseen muutosta ei ole laskettu, mutta oletuksena on, että vihreän määrä alueella lisääntyy runsaasti. (Väisänen 2021).

Tavoitteena on minimoida kaikkien em. tekijöiden päästöt. Alueella jo tunnistettuja ja mahdollisesti toteutettavia toimenpiteitä ovat päästötön alueellinen lämmitysratkaisu, kävelyyn, pyöräilyyn ja julkiseen liikenteeseen painottuva suunnitteluratkaisu sekä infrarakentamisessa purettavien rakennusten betonimurskeen hyödyntäminen kalliomurskeen sijaan. Maankäytön prosesseissa on ohjattu yleisellä tasolla ekologisuuteen ja vähäpäästöisyyteen. Monia muitakin toimenpiteitä on tunnistettu esimerkiksi työmaiden päästöihin liittyen, mutta niistä ei ole vielä yhtäläistä varmuutta. (Väisänen 2021).

Alueen hiilipäästöihin merkittävimmin vaikuttaa alueelle suunniteltu lämpöpumppupohjainen ja älykkäisiin energiaratkaisuihin perustuva lämmitys. Tämän lämmitysratkaisun myötä lämmityksestä tulee päästötöntä. Maankäytön suunnittelulla ja hyvien joukkoliikenneyhteyksien ansiosta

henkilöautotarve vähenee pienentäen liikenteen aiheuttamia päästöjä. Alueen rakennusten purkamisesta syntyvä betonimurske on tarkoitus hyödyntää alueen infrarakenteiden rakentamisessa kalliomurskeen sijaan. Tämä vähentää kalliomurskeen käyttöä sekä pienentää kuljetuksista aiheutuvia päästöjä. Em. toimilla alueen päästöt ovat noin 56 % pienemmät verrattuna vastaavan kokoisen espoolaisen alueen päästöjen keskiarvoon. (Ramboll 2021).

Hiilikädenjälkeä kasvattavina toimenpiteinä käytetään viherkerrointa, joka toimii kaavassa vihersuunnittelun ohjaajana. Alueen energiapositiivisuutta lisätään energiaratkaisujen myötä. (Väisänen 2021).

Tavoitteiden saavuttamisen varmistamiseksi käytetään ohjauskeinoina mm. vahvaa hankemuotoista yhteistyötä sidosryhmien kanssa, yhteiskehittämistä ja mahdollisia allianssimalleja, kaavan ohjaavuutta tiettyyn pisteeseen asti sekä mahdollisesti maankäyttösopimuksilla. (Väisänen 2021).

Alueen päästöjä on edelleen mahdollista pienentää esimerkiksi käyttämällä kierrätettyjä materiaaleja ja suosimalla vähäpäästöisiä rakentamismateriaaleja niin talo- kuin infrarakentamisessa. Päästövähennyspotentiaalia on mahdollista saavuttaa hyödyntämällä vähähiilisiä rakennusmateriaaleja kuten vihreää betonia ja lisätä puurakentamista. Infrarakentamisessa päästövähennystä voidaan saavuttaa maamassojen koordinoinnilla sekä hyödyntämällä vähähiilisiä sidosaineita pilaristabiloinneissa. Sähkön päästöjä voidaan alentaa asentamalla aurinkopaneeleita alueelle sekä kasvattamalla energiatehokkuutta hyödyntämällä älykkäitä energiaratkaisuja. Myös henkilöautojen omistustarvetta vähentävillä keinoilla, kuten yhteiskäyttöpäalveluilla tavoitellaan merkittävää päästövähennystä. (Ramboll 2021).

4.5 Masalan ekoälykylä, Kirkkonummi

Kirkkonummelle Masalan Mustikkarinteeseen suunnitellaan asuinalueita, jonka tavoitteena on olla mahdollisimman vähähiilinen. Alue sijaitsee noin 2,5 km päässä Masalan rautatieasemalta ja se käsittää yli 20 hehtaarin alueen. Alue on nykyisin maa- ja metsätalousaluetta ja sinne suunnitellaan koteja 1000 ihmiselle. (Seppälä 2019).

Masalan Ekoälykylä tavoittelee kohtuuhintaisia ja ekologisia asumisen ja liikkumisen ratkaisuja, joita voi monistaa. Tavoitteena on olla kylä, jota tullaan katsomaan kauempaakin sekä se, että päästöt saadaan noltaan. Alueen arvoja ovat viihtyvyys, yhteisöllisyys, edullisuus sekä vastuullisuus. Teknologian uskotaan tarjoavan hyvät mahdollisuudet alueelle olla hiilineutraali. (Savolainen 2021).



KUVA 13. Lähtökohdat alueen tavoitteille (Savolainen 2021).

Ekoölykylän alueella ei käytetä hiilineutraaliumääritelmää. Alueella sen sijaan käytetään määritelmää, jonka mukaisesti tavoitellaan päästötöntä asumista ja liikkumista sekä mitataan rakentamisen ja maankäytön päästöjä. (Savolainen 2021).



KUVA 14. Ekoölykylän kylänraitilla. (Ekoölykylä julkaisuaika tuntematon)

Masalan ekoölykylän alueelle on tehty LCA Inno Oy:n toimesta kasvihuonekaasupäästöjen ja ilmastovaikutusten arviointi. Maankäytön muutoksesta aiheutuvaa hiilitaseen muutosta on laskettu ja lisäksi on laskettu myös maamassojen liikuttelun minimoinnin vaikutusta. (Savolainen 2021). Alueen hiilitaseen muutosta on arvioitu alueen alta kaadettavan metsän osalta ja lisäksi on arvioitu maanrakentamisen massojen kuljetuksesta aiheutuvia päästöjä. Alueelle teetetyssä selvityksessä on

tehty käytönaikaista arviointia sähkön, lämmön ja liikkumisen osalta sekä rakentamisen aikaisia päästöjä rakennusten rakentamisen osalta. (Seppälä 2019).

Alueen hiilijalanjälkeä pienentävät toimenpiteet tulevat pitkälti alueen määritelmästä, jonka mukaan asuminen ja liikkuminen ovat päästötöntä. Esimerkiksi energiajärjestelmän lähtökohtana on se, että koko kylä olisi mahdollisimman vähäpäästöinen ja omavarainen. Pääasiallisena lämpöenergian lähteenä toimii maalämpö ja lisäksi lämmitysenergiaa tuotetaan kylään sijoitettavan energialaitoksen lauhdelämmöllä. Sähköenergia tuotetaan aurinkoenergialla, ICHP-laitoksen avulla sekä vesivoimalla. ICHP-laitoksella tarkoitetaan energialaitosta, joka on varustettu biokaasulla toimivilla mikroturbiineilla. (Seppälä 2019).

Liikkumisen aiheuttavia päästöjä pyritään pienentämään esimerkiksi alueella liikennöivien robottibussien avulla. Alueelle suunnitellaan lisäksi yhteiskäyttöisiä sähköautoja ja sähköpyöriä. Sähköautoiluun kannustetaan toteuttamalla latausmahdollisuuksia kaikkiin taloihin ja yhtiöihin. (Savolainen 2021).

Rakentamisen osalta päästöjen vähentämistä edesautetaan rakentamalla talot puusta, jolloin rakennus toimii myös hiilinieluna. Betonin käyttöä vältetään rakennuksissa, ja esimerkiksi perustukset tehdään rossipohjaisina. Talot rakennetaan energiatehokkaiksi ja niissä on kunnollinen ilmanvaihto. Puun pienpolttoa vältetään ja perinteiset puulämmitteiset takat ja saunat korvataan kaasu- tai sähkölämmitteisillä vaihtoehdoilla. Rakennukset rakennetaan esteettömiksi, jolloin niiden käyttöikä pitenee. (Savolainen 2021)

4.6 Skanssi, Turku

Turun kaupunki suunnittelee ja kaavoittaa Skanssiin asuinvaltaista kaupunginosaa. Suunnittelun tavoitteena on tehdä alueesta ekologisesti, taloudellisesti ja sosiaalisesti kestävä kaupunginosa. Alue käsittää noin 85 hehtaaria ja sinne tavoitellaan 8000 asukasta. (Skanssi 2012). Skanssin kehittämistä on toteutettu erityisesti 6Aika-hankkeen kautta, jossa Suomen kuuden suurimman kaupungin yhteinen strategia on kehittää avoimempia ja älykkäämpiä palveluja asukkaille. (Virkamäki, Jääskeläinen, Huttunen, Salmelainen & Hienonen 2017, 16-17.).

Skanssin alueen suunnittelussa tavoitteena on ympäristöystävällisyys sekä sellaisten ratkaisuiden etsiminen, joiden avulla vähennetään tehokkaasti energiankulutusta ja hiilidioksidipäästöjä niin rakentamisen, rakennusten käytön, että kaupunkirakenteen osalta tavanomaiseen rakentamiseen verrattuna. Skanssin älykkäässä rakennetussa ympäristössä yhdistyvät niin tietotekniikan tuomat mahdollisuudet, kestävä liikenne- ja energiaratkaisut, uudenlaiset palvelut kuin toimiva yhdyskuntarakennekin. (Skanssi 2012).

Skanssin alueen tontinluovutusehdoissa on vaatimuksia energia-asioihin liittyen. Tontinluovutusehdoissa on energialiite, jossa esitetään velvoitteita, joilla osapuolet edistävät uusiutuvan energian käyttöä, veden- ja energiakäytön tehokkuutta, kaksisuuntaisen kaukolämpökaupankäynnin ja sähköisen liikenteen mahdollisuuksia Skanssin alueella. (Skanssin alueen tontinluovutusehdot-energialiite.).



KUVA 15. Skanssin alueen havainnekuva. (Turun kaupunki, julkaisuaika tuntematon)

Alueen suunnittelun aikana selvitetään eri arviointimenetelmien soveltumista Turussa tavoitteiden asettamiseen. Näitä arviointimenetelmiä ovat LEED, BREEAM, Green City Index, PromisE. (Skanssi 2012). Skanssin alueen yleissuunnitelmasta on tehty ilmastovaikutusten arviointi EcoCity Evaluator-ohjelmalla, mutta suunnittelun pääpaino on ollut muissa keinoissa kuten selvityksissä ja asiantuntijatyössä. Alueen yleissuunnitelmasta tullaan tekemään myös CO₂-päästöarviointi. (Virkamäki, Jääskeläinen, Huttunen, Salmelainen & Hienonen 2017, 15-16.).

Skanssin alueen suunnittelussa keskeisiä tavoitteita ovat ekologisuuden huomioiminen alueen rakenteen suunnittelussa, rakentamisessa sekä rakennusten käytössä. Alueella painotetaan joukkoliikennettä, kävelyä ja pyöräilyä. Uusiutuvien energialähteiden käyttöä tuetaan. Asuinalue on palveluiltaan, toiminnoiltaan ja rakentamis- ja omistusmuodoiltaan monipuolinen. Hulevesien käsittelyä kehitetään niin, että se rikastuttaa alueen virkistys- ja luontoarvoja. Kaikki alueen suunnitteluratkaisut pyritään tekemään kustannustehokkaasti ratkaisujen elinkaarikustannukset huomioiden. (Virkamäki, Jääskeläinen, Huttunen, Salmelainen & Hienonen 2017, 15-16.).

Skanssin alueen tavoitteissa hiilijalanjälkeä pyritään minimoimaan kaikessa toiminnassa esimerkiksi alueteknologian energiankulutuksen minimoimisella mm. valaistuksen osalta sekä pitämällä

elinkaariajattelu mukana kaikessa kustannustarkastelussa. Alueen älykkäitä energiaverkkoja kehitetään yhteistyössä Turku Energian kanssa niin, että ne ottaisivat huomioon ostoskeskuksen erityistarpeet ja mahdollistaisivat myös pientuotannon. Alueella tavoitellaan ympäristörakentamista vetovoimatekijäksi mm. toiminnallisesti monipuolisten ja tehokkaiden lähivirkistysalueiden avulla sekä hyvin suunnitellulla valaistuksella, joka luo viihtyisyyttä ja turvallisuudentunnetta. Alueella on ympäristörakentamisen prosenttiperiaate käytössä. Alueella tavoitellaan positiivista imagoa hulevesille; toimenpiteitä tavoitteen saavuttamiseksi ovat esimerkiksi hulevesien vähentäminen ja viivyttäminen alueella, tiiviiden pintojen minimointi, sadevesien viivyttäminen viherkattojen avulla, hulevesien hyödyntäminen kasteluvesinä sekä hulevesien käsittelyllä luotavien kasvupaikkojen ja ekosysteemien avulla. (Turku 2019).

Alueen rakennuksilla tavoitellaan rakentamisen hiilijalanjäljen pienentämistä mm. kiinnittämällä huomiota rakennusmateriaaleihin sekä rakennuksen aikaiseen jätehuoltoon ja kierrättämiseen. Tavoitteisiin pyritään rakennushankkeen elinkaariajattelun korostamisen avulla sekä tehokkaalla käyttäjäkohtaisella kulutuksen mittaamisella. Myös tilojen monikäyttöisyyttä ja muuntojoustavuutta kehitetään. (Virkamäki, Jääskeläinen, Huttunen, Salmelainen & Hienonen 2017, 16-17.).

Kiinteistökohtaista energiatuotantoa tehostetaan esimerkiksi sijoittamalla rakennuksia ilmansuunnallisesti auringon puolelle. Tonttipolitiikalla ja kaavamääräyksillä tuetaan energiantuotantoa. Rakennuksissa otetaan huomioon kestävien liikennetarkaisujen suosiminen mm. yksityisautojen ja autoliikenteen vähentämiseen pyrkivillä pysäköintijärjestelyillä, pyöräparkkien kiinteistökohtaisella painottamisella sekä sähköautojen latausmahdollisuuksilla. (Turku 2019).

Skanssin alueelle on asetettu myös liikenteellisiä tavoitteita kuten liikennetarpeen vähentäminen, joukkoliikenteen, kävelyn ja pyöräilyn lisääminen sekä oman auton käytön vähentäminen. Keinoina tavoitteen saavuttamiseksi ovat esimerkiksi esteettömät ja suorat kulkureitit kevyelle liikenteelle, autojen pysäköintipaikkojen vähentäminen sekä palvelujen ja työpaikkojen sijoittuminen alueelle. (Skanssi 2012).

4.7 Yhteenveto case-alueista

Tarkasteltujen alueiden visiot, teemat ja painopisteet erosivat toisistaan mutta yhdistävänä tekijänä alueilla oli vähähiilisuuden edistäminen, ekologinen kestävyys sekä kestävät liikkumismuodot. Millään case-alueella ei tavoiteltu koko alueen hiilineutraaliutta eikä aluerakentamisen hiilineutraaliutta oltu määritelty mutta useiden alueiden visioiden ja tavoitteiden taustalla oli kaupungin hiilineutraaliustavoite.

TAULUKKO 1. Case-alueiden tavoitteet ja määritelmät

	Tavoite
My Town	Suunnitella terveellistä, turvallista ja ekologisesti kestävää asuin- ja työympäristöä tuleville sukupolville kaupunkiympäristöön sopivasti.
Hiedanranta	Tavoitellaan ympäristövaikutuksiltaan nettopositiivista kaupunginosaa, jolloin alue tuottaa enemmän kuin kuluttaa.
Malmi	Alue rakentuu ilmastoviisaalla tavalla noin 30 vuodessa ja tukee Helsingin hiilineutraaliustavoitteita.
Kera	Kerasta suunnitellaan kestäväen kehityksen mukainen kaupunkikeskus.
Ekoälykylä	Tavoitteena on olla mahdollisimman vähähiilinen.
Skanssi	Tavoitteena on ympäristöystävällisyys sekä ratkaisuiden etsiminen, joiden avulla vähennetään tehokkaasti energiankulutusta sekä hiilidioksidipäästöjä sekä rakentamisen, rakennusten käytön, että kaupunkirakenteen osalta.

	Määritelmä
My Town	-
Hiedanranta	Alueella ei varsinaisesti käytetä hiilineutraaliuden määritelmää mutta Tampereen kaupungin strategian vuodelle 2030 keskeisiä tavoitteita ovat hiilineutraalius sekä edelläkäyminen älykkään ja kestäväen liikenteen kaupunkikehityksessä.
Malmi	-
Kera	Keran alueella ei käytetä hiilineutraaliuden määritelmää suoraan, mutta alueella mukaillaan koko Espoon kaupungin hiilineutraaliustavoitteita.
Ekoälykylä	Ekoälykylän alueella ei käytetä aluerakentamista koskevaa hiilineutraaliusmääritelmää. Alueella käytetään määritelmää, jonka mukaan asuminen ja liikkuminen on päästötöntä.
Skanssi	-

Kaikilla alueilla oli tehty jotakin laskelmia vähähiilisyteen liittyen, mutta kaikkien alueiden laskentamenetelmät ja laskennan kohteet erosivat toisistaan. Alueilla tehtiin muun muassa rakennusten hiilijalanjälkilaskentaa, alueen energiaselvitystä, alueen päästölaskenta selvitystä

esirakentamisen osalta, maankäytön muutoksesta aiheutuvaa hiilitaseen muutosta, selvitystä maamassojen liikuttelun minimoimiseksi sekä alueen yleissuunnitelman ilmastovaikutusten arviointia. Osa case-alueista otti laskelmissaan huomioon alueen koko elinkaaren aikaisia päästöjä ja osa kartoitti ainoastaan käytön aikaisia päästöjä. Osalla alueista rakentamisen aikaisia päästöjä laskettiin rakennusten ja infran osalta ja toisilla alueilla pelkkien rakennusten osalta. Käytön aikaisten päästöjen vaikutusten arviointia oli tehty energian ja liikkumisen osalta sekä yhdessä tapauksessa myös kotitalouksien muun kulutuksen osalta.

TAULUKKO 2. Case-alueilla käytetyt laskentamenetelmät

	Laskentamenetelmät
My Town	Hiilijalanjätkilaskentaa hirsirakennuksille materiaalien osalta, hiilikädenjätkilaskentaa hirsirakennuksille materiaalien osalta, hirsi- ja betonirakennusten vertailu.
Hiedanranta	Kasvihuonekaasupäästölaskenta jokaisessa elinkaaren vaiheessa: nykyisen rakennuskannan purkamisen päästöjen arviointi, rakennusten rakentamisen kasvihuonekaasupäästölaskenta rakennusten käyttötarkoituksen mukaan, rakentamisen ajan liikennesuoritteiden arviointi, infrarakentamisen kasvihuonekaasupäästöt jokaiselle osa-alueelle, käytön ajan päästöihin sisällytettiin alueelle tulevan asukasmäärän kulutuksen elinkaaripäästöt (ruoka, vaatteet, muut tuotteet ja palvelut), rakennusten lämmitys ja sähkönkulutus sekä liikkuminen alueella yhden vuoden ajalta.
Malmi	Malmin lentokentän alueen energiaselvitys keskittyy alueelle tulevien rakennusten energiankulutukseen ja alueellisen energiatuotannon päästöttömyyteen. Päästölaskentaselvitys alueen esirakentamisen päästöistä elinkaaren rakentamisen aikana, huomioidaan materiaalin tuotannon päästöt, kuljetuspäästöt sekä työvaiheista aiheutuvat päästöt.
Kera	Alueen päästötarkastelu, jossa huomioitiin infrarakentamisen päästöt, talonrakentamisen päästöt, energian käytön aiheuttamat päästöt sekä liikenteen päästöt. Päästövähennyspotentiaalin arviointi yleispiirteisellä tasolla. Laskentajaksona 50 vuotta. Purkutyöt eivät sisälly tarkasteluun.
Ekoölykylä	Kasvihuonekaasupäästöjen ja ilmastovaikutusten arviointi, jossa arvioidaan rakentamissuunnitelmien osatekijöiden kasvihuonekaasupäästöt. Kasvihuonekaasupäästöt arvioidaan energiantuotannon (lämmitys, sähkö), rakennusten valmistus ja ylläpito, infran rakentaminen ja ylläpito (väylät, vesi- ja viemäriverkostot) sekä liikkuminen (julkisten kulkuneuvojen käyttö, henkilöautoliikenne). Arviointi huomioi päästöt nykytilanteessa sekä vuonna 2040. Elinkaaren pituus on 70 vuotta. Hiilitaseen muutos laskennassa käytetty 50 vuoden elinkaarta.
Skanssi	Ilmastovaikutusten arviointi, alueen yleissuunnitelmasta tullaan tekemään co2-päästöarviointi.

Case-alueiden hiilijalanjälkeä minimoimana toimenpiteenä maankäytön osalta nousi esille muun muassa kaavan väljyys, joka mahdollistaa rakentamisen pientaloista kerrostaloihin. Kiertotalouden kriteerejä voidaan soveltaa muun muassa asemakaavoihin, tontin luovutusmenettelyihin, sopimuksiin ja julkisiin rakennushankkeisiin. Eheyttävä kaupunkirakenne mainittiin usean case-

alueen keinoina pyrkiä vähähiilisyteen, samoin kuin tiivis rakentaminen sekä palvelukeskittymien rakentaminen. Alueiden rakentaminen hyvien joukkoliikenneyhteyksien äärelle mainittiin useimpien case-alueiden tapauksessa. Myös hulevesien hallintaan liittyviä toimenpiteitä sekä viherkertoimeen liittyvät tavoitteet mainittiin joidenkin case-alueiden tapauksissa.

Pohjatöiden osalta hiilijalanjälkeä pienentävinä toimenpiteinä useammalla case-alueella mainittiin maamassojen hyödyntäminen rakennettavalla alueella. Myös vaihtoehtoiset ratkaisut kuten puupaalut, vähäpäästöisemmät työkoneet, uusiomateriaalipohjaiset syvästabiloinnin sideaineet ja syvästabiloinnin välttäminen mainittiin toimenpiteinä, joilla pyrittiin pienentämään hiilijalanjälkeä.

Infrarakentamisen ja kunnallistekniikan osalta hiilijalanjälkeä pienentävinä toimenpiteinä mainittiin esimerkiksi ratkaisumallien kartoitus harmaiden vesien käsittelyyn, vedenkulutusta vähentävä tekniikka, olemassa olevan infrastruktuurin hyödyntäminen sekä tehokkaat alueelliset langattomat tietoliikenneverkot. Myös putkikuljetus tai muu älykäs jätteidenkeruujärjestelmä sekä biojätemyllyt oli mainittu hiilijalanjälkeä pienentävinä toimenpiteinä. Lisäksi oli mainittu alueteknologian käyttöä muun muassa yleisten alueiden valaistuksen osalta.

Rakennusten rakentamisen osalta hiilijalanjälkeä pienentävinä toimenpiteinä kaikki case-alueet nostivat esille puurakentamisen suosimisen. Esimerkiksi massiivihirren käyttöä suosittiin. Myös betonin välttäminen rakennusmateriaalina sekä resurssitehokkuus, uusiutuvien ja kierrätettävien rakennusmateriaalien suosiminen sekä rakennusten sijoittelu tontille mainittiin keinoina pienentää rakentamiseen liittyvää hiilijalanjälkeä. Joillain case-alueilla pidettiin tärkeänä vanhan rakennuskannan huomioimista suunnittelussa sekä täydennysrakentamista. Yhdessä hankkeessa ohjattiin talonrakentamisen hiilineutraaliutta Circhubs-hankeen avulla. Rakentamisen aikainen jätehuolto ja kierrättäminen sekä elinkaariajattelun korostaminen alueen rakennusten osalta oli mainittuna. Yhteissaunojen lisääminen ja asuntokohtaisten saunojen vähentäminen mainittiin toimenpiteinä.

Esitettyjä käytönaikaiseen hiilijalanjälkeen liittyviä toimenpiteitä rakennusten osalta olivat materiaalitehokas korjaaminen, jossa painotetaan energiakorjauksiin, rakennusten monikäyttöisyyteen, muuntojoustavuuteen sekä käyttöasteen maksimointiin. Purkamisen aikaisina toimenpiteinä mainittiin kiertotalouden mahdollistava purkaminen, jolloin rakennusosat pyritään purkamaan ehjänä uudelleen käyttöä varten. Myös purkujätteen hyödyntämisen arviointi alueen tulevassa rakentamisessa mainittiin.

Case-alueiden energiaratkaisuissa hiilijalanjälkeä pienentäviä toimenpiteitä olivat esimerkiksi alueen omavarainen energiantuotanto polttolaitoksen avulla, aurinkoenergian ja lauhdelämmön hyödyntäminen, jäteveden lämmöntalteenotto, maalämpö, pohjavesilämpö ja lämpöpumppujen käyttö sekä erilaisten energiavarastojen kehittäminen ja hyödyntäminen. Avoimet kaksisuuntaiset energiaverkot, joiden avulla hukkaenergiaa voidaan hyödyntää toisaalla, oli myös mainittu. Lisäksi uusiutuvaa energiaa hyödyntävät ratkaisut sekä älykkäät energiaverkot, jotka mahdollistavat pientuotannon mainittiin toimenpiteinä, joiden avulla hiilijalanjälkeä voidaan pienentää alueilla.

Liikenteen osalta kaikkia case-alueita yhdistävä tavoite oli yksityisautoilun vähentäminen ja julkisen liikenteen sekä kävelyn ja pyöräilyn lisääminen. Monilla alueilla haluttiin mahdollistaa autoton

elämäntapa. Tähän pyrittiin toimintojen ja palveluiden keskittämällä jalankulku- ja pyöräreittien varrelle, jolloin liikennöintitarve alueella vähenee. Toimenpiteitä, joilla liikkumisesta aiheutuvaa hiilijalanjälkeä esitettiin pienennettäväksi, olivat esimerkiksi sähköbussit, raitiotiet, yhteiskäyttöautot, -polkupyörät ja -potkulaudat sekä kaupunkipyörät. Myös pyöräily-ympäristön laatua pyrittiin parantamaan mm. pyöräpysäköinnin ja ympärivuotisen reittien kunnossapidon avulla. Myös erilaisia pysäköintimenetelmiä autoilun vähentämiseksi oli mainittu. Näitä olivat esimerkiksi nimeämättömyys, vuorottaispysäköinti, yhteiskäyttöautot sekä pysäköinnin keskittäminen kauemmas pysäköintikeskuksiin. Sähköautoiluun aiottiin kannustaa muun muassa sähköautojen latausmahdollisuuksien lisäämisellä.

Hiilikädenjälkeä kasvattavia toimenpiteitä mainittiin case-alueilla huomattavasti vähemmän kuin toimenpiteitä, jotka pienentäisivät hiilijalanjälkeä. Hiilikädenjälkeä kasvattavina toimenpiteinä mainittiin esimerkiksi puurakentamisen suosiminen alueella sekä viherseinät ja -katot, jolloin rakennukset toimisivat hiilinieluna. Myös omavarainen alueella tuotettu energia ja alueen energiapositiivisuus mainittiin hiilikädenjälkeä kasvattavina keinoina. Näiden lisäksi keinoina mainittiin viherkertoimen käyttö sekä korttelialueiden maanvaraiset pihat, jotka mahdollistavat suurien runkopuiden kasvattamisen.

Case-alueet ovat vasta suunnitteilla tai rakentumassa ja niiden saattaminen valmiiksi voi viedä jopa useita vuosikymmeniä. Siksi monet toimenpiteet tulevat tarkentumaan alueiden rakentamisen aikana sitä mukaa kun uusia innovaatioita kehitetään ja parempia ja tehokkaampia tapoja löydetään.

Ohjauskeinoina tavoitteiden toteutumiseen case-alueilla varmistetaan mm. asemakaavan ja tontinluovutusehtojen avulla. Viherkerrointavoitteen käyttö ja sen täyttymisen varmistaminen rakennuslupavaiheessa toimii yhtenä ohjauskeinona. Yhdellä case-alueella todettiin, että hankemuotoisella yhteistyöllä sidosryhmien kanssa, yhteiskehittämisellä ja mahdollisia allianssimalleja hyödyntämällä sekä mahdollisesti maankäyttösopimuksilla voidaan ohjata alueen rakentumista oikeaan suuntaan.

Case-alueilla mainittuja keinoja hiilijalanjäljen pienentämiseen ja hiilikädenjäljen kasvattamiseen on esitelty seuraavassa taulukossa. Toimenpiteet on jaoteltu kuuteen eri osa-alueeseen, joita ovat: maankäyttö, pohjatyöt, rakennukset, infra, energia sekä liikenne.

TAULUKKO 3. Alueiden toimenpiteet ja keinot

Maankäyttö	Kaupunkirakenteen eheyttäminen, alueen rakentuminen hyvien liikenneyhteyksien läheisyyteen, tiiviin palvelukeskittymän luominen, kaavan muuntojoustavuus toteutusmahdollisuuksien osalta, viherkerrointavoite yhtenä lupaehtona, kiertotalouden kriteerien soveltaminen asemakaavoihin, tontinluovutusmenettelyihin, sopimuksiin ja julkisiin rakennushankkeisiin. Aluetta yhdistävät kävelytiet, runsaan kerroksellisen kasvillisuuden istuttaminen pihoille, kortteleihin rakennettavat viherseinät ja -katot, riittävän tilan varaaminen katupuille,
------------	---

	puistojen rakentaminen, hulevesien hyödyntäminen kasteluvetenä, puuston säilyttäminen mahdollisimman paljon.
--	--

TAULUKKO 3 (jatkuu).

Pohjatyöt	Hallintasuunnitelman laatiminen maa- ja kiviainesmassoille, ylijäämämaamassojen ja kiviainesten kierrättäminen ja hyödyntäminen ympäristörakentamisessa, esirakentamisen toteuttaminen vaihtoehtoisilla ratkaisuilla kuten puupaaluilla ja vähäpäästöisemmällä työkoneilla, syvästabiloinnin välttäminen, uusiopohjaisten sideaineiden käyttäminen syvästabiloinnissa, rakennusten purkujätteen hyödyntäminen.
Rakennukset	Suunnittelussa huomioidaan monikäyttöisyys, muuntojoustavuus ja käyttöasteen maksimointi, tyhjien tilojen muutos asuin- ja työtiloiksi, rakennusten suuntaaminen aurinkoon, talonrakentamisen hiilineutraaliuden ohjaaminen, minimitason määrittäminen vaatimuksille, uudet rakennukset vaadittua minimitasoa energiatehokkaampia, yhteissaunojen lisääminen. Paikallisten rakennusmateriaalien suosiminen, uusiutuvat ja kierrätettävät rakennusmateriaalit, vähähiilisten rakennusmateriaalien käyttö, puurakentamisen suosiminen, massiivihirren käyttö, betonirakentamisen vähentäminen. Korjataan purkamisen sijaan, energiakorjauksiin panostaminen, materiaalia säästävä korjaustapa, muutostöiden minimointi korjausrakentamisessa, rakenneosien ehjänä purkaminen, kierotalousajattelu, rakennusaikaisten jätteen kierrätys ja hyötykäyttö
Infra	Tehokkaat langattomat laajakaistaverkot, olemassa olevan infrastruktuurin hyödyntäminen, maa-ainesten kierrättäminen infrarakentamisessa, varataan riittävä tila vesijohdoille, jätevesiviemäreille, kaukolämmölle ja -kylmälle, jätteen putkikeräykselle, biokaasulle ja hiilidioksidiputkille.

TAULUKKO 3 (jatkuu).

Energia	<p>Kaavamääräykset ja tonttipolitiikka tukemassa energiantuotantoa, tuetaan uusiutuvan energian käyttöä, vähennetään energiankulutusta, asetetaan tavoitetaso sopivan haasteelliseksi, plus-energiarakennukset, avoimet kaksisuuntaiset energiaverkot, omaehtoisen energiantuotannon mahdollistaminen, hajautettu energiajärjestelmä, hukkaenergian hyödyntäminen esimerkiksi jäteveden lämmöntalteenotolla, maalämmön hyödyntäminen, aurinkoenergian hyödyntäminen, geoenergian hyödyntäminen, pohjavesilämmön hyödyntäminen, energiavarastojen ja -akkujen kehittäminen, kulutusten mittaaminen uusinta tekniikkaa hyödyntäen, aluevaraus pienelle polttolaitokselle, puun pienpolton vähentäminen.</p>
Liikenne	<p>Liikennetarpeen vähentäminen, lyhyemmät reitit kävelylle ja pyöräilylle, hyvä palvelutaso kävely- ja pyöräilyetäisyydellä, Yksitysautoilun vähentäminen, pysäköintiratkaisut: nimeättömyys, vuorottaispysäköinti, autopaikattomat kiinteistöt, erilliset parkkikiinteistöt, yhteiskäyttöautot. Liityntäpysäköinti autoille ja pyörille, pyöräparkkien painottaminen, yhteiskäyttöpyörät ja potkulaudat, kaupunkipyörät.</p> <p>Kattava joukkoliikenne, joukkoliikene-edut, sähköbussit, automaattikuljetukset (robottibussit), raitiotie alueella.</p>

4.8 Johtopäätökset

Hiilineutraalista rakennuksesta on tehty määritelmäluonnos Green Building Council Finlandin toimesta, mutta alueen hiilineutraaliudelle ei ole vielä laadittu yleisesti käytössä olevaa määritelmää.

Tässä opinnäytetyössä haluttiin selvittää, miten hiilineutraali alue on määritelty Suomessa ja millaisia tavoitteita ja toimenpiteitä hiilineutraaliin aluerakentamiseen liittyy.

Tähän työhön valittiin Suomesta alueita, joiden on esitetty tavoittelevan hiilineutraaliutta. Työssä haluttiin selvittää, miten hiilineutraalius määritellään näillä alueilla ja onko sen mittaamiseksi tehty laskelmia. Alueiden yhteyshenkilöille lähetettiin sähköpostitse kyselylomake. (Liite 1.) Kyselyyn saatiin vastauksia kolmelta alueelta. Vastauksia saatiin Masalan Ekoälykylästä, Kerasta sekä Hiedanrannasta. Kolmen muun alueen osalta hyödynnettiin julkisesti saatavilla olevia lähteitä.

Selvityksen ja kyselytutkimuksen perusteella ilmeni, että case-alueilla ei ole käytetty yhtenäistä määritelmää hiilineutraalille alueelle, ja alueiden hiilijalanjäljen sekä hiilikädenjäljen laskentatavat erosivat toisistaan merkittävästi.

Jotta alueen hiilineutraaliuden mahdollisuuksia voidaan laskennallisesti tarkastella, pitäisi niistä tehdä koko alueen elinkaaren huomioonottava hiilijalanjälki- ja hiilikädenjälkiselvitys. Case-alueilla tehtyjä aluetason hiilijalanjälkilaskelmia peilaten, hiilineutraaliusselvitys voisi pitää sisällään ainakin maankäytön muutokset, rakentamisen, energian tuotannon ja kulutuksen sekä yhdyskuntatekniset palvelut ja liikenteen aiheuttamat päästöt. Jotta aluerakentamisen ilmastovaikutuksia voisi objektiivisesti tarkastella ja alueiden vaikutuksia vertailla, olisi tärkeää, että käytävissä olisi yleisesti hyväksytty aluerakentamisen hiilijalanjäljen ja kädenjäljen arviointimenetelmä sekä hiilineutraaliuden määritelmä.

Maankäytöllisillä toimenpiteillä voidaan vaikuttaa suunnitteluvaiheessa alueen hiilineutraaliuden tavoitteiden saavuttamiseksi. Hyvien joukkoliikenneyhteyksien äärelle rakentuvalla eheällä ja tiiviillä rakentamisella on myönteisiä vaikutuksia hiilijalanjäljen pienentämiseksi. Alueella tulisi olla riittävästi palveluita hyvillä sijainneilla, jotta liikennöinnin tarve alueella vähenisi. Hyvin suunnitellulla alueella on otettu huomioon riittävän suuri vihreän määrä alueella. Tätä voidaan edistää esimerkiksi viherkattojen ja vertikaalisten viherseinien avulla.

Kaavalla ja tontinluovutusehdoilla voitaisi ohjata aluetta kohti hiilineutraaliutta. Talonrakentamista voisi ohjata hiilineutraaliksi esimerkiksi tontinluovutuksen yhteydessä. Alueen suunnitteluvaiheessa on hyvä varautua päästöttömän energian tuottamiseen ja mahdollistaa esimerkiksi energiantuotantolaitoksen sijoittuminen alueelle.

Hiilineutraalin alueen saavuttamiseksi paras rakennusalue olisi sellainen, joka olisi helposti rakennettavissa eikä suuripäästöistä esirakentamista tarvitsisi tehdä. Tämä ei kuitenkaan aina ole mahdollista, joten aluetta suunniteltaessa ja rakentaessa olisi käytettävä keinoja, jotka aiheuttavat mahdollisimman vähän päästöjä. Tällaisia ovat esimerkiksi uusiomateriaalipohjaiset rakennusaineet, vähäpäästöisemmät työkoneet, vaihtoehtoiset ratkaisut paalutuksessa sekä maamassojen hyödyntäminen alueella.

Hiilineutraalin alueen tavoitteen saavuttamiseksi on hyvä panostaa rakennusten rakentamisen vähähiilisyteen sekä energiatehokkuuteen. Vanhojen rakennusten osalta suurin vaikutus saadaan rakennusten energiatehokkuuden parantamisella ja siksi siihen kannattaa kiinnittää huomiota myös korjausrakentamisen yhteydessä. Vanhan rakennuskannan säilyttäminen ja korjaaminen aiheuttaa usein vähemmän päästöjä kuin uuden rakennuksen rakentaminen, joten olemassa olevien rakennusten korjaamista ja niiden käyttötarkoituksen kehittämistä ja täydennysrakentamista kannattaa suosia.

Uudisrakennusten osalta rakennusten muodoilla ja niiden sijoittumisella tonteille voidaan vähentää energiankäytön tarvetta ja mahdollistaa uusiutuvan energian, esimerkiksi aurinkoenergian, hyödyntäminen rakennuksissa. Rakennuksia suunniteltaessa rakennusten monikäyttöisyyteen, muuntojoustavuuteen sekä käyttöasteen maksimointiin tulisi kiinnittää huomiota.

Rakennusmateriaalien osalta puurakentamisen suosimisella sekä vähähiilisemmän betonin käytöllä tai betonirakentamisen vähentämisellä on myönteisiä vaikutuksia hiilijalanjäljen pienentämiseen. Puiset rakenteet toimivat alueella hiilivarastoina ja auttavat näin ilmastohyötyjen saavuttamisessa. Myös hyödyntämällä uusiutuvia ja kierrätettäviä rakennusmateriaaleja voidaan pienentää rakennuksen hiilijalanjälkeä. Lisäksi, mikäli rakennuksessa käytettäviä materiaaleja pystytään rakennuksen elinkaaren jälkeen hyödyntämään muussa rakentamisessa, voidaan tämä huomioida hankkeen hiilikädenjälkenä. Rakennusaikana syntyvien jätteiden lajitteluun ja kierrättämiseen tulisi kiinnittää huomiota samoin kuin purkutöiden suunnitteluun ja arviointiin. Tärkeää olisi, että rakennusosia voitaisiin purkaa ehjinä ja käyttää uudelleen.

Case-alueiden tarkastelussa nousi esille voimakas pyrkimys panostaa aluetason energiaratkaisuihin. Energiaa voidaan tuottaa hiilineutraalisti uusiutuvia tuotantotapoja hyödyntämällä. Rakennuksiin sijoitettaviin uusiutuvan energian tuotantojärjestelmiin on hyvä varautua. Kaksisuuntaisten energiaverkkojen käyttö alueella mahdollistaisi ylimääräisen energian hyödyntämisen toisaalla. Alueella tuotetun uusiutuvan energian myynnillä voitaisi saavuttaa myös hiilikädenjälkeä lisäävä vaikutusta. Hukkalämmön talteenoton mahdollisuuksia ja muita lämpöpumppuratkaisuja tulisi suosia alueella. Erilaiset älykkäät ja energiatehokkaat ratkaisut yleisten alueiden valaistuksessa, jätteiden keräyksessä sekä vedenkulutuksessa auttavat osaltaan saavuttamaan hiilineutraalin alueen tavoitetta.

Case-alueiden tarkastelu osoitti, että kestävä liikunnan keinoin panostamalla pyritään usein edistämään aluetason hiilineutraaliustavoitteiden saavuttamista. Alueen suunnittelu ja rakentaminen hyvien joukkoliikenne yhteyksien varrelle on merkittävässä roolissa tavoitteiden saavuttamisessa. Alueella tulisi pyrkiä ratkaisuihin, joiden avulla pystytään vähentämään yksityisautoilua. Jalankulku ja pyöräilyverkostoja tulisi suunnitella ja rakentaa niin, että ne palvelisivat käyttäjiään hyvänä vaihtoehtona yksityisautoilulle. Myös kevyenliikenteen väylien ympärivuotiseen kunnossapitoon ja huoltoon tulisi panostaa, samoin kuin laadukkaisiin pyöräpysäköintiratkaisuihin sekä kaupunkipyörien saatavuuteen. Muita keinoja yksityisautoilun vähentämiseksi voisi tarjota esimerkiksi uudenlaiset pysäköintiratkaisut, kuten vuorottaispysäköinti sekä pysäköinnin keskittäminen alueen laiduille pysäköintilaitoksiin sekä yhteiskäyttöautoilun mahdollisuuksien kehittäminen. Polttomoottoristen

ajoneuvojen korvaamista sähköisillä voidaan tukea esimerkiksi julkisen liikenteen sähköistämisellä sekä yksityisen sähköautoilun mahdollistavalla riittävän kattavalla latausverkostolla.

Hiilineutraali alue ei rakennu ainoastaan hiilijalanjälkeä pienentävien toimenpiteiden avulla vaan lisäksi tarvitaan myös ilmastohyötyjä lisääviä tekijöitä. Viherkasvusto alueella toimii hiilinieluna, samoin myös rakennusmateriaaleihin sitoutunut hiili, esimerkiksi puun hiilivarastojen ja betonin karbonisaation avulla. Lisäksi materiaalien kierrätys ja uudelleenkäyttö hankkeen elinkaaren jälkeen sekä uusiutuvan energiantuottaminen ja alueen ulkopuolelle myyminen kasvattavat alueen hiilikädenjälkeä ja auttavat hiilineutraaliustavoitteen saavuttamisessa.

5 POHDINTA

Tämän opinnäytetyön aihe on erittäin ajankohtainen ja hiilineutraalius tulee olemaan tulevaisuudessa isossa roolissa rakentamisen saralla. Ympäristöministeriön tavoite asettaa lainsäädännöllinen velvoite rakennusprojektien hiilipäästöjen arvioimiseksi sekä raja-arvot vuoteen 2025 mennessä laittaa rakennusalan toimijat huomioimaan ympäristöä kuormittavat päästönsä ja tekemään toimenpiteitä niiden vähentämiseksi.

Opinnäytetyön aihe tuli A-Insinööreiltä heidän tarpeestaan selvittää hiilineutraaleiden alueiden määritelmiä ja laskentamenetelmiä. Tämä toimi opinnäytetyön lähtökohtana. Samalla haluttiin selvittää myös ne toimenpiteet, joiden avulla tavoitteisiin pyritään pääsemään. Tämä opinnäytetyö keräsi yhteen keinoja, joiden avulla hiilineutraaleja alueita on lähdetty suunnittelemaan ja toteuttamaan Suomessa.

Työssä tehtiin kysely kuudelle case-alueelle Suomessa. Ennen kyselylomakkeiden lähettämistä alueiden yhteyshenkilöihin oltiin puhelimitse yhteydessä ja sovittiin kyselylomakkeiden lähettamisestä. Vastauksia haastatteluihin saatiin kolmelta alueelta. Kaikkien case-alueiden kohdalla hyödynnettiin myös julkisesti saatavilla olevaa tietoa. Lopputulosten kannalta oli harmillista, että kaikilta alueilta ei saatu vastauksia kyselyyn, sillä osittain alueiden hiilineutraaliutta koskevat löydökset jäivät suppeiksi.

Opinnäytetyön aiheen rajaaminen osoittautui haastavaksi, sillä aihe on todella laaja ja sitä voidaan lähteä lähestymään monesta eri näkökulmasta. Myös saatavilla olevan tiedon vähäisyys ja hiilineutraalin alueen määrittelemättömyys aiheutti omat haasteensa. Opinnäytetyön onnistumisen kannalta merkittävässä roolissa oli tilaajayritykseltä saatu ohjaus sekä asiantuntemus aiheesta. Lisäksi oma mielenkiinto aihetta kohtaan edesauttoi työn etenemistä suunnitellusti. Opinnäytetyö eteni järjestelmällisesti ja valmistui suunnitellussa aikataulussa.

Tämä työ voi toimia pohjana hiilineutraalin alueen rakentamisen suunnittelussa ja toteutuksessa. Työ tuo esille tarpeen hiilineutraalin alueen määritelmälle ja laskentamenetelmälle.

Jatkotutkimuksena erilaisten laskentatapojen tarkempi analysointi ja vertailu olisi hyödyllinen, jotta löydettäisiin paras mahdollinen keino mitata alueiden hiilineutraaliutta.

LÄHTEET

- Bionova 2017. Tiekartta rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljen huomioimiseksi rakentamisen ohjauksessa. Bionova Oy. Julkaistu 29.6.2017.
https://ym.fi/documents/1410903/38439968/Tiekartta-rakennuksen-elinkaaren-hiilijalanjaljen-huomioonottamiseksi-rakentamisen-ohjauksessa-4B3172BC_4F20_43AB_AA62_A09DA890AE6D-129197.pdf/1f3642e1-5d58-8265-40c1-337deeab782d/Tiekartta-rakennuksen-elinkaaren-hiilijalanjaljen-huomioonottamiseksi-rakentamisen-ohjauksessa-4B3172BC_4F20_43AB_AA62_A09DA890AE6D-129197.pdf?t=1603260760602. Viitattu 25.3.2021.
- Deloitte 2018. Kuntien ilmastotavoitteet ja -toimenpiteet. Selvitys. Sitra. Julkaistu 12.10.2018.
<https://media.sitra.fi/2018/10/30151716/kuntien-ilmastotavoitteet-ja-toimenpiteet1.pdf>. Viitattu 15.3.2021
- Ekoälykylä julkaisuaika tuntematon. Havainnekuva. <https://www.ekoalykyla.fi/kumppanit/>. Viitattu 30.3.2020
- Energiaviisaat kaupungit 2020. Hiilineutraalit alueet kaupungissa. Julkaistu 28.12.2020.
<https://energiaviisaat.fi/hiilineutraalit-alueet-kaupungissa/>. Viitattu 14.3.2021.
- Espoo 2019. Julkaisu. Espooseen rantaradan varrelle nousee uusi Kera - Keskusta suunnitellaan kävelyä ja pyöräilyä ajatellen. Julkaistu 20.11.2019. [https://www.espoo.fi/fi-FI/Asuminen_ja_ymparisto/Kaavoitus/Asemakaava/Asemakaavoituskohteet/Leppavaara/Kera_130140/Espooseen_Rantaradan_varrelle_nousee_uus\(171138\)](https://www.espoo.fi/fi-FI/Asuminen_ja_ymparisto/Kaavoitus/Asemakaava/Asemakaavoituskohteet/Leppavaara/Kera_130140/Espooseen_Rantaradan_varrelle_nousee_uus(171138)). Viitattu 18.3.2021.
- Espoon kaupungin kaupunkisuunnittelukeskus julkaisuaika tuntematon. Keran asema. Havainnekuva. https://www.espoo.fi/fi-FI/Asuminen_ja_ymparisto/Kaupunginosat/Kera/Rakentaminen. Viitattu 30.3.2021.
- FIGBC 2013. Rakennuksen elinkaarimittarit. https://figbc.fi/wp-content/uploads/sites/4/2019/03/Rakennusten_elinkaarimittarit_2013.pdf. Viitattu 31.3.2021
- FIGBC 2018. Rakennushankkeiden ympäristöluokitukset Suomessa. <https://figbc.fi/wp-content/uploads/sites/4/2018/11/Rakennushankkeiden-ymparistoluokitukset-Suomessa.pdf>. Viitattu 31.3.2021
- FIGBC 2019. Kestävä infra. Määritelmä. Julkaistu 6.2.2019. https://figbc.fi/wp-content/uploads/sites/4/2019/03/GBC_Kestava-infra-maaritelma__2019_02_6.pdf. Viitattu 30.3.2021.
- FIGBC 2020. Hiilineutraalin rakennuksen määritelmä. Luonnos lausuntopyyntöä varten. Julkaistu 19.11.2020. https://figbc.fi/wp-content/uploads/sites/4/2020/11/Hiilineutraalin-rakennuksen-maaritelma_Lausuntoversio-19.11.2020.pdf. Viitattu 15.3.2021
- FIGBC julkaisuaika tuntematon. Työkalut. Verkkojulkaisu. <https://figbc.fi/tyokalut/>. Viitattu 26.3.2021
- Hanna-Kaisa Karppinen julkaisuaika tuntematon. Havainnekuva. Tuotettu Oulun yliopistossa osana Hirsitaloteollisuus ry:n My Town! -hanketta.
<https://huzza.kuvat.fi/i/CqQsDTpnryFzFNG9S4uMK8HwRUJPdeh3>. Viitattu 31.3.2021.
- Helsingin kaupunki 2020. Kohti hiilineutraalia kaupunkia- millä on merkitystä? Vartiokylänlahden rakentamisalueiden elinkaaren aikaisten ilmastopäästöjen arviointi. Julkaistu 26.8.2020.
- Helsingin kaupunki julkaisuaika tuntematon. Malmin lentokentän alue. Havainnekuva.
<https://www.uuttahelsinki.fi/fi/malmi/lentokentänalue>. Viitattu 31.3.2020
- Hiedanranta 2020. Materiaalipankki. Havainnekuva. Julkaistu 2.9.2020. <https://hiedanranta.fi/info-tyhteys/viestinnan-materiaalipankki/>. Viitattu 30.3.2020.
- Hirsitaloteollisuus 2019. Kasvua ja kehitystä puusta. Puurakentamisen käyttäjälähtöiset ratkaisut. Vapaamuotoinen toteutus suunnitelma. Julkaistu 30.4.2019.

- Häkkinen, Tarja & Kuittinen, Matti 2020. Kohti vähähiilistä rakentamista. Helsinki. Rakennustieto Oy. Ilmasto-opas julkaisuaika tuntematon. Ilmatieteenlaitos, Suomen ympäristökeskus & Aalto-yliopisto. Hiilinielusta huolehtiminen. Verkkojulkaisu. <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/hillinta/-/artikkeli/7c821f90-9605-4f9d-827b-894301c1e009/hiilinieluista-huolehtiminen.html>. Viitattu 22.3.2021.
- Ilmastopaneeli 2014. Kohti hiilineutraalia yhteiskuntaa. Suomen ilmastopaneeli. Julkaistu 28.5.2014. https://www.ilmastopaneeli.fi/wp-content/uploads/2018/10/Hiilineutraalisuus_taustaraportit_2014.pdf. Viitattu 31.3.2021.
- Kiotoon pöytäkirjan toimeenpanon säännöt, 2003. Helsinki: Suomen ympäristö 607 Ympäristöministeriö Ympäristönsuojeluosasto. <https://core.ac.uk/download/pdf/16390467.pdf>. Viitattu 4.2.2021
- Kuittinen, Matti & le Roux, Simon. Ympäristöopas. Vähähiilisen rakentamisen hankintakriteerit. 2017. Helsinki. Ympäristöministeriö. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/80654/YO_2017_Va-%20hahilisen_rakentamisen_hankintakriteerit.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Viitattu 4.2.2021
- Kujala, Mari 2018. Mitä rakennuksen hiilijalanjäljen laskenta tarkoittaa? Satakunnan ammattikorkeakoulun blogi. 16.2.2018. <https://tulevaisuudenrakentaminen.samk.fi/2018/02/16/mita-rakennuksen-hiilijalanjaljen-laskenta-tarkoittaa/>. Viitattu 4.2.2021
- Lausselet C., Lund K.M., Bratlebø H. 2021. LCA and scenario analysis of a Norwegian net-zero GHG emission neighbourhood: The importance of mobility and surplus energy from PV technologies. Norwegian University of Science and Technology. Julkaistu 14.12.2020. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132320308957>. Viitattu 31.3.2021.
- Liikenne- ja viestintäministeriö 2018. Kävelyn ja pyöräilyn edistämishjelma. <https://www.lvm.fi/documents/20181/959445/Kävelyn%20ja%20pyöräilyn%20edistämishjelma%20LVM%202018.pdf/2ad61cbf-960c-4f27-9f3f-575bfeacfa52>. Viitattu 12.4.2021.
- Lylykangas, Kimmo, Lahti, Pekka & Vainio, Tuukka 2013. Ilmastotavoitteita toteuttava asemakaavoitus. Aalto yliopisto. Raportti. Julkaistu 13/2013. https://media.sitra.fi/2017/02/27174440/Ilmastotavoitteita_toteuttava_asekaavoitus-2.pdf. Viitattu 25.3.2021.
- Melama, Saara 2021. Suunnittelujohtaja. Hiedanrannan Kehitys Oy. Haastattelu 8.3.2021.
- Motiva 2020. Ilmastojohtamisen reseptikirja. Helsinki. 2020. Motiva. https://www.motiva.fi/files/16871/Motiva_Kuntien_ilmastojohtamisen_reseptikirja.pdf. Viitattu 15.3.2021
- Optiwatti 2019. Blogi. Hiilijalanjälki- Mitä siitä pitää tietää? Julkaistu 5.3.2019. <https://www.optiwatti.fi/hiilijalanjalki-mita-siita-pitaisi-tietaa/>. Viitattu 15.3.2021.
- Pajula, Tiina, Vatanen, Saija, Pihkola, Hanna, Grönman, Kaisa, Kasurinen, Heli, & Soukka, Risto 2018. Carbon Handprint Guide. VTT Technical Research Centre of Finland. https://cris.vtt.fi/ws/portalfiles/portal/22508565/Carbon_Handprint_Guide.pdf. Viitattu 14.3.2021
- Ramboll 2019. Hiilineutraalin Malmin lentokentän alueen energiaselvitys. Raportti. Julkaistu 10/2019. https://www.hel.fi/hel2/ksv/liitteet/2019_kaava/4844_1_energaselvitys_30102019.pdf. Viitattu 30.3.2021.
- Ramboll 2020. Malmin lentokenttä, päästölaskelma esirakentamiselle perinteisellä tekniikalla. Raportti. Julkaistu 10.2.2020. https://www.hel.fi/hel2/ksv/liitteet/2020_kaava/4844_1_esirakentamisen_paastolaskelma.pdf. Viitattu 30.3.2021

- Ramboll 2020. Hiedanrannan päästökartoitus ja ilmastovaikutusten arviointi. Raportti. Julkaistu 30.3.2020. https://www.tampere.fi/tiedostot/h/8tzxul7cB/Hiedanrannan_paastolaskenta.pdf. Viitattu 18.3.2021.
- Ramboll 2021. Keran alueen päästötarkastelu. Ramboll Finland Oy. Julkaistu 8.2.2021.
- Sanastokeskus (TSK). Määritelmä. Aluerakentaminen. Asuntorakentamissanasto. Rakennustietosäätiö ja TSK. 1991. <https://termipankki.fi/tepa/fi/haku/aluerakentaminen> Viitattu 14.3.2021
- Ramboll julkaisuaika tuntematon. Kohti hiilineutraalia rakentamista. Verkkojulkaisu. <https://fi.ramboll.com/media/artikkelit/rakentaminen-ja-kiinteistot/hiilineutraalisuus>. Viitattu 14.4.2021.
- Rykmentinpuisto 2020. Rykmentinpuistoon rakennetaan maailman ensimmäinen hiilineutraali asuinalue. Verkkojulkaisu. Julkaistu 6.4.2020. <https://www.rykmentinpuisto.fi/uutiset/2020/04/rykmentinpuistoon-rakennetaan-maailman-ensimmainen-hiilineutraali-asuinalue/>. Viitattu 30.3.2021.
- Sankelo, Paula & Alhola, Katriina 2020. Kohti vähäpäästöistä rakennuskantaa. Katsaus. Suomen ympäristökeskus. Julkaistu 10.6.2020. <https://hiilineutraalisuomi.fi/download/noname/%7BC26B9450-FD8C-4953-9C4D-323014AF6D9A%7D/159436>. Viitattu 18.4.2021.
- Savolainen, Kari 2021. Innodriver Oy. Haastattelu 23.3.2021.
- Seppälä, Juha 2019. Masalan ekokylän kasvihuonekaasupäästöjen ja ilmastovaikutusten arviointi. LCA Inno Oy. Julkaistu 20.10.2019.
- Sjöstedt, T. 2018. Mitä nämä käsitteet tarkoittavat? Verkkojulkaisu. Sitra. Päivitetty 26.6.2018. <https://www.sitra.fi/artikkelit/mita-nama-kasitteet-tarchoittavat/>. Viitattu 4.2.2021.
- Skanssi 2012. Teemat ja tavoitteet, alustava. Julkaistu 9.10.2012. https://www.turku.fi/sites/default/files/atoms/files/skanssi_teemat_ja_tavoitteet.pdf. Viitattu 26.3.2021.
- Skanssin alueen tontinluovutusehdot- energialiite. Julkaisuaika tuntematon. https://www.motiva.fi/files/15121/Turun_Skanssin_alueen_tontinluovutusehdot_Energialiite.pdf. Viitattu 18.4.2021.
- Suomen virallinen tilasto (SVT). Käsitteet. Määritelmä 1. Kasvihuonekaasu. Määritelmä voimassa 31.12.2078 asti. Helsinki. Tilastokeskus <https://www.stat.fi/meta/kas/kasvihuonekaa.html>. Viitattu 4.2.2021
- Suomen ympäristökeskus 2019. Palvelukuvaus. Päivitetty 21.1.2021. [https://hiilineutraalisuomi.fi/fi-FI/Palvelukuvaus\(50680\)](https://hiilineutraalisuomi.fi/fi-FI/Palvelukuvaus(50680)). Viitattu 3.2.2021.
- Tampereen kaupunki 2019. Hiedanrannan kehitysohjelma. Ohjelmasuunnitelma. Julkaistu 9.12.2019. https://www.tampere.fi/tiedostot/h/kbNDck4xn/Hiedanrannan_kehitysohjelma_ohjelmasuunnitelmas_09122019.pdf. Viitattu 18.3.2021.
- Tampereen kaupunki 2020. Hiedanrannan yleissuunnitelma. Tampereen kaupunki. 2020. https://www.tampere.fi/tiedostot/h/AvNFxtJwB/1-3_Tausta_ja_tavoitteet_Yleissuunnitelma.pdf. Viitattu 18.3.2021.
- Turku 2019. Osallistumis- ja arviointisuunnitelma. Kaupunkiympäristötoimiala, Kaavoitus, Turun kaupunki. Julkaistu 1.3.2019. <https://kaupunkisuunnittelu.turku.fi/kaavoitus/7250-2017Osallistumis-jaarviointisuunnitelma-Aloitus.pdf>. Viitattu 29.3.2021.
- Turun kaupunki, julkaisuaika tuntematon. Skanssi-3-pieni. <https://www.epressi.com/uutishuoneet/turun-kaupunki.html?tab=js-tabs-img&folder=Skanssi>. Viitattu 30.3.2021.
- Uutta Helsinkiä 2020. Malmin lentokentän alueen rakentaminen edistää Hiilineutraali Helsinki-ohjelman tavoitteita. Verkkojulkaisu. Julkaistu 12.3.2020.

<https://www.uuttahelsinki.fi/fi/uutiset/2020-03-12/malmin-lentokentan-alueen-rakentaminen-edistaa-hiilineutraali-helsinki-ohjelman>. Viitattu 30.3.2021

Uutta Helsinkiä 2021. Hiilineutraali kaupunginosa. Verkkajulkaisu. Päivitetty 9.3.2021. <https://www.uuttahelsinki.fi/fi/malmi/rakentaminen/hiilineutraali-kaupunginosa>. Viitattu 30.3.2021.

Valtioneuvosto 2019. Pääministeri Sanna Marinin hallitusohjelma 10.12.2019. Osallistava ja osaava Suomi. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161931/VN_2019_31.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Viitattu 15.3.2021.

Virkamäki, Pekka, Jääskeläinen, Lauri, Huttunen, Eeva, Salmelainen, Leena & Hienonen, Markku 2017. Viranomaisnäkökulma rakennuksen elinkaaren hiilijalanjälkihjaukseen. Rakennustarkastusyhdistys RTY ry. Julkaistu 29.6.2017. https://www.ymparisto.fi/download/Viranomaisnakokulma_rakennuksen_elinkaaren_hiilijalanjalkiohjaukseen_Rakennustarkastusyhdistyksen_raportti_2962017pdf/0af5142f-f2bd-4dd3-81cd-d341b31741a1/129192. Viitattu 26.3.2021.

Virkkunen, Antti 2020. Hiilijalan- ja kädenjäljen laskenta. Esitys Hirsitaloteollisuus ry:n syysseminaarista.

VT 2018. Lehdistötiedote. Hiilikädenjälki: Uusi ympäristömittari tuotteiden positiivisten Ilmastovaikutusten arviointiin. Julkaistu 11.12.2018. <https://www.vttresearch.com/fi/uutiset-jat tarinat/hiilikadenjalki-uusi-ymparistomittari-tuotteiden-positiivisten>. Viitattu 14.3.2021

Väisänen, Rosa 2021. Erityisasiantuntija, kestävä kaupunkikehitys. Espoon kaupunki. Haastattelu 12.3.2021.

Ympäristöhallinto 2014. Elinkaariarviointi, jalanjäljet ja panos-tuotosmalli. Verkkajulkaisu. Päivitetty 4.12.2013. [https://www.ymparisto.fi/fi-fi-kulutus_ja_tuotanto/tuotesuunnittelu_ja_tuotteet/elinkaariarviointi_jalanjaljet_ja_panostuotosmalli](https://www.ymparisto.fi/fi-fi/kulutus_ja_tuotanto/tuotesuunnittelu_ja_tuotteet/elinkaariarviointi_jalanjaljet_ja_panostuotosmalli). Viitattu 14.4.2021

Ympäristöhallinto 2014. Mikä ihmeen elinkaari? Tavarallako muka elämä? Verkkajulkaisu. Julkaistu 13.1.2014. [https://www.ymparisto.fi/fi-FI/EkoElmeri/Mika_ihmeen_elinkaari_Tavarallako_muka_e\(18905\)](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/EkoElmeri/Mika_ihmeen_elinkaari_Tavarallako_muka_e(18905)). Viitattu 31.3.2021.

Ympäristöministeriö 2015. Ilmastotavoitteita edistävä kaavoitus. Suomen ympäristö 3/2015. <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/154436>. Viitattu 14.4.2021.

Ympäristöministeriö 2016. Tiedote. Tiekartta rakennusmateriaalien hiilijalanjäljen vähentämiseksi valmisteilla. Julkaistu 11.11.2016. [https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kulutus_ja_tuotanto/Tiekartta_rakennusmateriaalien_hiilijala\(40813\)](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kulutus_ja_tuotanto/Tiekartta_rakennusmateriaalien_hiilijala(40813)). Viitattu 4.2.2021

Ympäristöministeriö 2019. Rakennuksen vähähiilisyys arviointimenetelmä. Helsinki. Ympäristöministeriö. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161761/YM_2019_22_Rakennuksen_vaha_hiilisyysarviointimenetelma.pdf. Viitattu 14.3.2021.

Ympäristöministeriö julkaisuaika tuntematon. Johdatus rakennusten elinkaariarviointiin. Esite. https://elinkaarilaskenta.fi/wp-content/uploads/sites/6/2019/08/johdatus_rakennusten_elinkaariarviointiin.pdf. Viitattu 31.3.2021.

LIITE 1. KYSELYLOMAKE

Yleisiä kysymyksiä

1. Alueen visio, teemat ja painopisteet?
2. Miksi päädytty näihin?
3. Miksi halutaan olla hiilineutraali?

Kysymyksiä hiilineutraaliuden määritelmästä

4. Käytetäänkö alueella hiilineutraaliuden määritelmää?
5. Miten hiilineutraalius on määritelty?

Kysymyksiä hiilineutraaliuden laskentamenetelmistä

6. Onko alueen hiilijalanjäljestä/hiilineutraaliudesta tehty laskelmia, esim. Keko-kaavoituksen ekolaskurilla tms.?
7. Onko hiilineutraaliustavoitteissa huomioitu alueen koko elinkaari (rakentaminen, käyttö ja purkaminen)?
8. Kuinka pitkä elinkaari on huomioitu?
9. Onko maankäytön muutoksesta aiheutuvaa alueellista hiilitaseen muutosta laskettu?

Kysymyksiä hiilijalanjälkeä minimoivista ja hiilikädenjälkeä kasvattavista toimenpiteistä

10. Koskevatko alueen hiilineutraaliustavoitteet (ja onko alueen hiilineutraaliusmääritelmässä/-laskelmassa huomioitu) seuraavia kokonaisuuksia:
 - Maankäyttö
 - Alueen pohjatyöt/esirakentaminen
 - Infrarakentaminen ja kunnallistekniikka
 - Rakennusten rakentaminen
 - Energiaratkaisut (sisältäen rakennusten energiankulutuksen sekä mahdollisen alueen energiatuotannon)
 - Liikenne
 - Muu, mikä?
11. Millaisia hiilijalanjälkeä minimoivia toimenpiteitä tehdään seuraaviin kokonaisuuksiin:
 - Maankäyttö
 - Alueen pohjatyöt/esirakentaminen
 - Infrarakentaminen ja kunnallistekniikka
 - Rakennusten rakentaminen
 - Energiaratkaisut (sisältäen rakennusten energiankulutuksen sekä mahdollisen alueen energiatuotannon)
 - Liikenne
 - Muu, mikä?
12. Millaisia hiilikädenjälkeä kasvattavia toimenpiteitä tehdään seuraaviin kokonaisuuksiin:
 - Maankäyttö
 - Alueen pohjatyöt/esirakentaminen
 - Infrarakentaminen ja kunnallistekniikka
 - Rakennusten rakentaminen
 - Energiaratkaisut (sisältäen rakennusten energiankulutuksen sekä mahdollisen alueen energiatuotannon)
 - Liikenne
 - Muu, mikä?
13. Muita tekijöitä tai asioita, jotka ovat merkittäviä alueen hiilineutraaliuden kannalta?
14. Minkälaisilla ohjauskeinoilla varmistetaan tavoitteiden toteutuminen (esim. kaavoitus, tontinluovutusehdot, muita?)