



Kestävän rakentamisen perusteet

Kasimir Aulio

OPINNÄYTETYÖ
Kesäkuu 2022

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Talonrakennustekniikka

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Talonrakennustekniikka

AULIO, KASIMIR:
Kestävän rakentamisen perusteet

Opinnäytetyö 44 sivua
Kesäkuu 2022

Suomi on asettanut kansallisia ympäristötavoitteita rakennusteollisuudelle ja sitoutunut kansainvälisiin kestävän kehityksen tavoitteisiin sekä useisiin ympäristösopimuksiin. Sopimusten ja asetettujen tavoitteiden luoma velvollisuus siirtyä kohti kestävän kehityksen periaatteita vaikuttaa suureen osaan rakennusalan toimintamalleja. Rakentamisen ympäristövaikutukset ovat merkittävät, minkä vuoksi rakennusteollisuudella on suuri mahdollisuus vaikuttaa kestävän kehityksen tavoitteisiin vähentämällä rakentamisen haittavaikutuksia ja luomalla kestäviä toimintatapoja.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on selkeyttää lukijalle, mitä kestävä rakentaminen -käsitteellä tarkoitetaan sekä miten kestävän rakentamisen vaatimukset määritellään ja miten niiden toteutumista voidaan seurata. Samalla tarkastellaan erityisesti Suomen talonrakennussektorin näkökulmasta merkittäviä kestäväan rakentamiseen vaikuttavia verkostoja sekä yleisiä kestävän rakentamisen menetelmiä ja kriteerejä, joiden avulla voidaan määritellä rakennuksen toteuttavan kestävän rakentamisen periaatteita.

Työn lopputulos on kirjallisuuskatsaus kestävän rakentamisen periaatteisiin. Tarkoituksena on antaa lukijalle yleiskuva hyvin monialaisesta ja jatkuvasti kehittyvästä aihepiiristä sekä helpottaa kestävän rakentamisen vaatimusten, verkostojen ja menetelmien hahmottamista. Ymmärtämällä kestävän rakentamisen lähtökohdat ja siihen vaikuttavat verkostot, mahdollistuu syventyminen kestävän rakentamisen yksityiskohtaisempiin kysymyksiin.

Asiasanat: kestävä rakentaminen, kestävä kehitys, ympäristöluokitus, elinkaari

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Construction Engineering
Building Construction

AULIO, KASIMIR:
Basics of Sustainable Construction

Bachelor's thesis 44 pages
June 2022

Finland has set national environmental goals regarding the construction industry, as well as is committed to international sustainable development goals and multiple environmental agreements. The obligations set by the agreements and goals to move towards principles of sustainable construction has an impact on a large portion of the operating models of the construction sector. Construction has a major environmental impact, which gives the construction sector a great opportunity to have a major impact on the sustainable development goals by reducing the negative effects of construction and by creating sustainable practices for the industry.

The goal of this thesis is to clarify the concept of sustainable construction for the reader as well as examine how the sustainable construction requirements are defined and how the fulfilment of those requirements can be monitored. The thesis also examines, especially from the point of view of the Finnish building construction sector, the networks that impact sustainable construction as well as common practices and criterion which help ensure that a building implements the principles of sustainable construction.

The result of this thesis is a literature review into the principles of sustainable construction. The goal is to give the reader a general overview of a multidisciplinary and constantly evolving topic, as well as simplify the concepts of requirements, networks, and methods of sustainable construction.

Key words: sustainable construction, sustainable development, green building standard, life cycle

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	KESTÄVÄ RAKENTAMINEN	7
	2.1 Kestävän kehityksen historia	7
	2.2 Kestävän kehityksen ja kestävän rakentamisen määritelmä	7
	2.3 Kestävyyden jaottelu ulottuvuuksiin	9
	2.4 Kestävän rakentamisen tavoitteiden asettaminen	10
	2.4.1 Agenda 2030	10
	2.4.2 Pariisin ilmastopöytäkirja	13
	2.4.3 Euroopan vihreän kehityksen ohjelma	13
3	KESTÄVÄ RAKENTAMINEN SUOMESSA	15
	3.1 Lainsäädäntö ja kestävä rakentaminen	16
	3.1.1 Kestävä rakentaminen maankäyttö- ja rakennuslaissa	17
	3.1.2 Kestävä rakentaminen ja rakentamismääräyskokoelma	17
4	KESTÄVYYDEN MITTAAMINEN	19
	4.1 Hiilijalanjälki ja hiilikädenjälki	20
	4.2 Elinkaarimittarit	20
	4.2.1 FIGBC elinkaarimittarit	20
	4.2.2 Rakennuksen vähähiilisuuden arviointimenetelmä	23
	4.3 Ympäristöluokitukset	24
	4.3.1 Level(s)	24
	4.3.2 LEED	25
	4.3.3 BREEAM	25
	4.3.4 RTS-ympäristöluokitus	26
	4.3.5 Joutsenmerkki	27
	4.4 Muita kestävyysmittareita	27
	4.4.1 Agenda 2030 seuraintaindikaattorit	28
	4.4.2 EU-taksonomia	28
5	KESTÄVÄN RAKENTAMISEN KRITEREIT	29
	5.1 Suunnittelu	29
	5.2 Sijainti ja ympäristö	30
	5.3 Rakennuksen muotoilu ja sisätilat	32
	5.4 Materiaalit	34
	5.5 Energiatodellisuus	35
	5.6 Vesitodellisuus	36
6	POHDINTA	37
	LÄHTEET	40

1 JOHDANTO

Kestävä kehitys ja siihen liittyvät ekologiset, taloudelliset sekä sosiaaliset ulottuvuudet ovat jatkuvasti merkitystään kasvattava aihealue rakennusteollisuudessa. Siirtymä rakentamisessa kohti kestävän kehityksen periaatteita tulee vaikuttamaan suureen osaan alan toimintamalleja ja vaatii ymmärrystä laajasta sekä jatkuvasti kehittyvästä aihepiiristä.

Suomi on osana Euroopan Unionia sitoutunut kestävän kehityksen tavoitteisiin sekä muihin kansainvälisiin ilmasto- ja ympäristösopimuksiin. Nämä yhteiset kestävän kehityksen tavoitteet ja sopimukset ovat luoneet tarpeen mitattaville toimenpiteille sekä yhteisille standardeille, termistölle ja toimintamalleille, jotka koko rakennusteollisuus voi jakaa.

Rakennusteollisuus on merkittävä hiilidioksidipäästöjen ja jätteiden tuottaja sekä luonnonvarojen ja energian kuluttaja. Tästä syystä sillä on myös suuri mahdollisuus vaikuttaa kestävän kehityksen tavoitteisiin vähentämällä rakennusteollisuuden haittavaikutuksia ja luomalla kestäviä rakennuksia ja toimintatapoja.

Suomessa kuten monessa muussa EU maassa rakentamisen päästöt ja hiilijalanjälki korostuu käsiteltäessä kestävää rakentamista, vaikka kestävä kehitys ja kestävä rakentaminen pitävät sisällään myös sosiaalisen ulottuvuuden tavoitteita. (Kestävät kriteerit rakennusten... n.d.)

Tämä opinnäytetyö käsittelee kestävän kehityksen tavoitteita rakentamisteollisuuden näkökulmasta. Tarkoituksena on luoda kirjallisuuskatsaus, joka selvittää kestävän kehityksen ja kestävän rakentamisen määritelmää ja tavoitteita sekä näihin vaikuttavia verkostoja. Tämän lisäksi tuodaan esille yleisiä käytäntöjä, joilla voidaan toteuttaa kestävää rakentamista sen kaikissa ulottuvuuksissa. Aihealuetta tarkastellaan erityisesti pohjoiseurooppalaisen ja suomalaisen talonrakennussektorin näkökulmasta.

2 KESTÄVÄ RAKENTAMINEN

2.1 Kestävän kehityksen historia

Yksi merkittävä tekijä tarpeelle kehittää kestävän kehityksen ja kestävän rakentamisen periaatteita oli 1970-luvun energiakriisi. Se loi tarpeen löytää tapoja vähentää energiankulutusta kaikilla yhteiskunnan osa-alueilla. Vuonna 1972 järjestetyssä Tukholman ympäristökonferenssissa tuotiin ensimmäistä kertaa kansainvälisessä mittakaavassa esiin ympäristönsuojelun merkitys ja luotiin perusta muun muassa Yhdistyneiden kansakuntien (YK) ympäristöohjelmalle. (United Nations Conference... n.d.; About UN Environment Programme n.d.)

Kestävä kehitys ja sen tavoitteet tuotiin esille nykyisen määritelmän mukaisena Yhdistyneiden kansakuntien komissiossa 1987 ja vuonna 1992 YK:n Earth Summit -kokouksessa aloitettiin ensimmäisten kansainvälisten kestävän kehityksen strategioiden kehittäminen. Tästä eteenpäin kestävän kehityksen ja sen osana kestävän rakentamisen periaatteet ovat kehittyneet kansainvälisellä sekä valtio- ja kuntatasolla. Vuonna 2015 YK:ssa sovittiin yhteisestä kansainvälisestä kestävän kehityksen Agenda 2030 toimintaohjelmasta. (History of SD 2011; Kibert 2016, 5-7; Transforming our world... n.d.)

2.2 Kestävän kehityksen ja kestävän rakentamisen määritelmä

Kestävä rakentaminen on osa laajempaa maailmanlaajuista kestävän kehityksen jatkuvaa muutosta, jonka tarkoituksena on ohjata yhteiskuntaa suuntaan, joka mahdollistaa nykyisille ja tuleville sukupolville edellytykset hyvään elämänlaatuun sekä huomioi ympäristön monimuotoisuuden säilyttämisen ja talouden tasapainoisen kehityksen. Kestävä kehitys on kokonaisuutena pääsääntöisesti jaettu kolmeen ulottuvuuteen, jotka ovat lähes poikkeuksetta jollain tavalla sidoksissa toisiinsa. Nämä ovat ekologinen, taloudellinen sekä sosiaalinen kestävyys. (Mitä on kestävä kehitys n.d.)

Kaikki edellä mainitut ulottuvuudet koskevat myös kestävän rakentamisen tavoitteita ja toimintamalleja. Esimerkiksi Rakennusteollisuus RT määrittelee kestävän rakentamisen tarkoituksiksi tuottaa rakennuksia ja rakenteita, jotka ovat mahdollisimman vähähiilisiä, pitkäikäisiä, materiaali- ja energiatehokkaita sekä turvallisia, terveellisiä, viihtyisiä, muuntojoustavia, helppohoitoisia ja arvonsa säilyttäviä. Tärkeää on myös huomioida, ettei osa-alueiden tavoitteet saa olla toistensa kanssa ristiriidassa, esimerkiksi lisäämällä rakennuksen energiatehokkuutta rakennuksen terveellisyyden kustannuksella. Edellä käytetty määritelmä kattaa jokaisen kestävän kehityksen kolmesta ulottuvuudesta. (Kestävä rakentaminen on vastuullista... n.d.)

Euroopan alueella, rakentaminen kuluttaa noin 50 % kaikista luonnonvaroista painon mukaan mitattuna. Rakennukset kuluttavat myös noin 40 % energiasta ja tuottavat noin 35 % hiilidioksidipäästöistä. Tämän lisäksi rakentamisen aikana tuotettu jäte sekä purkujäte tuottavat jopa 30 % kaikista Euroopan alueen jätteistä. Suomessa rakennusten koko elinkaaren energiankulutus ja hiilidioksidipäästöt ovat samalla tasolla Euroopan alueen kanssa. Tästä syystä kestävässä rakentamisessa korostuu erityisesti toimet, jotka vähentävät hiilidioksidipäästöjä sekä energian ja rakennusmateriaalien kulutusta koko rakennuksen elinkaaren aikana. (Keskisalo & Matveinen 2020, 11; Ympäristöosaava n.d.)

Rakentamisen elinkaariajattelussa korostuu tavoite mahdollistaa rakennukselle pitkä käyttöikä sekä huomioida rakentamisprosessin vaikutukset aina raaka-ainesten hankinnasta rakennuksen purkuun asti. Rakennuksen koko elinkaari on hyvin laaja käsite, joka sisältää kaikki kolme kestävyys ulottuvuutta. Rakennuksen elinkaarta tarkasteltaessa voidaan huomioida muun muassa tilojen muunneltavuus ja teknisten laitteiden soveltuvuus ja huollettavuus rakennuksen mahdollisissa eri käyttötarkoituksissa sekä rakennusosien sekä laitteiden taloudellinen ja ekologinen näkökulma. (Kestävä rakentaminen -klusteri 2018, 12)

Myös kiertotalouden merkitys kasvaa suunniteltaessa rakennuksia elinkaariajattelun näkökulmasta. Rakennuksen elinkaaren lopussa voidaan kiertotalouden menetelmin varmistaa kierrätettävien materiaalien hyödyntäminen sekä huomioida rakennusmateriaalien uudelleen käytön suunnittelu. Voidaan myös ajatella,

että rakennusmateriaalien osuus rakennusten elinkaaren hiilijalanjäljestä kasvattaa merkitystään rakennusten energiatehokkuuden parantuessa. Tämä on tuonut entistä vahvemmin esille kiertotalouden merkitystä. Suomen koko rakennuskantaa tarkasteltaessa voidaan myös ajatella korjausrakentamisen merkityksen korostuvan rakennuskannan kestävyiden kehittämisessä. Uudisrakentamisen osuus on pieni koko rakennuskannasta, joten korjaamalla olemassa olevaa rakennuksia energiatehokkaammaksi voidaan luoda merkittäviä kestävyttä parantavia vaikutuksia. (Kestävä rakentaminen -klusteri 2018, 14; Keskisalo & Matveinen 2020, 11)

Kestävään rakentamiseen liittyy vahvasti myös sosiaalinen ulottuvuus mutta aikaisemmin mainitut aiheet vaikuttavat korostuneen kestävä kehityksen keskustelussa tätä ulottuvuutta enemmän Suomessa. Rakentaminen ja kestävä rakentamisen kehittämisen tarpeet ovat erilaisia alueittain. Joillain alueilla kestävä kehityksen sosiaalinen ulottuvuus voi korostua kysymyksinä asumisen turvallisuutena ja asuntojen saatavuutena. Suomessa korostuu usein sosiaalisten kysymysten sijasta tavoitteet päästöjen, materiaali- ja energiankulutuksen vähentämisestä.

2.3 Kestävyyden jaottelu ulottuvuuksiin

Ekologinen kestävyys perustuu ajatukselle ympäristön monimuotoisuuden ja ekosysteemien säilyttämisen sekä ihmisen taloudellisen toiminnan sopeuttamiseen luonnon kantokyvyn mukaisesti. Ekologisen kestävyiden tarkastelun kohteena rakentamisen näkökulmasta on muun muassa ilmastonmuutoksen hillintä ja siihen sopeutuminen, resurssiviisaus, materiaalitehokkuus ja kiertotalous, luonnon monimuotoisuuden ja ympäristöhaittojen vähentäminen. Ekologisen kestävyiden näkökulmasta voidaan ajatella, että kestävät rakennukset kuluttavat luonnonvaroja ja energiaa mahdollisimman vähän koko rakennusprosessin ja käytön ajalla. Prosessissa on myös huomioitava käytettyjen materiaalien korjattavuus sekä kierrätettävyyden rakennuksen elinkaaren lopussa. (Kestävä rakentaminen -klusteri 2018, 11–12; Mitä on kestävä kehitys n.d.)

Taloudellinen kestävyys voidaan määritellä tavoitteena luoda taloudellista kasvua, joka ei perustu pitkällä aikavälillä liialliseen velkautumiseen tai resursien liialliseen kulutukseen. Taloudellisen kestävyuden tarkastelun kohteena rakentamisen näkökulmasta on esimerkiksi rakennusten elinkaaren aikaiset korjaus- ja ylläpitokustannukset, rakennuskannan ikä ja korjausvelka, rakennusten muuntojoustavuus sekä investointien tuottavuus. Rakennuksen tulee säilyttää arvoaan ja käytettävyyttään koko käyttöiän ajan ollakseen taloudellisesti kestävä. (Kestävä rakentaminen -klusteri 2018, 12; Mitä on kestävä kehitys n.d)

Sosiaalista ja kulttuurista kestävyttä voidaan rakentamisen näkökulmasta tarkastella esimerkiksi eri ihmisryhmien tarpeiden, hyvinvoinnin ja alueellisten erojen huomioimisena rakennus- ja yhdyskuntatekniikan tuotannossa. Näillä voidaan tarkoittaa esimerkiksi saavutettavuutta, esteettömyyttä, turvallisuutta ja terveellisyttä. (Mitä on kestävä kehitys n.d.)

2.4 Kestävän rakentamisen tavoitteiden asettaminen

2.4.1 Agenda 2030

Suomi on kaikkien YK:n jäsenvaltioiden tavoin allekirjoittanut YK:n Agenda 2030 -toimintaohjelman, josta johdetaan yhteiset vuonna 2015 asetetut 17 kestävän kehityksen tavoitetta. Kokonaisuutena asetetut tavoitteet käsittävät jokai-

sen kestävyuden kolmesta ulottuvuudesta. (Kestäväkehitys.fi n.d.; Kestävän kehityksen tavoitteet n.d.)



KUVA 1. Kestävän kehityksen tavoitteet (Sustainable Development Goals n.d.)

Tarkasteltaessa kestävää rakentamista erityisesti hiilijalanjälkeä sekä materiaali- ja energiankulutusta vähentävien toimien näkökulmasta voidaan Agenda 2030 tavoitteiden yhteyttä kestäväan rakentamiseen havainnollistaa kuvan 2 avulla. Kuva on World Green Building Council:n (WGBC) laatima erittely erityisesti rakentamistalouteen liittyvistä Agenda 2030 tavoitteista. Usein tavoitteet ovat keskenään riippuvaisia toisistaan ja tavoitteiden painotuksilla voi olla alueellisia eroja. WGBC on esimerkiksi jättänyt pois kuvasta 2 tavoitteen 6. Veden saanti ja kestävä käyttö sekä sanitaatio kaikille. Erityisesti Euroopassa ja Pohjois-Amerikassa vaikuttaa korostuvan tavoitteet, jotka tähtäävät hiilidioksidipäästöjen sekä materiaali- ja energiankulutuksen vähentämiseen. Jokaiseen tavoitteeseen liittyy hyvin laaja kokoelma alatavoitteita, jotka tarkentavat päätavoitteita. Tähän kappaleeseen on korostettu osa WGBC määrittelemistä kestäväan rakentamisen tavoitteista. (Kestäväkehitys.fi n.d.; Kestävän kehityksen tavoitteet n.d.; Sustainable Development Goals n.d.)



KUVA 2. Agenda 2030 yhteys rakentamiseen (Green Building Goals n.d.)

12. Vastuullista kuluttamista -tavoite (Responsible Consumption and Production) tähtää luonnonvarojen kestäväan ja tehokkaaseen käyttöön. Rakentamisen näkökulmasta tavoitteessa korostuu esimerkiksi kiertotalouden periaatteiden merkitys, materiaalien kulutuksen vähentäminen, kierrätys ja uudelleenkäyttö sekä käytännöt, joissa resurssien ja energian kulutusta minimoidaan. (Kestäväkehitys.fi n.d.; Czerwinska D. n.d.)

11. Kestävät kaupungit ja yhteisöt (Sustainable Cities and Communities).

Kaupungistuminen on ollut globaalisti voimakasta koko 2000-luvun ajan. Ennusteiden mukaan 60 % maailman väestöstä asuu kaupungeissa vuoteen 2030 mennessä. Myös Suomessa kasvavat kaupungit luovat tarpeen tarkastella kaupunki-, rakennus- ja yhdyskuntasuunnittelua ja varmistamaan että kaikille voidaan taata riittävä, turvallinen ja edullinen mahdollisuus asumukseen sekä peruspalveluihin. Rakennettu ympäristö, jonka hiilijalanjälki ja ympäristövaikutukset ovat mahdollisimman pienet on merkittävä tekijä kaupunkien kestävydessä. (Kestäväkehitys.fi n.d.; Czerwinska D. n.d.)

13. Ilmastotekoja (Climate Action). Rakentamisen ilmastovaikutukset ovat merkittävät. Vähentämällä resurssien ja energian kulutusta rakennusteollisuudessa, voidaan vaikuttaa merkittävästi kestäväan kehityksen tavoitteisiin. (Kestäväkehitys.fi n.d.; Czerwinska D. n.d.)

9. Kestävää teollisuutta, innovaatioita ja infrastruktuuria (Industry, Innovation and Infrastructure). Tavoitteena on tehostaa ympäristöystävällisten teknologioiden ja tuotantoprosessien käyttöönottoa sekä kehittää kestävästä infrastruktuuria. Tukea innovaatiota, jotka johtavat ympäristöystävällisempien rakennusmenetelmien kehittämiseen. Tähän tavoitteeseen voidaan vastata muun muassa kehittämällä kiertotalouden menetelmiä ja kehittämällä rakennusmateriaaleja, joiden ympäristövaikutukset ovat nykyisiä pienempiä. (Kestäväkehitys.fi n.d.; Czerwinska D. n.d.)

2.4.2 Pariisin ilmastopöimus

Suomi on allekirjoittanut Pariisin ilmastopöimukseen 12. joulukuuta 2015. Sopimuksen tavoitteena on saada kasvihuonekaasupäästöt laskemaan kansainvälisesti sekä pysäyttää maapallon keskilämpötilan nousu suhteessa esiteolliseen aikaan. Pariisin ilmastopöimusta varten valtiot määritteliät omat kansalliset toimintasuunnitelmat, joilla saavutetaan sopimuksen yhteiset tavoitteet. Allekirjoittaneet osapuolet sitoutuvat tiedottamaan kansallisten toimintasuunnitelmien edistyksestä. Kansallista edistystä ja tavoitteita tarkastellaan ja määritellään viiden vuoden välein. Päästövähennystavoitteiden lisäksi sopimuksella tavoitellaan rahoituksen lisäämistä kestävän kehityksen tavoitteiden mukaisia toimia kohtaan. Jotta Pariisin sopimuksen tavoitteisiin päästään on jäsenvaltioiden kiristettävä ilmastopöitiikkaansa. (Pariisin ilmastopöimus n.d.)

2.4.3 Euroopan vihreän kehityksen ohjelma

Euroopan komission aloittama Euroopan vihreän kehityksen ohjelma (European Green Deal) on joukko toimenpiteitä, joilla EU tavoittelee ilmastoneutraaliutta vuoteen 2050 mennessä. Ohjelma on yhteydessä Agenda 2030 tavoitteiden sekä Pariisin ilmastopöimukseen kanssa. Sen tarkoituksena on ohjata EU-jäsenvaltioita kohti kestävän kehityksen tavoitteita. Yksi keskeisistä Euroopan vihreän kehityksen ohjelman tavoitteista on rakennusten energiatehokkuuden parantaminen sekä rakennusteollisuuden kestävyden parantaminen muun mu-

assa kiertotalouden menetelmiä hyödyntäen. EU-jäsenvaltioita velvoittaa ohjelman toteuttamiseen EU:n ilmastolaki. (Eurooppatiedotus EU Green Deal 2020; Eurooppalainen ilmastolaki 2021; Euroopan vihreän kehityksen ohjelma 2022)

3 KESTÄVÄ RAKENTAMINEN SUOMESSA

Osana Euroopan unionia (EU) Suomen toimintaa kestävän rakentamisen toteuttamisessa ohjaa myös EU:n sitoutuminen YK:n Agenda 2030 –toimintaohjelmaan sekä muihin kansainvälisiin ilmasto- ja ympäristösopimuksiin. Euroopan unionin jäsenvaltiot ovat antaneet päätöksentekovaltaansa EU:n perustamissopimuksissa määritellyissä kysymyksissä. Kestävää kehitystä pidetään perustamissopimuksen mukaisesti EU:n politiikan ja toimien lähtökohtana. Euroopan komissio on korostanut erityisesti rakentamisen kehittämisen merkitystä päästövähennysten sekä resurssitehokkuuden edistämisen kannalta. Kestävän kehityksen Agenda 2030 tavoitteet ovat täysin samat jokaiselle valtiolle, mutta toimintatavat ja vastuu tavoitteiden saavuttamisesta ovat valtiokohtaisia. (Strategy on the urban development 2004, 43; EU-lakien suhde Suomen lakiin 2021)

EU on Agenda 2030-ohjelman lisäksi sitoutunut muun muassa Pariisin ilmastosopimukseen, tavoitteena saavuttaa Euroopan Unionin hiilineutraalius vuoteen 2050 mennessä. Suomen hallitus on asettanut tavoitteen saavuttaa hiilineutraalius Suomessa vuoteen 2035 mennessä. Tavoitteen saavuttamiseksi on rakentamisen ja asumisen hiilijalanjälkeä pienennettävä. Nykyisen, Marinin hallituksen hallitusohjelma perustuu kestävän kehityksen periaatteille. Hallitusohjelmassa kerrotaan sen tavoitteeksi kehittää sosiaalisesti, ekologisesti ja taloudellisesti kestävää yhteiskuntaa. Hallitus on rakennusteollisuutta ajatellen asettanut myös tavoitteeksi kehittää Suomesta kiertotalouden edelläkävijä, vähentää luonnonvarojen kulutusta ja lisätä materiaalien ja jätteiden kierrätystä. (Valtioneuvosto 2019; Kestävän kehityksen tavoitteet 2020, 9–10)

Ympäristöministeriön rakennetun ympäristön osasto vastaa rakentamiseen sekä maankäyttöön liittyvistä asioista ja valmistelee eduskunnan ja valtioneuvoston käsiteltäväksi tulevia asioita. Ilmastotavoitteiden saavuttamiseksi on ympäristöministeriö laatinut **vähähiilisen rakennetun ympäristön ohjelman**, joka tukee vuosina 2021–2023 yrityksiä, kuntia sekä rakennusalan toimijoita kehittämään ja siirtymään kohti kestävän rakentamisen menetelmiä. (Rakentaminen ja maankäyttö 2022; Vähähiilinen rakennettu ympäristö 2022)

Yli 70 maassa toimiva **Green Building Council** -verkosto on Suomessa merkittävä kestävästä rakentamisesta edistävää toimijaa. Suomessa verkostoon kuuluva Green Building Council Finland (FIGBC) tuo yhteen rakennus- ja kiinteistöalan toimijoita asiantuntijaverkostoksi, järjestää ja ylläpitää yhteiskunnallista keskustelua kestävästä kehityksestä aihepiiristä sekä kokoaa kestävästä rakentamisesta tietopankkia. Green Building Council toimii myös EU-tasolla ja on muun muassa kehittänyt EU-standardia noudattavia rakentamisen elinkaariajatteluun pohjautuvia laskentaohjelmia. FIGBC on julkaissut lukuisia Suomen olosuhteisiin tarkoitettuja EU-standardien mukaisia elinkaarimittareita, kuten E-luku, elinkaarikustannukset, sisäilmaluokka, energiankulutus, käytön hiilijalanjälki, tyhjäkäyttöteho sekä sisäympäristöön tyytyväisten käyttäjien osuus. (Kestävä rakentaminen -klusteri 2018, 14, 30; WGBC About us n.d.; FIGBC projektit n.d.)

Rakennusteollisuus RT (RT) on rakennusalan yritysten edunvalvoja sekä merkittävä vaikuttaja Suomen rakennusteollisuudessa. Se kerää ja jakaa tietoa rakennusalan kestävästä kehityksestä ja laadun kehityksestä. RT on muun muassa laatinut rakennusalan sidosryhmien ja ympäristöministeriön kanssa vähähiilinen rakennusteollisuus 2035-tiekartta -ohjeistuksen, jonka tavoitteena on kartoittaa toimia joilla Suomi voi rakennusteollisuuden näkökulmasta saavuttaa asettamansa hiilineutraaliustavoitteen. Ympäristöministeriö on kehittänyt rakennusten hiilijalanjäljen arviointimenetelmää. Tämän arviointimenetelmän kehitystyön arvioimiseksi RT aloitti Kekri-hankkeen, jonka tarkoituksena on testata arviointimenetelmän toimivuutta. Tämän lisäksi RT vaikuttaa monissa kestävästä kehityksestä liittyvissä tavoitteissa, kuten materiaali- ja energiatehokkuuden edistämisessä. (Rakennuslehti 2020; Vähähiilisyden tiekartta 2020; Rakennusteollisuus 2021)

3.1 Lainsäädäntö ja kestävä rakentaminen

Lainsäädännön avulla valtio voi määritellä velvoittavia menetelmiä ja tavoitteita kestävästä rakentamisesta. Suomessa näistä säädetään maankäyttö- ja rakennuslaissa sekä tätä täydentävässä Suomen rakentamismääräyskokoelmassa. Ympäristöministeriön vähähiilistä rakentamista käsittelevässä julkaisussa ”Ra-

kennuksen vähähiilisyden arviointimenetelmä 2019” todetaan ympäristövaikutusten tulevan osaksi rakennusmääräyksiä sekä maankäyttö- ja rakennuslakia 2020-luvun puoliväliin mennessä. Maankäyttö- ja rakennuslain uudistusta valmistellaan parlamentaarisesti, ja sen kehitykseen vaikuttaa laaja joukko rakennusalan toimijoita. (Rakennusten vähähiilisyden arviointimenetelmä, 2017; Kestävän rakentamisen prosessit, 2011 12–13)

Tämän lisäksi ympäristöministeriö on solminut rakennusteollisuuden toimijoiden kanssa vapaaehtoisia Green deal -sopimuksia, joiden tarkoituksena on muun muassa vähentää rakennustyömaiden päästöjä, edistää purkumateriaalien uudelleenkäyttöä ja kierrättämistä, tehostaa rakentamisen muovien kiertotaloutta. (Kestävän rakentamisen prosessit, 2011 12–13; Green Deal sopimukset 2021)

3.1.1 Kestävä rakentaminen maankäyttö- ja rakennuslaissa

Ympäristöministeriön määritelmän mukaan maankäyttö- ja rakennuslain tavoitteena on luoda terveellinen, turvallinen ja viihtyisä elinympäristö, joka on sosiaalisesti toimiva ja jossa eri väestöryhmien tarpeet otetaan huomioon. Tällä hetkellä tapahtuva maankäyttö- ja rakennuslain uudistuksen yhteydessä lain päätavoitteiksi asetetaan hiilineutraaliyhteiskunta, luonnon monimuotoisuuden vahvistaminen, rakentamisen laadun parantaminen sekä digitalisaation edistäminen. Ehdotus uudesta rakentamislaiasta julkaistiin 13.4.2022. Yksi merkittävä osa uudistusta on ilmastaselvitys, jolla veloitetaan selvittämään rakennushankkeen hiilijalanjälki ja hiilikädenjälki. (Maankäyttö- ja rakennuslaki n.d.; Ilmastaselvitys 2021; MRL-uudistus 2022)

3.1.2 Kestävä rakentaminen ja rakentamismääräyskokoelma

Rakentamismääräyskokoelmaan on koottu kaikki velvoittavat rakentamista koskevat säännökset ja määräykset sekä ohjeita määräykset täyttävistä rakennusratkaisuista. Se on jaettu eri osiin eri aihepiirien mukaan. Muun muassa energiatehokkuusmääräykset ja energiatehokkuuden laskentaohjeet löytyvät rakentamismääräyskokoelmaan. Ympäristöministeriö julkaisi vuonna 2017 vähähiilisen

rakentamisen tiekartan, jonka mukaan rakennusten elinkaaren vähähiilisyys tulee osaksi rakennusmääräyksiä 2020-luvun puoliväliin mennessä. (Rakentamismääräykset n.d.; Rakennuksen vähähiilisyyden arviointimenetelmä 2019, Tiivistelmä)

4 KESTÄVYYDEN MITTAAMINEN

Jotta rakentamisen kestävyttä voidaan parantaa, on kehitettävä arviointimenetelmiä kestävyden mittaamiseksi. Rakennusten koko elinkaaren aikaista kestävyttä tarkastellaan joukolla erilaisia elinkaarimittareita sekä ympäristöluokitussertifikaateilla. Kyseisillä mittareilla voidaan tarkastella muun muassa rakennuksen ympäristövaikutuksia ja energiatehokkuutta, taloudellisia vaikutuksia sekä käyttäjien tyytyväisyyttä. Molemmilla menetelmillä voidaan määritellä, onko rakennus kestävä rakentamisen periaatteiden mukainen. Elinkaarimittarit ovat joukko yksittäisiä tarkastelukohteita kuten rakennuksen E-luku, energiankulutus ja elinkaarikustannukset. Rakennusteollisuuden kestävyden mittaamisessa korostuu erityisesti hiilijalanjäljen mittaus. Ympäristöluokitusjärjestelmät ovat kokonaisvaltaisia arviointityökaluja, joiden avulla voidaan varmistua, että rakennus hanke toteuttaa kestävä rakentamisen periaatteita. Ympäristöluokitusjärjestelmissä voidaan ympäristövaikutusten lisäksi tarkastella esimerkiksi rakennuksen sijainnin ja saavutettavuuden vaikutusta rakennuksen käyttäjiin. (Kestävä rakentaminen -klusteri 2018, 13; FIGBC Ympäristöluokitukset n.d.; FIGBC Elinkaarimittarit n.d.)

Kestävä rakentamisen arvioinnissa ja toteutumisessa yksi ongelmista on ollut yhteisten arviointimenetelmien ja käytäntöjen puute. Eurooppalainen standardoimisjärjestö CEN on laatinut kestävä rakentamisen arviointi- ja laskentamenetelmien eurooppalaiset standardit. CEN standardit mahdollistavat luotettavamman, vertailukelpoisen ja yhtenäisen tavan tarkastella rakentamisen kestävyttä sekä kehittää mittausmenetelmiä koko rakennuksen elinkaaren ajalle. (Ympäristövaikutusten ja kestävä rakentamisen arviointi n.d.; Ilomäki A. 2013)

Tässä kappaleessa tarkastellaan osa yleisimmistä elinkaarimittareista sekä ympäristöluokitussertifikaateista sekä määritellään käsitteet hiilijalanjälki ja hiilikädenjälki.

4.1 Hiilijalanjälki ja hiilikädenjälki

Rakentamisteollisuudessa **hiilijalanjäljellä** tarkoitetaan ilmastokuormaa eli kasvihuonekaasuja, joita rakennus tuottaa koko elinkaarensa aikana. Hiilijalanjälki ilmoitetaan massana. Yleensä tarkastellaan hiilidioksidiekvivalenttia (kg CO₂e), eli kasvihuonekaasujen yhteenlaskettua määrää, joka muutetaan vertailukelpoiseksi hiilidioksidin vaikutukseen ilmaston lämpenemisessä. Rakennusta tarkasteltaessa laskennassa huomioidaan rakennuksen lämmitetty nettoala sekä arviointijakson pituus. Tulokseksi saadaan CO₂e/m²/a. (Eurostat 2017)

Hiilikädenjälki tarkoittaa rakentamisen näkökulmasta rakennuksen tuottamaa positiivista ilmastovaikutusta, jota ei syntyisi ilman rakennuksen rakentamista. Positiivisia vaikutuksia ovat muun muassa rakennustuotteiden kierrätys ja kiertotalous, materiaaleihin sitoutuva ja sitoutunut hiili sekä oma energiantuotanto. Rakennuskohtainen hiilijalanjälki ja hiilikädenjälki ilmoitetaan erillisinä lukuina. (Vesitaito n.d.)

4.2 Elinkaarimittarit

4.2.1 FIGBC elinkaarimittarit

Suomessa Green Building Council Finland (FIGBC) on julkaissut eurooppalaisten standardien mukaiset rakennusten elinkaarimittarit. Niiden tarkoituksena on mitata ja ohjata rakennusten ympäristö- ja energiatehokkuutta, elinkaaritaloutta sekä käyttäjien hyvinvointia. FIGBC julkaisemat mittarit voidaan jaotella hankevaiheen ja käyttövaiheen mittareihin. (FIGBC Elinkaarimittarit n.d.)

Hankevaiheen elinkaarimittareita ovat:

Elinkaaren hiilijalanjälki mittaa hiilidioksidipäästöjen jakaumaa rakennuksen koko elinkaaren aikana ja mihin rakentamisen vaiheeseen tietyn tyyppiset päästöt keskittyvät. Mittayksikkö on (kg CO₂e/netto-m²/a). (FIGBC Elinkaarimittarit n.d.)

Elinkaarikustannus mittaa rakennuksesta elinkaaren aikaisia omistajalle syntyviä kustannuksia. Laskennassa huomioidaan kustannuksia, jotka syntyvät tontin hankinnasta aina rakennuksen purkamiseen asti. Mittari ei huomioi rakennuksen tuottamia tuloja vaan tarkastelee vain kustannuksia. Laskennassa huomioidaan elinkaaren eri vaiheiden kustannusten vaihtelut sekä energiakustannusten muutokset pitkällä aikavälillä. Kustannukset eri ajanjaksoilta muutetaan nykyarvoiksi diskonttaamalla. Mittayksikkö on (€/a/m²). (FIGBC Elinkaarimittarit n.d.)

E-luku on rakennustyyppikohtainen vuotuisen ostoenergiankulutuksen mittari. Laskennassa huomioidaan käytetyn lämmitysenergiamuodon ilmastovaikutus, rakennuksen lämmitetty nettoala sekä rakennustyyppi. Mittayksikkö on (kWh/m²*a). Mittari mahdollistaa kahden samankaltaisen rakennuksen vertailun, joilla on sama käyttöluokka. E-luku ei kuvasta puhtaasti rakennuksen ostoenergiankulutusta vaan siinä on huomioitu energiamuotojen ilmastovaikutukset kertoimin. E-luku on osa rakennusten energiatehokkuuslainsäädännön mukaista energiatodistusta. (FIGBC Elinkaarimittarit n.d.)

Sisäilmaluokka on rakennuksen sisäympäristön tasoluokitus. Luokituksen avulla voidaan määritellä sisäilmastolle tavoite- ja suunnitteluarvot. Rakennuksen suunnittelun aikana valitaan tavoitetaso neljästä mahdollisesti tavoitearvosta. RT ohjekortti Sisäilmastoluokitus 2018 määrittelee neljä tavoitearvoa seuraavasti:

- S1: Yksilöllinen sisäilmasto. Tilan sisäilman laatu on erittäin hyvä eikä tiloissa ole havaittavia hajuja. Tiloissa ei ole ilman laatua heikentäviä tekijöitä. Lämpöolot ovat viihtyisät ja tilan käyttäjä voi yksilöllisesti hallita lämpöoloja. Vetoa ja yllälämpenemistä ei esiinny. Tiloissa on käyttötarkoituksen mukaiset erittäin hyvät ääniosuhteet sekä yksilöllisesti säädettävä ja hyvä valaistus.
- S2: Hyvä sisäilmasto. Tilan sisäilman laatu on hyvä eikä tiloissa ole häiritseviä hajuja. Tiloissa ei ole ilman laatua heikentäviä tekijöitä. Lämpöolot ovat hyvät. Vetoa ei yleensä esiinny mutta yllälämpeneminen on mahdollista kesäisin. Tiloissa on käyttötarkoituksen mukaiset hyvät ääni- sekä valaistusolosuhteet.

- S3: Tyydyttävä sisäilmasto. Tilan sisäilman laatu, lämpöolot, ääni- ja valaistusolosuhteet täyttävät maankäyttö- ja rakennuslaissa annetut säädökset sekä terveydensuojelulain asettamat vähimmäisvaatimukset.
- -: Ei luokiteltu. RT 07-11299 Sisäilmaluokitus 2018, 5
(FIGBC Elinkaarimittarit n.d.; Sisäilmayhdistys n.d.; Sisäilmastoluokitus 2018, 5)

Käyttövaiheen elinkaarimittareita ovat:

Energiankulutuksen hiilijalanjälki mittaa rakennuksen käytöstä syntyviä hiilipäästöjä. Laskennassa voidaan huomioida käytetyn lämmitysenergian päästöjen lisäksi muun muassa jätehuollon ja rakennuksen ylläpidon päästöt. Muista mittareista poiketen rakennusten käytönaikaisien päästöjen mittaamiseen ei ole yleistä standardia. Laskenta perustuu Greenhouse Gas Protocol ohjeeseen. Energiankulutuksen hiilijalanjäljen mittayksikkö on (kg CO₂e/lämm. brm²). (FIGBC Elinkaarimittarit n.d.)

Energiankulutus tarkastelee rakennuksen todellista ostoenergian kulutusta ilman energiamuodon painokertoimia. Laskennassa huomioidaan lämmityksen, jäähdytyksen, sähkölaitteiden ja valaistuksen käytön takia tarvittavien kilowattituntien määrää. Mittayksikkö on (kWh/brm²). (FIGBC Elinkaarimittarit n.d.)

Pohjateho toiselta nimeltä tyhjäkäyttöteho mittaa rakennuksen energiantarvetta, kun se ei ole käytössä. Mittarilla voidaan vähentää ylimääräistä kulutusta ja havaita väärin säädettyä talotekniikkaa. Pohjatehon laskeminen ennen ja jälkeen korjaushankkeen toteutusta antaa kuvan energiatehokkuuden paranemisesta. Mittauksien pohjalta voidaan vähentää tarpeetonta kulutusta. Mittayksikkö on (kW) (FIGBC Elinkaarimittarit n.d.)

Käyttäjätyytyväisyys mittauksen tuloksena saadaan rakennuksen sisäympäristön eri osa-alueisiin tyytyväisten käyttäjien prosentiosuuksien keskiarvo koko käyttäjämäärästä. Mittaus toteutetaan käyttäjätyytyväisyyskyselyllä, jossa on seuraavat viisi osa-alueita: Lämpöviihtyisyys jäähdytyskaudella, lämpöviihtyisyys lämmityskaudella, huoneilman laatu, valaistusolosuhteet, ääniolosuhteet. Mittayksikkö on (%). (FIGBC Elinkaarimittarit n.d.)

4.2.2 Rakennuksen vähähiilisyiden arviointimenetelmä

Rakennusten vähähiilisyiden arviointimenetelmä on ympäristöministeriön kehittämä Suomen ympäristöolosuhteisiin soveltuva rakennusten elinkaaren aikaisen kasvihuonepäästöjen mittaustyökalu. Menetelmä perustuu Euroopan komission laatimaan Level(s)-menetelmään sekä kestävän rakentamisen EN-standardeihin. Vähähiilisyiden arviointi tehdään rakennussuunnittelun aikana vaiheessa, jossa on riittävän yksityiskohtaista tietoa rakennuksessa käytettävistä materiaaleista sekä energiantarpeesta. Laskennassa käytettäviä materiaalien päästötietoja on saatavilla esimerkiksi kansallisesta päästötietokannasta sekä rakennustuotteiden ympäristöselosteista. Menetelmän kehityksen aikana tavoitellaan lisäksi arviointimenetelmän harmonisointia muiden pohjoismaiden kanssa. (Rakennuksen vähähiilisyiden arviointimenetelmä 2019, 11–13)

Vähähiilisyiden arviointimenetelmä tarkastelee rakennuksen koko elinkaaren aikaisia hiilijalanjälki sekä hiilikädenjälki tekijöitä. Arviointityökalu soveltuu uudisrakennusten sekä laajamittaisten korjausten hiilijalanjäljen ja hiilikädenjäljen arviointiin. Hiilijalanjäljen arvioinnissa vaikuttavia tekijöitä ovat:

- Rakennustuotteiden valmistuksen päästöt
- Jätteiden käsittelyn sekä loppusijoituksen päästöt
- Materiaalien kuljetuksesta johtuvat päästöt
- Rakentamisen ja purkamisen aiheuttamat päästöt
- Rakennuksen energian kulutus 50 vuoden aikana

Hiilikädenjäljen arvioinnissa vaikuttavia tekijöitä ovat:

- Rakennustuotteiden kierrätys
- Purkumateriaalien hyödyntäminen uusiksi tuotteiksi
- Pitkäaikaiset hiilivarastot
- Sementtipohjaisten tuotteiden karbonatisoituminen
- Rakennuksen tuottama ylimääräinen uusiutuva energia

Arviointi voidaan toteuttaa ympäristöministeriön kehittämää arviointitaulukkoa käyttäen. (Rakennuksen vähähiilisyiden arviointimenetelmä 2019; Rakennuksen vähähiilisyiden arviointimenetelmä 2020)

4.3 Ympäristöluokitukset

Ympäristöluokitusjärjestelmien tarkoitus on toimia työkaluna rakennusten ympäristövaikutusten mittaamiseen ja vertailuun. Järjestelmät mahdollistavat rakennushankkeiden toteuttamisen kestävästä rakentamisesta menetelmien mukaisesti. Luokituksista käytetään myös termiä ympäristösertifiointijärjestelmät. (FIGBC Elinkaarimittarit n.d.)

4.3.1 Level(s)

Suomen kestävästä rakentamisesta tulevaisuuden näkökulmasta yksi merkittävä mittari on Euroopan komission laatima Level(s) – rakentamisesta resurssitehokkuuden yhteinen mittaustapa. Sen tarkoituksena on luoda jaettu ja yhteinen eurooppalainen mittaustapa, joka mahdollistaa kansainvälisen vertailtavuuden paremmin kuin nykyinen useista eri ympäristömittareista koostuvat kokonaisuudet. Järjestelmän kehitystyöhön kuuluu myös yhteisen käsitteistön luominen aihepiirin ympärille. Level(s)-menetelmässä tarkastellaan seuraavia kestävyden mittareita:

- Elinkaaren hiilijalanjälki
- Resurssitehokas materiaalien käyttö
- Veden kulutus
- Terveelliset tilat ja sisäilman laatu
- Sopeutuminen ilmastonmuutokseen
- Elinkaarikustannukset

(Level(s) 2022; Keskisalo & Matveinen 2020, 15)

Level(s) menetelmän käyttö on EU:n jäsenvaltioille vapaaehtoinen. Menetelmää testattiin Suomessa vuosina 2018–2019. Ympäristöministeriön raportin mukaan kokemukset menetelmästä antoivat positiivisen kuvan tulevaisuuden käytettävyyttä ajatellen mutta vaatii vielä lisäkehitystä. Ympäristöministeriö on kehittänyt omaa vähähiilisen rakentamisesta arviointi- ja raportointimenetelmää, jonka kehitys pohjautuu osittain Level(s) menetelmään. (Levels Test Report 2019, 14; Rakennuksen vähähiilisyyden arviointimenetelmä 2021, 11; Level(s) 2022)

4.3.2 LEED

Leadership in Energy and Environmental Design, LEED-luokitus on kansainvälisesti käytetyin ympäristöluokitusjärjestelmä. Järjestelmän on kehittänyt ja sitä ylläpitää Pohjois-Amerikkalainen U.S. Green Building Council joten sen vaatimukset perustuvat amerikkalaiseen rakentamiskäytäntöön. Järjestelmää voidaan soveltaa myös eurooppalaisiin rakentamiskäytäntöihin ja ympäristöön. (FIGBC Ympäristöluokitukset n.d.)

Rakennuksen kestävyyttä pisteytetään yleensä seuraavissa kategorioissa:

- Sijainti ja liikenne (Location and Transportation)
- Kestävä tontti ja lähiympäristö (Sustainable Sites)
- Vesitehokkuus (Water Efficiency)
- Energia ja ilmakehä (Energy and Atmosphere)
- Materiaalit ja resurssit (Materials and Resources)
- Sisäympäristön laatu (Indoor Environmental Quality)
- Integroiva prosessi (Integrative Process)
- Innovaatiot (Innovation)
- Paikalliset olosuhteet (Regional Priority)

(LEED Scorecard n.d.)

4.3.3 BREEAM

Building Research Establishment Environmental Assessment Method, BREEAM-luokitus on Britanniassa kehitetty, EU-standardeihin perustuva luokitusjärjestelmä. Järjestelmässä pisteytetään rakennuksen kestävyyttä kymmenessä eri kategoriassa, jotka ovat:

- Energia (Energy)
- Terveellisyys ja hyvinvointi (Health and Wellbeind)
- Innovaatiot (Innovation)
- Maankäyttö (Land use)
- Materiaalit (Materials)
- Hallinto (Management)

- Saasteet (Pollution)
- Liikenne (Transport)
- Jätteet (Waste)
- Vesi (Water)

(BREEAM Building Technical Standards 2022)

4.3.4 RTS-ympäristöluokitus

Suomen olosuhteisiin, lainsäädäntöön sekä rakennuskantaa kehitetty RTS-ympäristöluokitus noudattaa eurooppalaisia kestävän rakentamisen standardeja ja perustuu laajalti kansallisiin käytäntöihin, kuten sisäilmastoluokitukseen ja rakennusten elinkaarimittareihin. Ympäristöluokitus soveltuu uudisrakennus- ja peruskorjaushankkeisiin sekä käyttötarkoituksen muutoksiin. RTS-ympäristöluokituksessa rakennushankkeen onnistumista arvioidaan asteikolla 1–5. Asteikon tarkoitus on välittää tietoa siitä, että rakennushankkeelle on tehty puolueeton tarkastus ja että se täyttää sille asetetut ympäristö- ja laatutavoitteet. RTS-ympäristöluokituksen ylläpidosta vastaa Rakennustieto RT. (FIGBC Ympäristöluokitukset n.d.; RTS-ympäristöluokitus n.d.; RT Ympäristöluokitukset n.d.)

RTS-ympäristöluokituksen kriteeristö on jaettu neljään kokonaisuuteen: **Rakentamisen prosessi**, joka huomioi rakentamishankkeen ohjauksen, kosteuden hallinnan ja työmaan ohjauksen onnistumista. **Talous**, huomioi rakennuksen elinkaarikustannukset, ylläpidettävyyden, kulutuskestävyyden sekä muuntojoustavuuden. **Ympäristö ja energia** kokonaisuus sisältää hiilijalanjälki ja materiaali tehokkuuden tarkastelun, energia- ja vesitehokkuuden sekä ympäristövaikutusten tarkastelun. **Sisäilma ja terveellisyys**, kriteereihin kuuluu sisäilman laadun, visuaalisen viihtyvyyden sekä akustiikan tarkastelu. Näiden kokonaisuuksien lisäksi arvioidaan niihin liittyviä rakennushankkeen aikana tuotettuja **innovatiota**. (FIGBC Ympäristöluokitukset n.d.; RTS-ympäristöluokitus n.d.; RT Ympäristöluokitukset n.d.)

4.3.5 Joutsenmerkki

Pohjoismaissa käytössä oleva Joutsenmerkki ympäristösertifikaatti on koko rakennuksen elinkaaren aikaisten ympäristövaikutusten, terveellisuuden sekä turvallisuuden arviointimenetelmä. Joutsenmerkki soveltuu uudisrakennuskohdeissa pientaloille, kerrostaloille, koulu- ja päiväkotirakennuksille sekä vapaaajan asunnoille. Rakentamisen lisäksi Joutsenmerkki kertoo yleisesti eri tuotteiden ja palveluiden niille asetettujen ympäristökriteereiden toteutumisesta. Rakentamisessa Joutsenmerkin kriteerit ovat:

- Alhainen energiankulutus
- Hyvä sisäilma
- Kemikaalivaatimukset
- Jäljitettävät ja suurelta osin sertifioidut puumateriaalit
- Laatu
- Rakennusosien uudelleenkäyttö- ja kierrätysmahdollisuuksien huomiointi

(FIGBC Ympäristöluokitukset n.d.; Joutsenmerkki n.d.)

Koska Joutsenmerkki ympäristösertifikaatin piiriin kuuluu myös useita eri tuotteita ja palveluita korostuu arvioinnissa muihin ympäristöluokitusjärjestelmiin nähden esimerkiksi rakennusmateriaalien vaikutukset sisäilman laatuun sekä vaikutukset ihmisiin. Joutsenmerkki kieltää muun muassa ihmisen hormonijärjestelmän toimintaan vaikuttavien materiaalien käytön tuotteissaan. (FIGBC Ympäristöluokitukset n.d.; Joutsenmerkki n.d.)

4.4 Muita kestävyiden mittareita

Koska kestävä rakentamisen menetelmät ovat usein aluekohtaisia on valtiot luoneet omia ympäristöluokitusjärjestelmiä sekä muuten kestäväan rakentamiseen liittyviä arviointityökaluja omiin tarpeisiinsa. Näitä on muun muassa:

- DGNB (Saksa)
- HQE (Ranska)
- Miljöbyggnad (Ruotsi)

(FIGBC Ympäristöluokitukset n.d.)

4.4.1 Agenda 2030 seurantaindikaattorit

Kestävän kehityksen tavoitteiden saavuttamisen edistymistä seurataan kansainvälisesti yhteisien YK-indikaattoreiden sekä kansallisten seurantaindikaattoreiden avulla. Jokaisella Agenda 2030-ohjelman allekirjoittaneella valtiolla on vastuu kansallisen toimeenpanon ja seurannan toteuttamisesta. Suomessa eduskunta valvoo hallituksen toimintaa kestävän kehityksen tavoitteiden saavuttamiseksi. Tilastokeskus on vastuussa Suomessa YK-indikaattoreiden toteutumisen seurantaan. Kansallisia seurantaindikaattoreita tarkastellaan kansallisen kestävän kehityksen seurantaverkostossa. (Kestävän kehityksen tavoitteet 2020, 108–109; Kestävän kehityksen tila n.d.)

4.4.2 EU-taksonomia

Euroopan unioni on luonut Euroopan vihreän kehityksen ohjelman, jonka tarkoituksena on edistää unionin tavoitetta saavuttaa hiilineutraalius vuoteen 2050 mennessä. Jotta asetettujen kestävyiden tavoitteiden seuranta ja mittaaminen olisi mahdollista EU on kehittänyt EU-taksonomia järjestelmän, jolla luodaan kriteerit ympäristön kannalta kestävän liiketoiminnan määrittelemiseksi. Järjestelmän tarkoitus on tarjota yrityksille, sijoittajille sekä poliittisille toimijoille selkeitä ja mitattavia määritelmiä, joilla taloudellista toimintaa voidaan pitää kestäväksi. Yhteisen EU-taksonomian avulla voidaan lisätä rahavirtoja kestävän kehityksen toimiin sekä muun muassa vähentää niin sanotun viherpesun riskiä liiketoiminnassa. EU-taksonomia myös yhtenäistää kieltä, jolla eri toimijat voivat kommunikoida kestävästä toiminnastaan ja tavoitteistaan. (EU taxonomy for sustainable activities n.d.)

5 KESTÄVÄN RAKENTAMISEN KRITEREJÄ

Tässä kappaleessa tarkastellaan yleisien ympäristöluokitusjärjestelmien sekä joidenkin Suomalaisten kaupunkien kestävän rakentamisen ohjeiden kriteerejä, joilla voidaan varmistua rakennuksen noudattavan kestävän rakentamisen periaatteita. Tässä kappaleessa ei erotella esimerkiksi julkisten rakennusten ja asuinrakennusten toisistaan eroavia kestävyiden kriteerejä, vaan tarkastellaan erilaisia ympäristöluokitusjärjestelmien kriteerejä yleisellä tasolla. Kestävän rakentamisen mukaiset rakennushankkeet ovat usein hyvin yksilöllisiä ja monialaisia eikä tästä syystä täysin kattavaa yleiskriteeristöä kestävälle rakentamiselle ole mahdollista muodostaa.

Kestävä rakentaminen on kokonaisvaltainen lähestymistapa rakentamiseen. Kestävyiden periaatteiden toteutuminen vaatii rakennussuunnittelun yhteensopivuuden alueelliseen ilmastoon ja ympäristöön. Vaikka tällä hetkellä kestävän rakentamisen keskustelussa korostuu hiilidioksidipäästöt sekä ilmastonmuutos, kestävä rakentaminen voidaan nähdä yleisesti laadukkaana rakentamisena, jossa huomioidaan kokonaisvaltaisesti rakentamisen koko elinkaaren aikaiset ympäristövaikutukset sekä taloudelliset ja sosiaaliset vaikutukset. (Loikka 2018, 5; Kubba 2017, 12)

5.1 Suunnittelu

Kestävän rakennuksen suunnittelussa korostuu integroiva suunnittelu. Integroivalla suunnittelulla tarkoitetaan prosessia, jossa rakennuksen suunnittelun osaluokkien ammattiryhmät toteuttavat suunnittelua erityisen tiiviissä yhteistyössä. Tavanomainen rakentamisen suunnitteluprosessi on integroitua lineaarisempi, eikä siinä ole yhtä suurta tarvetta suunnittelualojen väliseen keskusteluun, vaan tarkoituksena on tuottaa tavanomainen rakentamismääräysten mukainen rakennus. Tavoite rakentaa normaalit vaatimukset ylittävä kestävä rakentamisen periaatteiden mukainen rakennus lähtee tilaajasta. Eri suunnittelualojen sekä rakennuttajan, tilaajan ja rakennuksen käyttäjien välinen keskustelu suunnittelu-

ratkaisuista aloitetaan normaalia rakennushanketta aikaisemmin. Koska ympäristöluokitusjärjestelmien määrittelemät kestävät rakennukset ovat normaalia rakentamisen kriteeristöä vaativammat tarvitaan suunnittelualojen yhteistyötä rakennuskohtaisten suunnitteluratkaisujen löytämiseksi. Integroiva suunnittelu aloitetaan keskustelulla osapuolien välillä tavoitteista ja eri suunnittelualojen kestävä rakentamisen konsepteista, jotka tulee saada yhdistettyä toimivaksi kokonaisuudeksi. Suunnittelussa tarkastellaan eri vaihtoehtoja niiden toteutettavuuden, käyttöiän sekä energia- ja materiaalitehokkuuden näkökulmasta. (Kibert 2016, 224–226; Integrative Design Process 2014; LEED v4 2019, 8; Kestävä koti 2021, 27)

Digitalisaatio suunnittelutyössä esimerkiksi BIM-mallien muodossa mahdollistaa muun muassa materiaalimäärien hallinnan, talotekniikka ja energian kulutuksen mallinnuksen sekä rakennuksen sijoittelun suunnittelun ilmansuuntien ja aurin-
gonvalon vaikutuksen mukaan. Virtuaalimallit myös helpottavat kiinteistön käyttöä ja ylläpitoa. (Kibert 2016, 215–218)

Rakennuksen elinkaaren lopussa kiertotalouden rooli rakentamisessa on jatkuvasti kasvattanut merkitystään. Rakennukset tulisi suunnitella niin että ne ovat helposti kierrätettävissä. (Loikka 2018, 8–15)

Esimerkkejä LEED ja BREEAM kriteereistä suunnitteluun liittyen:

- Suunnittelualojen välinen yhteistyö, viestintä ja sen dokumentointi
- Nimetty integroivan suunnittelun koordinaattori
- Energiankulutuksen simulointi
- Elinkaarikustannusten suunnittelu
- Vastuullinen rakennustyömaan johto ja ympäristösuunnitelma

(LEED v4 2019; BREEAM New Construction 2021)

5.2 Sijainti ja ympäristö

Rakennuksen sijainnin suunnittelulla voidaan vaikuttaa ympäristön monimuotoisuuden suojeluun sekä koko rakennuksen elinkaaren aikaisiin kustannuksiin ja

kestävyyteen. Ympäristön ja luonnon kannalta on erityisen tärkeää, ettei rakennusta perusteta niin sanotuille herkille alueille, jossa rakentamisprosessi ja valmis rakennus voivat vahingoittaa luonnon monimuotoisuutta. (LEED v4 2019, 11–14)

Rakentamisen aikaisiin ympäristövaikutuksiin sekä kustannuksiin voidaan vaikuttaa valitsemalla tontin sijainti niin että minimoidaan raivaukset, louhinnat sekä muut suuret geologisia olosuhteita muuttavat työvaiheet. Rakentamisen ajankohdan valitsemisella voidaan myös vähentää säärasituksia ja rakentamisen kustannuksia. Rakentaminen on suunniteltava niin että voidaan varmistua ympäristöhaittojen minimoimisesta. Suunnitteluvaiheessa on arvioitava ympäristön vallitsevaa tilaa ja kunnostettava pilaantuneet maa-alueet. Rakentamisen aikaisia haittavaikutuksia on muun muassa sen tuottama pöly, maaperän eroosio sekä vesistöjen saastuminen. Muokkaamalla mahdollisimman vähän ympäristöä voidaan varmistaa myös maiseman ja paikallisten luonnollisten ominaisuuksien säilyminen. Rakentamisen aikana tuhoutuneet alueet tulee kunnostaa alkuperäiseen tilaan. Ympäristön suunnittelussa tulisi huomioida myös sosiaaliset vaikutukset ihmisten aktiivisuuteen. Tähän voidaan vaikuttaa varmistamalla tontin riittävät ulkotilat, riittävä kasvillisuuden määrä sekä liikkumismahdollisuudet. (Kestävä koti 2021, 11; LEED v4 2019, 11–14, 31)

Rakennuksen energiankulutukselle voi Suomen olosuhteissa olla sijainnin määrittämällä pienilmastolla suuri merkitys. Pohjoisessa, aukealla tontilla sijaitsevan rakennuksen lämmityskustannukset voivat olla merkittävästi suuremmat verrattuna etelässä sijaitsevaan, etelärinteelle sijoitettuun rakennukseen. Sijainnin oikea valinta voi mahdollistaa myös muun muassa aurinkoenergian hyödyntämisen. Toisaalta normaalia lämpimämpi pienilmasto voi johtaa korkeampaan jäähdytystarpeeseen. (Kestävä koti 2021, 12)

Rakennus tulisi sijoitella niin että sillä on hyvät kevyen ja julkisen liikenteen yhteydet sekä riittävät tilat polkupyörien säilytykselle. Kun sijainti on tavanomaisten kulkuväylien läheisyydessä, keventyy myös muun muassa jätehuollon kustannukset ja palveluiden saatavuus paranee. (Kestävän rakentamisen ohjelma 2009, 32; LEED v4 2019, 14–23)

Yleisesti alueellista rakennuskantaa tarkasteltaessa tulisi huomioida minkälaisia rakennuksia on kannattavaa rakentaa eri alueille. Esimerkiksi asuinalueiden läheisyyteen rakennettavat varasto- sekä teollisuusrakennukset, jotka eivät ole käyttötarkoitukseltaan joustavia ja joiden käyttöaste ja käyttötarve voi vaihdella talouden suhdanteiden mukaan voi johtaa tilanteeseen, jossa maankäyttö ei ole tehokasta ja tarve rakennusten purkamiselle tulee suunniteltua paljon aikaisemmin. (Loikka 2018, 5–6)

Esimerkkejä LEED ja BREEAM kriteereistä ympäristöön liittyen:

- Elinkaaren aikainen ympäristön ja herkkien alueiden suojelu
- Aikaisemmin käytettyjen ja pilaantuneiden maa-alueiden käyttöä ja kunnostusta
- Tontin sijainnin valinta ei herkiltä alueilta
- Ympäristön palauttaminen luonnolliseen tilaan ja ekologisen arvon kehittäminen
- Julkisen liikenteen saavutettavuus
- Palveluiden saavutettavuus
- Veden laadun suojelu ja parantaminen
- Hulevesien hallinta
- Valosaasteen vähentäminen

(LEED v4 2019; BREEAM New Construction 2021)

5.3 Rakennuksen muotoilu ja sisätilat

Rakennuksen sisätilojen suunnittelussa korostuu kestävän rakentamisen sosiaalinen ulottuvuus. Näissä kestävyyskriteereissä tarkastellaan erityisesti käyttömukavuutta sekä rakennuksen turvallisuutta ja terveellisyyttä. Rakennus tulisi suunnitella niin että se on käyttötarkoitukseen nähden sopivasti valaistu ja sisätilat saavat riittävästi luonnonvaloa. Tämän lisäksi tarkoituksen mukaisella akustiikalla on vaikutus rakennuksen käyttömukavuuteen. Käyttäjän hyvinvoinnin varmistamiseksi myös riittävien ja laadukkaiden näkymien suunnittelu rakennukseen on yksi ympäristöluokittelujärjestelmissä käytetty kriteeri. (Kubba 2017, 353; Joutsenmerkki n.d.; LEED v4 2019, 106–136; BREEAM New Construction 2021)

Rakennuksen terveellisyyteen vaikuttaa erityisesti sisäilmanlaatu. Tähän kriteeriin vaikuttavat tekijät kuten lämpömukavuus ja lämpötilan hallittavuus, kosteus, radon sekä esimerkiksi Joutsenmerkki ympäristöluokituksen korostama rakennuksessa käytettyjen materiaalien käyttäjäturvallisuuden ja terveellisyyden varmistaminen. Sisäilman laatuun voidaan myös vaikuttaa tehokkaasti rakentamisen aikana varmistamalla materiaalien oikeaoppinen säilytys, rakentamisen aikainen ilmanvaihto ja rakentamisen toteutusvaiheiden oikea-aikainen suoritus. (Kubba 2017, 353; BREEAM New Construction 2021; Joutsenmerkki n.d.; LEED v4 2019, 106-136)

Eryteisesti suurempia rakennushankkeita suunniteltaessa voi usein olla kannattavaa materiaalitehokkuuden ja taloudellisen kestävyuden näkökulmasta varmistaa rakennuksen muuntojoustavuus. Myös asuinrakennuksissa käyttäjien moninaisuuden huomiointi on tärkeää esimerkiksi saavutettavuuden ja esteettömyyden näkökulmasta. Yleistynyt etätyöskentely näkyy muutoksena asuinrakennusten tilan tarpeessa sekä toimistorakennusten käyttöasteessa. Suunnittelussa tulee varmistaa, että voidaan saavuttaa maksimaalinen tilatehokkuus, eli varmistetaan kaikkien tilojen olevan toiminnallisia ja aktiivisessa käytössä. (BREEAM New Construction 2021; Kestävä koti 2021, 17–19; Kestävän rakentamisen ohjelma 2009, 32–34)

Esimerkkejä LEED ja BREEAM kriteereistä muotoiluun ja sisätiloihin liittyen:

- Sisäilman laatu
- Ilmanvaihto
- Lämpömukavuus ja sen hallittavuus
- Valaistus
- Akustinen toimivuus
- Käyttöturvallisuus
- Esteettömyys
- Vähäpäästoiset materiaalit
- Rakentamisen aikainen sisäilman laatu

(LEED v4 2019; BREEAM New Construction 2021)

5.4 Materiaalit

Rakennusmateriaalin ympäristöystävällisyyttä voi olla vaikea määritellä yksiselitteisesti. Voidaan ajatella, että materiaali on ympäristöystävällinen, jos sen välittömät vaikutukset ympäristöön ovat minimaaliset. Joissain määritelmissä taas korostetaan kierrätysmateriaalien ja uusiutuvien materiaalien käyttöä. Voidaan myös ajatella pitkän käyttöiän omaavan materiaalin olevan ympäristöystävällinen. Materiaali valintojen ympäristövaikutuksia tarkasteltaessa yleinen keskustelunaihe on eri materiaalien todellisen hiilijalanjäljen määrittäminen. Esimerkiksi orgaanisten materiaalien kuten puun todellista hiilijalanjälkeä voi olla vaikea määrittää. Vertailtaessa eri materiaaleja ongelmana on eroavaisuudet mahdollisuuksissa uudelleen käyttää materiaaleja, toisistaan eroavat päästöt valmistuksessa sekä eroavat käyttöiät. (Kubba 2017, 257–259; Kestävä koti 2021, 22)

Olennaista on, että rakennushankkeelle valitaan kestävät ja tarkoitukseen sopivat materiaalit. Ympäristöluokitusjärjestelmät korostavat materiaalivalintoja ja suunnitteluratkaisuja, jotka mahdollistavat korjattavuuden ja materiaalien tehokkaan käytön sekä kannustaa käyttämään terveellisiä ja koko rakennuksen elinkaaren ajan pienen hiilijalanjäljen omaavia materiaaleja. Rakennusta suunniteltaessa materiaalitehokkaasti koko elinkaari huomioiden korostuu rakennusmateriaalien tuotannon ja kierrätysmateriaalien hyödyntämisen vaikutukset. Luonnonvarojen kulutusta saadaan pienennettyä, kun rakennus ja sen osat suunnitellaan pitkäikäiseksi mahdollistamalla korjattavuus, muunneltavuus sekä kierrätettävyyttä. (BREEAM New Construction 2021; LEED v4 2019, 89; Kubba 2017, 257–259; Kestävä koti 2021, 21)

Rakennushankkeen toteutusvaiheeseen liittyen voidaan tarkastella kysymyksiä, kuten materiaalien kuljetusten aikaiset ympäristövaikutukset. Valitsemalla ympäristösertifioituja rakennusosia ja materiaaleja voidaan paremmin varmistua luonnonvarojen kestävästä käytöstä ja materiaalien terveellisyydestä ja turvallisuudesta. Rakentamisen aikainen ympäristösuunnittelu ja jätehuoltosuunnitelma ovat myös osa ympäristöluokittelujärjestelmien kriteerejä. Myös Suomen jätelaissa veloitetaan, että rakennushankkeeseen ryhtyvän on varmistettava, että käyttökelpoiset materiaalit otetaan ja jätteen syntymistä on vähennettävä

mahdollisuuksien mukaan. Rakentamisessa tulisi välttää materiaalihukkaa ja rakennusjätteen syntymistä. (BREEAM New Construction 2021; Kestävän rakentamisen ohjelma 2009, 42; LEED v4 2019, 86)

Esimerkkejä LEED ja BREEAM kriteereistä materiaaleihin liittyen:

- Materiaalitehokkuus
- Materiaalien elinkaarivaikutukset
- Materiaalien vastuullinen tuotanto ja sertifiointi
- Rakennus- ja purkujätteen käsittely
- Materiaalien terveellisyys ja turvallisuus

(LEED v4 2019; BREEAM New Construction 2021)

5.5 Energiatehokkuus

Rakennuksen koko elinkaaren aikaisista päästöistä suurin osa muodostuu käytönaikaisesta energiankulutuksesta. Suomessa noin 40 prosenttia käytetystä energiasta kuluu rakennuksissa. Rakennuksen energiatehokkaalla suunnitellulla on siis merkittävin rooli kestävän rakentamisen kriteereiden toteutumisessa. Energiatehokkuuden saavuttamiseksi on tehtävä oikeita rakennuksen muotoiluun ja materiaaleihin, kuten eristykseen ja tiiviyteen liittyviä ratkaisuja sekä kiinnitettävä erityistä huomiota talotekniikan koko elinkaaren aikaiseen energiatehokkuuteen. Energiankulutusta tulisi tarkastella rakennuksen käyttöasteen ja tilatehokkuuden näkökulmasta eikä pelkästään suhteessa pinta-alaan. (Rakennusten energiatehokkuus n.d.; Loikka 2018, 6)

Rakennuksen energiatehokkuuden kriteerit ympäristöluokitusjärjestelmissä ovat yhteydessä kansallisiin elinkaarimittareihin. Esimerkkeinä tästä rakennuksen pakollinen energiaselvitys, energiatodistus ja energialuokka. Tavoitteena on minimoida rakennuksen energiankulutus ja mahdollisuuksien mukaan tuottaa omaa energiaa. Rakentamisen aikaista energiankulutusta tarkasteltaessa luodaan työmaan ympäristösuunnitelma, jossa käsitellään keinoja energiankäytön hallitsemiseksi ja vähentämiseksi. (FIGBC Elinkaarimittarit n.d.; Kestävän rakentamisen ohjelma 2009, 42)

Esimerkkejä LEED ja BREEAM kriteereistä energiatehokkuuteen liittyen:

- Kulutuksen minimointi
- Kulutuksen seuranta
- Uusiutuva energia, itse tuotettu energia
- Energianmuodot, vihreäsähkö
- Energiatehokkaat lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmät
- Valaistus
- Tehokas tilankäyttö

(LEED v4 2019; BREEAM New Construction 2021)

5.6 Vesitehokkuus

Ympäristöluokitusjärjestelmät kannustavat rakennusten sisäpuolisen ja ulkopuolisen veden kulutuksen minimoimiseen. Ulkopuolisella veden kulutuksella tarkoitetaan esimerkiksi piha-alueiden kasteluun käytettyä vettä ja sisäpuolisella kulutuksella kaikkea rakennuksen käyttäjien ja laitteiden kuluttamaa vettä. Ulkopuolisen veden kulutuksen tarkastelussa käsitellään pihojen kasvillisuutta ja pintamateriaaleja. Tonteilla tulisi joko suosia kasvillisuutta, joka ei vaadi kastelua tai käyttää pintamateriaaleja kuten soraa tai asfalttia. Sisäpuolisen veden kulutuksen tarkastelu keskittyy erityisesti vesikalusteiden vedenkäytön minimoimiseen ja kulutuksen mittaamiseen. (BREEAM New Construction 2021; LEED v4 2019, 50–61)

Esimerkkejä LEED ja BREEAM kriteereistä vesitehokkuuteen liittyen:

- Veden kulutuksen mittaaminen
- Vesikalusteiden veden kulutus
- Kasteluvien kulutus

(LEED v4 2019; BREEAM New Construction 2021)

6 POHDINTA

Tässä opinnäytetyössä on keskitytty kestävän kehityksen ja kestävän rakentamisen periaatteisiin mahdollisimman yleisesti kattavalla tasolla. Lähestymistavan tarkoitus on antaa yleiskuva aiheeseen vaikuttavista verkostoista, lainsäädännöstä ja rakentamisen kriteereistä. Kestävä rakentaminen voidaan määrittellä tavaksi suunnitella ja toteuttaa rakennushankkeita niin että sen koko elinkaaren ajalta huomioidaan ekologiset, taloudelliset ja sosiaaliset näkökohdat. Minimoidaan ympäristölle aiheutuvat haitat, tehdään taloudellisesti kestäviä suunnitteluratkaisuja sekä huomioidaan rakennuksen käyttäjien turvallisuus ja hyvinvointi. Koska kokonaisuus on hyvin laaja ja monipuolinen toimii opinnäytetyö ikään kuin pohjustuksena aiheeseen ja osaltaan mahdollistaa syventymistä kestävän rakentamisen yksityiskohtaisempiin kysymyksiin. Kestävä rakentaminen ei aiheena ole kovin näkyvä osa Tampereen ammattikorkeakoulun rakennusinsinööriopintoja, joten tämän opinnäytetyön kirjoittaminen oli mahdollisuus opiskella jatkuvasti merkitystään kasvattavaa aihetta ja ymmärtää kestävän rakentamista.

Koska kestäväan rakentamiseen vaikuttaa niin laaja joukko eri toimijoita, kansainvälisiä sekä kansallisia sopimuksia on haastavaa hahmottaa näistä muodostuva kestäväan rakentamisen verkosto ja tunnistaa Euroopassa ja Suomessa merkittävimpiä toimijoita. Toinen haaste oli aihealueen hyvin vaihteleva kieli ja termistö. Samoista asioista voidaan kirjoittaa useilla eri termeillä ja nimillä. Tämä vaikeuttaa useista lähteistä kootun tiedon yhdistelyä kokonaisuudeksi. Tästä syystä yksi merkittävä kehityskohde kestäväan rakentamisen piirissä vaikuttaa olevan käytetyn kielen ja termistön yhtenäistäminen. Suomessa Rakennuksen vähähiilisyden arviointimenetelmä sekä rakennuslain ja rakentamismääräyskokoelman uudistukset tulevat yhtenäistämään kestäväan rakentamisen kieltä ja helpottamaan sen määritelmistä.

Rakennuslain ja rakentamismääräyskokoelman uudistus tulee myös ratkaistaan ongelmaa kestäväan rakentamisen toteutumisesta käytännössä. Rakennusalalla on varmasti toimijoita, jotka eivät näe kestäväan rakentamisen tavoitteita heille kannattavana liiketoimintana, joten tarvitaan velvoittavia lakeja ja

määräyksiä, jotta asetetut kestävyys tavoitteet voidaan saavuttaa kansallisesti. Olisiko esimerkiksi rakennusten energiankulutus vähentynyt nykyisellä tavalla, jos kulutusta vähentäviä määräyksiä ei olisi asetettu?

Kestävän rakentamisen kysymyksiä ja kehitysnäkymiä voidaan tarkastella hyvin monesta näkökulmasta. Jos tarkastellaan rakentamisen kestävyttä hiilijalanjälkilaskennan ja energiankulutuksen kautta vaikuttaa tulokseen vallitseva laskennan energiakertoimet, jotka ovat asetettu sekä tieteeseen että politiikkaan perustuvien lähtökohdin. Tai miten voidaan määrittellä aukottomasti rakentamisen hyvin monimutkaisen prosessin kestävyys? Esimerkiksi rakennusmateriaalien ja -osien tuotantoketjut voivat olla kansainvälisiä ja koostua useista erilaisista resurssivirroista. Kuinka voidaan varmistua, että tuotanto on eettistä ja miten jokaisen yksittäisen tuotantovaiheen hiilijalanjälki voidaan määrittellä ja tehdä aidosti vertailukelpoiseksi vaihtoehtoisten rakennustuotteiden kanssa? Kestävä rakentaminen on yleisesti tasapainottelua eri kestävyys ulottuvuuksien välillä. Ei voida korostaa energiatehokkuutta taloudellisen kestävyys kustannuksella tai rakentaa niin ekologisesti kestävällä tavalla, että rakennuksen käyttäjien hyvinvointi kärsii.

Kun tavoitellaan yleisen rakennustavan ja rakennuslain mukaisen kestävyys määritelmän ylittävää kestävä rakennusta voidaan tavoite saavuttaa noudattamalla ympäristöluokitussertifikaattien kriteerejä. Rakennesuunnittelun näkökulmasta kestävä rakentamisen toteutumiseen voidaan vaikuttaa muun muassa suunnitteleamalla rakennus niin että se on korjattavissa ja huollettavissa, materiaalivalinnat sekä rakennusosat ovat käyttötarkoitukseen sopivia sekä kestäviä ja rakennuksen tilaratkaisut ovat tehokkaita sekä tarpeen tullen joustavia. Osa kestävä rakentamisen integroivaa suunnitteluprosessia on jatkuva vuorovaikutus eri rakennusprosessin osapuolien välillä. Rakennesuunnittelijalta vaaditaan laaja-alaista ymmärrystä ja kokemusta rakentamisen koko elinkaaren aikaisista prosesseista. Kestävä rakentamisen mukaiset rakennushankkeet ovat usein hyvin yksilöllisiä ja monialaisia eikä tästä syystä täysin kattavaa yleiskriteeristöä kestävälle rakentamiselle ole mahdollista muodostaa. Tässä opinnäytetyössä on esitelty mahdollisimman laajasti yleisiä kestävä rakentamisen kriteereitä eri suunnittelualojen näkökulmia erottelematta.

Ymmärtämällä kestävän rakentamisen lähtökohdat ja siihen vaikuttavat verkostot on suunnittelijalla mahdollisuus keskittyä syvemmin kestävän rakentamisen yksityiskohtaisempiin kysymyksiin sekä seurata kestävyyskriteerien ja määrittelyn kansainvälistä ja kansallista kehitystä.

LÄHTEET

About UN Environment Programme n.d. UNEP. Viitattu 31.3.2022.
<https://www.unep.org/about-un-environment>

BREEAM Building Technical Standards 2022. Viitattu 3.5.2022. <https://sustainable-infrastructure-tools.org/tools/breeam-building-technical-standards/>

BREEAM New Construction 2021. Viitattu 16.5.2022. <https://files.breeam.com/breeam/technicalmanuals/sd/international-new-construction-version-6/Default.htm>

Czerwinska D. n.d. Green building: Improving the lives of billions by helping to achieve the UN Sustainable Development Goals. WGBC-Blogi. Viitattu 7.4.2022. <https://www.worldgbc.org/news-media/green-building-improving-lives-billions-helping-achieve-un-sustainable-development-goals>

EU-lakien suhde Suomen lakiin. 2021. Eurooppatiedotus. Viitattu 15.4.2022.
<https://eurooppatiedotus.fi/suomi-ja-eu/eu-lakien-suhde-suomen-lakiin/>

Euroopan vihreän kehityksen ohjelma. 2022. Euroopan komissio. Viitattu 20.4.2022. https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_fi

Eurooppalainen ilmastolaki. 2021. Euroopan komissio. Viitattu 15.4.2022
https://ec.europa.eu/clima/eu-action/european-green-deal/european-climate-law_fi

Eurooppatiedotus EU Green Deal 2020. Viitattu 15.4.2022. <https://eurooppatiedotus.fi/2020/03/04/mika-eun-green-deal/>

Eurostat 2017. Glossary: Carbon dioxide equivalent. Viitattu 4.5.2022.
https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Carbon_dioxide_equivalent

EU taxonomy for sustainable activities n.d. European Commission. Viitattu 27.4.2022. https://ec.europa.eu/info/business-economy-euro/banking-and-finance/sustainable-finance/eu-taxonomy-sustainable-activities_en

FIGBC Elinkaarimittarit n.d. Green Building Council Finland. Viitattu 4.5.2022.
<https://figbc.fi/elinkaarimittarit/>

FIGBC Ympäristöluokitukset n.d. Green Building Council Finland. Viitattu 4.5.2022. <https://figbc.fi/ymparistoluokitukset/>

FIGBC projektit. n.d. Green Building Council Finland. Viitattu 28.4.2022.
<https://figbc.fi/projektit/>

Green Deal sopimukset. 2021. Ympäristöministeriö. Viitattu 1.5.2022.
<https://ym.fi/green-deal-sopimukset>

History of SD. 2011. Sustainable Development Commission. Viitattu 31.3.2022 http://www.sd-commission.org.uk/pages/history_sd.html

Ilmastaselvitys. 2021. Valtioneuvosto. Viitattu 2.5.2022. <https://valtioneuvosto.fi/hanke?tunnus=YM027:00/2021>

Ilomäki A. 2013. Kestävän rakentamisen standardit EU:ssa ja niiden merkitys Suomessa. Europea Committee for Standardization.

Integrative Design Process 2014. usgbc.com. LEED V4 Integrative Design Process. Viitattu 10.5.2022. <https://www.usgbc.org/education/sessions/leed-v4-integrative-design-process-4839891>

Joutsenmerkki n.d. Joutsenmerkki.fi Rakentaminen. Viitattu 4.5.2022. <https://joutsenmerkki.fi/teemat/rakentaminen/>

Keskisalo, M. & Matveinen, M. 2020. Opas rakennushankkeiden päästöjen hallintaan. Karelia-ammattikorkeakoulun julkaisuja.

Kestävä koti 2021. Opas hiilineutraalimpaan rakentamiseen. Lahden rakennusvalvonta. Viitattu 15.5.2022. <https://www.lahti.fi/tiedostot/kestava-koti/>

Kestävä rakentaminen on vastuullista... n.d. Rakennusteollisuus. Viitattu 1.4.2022. <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Ilmasto-ymparisto-ja-energia/Kestava-rakentaminen/>

Kestävän kehityksen tavoitteet n.d. Ulkoministeriö. Viitattu 4.4.2022. <https://um.fi/agenda-2030-kestavan-kehityksen-tavoitteet>

Kestävän kehityksen tila n.d. Kestäväkehitys.fi. Viitattu 25.4.2022. <https://kestavakehitys.fi/seuranta>

Kestävän rakentamisen ohjelma 2009. Helsingin kaupunki. Helsingin ekologisti kestävän rakentamisen ohjelma. Viitattu 15.5.2022. http://opasnet.org/fi-opwiki/images/e/e5/EkoRak_ohjelma_A_osa_2009.pdf

Kestävän rakentamisen prosessit. 2011. VTT. Viitattu 30.4.2022. <http://virtual.vtt.fi/virtual/environ/susproc/T2572.pdf>

Kestäväkehitys.fi n.d. Agenda-2030. Viitattu 4.4.2022. <https://kestavakehitys.fi/agenda-2030>

Kestävät kriteerit rakennusten... n.d. Rakennusteollisuus. Viitattu 31.3.2022. <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Ilmasto-ymparisto-ja-energia/hiihialanjaljen-arviointi/>

Kibert C. 2016. Sustainable Construction, Green Building Design and Delivery, Fourth Edition. Publish: WILEY

Kubba, S. 2017. Handbook of Green Building Design and Construction: LEED, BREEAM, and Green Globes. Second Edition. Publish: Butterworth-Heinemann

KUVA 1. Kestävän kehityksen tavoitteet (Sustainable Development Goals n.d.)
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/news/communications-material/>

KUVA 2. Agenda 2030 yhteys rakentamiseen (Green Building Goals n.d.)
<https://www.worldgbc.org/green-building-sustainable-development-goals>
Kestävän kehityksen tavoitteet. 2020. Valtioneuvoston selonteko kestävän kehityksen globaalista toimintaohjelmasta agenda2030:sta. Viitattu 22.4.2022.
https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/162475/VNK_2020_7.pdf?sequence=1&isAllowed=y

LEED Scorecard n.d. U.S. Green Building Council. Viitattu 2.5.2022.
<https://www.usgbc.org/leed-tools/scorecard>

LEED v4 2019. usgbc.com. LEED V4 for Building Design and Construction. Viitattu 10.5.2022. https://www.usgbc.org/sites/default/files/LEED%20v4%20BDC_07.25.19_current.pdf

Loikka 2018. Kohti kestäväää rakennettua ympäristöä. Viitattu 13.5.2022.
<https://proofer.faktor.fi/epaper/LO118/files/assets/common/downloads/Rakennustaito2.pdf>

Level(s) 2022. Ympäristöministeriö. Viitattu 10.5.2022. <https://ym.fi/levels-rakennusten-resurssitehokkuuden-mittarit>

Levels Test Report 2019. Valtioneuvosto. Viitattu 8.5.2022. <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/161783>

Maankäyttö- ja rakennuslaki n.d. Ympäristöministeriö. Viitattu 1.5.2022.
<https://ym.fi/maankaytto-ja-rakennuslaki>

Mitä on kestävä kehitys n.d. Ympäristöministeriö. Viitattu 1.4.2022.
<https://ym.fi/mita-on-kestava-kehitys>

MRL-uudistus. 2022. Maankäyttö- ja rakennuslaki uudistuu. Viitattu 2.5.2022.
<https://mrluudistus.fi/>

Pariisin ilmastosopimus n.d. Ympäristöministeriö. Viitattu 4.4.2022.
<https://ym.fi/pariisin-ilmastosopimus>

Pernu N. 2018. Kestävä rakentaminen -klusteri 2018. Lapin AMK Julkaisuja. Sarja B. Tutkimusraportit ja kokoomateokset.

Rakentaminen ja maankäyttö. 2022. Ympäristöministeriö. Viitattu 26.4.2022.
<https://ym.fi/rakentaminen-ja-maankaytto>

Rakennuslehti. 2020. Rakennusteollisuus RT selvittää vähähiilisyiden arvioinnin kehitystarpeita. Viitattu 28.4.2022. <https://www.rakennuslehti.fi/2020/04/rakennusteollisuus-rt-selvittaa-vahahiilisyiden-arvioinnin-kehitystarpeita/>

Rakennusteollisuus. 2021. Kestävät kriteerit rakennusten hiilijalanjäljen arviointiin (KEKRI). Viitattu 29.4.2022. <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoalasta/Ilmasto-ymparisto-ja-energia/hiilijalanjaljen-arviointi/>

Rakennusten vähähiilisyden arviointimenetelmä. 2017. Valtioneuvosto. Viitattu 30.4.2022. <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/161761>

Rakennusten energiatehokkuus n.d. Ympäristöministeriö. Viitattu 16.5.2022. <https://ym.fi/rakennusten-energiatehokkuus>

Rakennuksen vähähiilisyden arviointimenetelmä 2020. Ympäristöministeriö. Viitattu 10.5.2022. <https://ym.fi/-/rakennusten-vahahiilisyden-arviointimenetelma-koetaan-paaosin-selkeaksi-ja-kattavaksi-lausuntoyhteenvedo-ja-lausunnot-julkaistu>

Rakentamismääräykset n.d. Ympäristöosaava. Viitattu 3.5.2022. <https://www.ymparistoosaava.fi/rakennusala/index.php?k=22801>

RT 07-11299. 2018. Sisäilmastoluokitus 2018. Sisäympäristön tavoitearvot, suunnitteluohjeet ja tuotevaatimukset. Viitattu 5.5.2022.

RTS-ympäristöluokitus n.d. Rakennustieto. Viitattu 18.4.2022. <https://cer.rts.fi/rts-ymparistoluokitus/mika-on-rts-ymparistoluokitus/>

RT Ympäristöluokitukset n.d. Rakennusteollisuus. Viitattu 19.4.2022. <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Ilmasto-ymparisto-ja-energia/Rakentaminen-ja-vaaralliset-aineet/Ymparistoluokitukset/>

Sisäilmayhdistys n.d. Sisäilmastoluokitus. Viitattu 7.5.2022. <https://www.sisailmayhdistys.fi/Julkaisut/Sisailmastoluokitus>

Sustainable Development Goals n.d. World Green Building Council. Viitattu 1.4.2022. <https://www.worldgbc.org/green-building-sustainable-development-goals>

Strategy on the urban development. 2004. Commission of the European communities. Towards a thematic strategy on the urban environment. Viitattu 15.4.2022. <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2004:0060:FIN:EN:PDF>

Transforming our world... n.d. United Nations. Viitattu 31.3.2022. <https://sdgs.un.org/2030agenda>

United Nations Conference... n.d. United Nations. Viitattu 31.3.2022. <https://www.un.org/en/conferences/environment/stockholm1972>

Valtioneuvosto. 2019. 3.1 Hiilineutraali ja luonnon monimuotoisuuden turvaava Suomi. Viitattu 20.4.2022. <https://valtioneuvosto.fi/marinin-hallitus/hallitusohjelma/hiilineutraali-ja-luonnon-monimuotoisuuden-turvaava-suomi>

Vesitaito n.d. Hiilijalanjälkilaskenta. Viitattu 10.5.2022. <https://vesitaito.fi/palvelut/hiilijalanjalkilaskenta/>

Vähähiilinen rakennettu ympäristö. 2022. Ympäristöministeriö. Viitattu 27.4.2022. <https://ym.fi/vahahiilinen-rakennettu-ymparisto>

Vähähiilisyiden tiekartta 2020. Rakennusteollisuus RT. Viitattu 30.4.2022.
<https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Ilmasto-ymparisto-ja-energia/vahahiilisyiden-tiekartta/>

WGBC About us. n.d. World Green Building Council. Viitattu 28.4.2022.
<https://www.worldgbc.org/about-us>

Ympäristöosaava n.d. Kestävä rakentaminen – kestävä rakennus. Viitattu 1.4.2022. <https://www.ymparistoosaava.fi/rakennusala/index.php?k=22796>

Ympäristövaikutusten ja kestävä rakentamisen arviointi n.d. Rakennusteollisuus. Viitattu 4.5.2022. <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Ilmasto-ymparisto-ja-energia/Rakentaminen-ja-vaaralliset-aineet/>