

Noora Pessala

SUOMESSA YLEISIMMIN KÄYTETYT SERTIFIKAATIT RAKENNUKSILLE JA TULEVAISUUDEN HIILINEUTRAALI RAKENTAMINEN

Opinnäytetyö

Insinööri (AMK)

2021



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

Tutkintonimike	Insinööri (AMK)
Tekijä	Noora Pessala
Työn nimi	Suomessa yleisimmin käytetyt sertifikaatit rakennuksille ja tulevaisuuden hiilineutraali rakentaminen
Vuosi	2021
Sivut	42 sivua
Työn ohjaaja(t)	Sirpa Laakso ja Katja Ahola

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyössä käsitellään yleisimmin käytettyjä rakennusten sertifikaatteja Suomessa sekä rakennuksen hiilijalanjälkilaskelmaa kohti hiilineutraalia Suomea. Suomessa yleisimmin käytetyt ympäristöluokitus- ja arviointijärjestelmät ovat amerikkalainen LEED, brittiläinen BREEAM, pohjoismainen Joutsenmerkki sekä Suomen olosuhteisiin kehitetty RTS. Rakennusten ympäristöluokitukset on tarkoitettu rakennusten ekologisuuden mittaamiseen ja arviointiin. Ympäristöluokituksen tarkoituksena on saattaa eri rakennusten ympäristöominaisuudet vertailukelpoisiksi ja samalla kehittää kiinteistökannan yleisiä ympäristöominaisuuksia.

Työssä käsitellään tulevaisuudessa pakolliseksi tulevaa rakennuksen hiilijalanjälkilaskelmaa ja sen taustoja. Hiilineutraalin rakentamisen edistäminen on tärkeää, koska rakentamiseen käytetään vuosittain noin puolet maailman raaka-aineista, ja rakennettu ympäristö kuluttaa merkittävästi energiaa ja aiheuttaa runsaasti kasvihuonekaasupäästöjä. Ympäristöministeriön 2017 laatiman vähähiilisen tiekartan mukaan rakennusten elinkaaren vähähiilisyyden arviointi tulisi osaksi rakennusmääräyksiä 2020-luvun puoliväliin mennessä.

Tutkimus toteutetaan kvalitatiivisena. Laadullisen osan muodostavat kirjallisuustutkimus aiheesta. Tällä tarkoitetaan aiheen merkityksen tai tarkoituksen selvittämistä sekä kokonaisvaltaisen ja syvemmän käsityksen saamista ja jakamista aiheesta. Laadullisessa tutkimuksessa pyritään tutustumaan aihealueen aineistoon mahdollisimman hyvin. Opinnäytetyö on siis osittain subjektiivinen näkemys aiheesta, vaikka sertifikaatit pyritään kuvailemaan yleisellä tasolla hyvin.

Työn tavoite on antaa kattavasti tietoa sertifikaateista sekä tulevaisuuden hiilijalanjälkilaskelmasta ja sen taustoista sekä teoriasta. Tutkimus käsittelee vihreämmän rakentamisen, sertifikaattien ja rakennuksen hiilijalanjäljen merkitystä rakentamisessa.

Asiasanat: Hiilineutraali rakentaminen, ekologinen rakentaminen, ympäristösertifikaatit, tiekartta, Level(s)

Degree	Bachelor of Engineering
Author (authors)	Noora Pessala
Thesis title	Most generally used certificates for buildings and future carbon-neutral construction in Finland
Time	2021
Pages	42 pages
Supervisor	Sirpa Laakso and Katja Ahola

ABSTRACT

In this thesis deals with the most used building certificates in Finland and the building's carbon footprint calculation towards carbon-neutral Finland. The most used environmental classification and assessment systems in Finland are the American LEED, the British BREEAM, the Nordic Swan Ecolabel and the RTS which has been developed for Finnish conditions. The environmental classifications of buildings have been created to measure and evaluate the sustainability of buildings. The purpose of the environmental classification is to make the sustainability properties of different buildings comparable.

The theory base of the future carbon footprint calculation of the building and its backgrounds. Promoting carbon-neutral construction is important because about half of the world's raw materials are used in construction each year. The built environment spends significant amounts of energy and causes plenty of greenhouse gas emissions. According to the low-carbon roadmap prepared by the Ministry of the Environment in 2017, the assessment of the low-carbon life cycle of buildings would become part of the building regulations by the middle of the 2020s.

The study is qualitative. The qualitative part is the literature search on the topic. This refers to clarifying and getting comprehensive and deep understanding of the significance purpose. In a qualitative study, an attempt is made to become acquainted with the material of the subject matter as well as possible. The thesis is a partly subjective view of the subject, even though the aim is to describe the certificates clearly at a general level.

The aim of the work is to give information about the certificates, about the carbon footprint calculator of the future and about its backgrounds and theory comprehensively. The study discusses the significance of greener building, the certificates and the matters which are related to the carbon footprint a building.

Keywords: Carbon-neutral construction, ecological construction, environmental certification, roadmap, Level (s)

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	5
2	TUTKIMUSMENETELMÄ.....	5
3	TEOREETTINEN VIITEKEHYS	6
4	TAUSTAA.....	6
	Kiertotalous.....	10
5	YMPÄRISTÖLUOKITUKSET	10
5.1	Ympäristöluokitusten ominaisuudet	12
5.2	Ympäristöluokitellun rakennuksen suunnittelu- ja toimintaperiaatteet.....	13
5.3	Yleisimmät Suomessa käytetyt ympäristöluokitukset.....	14
5.4	Ympäristösertifikaattien hyödyt	15
5.4.1	LEED.....	18
5.4.2	BREEAM.....	20
5.4.3	JOUTSENMERKKI	22
5.4.4	RTS- luokitus	24
6	YMPÄRISTÖMINISTERIÖN VÄHÄHIILISEN TIEKARTAN LASKENTAMENETELMÄ JA LEVEL(S)	25
6.1	Taustaa ja säädäntöpohjaa	25
6.2	Level(s)	26
6.3	Level(s) nyt ja tulevaisuudessa	27
6.4	Hiilijalanjälki	29
6.5	Hiilikädenjälki	30
7	HIILIJALANJÄLJEN LASKENTA.....	32
7.1	LaskentaTulosten esittäminen	38
8	POHDINTA.....	39
	LÄHTEET	42

1 JOHDANTO

Idea opinnäytetyön aiheesta nousi kiinnostuksesta vihreää rakentamista kohtaan. Tarkoitukseni on selvittää tarjolla olevia ympäristösertifikaatteja tukena vihreään rakentamiseen sekä perehtyä kirjallisuuteen ja tarpeeseen tulevaisuudessa pakolliseksi tulevaan hiilijalanjälkilaskelmaan uudisrakennuksille. Ekologisuus, rakennusterveys, sisäilma, uusien materiaalien päästöt, kestävä rakentaminen ym. Ovat aina kiinnostaneet minua, siksi halusin syventyä laajemmin rakennusten hiilijalanjälkeen ja rakentamisessa käytettyihin sertifikaatteihin, jotka tukevat terveyttä ja kestävästä rakentamista. Vihreä rakentaminen on tulevaisuutta, koska Suomi tähtää kohti hiilineutraalia rakentamista. Aiheesta löytyy paljon tietoa ja tutkimuksia, niin suomalaisia kuin ulkomaalaisia. Olen suuntautumassa opinnoissani rakennesuunnitteluun ja tulevaisuuden hiilijalanjälkilaskelma kiinnostaa minua erityisesti sen takia, koska näen että laskelma tulisi osaksi rakennesuunnittelijan työnkuvaa.

2 TUTKIMUSMENETELMÄ

Sertifikaattien ja hiilijalanjälkilaskelmaan perehtymisen toteutan kvalitatiivisena eli laadullisena tutkimuksena. Laadullisen osan muodostavat kirjallisuustutkimus aiheesta, aineistoon ja teoriaan pohjautuen. Laadullisessa tutkimuksessa pyrin ymmärtämään opinnäytetyön aihetta ja jakamaan tiedon lukijalle. Tällä tarkoitetaan aiheen merkityksen tai tarkoituksen selvittämistä sekä kokonaisvaltaisen ja syvemmän käsityksen saamista ja jakamista aiheesta. Laadullisessa tutkimuksessa pyrin tutustumaan aihealueen aineistoon mahdollisimman hyvin. Käytän myös omia oletuksia tutkittuun tietoon perustuen. Opinnäytetyö on siis osittain subjektiivinen näkemys aiheesta, vaikka pyrin kuvailemaan sertifikaatit yleisellä tasolla myös hyvin. Tarkoitukseni on vertailla Suomessa käytettäviä sertifikaatteja, jotka tukevat tulevaisuuden vihreää rakentamista ja kuluttajien valintaa hiilidioksidineutraaliin asumiseen. Teoriaa käytän kahdella tavalla. Teoria on keino, joka auttaa tutkimuksen tekemisessä sekä teoria on päämääränä, jossa vertailen Suomessa yleisimmin käytettyjä sertifikaatteja. Teoria opinnäytetyön päämääränä tulee esiin, kun tehdään induktiivista päättelyä aineiston pohjalta

eli etenen löytämästäni tiedosta yleiseen päätelmään. Pyrkimyksenäni on tarjota tietoa kuluttajille, alan ammattilaisille ja rakennuttajille. Vertailen sertifikaatteja keskenään sekä käsittelen teoriaa hiilijalanjälkilaskentaan. Laadukasta aineistoa pyrin löytämään riittävästi, jotta pystyn tekemään riittävää tulkintaa ja analyysiä. Laadulliselle analyysille on tyypillistä induktiivinen päättely, jossa pyritään tekemään yleistyksiä ja päätelmiä aineistosta nousevien seikkojen perusteella. Aineistoa pyritään tarkastelemaan laajasti ja yksityiskohtaisesti nostoen siitä esiin merkityksellisiä aihealueita. Opinnäytetyöni on laadullinen tutkimus, koska lopputulosta ei tiedetä, ennen aineistoon perehtymistä. Lopputuloksena haluan antaa tietoa Suomessa käytettävistä sertifikaateista ja hiilineutraalista rakentamisesta.

3 TEOREETTINEN VIITEKEHYS

Tässä opinnäytetyössä pohditaan kysymyksiä ekologisesti kestävästä ja terveen rakentamisen näkökulmasta. Työn tärkein näkökulma on keinot hiilineutraaliin rakentamiseen tulevaisuutta silmällä pitäen. Tärkeimmät lähteet ovat luokitusjärjestelmien omat kotisivut, Ympäristöministeriön kirjallisuus aiheeseen liittyen, muut aiemmat tutkimukset aiheesta sekä ohjeet ja teoria hiilijalanjälkilaskelmaan. Kirjallisuus ympäristötehokkaasta ja ekologisesti kestävästä sekä hiilineutraalista rakentamisesta on olennainen tiedonlähde opinnäytetyössä. Työn lopputuloksena olen perehtynyt ekologisesti kestävästä rakentamiseen, Suomessa yleisimmin käytettyihin rakennusten ympäristöluokituksiin sekä hiilijalanjälkilaskelmamenetelmään.

4 TAUSTAA

Ympäristötehokkuus ja ekologisesti kestävä rakentaminen nostettiin esiin jo vuonna 1998 valtioneuvoston julkaisemassa periaatepäätöksessä ekologisesti kestävästä kehityksen edistämiseksi rakennus- ja kiinteistöalalla (Ympäristöosaava). Ohjelmassa käsiteltiin silloin tärkeimmät ympäristöä kuormittavat asiat rakennusprosessin sekä rakennuksen käytön aikana. Suomessa astui kansainvälinen ilmastolaki voimaan kesäkuussa 2015, minkä kautta Suomi sitoutui vähentämään merkittävästi kasvihuonekaasupäästöjä (Ilmastolaki 22.5.2015/609). Kansainvälisenä ilmastotavoitteena on pyrkiä vähentämään 80 prosenttia kasvihuonekaasupäästöistä vuoteen 2050

mennessä, verrattuna vuoteen 1990. Suomi tavoittelee kunnianhimoisesti hiilineutraaliutta vuoteen 2035 mennessä (European Commission 2019).

Rakentamisen elinkaarivaikutukset ja vähähiilisyys ovat myös osa käynnissä olevaa maankäyttö- ja rakennuslain kokonaisuudistusta. Tavoite vaikuttaa erityisesti rakentamiseen, koska rakentaminen ja rakennukset tuottavat noin kolmanneksen Suomen kasvihuonekaasupäästöistä. Rakennusten päästöjen vähentämisessä tulee tarkastella rakennusten energiankäytön ohella rakennuksen koko elinkaaren aikaisia päästöjä, eli valmistuksen, rakentamisen, käytön ja purkamisen muodostamaa kokonaisuutta. (Ympäristöministeriö 2018, 7-8.)

Vuonna 2017 julkaistiin vähähiilisen rakentamisen tiekartta ympäristöministeriön toimesta. 2020-luvun puoliväliin mennessä yhdeksi osaksi tiekartan rakennusmääräyksiä tulee rakennusten elinkaaren hiilidioksidipäästöjen laskeminen. Keskeinen muutos nykyiseen rakentamiseen vähähiilisessä rakentamisessa on rakennusmateriaalien ja rakentamisen prosessien hiilijalanjäljen huomioiminen osana rakennusmääräyksiä. Tavoite on ensin luoda elinkaariarvioinnin menetelmät, sitten kehittää ohjausjärjestelmää ja ottaa ohjaus käyttöön viimeistään vuonna 2025. Vuoden 2019 hallitusohjelman mukaan vähähiilisen rakentamisen tiekartan täytäntöönpanoa tulisi nopeuttaa. (Bionova 2017, 2,9,55)

Ilmastonmuutoksen hillintä vaatii kiireellisiä päästövähennystoimia. Päästövähennystoimiin velvoittavat myös Pariisin ilmastopöytäkirja ja EU:n päästövähennystavoitteet. Paljon on jo tehty muutoksia energiankulutuksen ja päästöjen vähentämiseen, mutta lisää pitää tehdä. Erityisesti on kiinnitettävä huomiota rakennusmateriaalien valmistuksen aiheuttamaan päästökuormaan ja rakennusmateriaalien valintaan rakentamisessa (Ympäristöministeriö 2018). Teknologiantutkimuskeskus VTT:n 2018 antaman tiedotteen Vähähiilisen rakentamisen eri ohjauskeinojen vaikutusarvion mukaan tehokkaimmat tulokset saataisiin asettamalla rakennustyypikohtaiset hiilijalanjäljen raja-arvot, mitä ei saisi ylittää. Raja-arvojen avulla vuosittainen hiilidioksidipäästö voisi pienentyä noin puoli miljoonaa tonnia. Jotta näiden raja-arvojen puitteissa pysymistä voitaisiin seurata, pitäisi kehittää toimiva järjestelmä tähän (VTT 2018).

Väestönkasvu, kaupungistuminen ja hyvinvoinnin nousu aiheuttavat kansainvälisesti voimakasta kasvua rakentamisessa. Rakentamisen osuus on jo nyt yli puolet luonnonvarojen kulutuksesta. On arvioitu, että nykyisillä kulutustottumuksilla ihmiskunta tarvitsisi vuonna 2050 kahden maapallon luonnonvarat. Rakentamisen energia ja materiaalitehokkuuden parantamisella on siis suuri merkitys resurssien kulutukseen. Rakentaminen ja rakennusten käyttö yhdessä teollisuuden kanssa muodostavat myös valtaosan kasvihuonepäästöistä. Vuonna 2007 Suomen kokonaiskasvihuonepäästöt olivat 78,3 miljoonaa hiilidioksidiekvivalentti tonnia, kun taas Tilastokeskuksen ennakkotiedon mukaan vuoden 2017 kasvihuonekaasujen kokonaispäästöt olivat 55,5 miljoonaa hiilidioksidiekvivalentti tonnia. Teollisuuden ja rakentamisen osuus kokonaispäästöistä 2017 oli 6.9 miljoonaa hiilidioksidiekvivalenttitonnia (Lettenmeier ym. 2019, 4-6, 23).

Rakennus- ja purkujäte on iso ongelma rakennusalalla. Rakennus- ja purkujäte syntyy rakennuksen tai muun kiinteän rakennelman uudisrakentamisessa, korjausrakentamisessa ja purkamisessa, maa- ja vesirakentamisessa tai muussa vastaavassa rakentamisessa. Rakennus- ja purkujätteet koostuvat laajasta materiaalivalikoimasta, joista valtioneuvoston asetuksen mukaan jätteen haltijan tulee järjestää erilliskeräys eri materiaaleille (Kojo ym. 2011, 16, 21-26). Vuonna 2015 rakennusjätettä syntyi 15,1 miljoonaa tonnia, josta vaaralliseksi luokiteltua jätettä oli 190 000 tonnia. Kokonaisjättemäärästä noin 88 % on tavanomaisia tai vaarallisia maa-aineksia, 8 % rakentamisessa ja purkamisessa syntyviä mineraalijätteitä ja 2 % puujätteitä. Rakennusjätteestä hyödynnettiin tai toimitettiin esikäsittelyyn hyödyntämistä varten vuonna 2011 yli 1,7 miljoonaa tonnia, josta noin 250 000 tonnia päätyi kaatopaikalle sellaisenaan ja sekajätteen mukana vielä enemmän (Kojo ym. 2011, 12-15).

Suuri huolta aiheuttava asia Suomessa on rakentamisen huono laatu ja siitä johtuvat ongelmat. Rakentamisen laatuun kiinnitetään nykyään entistä enemmän huomiota, mutta rakentamisessa ja suunnittelussa tapahtuu edelleen vältettävissä olevia virheitä. Suurimpia rakennusaikaisten virheiden seuraukset Suomessa ovat kosteusvauriot ja sisäilmaongelmat. Lisäksi rakentamisen nopeat aikataulut aiheuttavat suuria ongelmia saavuttaakseen laadukasta ja kestäväää lopputulosta (Rakennusteollisuus 2019).

Maankäytöllä on merkittävä vaikutus ympäristöön ja hiilineutraaliin rakentamiseen. Erityistä huomiota tulisi kiinnittää rakennuksen sijoittamiseen ja suunnitteluun. Jopa 90 % lopullisista rakennuskustannuksista määräytyy rakennuspaikkaa valittaessa ja rakennusta suunnitellessa (Turun Sanomat 2014). Niiden myötä määräytyy myös suurin osa rakennuksen elinkaaren aikaisista ympäristövaikutuksista. Yhdyskuntarakentamisen takia olisi tärkeää, että rakennus sijoitetaan niin, että liikennetarve pysyy vähäisenä, ettei yhdyskuntarakenne ja infrastruktuuri levittäytyisi. Säästöä syntyy kustannuksissa ja luonnonvaroissa, kun tiivis taajama mahdollistaa järkeviä energiaratkaisuja, kuten uusia kaukolämpö, vesi- ja sähköverkostoja ei tarvitse rakentaa laajalle. Tehokkaan kaavoituksen avulla voidaan ohjata rakennuksen sijaintiin liittyviä ympäristökuormia sekä samalla eheyttää kaupunkirakentamista (Ympäristöministeriö 2013). Tiivis kaupunkirakentaminen tulee tulevaisuudessa korostumaan vielä enemmän (Energiatehokas koti 2009). Kaupungeissa asuvan väestön osuus tulee kasvamaan Suomessa tulevaisuudessa entisestään. Maailmassa yli puolet ihmisistä asuu tällä hetkellä kaupungissa ja Suomen kaupungeissa asuu 70 prosenttia väestöstä. Kaupungistuminen on taloudellisesti kannatettava kehityssuunta, mutta se asettaa haasteita sosiaaliselle ja ekologiselle kestävyydelle (Syke 2019). Kaupungeissa väestön kasvu näkyy tiivistävänä rakentamisena, mikä korostaa tornitalojen suunnittelua (Rakennuslehti 2018).

Vedenkäytön vähentäminen on olennainen osa kohti hiilineutraalia Suomea. Veden käyttöön tulisi kiinnittää huomiota myös rakentaessa. Pienempi kulutus vähentää energian ja kemikaalien tarvetta jäteveden käsittelyssä sekä laitosinvestoinnit pienenevät. Säästämällä lämpimän veden kulutuksessa säästyy myös energiaa (Salminen ym. 2017. 53-55). Noin 90 % rakennuksen koko energiakulutuksesta tapahtuu käyttövaiheessa ja 10 % kuluu rakentamiseen sekä materiaalien kuljetuksiin. Samoin veden käyttö sekä jätteiden synty tulee rakennuksen käytön yhteydessä. (Vehviläinen ym. 2009). Rakennuksen ympäristökuormitukseen voidaan vaikuttaa merkittävästi valitsemalla paikallisia, kierrätettyjä, myrkyttömiä sekä uusiutuvia rakennusmateriaaleja ja -aineita. Luonnonvaroja saadaan säästymään suunnittelemalla muunneltavia, monikäyttöisiä ja pitkäikäisiä rakennuksia. (Vehviläinen ym. 2009) Home- ja kosteusongelmiltakin voidaan välttyä hyvillä rakentamistavoilla sekä materiaalivalinnoilla. Sisäilman laadulla on suuri

merkitys, koska se vaikuttaa eniten rakennusten käyttäjien hyvinvointiin ja viihtyvyyteen. Sisäilman laatuun vaikuttaa lämpötilaerot, ilman suhteellinen kosteus, ilman liikkuminen, ilmanvaihto, tekniikan aiheuttama melu sekä materiaalien aineenvaihdunta. Aikaansaamalla hyvä ja terveellinen sisäilmasto, voidaan edistää asukkaiden terveyttä sekä tehostaa työntekijöiden tuottavuutta ja kohentaa työviihtyvyyttä (Terveiden ja hyvinvoinninlaitos 2019) Rakennus maksaa itsensä takaisin hyvällä suunnittelulla jo rakennusvaiheessa sekä alhaisempien käyttökustannuksien myötä.

Kiertotalous

Kiertotalous on iso osa kohti hiilineutraalia Suomea. Kiertotalous tarkoittaa sitä, että tuotteen tullessa elinkaarensa päähän, sen materiaalit pyritään käyttämään hyödyksi, eli jo olemassa olevat materiaalit ja tuotteet hyödynnetään mahdollisimman pitkälle lainaamalla, vuokraamalla, uudelleen käyttämällä, korjaamalla, kunnostamalla ja kierrättämällä. Tulevaisuudessa pyritään siihen, että jätteen määrän vähentyy minimiin. Kiertotalous tarjoaa ratkaisuja kulutuksen vähentämiseen, pyrkii tuotteiden käyttöiän pidentämiseen sekä minimoimaan luonnonvarojen liikakäyttöä. Käyttötavaroissa ja rakennuksissa tulisi pyrkiä siihen, että niitä voisi huoltaa, korjata ja kierrättää. Kiertotalouden tarkoituksena on, että voimme hyödyntää uudestaan jo käyttöön otettuja luonnonvaroja, vähentää jätteiden määrää sekä vähentää teollisuuden ja rakentamisen kasvihuonekaasupäästöjä (Nousiainen 2019).

Euroopan komissio antoi jo vuonna 2015 toimintasuunnitelman sekä joukon sääntömuutos ehdotuksia kiertotalouden edistämiseen. Kiertotalouden edistäminen rakentamisessa on tärkeää, koska rakentamiseen käytetään vuosittain noin puolet maailman raaka-aineista, ja rakennettu ympäristö kuluttaa merkittävästi energiaa ja aiheuttaa runsaasti kasvihuonekaasupäästöjä.

5 YMPÄRISTÖLUOKITUKSET

Rakennusten ympäristöluokitukset on tarkoitettu rakennusten ekologisuuden mittaamiseen ja arviointiin. Ekologisella rakentamisella pyritään vähentämään

rakentamisen ympäristöön kohdistuvat rasitukset (Ympäristöosaava). Ympäristöluokitusten käyttö on yleistynyt ja tulevaisuudessa niiden käyttö voi olla osa työmaan tavoitteita ja vastuunjako (Ympäristöosaava). Ympäristöluokituksen tarkoituksena on saattaa eri rakennusten ympäristöominaisuudet vertailukelpoisiksi ja samalla kehittää kiinteistökannan vihreää rakentamista. Luokitusmenetelmien tavoite on toimia standardina, joka sekä määrittää ympäristötehokkaan rakennuksen että toimii ympäristötehokkaan rakennuksen mittarina. Luokituksien päämäärä olisi saada alan toimijoita kilpailemaan ympäristötehokkuudella, huomioimaan ympäristöjohtamista, parantamaan rakennusten suunnittelua, muokkaamaan kiinteistömarkkinoita ympäristötehokkaammiksi sekä tuomaan kuluttajille tietoutta ympäristötehokkaan rakentamisen eduista ja hyödyistä. Vuonna 2018 ympäristösertifioituja kiinteistöjä Suomessa oli 180 (Tekniikatalous 2018).

Sertifioinnin myöntää niihin erikoistuneet yritykset ja päätös sen myöntämiseen perustuu ammattilaisen tekemään arviointiin tilojen, rakennuksen tai rakennushankkeen ympäristöominaisuuksista. Sertifikaateissa on käytetty erilaisia pisteytysmenetelmiä ympäristöominaisuuksien mukaan. Rakennuksen ympäristösertifikaatti kertoo rakennuksen omistajan ympäristömyönteisyydestä.

Luokitusjärjestelmien kustannukset koostuvat rekisteröinti- ja sertifiointimaksuista ja nämä maksetaan luokitusjärjestelmän ylläpitäjälle. Ympäristötehokas rakentaminen vaatii aluksi enemmän vaivaa ja rahaa, verrattuna tavalliseen rakentamiseen. Luokitukset tuo lisätyötä ja kustannuksia yritykselle tai hankkeelle luokituksen vaatimista lisälaskennoista ja dokumentoinneista. Lisäkustannukset ilmenevät lähinnä suunnitteluvaiheessa, jolloin ympäristötavoitteet ja -luokitustason valinta tapahtuu. Ympäristötehokkaan rakentamisen kustannuksissa voidaan kuitenkin säästää ottamalla tavoitteet ja arviointikriteerit huomioon jo suunnitteluvaiheen alussa. Ympäristöarviointikriteerien integrointi kesken suunnittelun tuo lisäkustannuksia, koska suunnittelijalla menee enemmän aikaa suunnitelmien muutoksiin. Kiristyneet rakentamismääräykset ja materiaalivalmistajien ympäristötietoisuus ovat pienentäneet eroa kustannuksissa ekotehokkaassa rakentamisessa verrattuna tavalliseen. (LEED Certification information 2019)

Yhdysvalloissa on tehty tutkimuksia, joiden mukaan ympäristötehokas rakentaminen ei ole kalliimpaa kuin ei-ympäristötehokas rakentaminen. Tutkimuksen päätelmä lisäkustannuksiin liittyen on, että kyse on ainoastaan suunnitteluryhmän halukkuudesta omaksua hankkeen tavoitteet (Smart market report 2016. 52-56).

5.1 Ympäristöluokitusten ominaisuudet

Ympäristöluokitusjärjestelmä antaa avun ja valmiudet ympäristötavoitteiden asettamiseen, seurantaan ja dokumentointiin. Perinteiset ympäristösertifioinnit kertovat rakennuksen käyttäjälle, omistajalle tai rakennuksesta kiinnostuneelle sijoittajalle, että tietyt kriteerit, kuten energiatehokkuuden, joukkoliikenneyhteyksien, kierrätettävyys ja suunnittelun laatu täyttyvät. Luokitusjärjestelmästä hyötyvät niin omistajat, käyttäjät, rakennuttajat, suunnittelijat kuin urakoitsijatkin. Luokituksissa nousevat esille hyvän ja terveellisen rakentamisen pääkohdat ja ne ohjaavat myös päätöstentekoa. Luokitusjärjestelmät auttavat myös kehittämään systemaattisia toimintatapoja. Rakennuksen täytyy olla energiatehokas ollakseen ympäristöystävällinen, mutta pelkkä energiatehokkuus ei riitä ympäristösertifikaattiin. Sertifikaattien vaatimukset ovat rakennussäädöksiä tiukempia (Lampela 2018).

Ympäristösertifikaattia haetaan rakennusvaiheessa erityisesti isoille liike-, toimisto- tai julkisiin rakennuksiin. Myös jo käytössä olevien rakennusten sertifiointi määrä on ollut kasvussa. Sertifikaatti antaa yleiskuvan rakennuksen ominaisuuksista ilman, että täytyy perehtyä yksityiskohtaisesti rakennukseen liittyviin tietoihin. Ulkomaalaiselle käyttäjälle tai sijoittajalle pelkästään paikalliseen rakentamisen normistoon perehtyminen voi olla työlästä. Sertifiointityökalussa on kuitenkin maakohtaisia eroja, koska rakentamisolosuhteet vaihtelevat maittain, mutta ympäristöluokitukset ovat kansainvälisesti samankaltaisia, mikä antaa tunnettavuutta, yksiselitteisyyttä ja helposti tulkittavan arvion rakennuksen ympäristövaikutuksista. Tämä mahdollistaa rakennusten nopean vertailun keskenään ja helpottaa sijoittajienkin toimintaa. Rakennuksen ympäristösertifikaatti auttaa huomioimaan tärkeimmät pääkohdat sekä suunnittelu- ja rakentamisprosessissa että kiinteistön käyttöä varten. Rakennuksien arviointi tapahtuu eri kategorioiden ja osa-alueiden mukaan. Kategoriat vaihtelevat eri

luokitustavoissa. Arvioitaville kategorioille on asetettu raja-arvoja perustuen joko kansallisiin tai kansainvälisiin säädöksiin. Näitä voidaan soveltaa myös korjausrakentamisessa. Kohteen kokonaisarvosana muodostuu pisteistä ja pisteet muodostuvat erilaisten prosentti kertoimien mukaan. Pisteitä kertyy eri osa-alueista, ja sertifikaatin saadakseen täytyy saavuttaa tietty pistemäärä. Sertifikaateissa on eri tasoja. Arviointikriteereihin kuuluvat energiatehokkuus, materiaalien käyttö, sijoittuminen liikenteeseen nähden sekä sisäilman laatu ja luonnonvalon määrä. Luokitusten arvosanat ovat joko sanallisia tai kouluarvosana tyyppisiä pisteytyksiä, mikä antaa selkeän käsityksen rakennuksen ja rakennustapojen ekologisesta tasosta (Rakennusteollisuus). Sertifikaatti on tae siitä, että rakennus on koko elinkaarensa ajan ympäristövaikutuksiltaan vastuullinen, kannattava ja terveellinen niin asuin- kuin työskentely-ympäristönäkin (Varma 2018; Christersson ym. 2015 16-24).

5.2 Ympäristöluokitellun rakennuksen suunnittelu- ja toimintaperiaatteet

Kun ryhdytään suunnittelemaan ympäristötehokasta rakennusta, olisi mietittävä miten ympäristötehokas rakennuksesta halutaan, mitkä kohdat ovat erityisen tärkeitä, mihin ei pystytä vaikuttamaan, voiko luopua jostakin, jotta saadaan tilalle muuta. Mitä aiemmin tavoitteet asetetaan, sitä enemmän säästetään aikaa ja rahaa. Kun tavoitteet on määritelty, alkaa rakennuksen suunnittelu. Hyvällä suunnittelulla ja rakennustuotteiden valinnalla saadaan tehokkaasti vähennettyä myös ympäristökuormitusta. (Ympäristöosaava).

Ympäristösertifiointi asettaa vaatimuksia eri alojen suunnittelijoille, koska sertifiointi huomioi laajasti eri ympäristökohtia. Huomattavin muutos koko hankkeeseen sekä suunnittelijoiden työkuvaan on se, että suunnittelijoiden täytyy tietää vielä enemmän muiden suunnittelijoiden alasta. Ympäristösertifiointi pakottaa hankkeeseen osallistuvat miettimään asiat ympäristön kannalta. (Ilmarinen 2017)

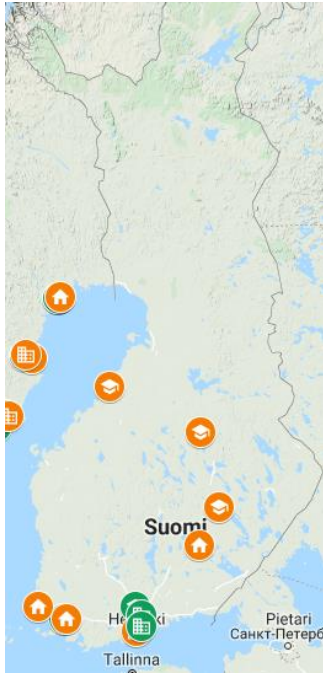
Rakennusten ympäristöluokitusjärjestelmät perustuvat arviointikriteereihin. Ympäristöluokituksen kriteerit arvioidaan joko pisteyttämällä tai arvosanalla. Erilaisia arviointisovelluksia on olemassa eri rakennustyypeille käyttötarkoituksen mukaan, joissa arvioidaan rakennustypille keskeisiä ominaisuuksia. Eri rakennustyypeistä ja käyttötarkoituksesta riippuen kriteerien

pääkohdat ovat yleensä rakennuspaikan valinta eli kestävä maankäyttö, vedenkäytön tehokkuus, energiatehokkuus, rakennusmateriaalit, sisäilmaston laatu ja terveellisyys sekä rakentamisen systemaattinen toiminta ja hallinta (Rantanen 2017). Arviointikriteereistä saadut pisteet lasketaan yhteen, minkä mukaa ympäristöluokitus määräytyy. Arviointikriteerit riippuvat onko rakennus uudisrakennus, olemassa oleva rakennus tai peruskorjattava rakennus. Arvioinnit jakautuvat vielä rakennustyyppikohtaisesti esimerkiksi asuin-, toimisto- tai liikerakennuksiin. Lopullisen luokituksen antaa yleensä ympäristöluokituksiin erikoistunut asiantuntija (Kauppinen 2017).

5.3 Yleisimmät Suomessa käytetyt ympäristöluokitukset

Yleisimmät Suomessa käytetyt ympäristöluokitus- ja arviointijärjestelmät ovat amerikkalainen LEED, brittiläinen BREEAM, pohjoismainen Joutsenmerkki, sekä Suomen olosuhteisiin kehitetty RTS (Rakennusteollisuus 2019). Perehdyn edellä mainittuihin sertifikaatteihin tässä työssä syvemmin. Suomessa on käytössä muitakin sertifikaatteja rakennuksille, mutta en käsittele niitä tässä työssä. Joutsenmerkki ja RTS-sertifikaatit haetaan Suomesta, kun taas BREEAM- ja LEED-sertifikaatit myönnetään hallinnoivan tahon toimesta. BREEAM- ja LEED-luokitukset näkyvät Suomessa enemmän vielä toimitilarakentamisessa (Rakennusteollisuus 2019).

BREEAM-luokituksen saaneita uudisrakennuksia Suomessa oli helmikuussa 2017 yhteensä 56 kappaletta, ja LEED-luokituksen saaneita uudisrakennuksia oli yhteensä 80 kappaletta (Bionova 2017). Esimerkiksi NCC käyttää BREEAM-järjestelmää kaikissa toimistotalohankkeissaan. Joutsenmerkittyjä rakennuksia Suomessa on vasta neljä, mutta Joutsenmerkittyjen talojen kartan mukaan marraskuussa 2019 on rakenteilla seitsemän kohdetta (Kuva 1). Olin yhteydessä 5.11.2019 sähköpostilla Joutsenmerkin kriteeripäällikköön Karin Bergbomiin. Hän kertoi, että Joutsenmerkin saa uudisrakentamisessa tällä hetkellä ainoastaan asuntaloille, kouluille ja päiväkodeille. Bergbom kertoi, että tulevaisuudessa on mahdollisesti kehitteillä kriteerit myös toimistorakentamiseen. (yhteydenotto 5.11.2019). RTS-sertifikaatti on valmistunut maaliskuussa 2017, ja tällä hetkellä rakenteilla on jo usea RTS-projekti (Bionova 2017).



Kuva 1. Kuva rakenteilla olevista Joutsenmerkityistä taloista Suomessa. (Ecolabelled buildings-Google My Maps 2019)

5.4 Ympäristösertifikaattien hyödyt

Luokitukset ottavat myös huomioon työskentelyolosuhteisiin liittyviä tekijöitä. Ensisijaisesti ne kuitenkin keskittyvät rakennuksen ominaisuuksiin, ympäristövaikutuksiin ja energiatehokkuuteen. Edellä mainittujen lisäksi luokitukset ottavat kantaa rakennusmateriaalien valintaan, sisäilman laatuun ja sen terveellisyyteen, rakennuspaikkaan ja sen ympäristöön, veden käyttötehokkuuteen sekä rakennuksen systemaattiseen ja tehokkaaseen toimivuuteen. Hyvän lopputuloksen saavuttamiseksi, kaikki edellä mainitut kohdat on otettava huomioon. Työmaalla tapahtuva dokumentointi vaihtelee eri ympäristöluokitusten kesken, sillä esimerkiksi Joutsenmerkki asettaa tarkat dokumentoitavat vaatimukset muun muassa laadunhallinnalle ja käytettävien rakennusmateriaalien seurannalle dokumentoinnille (Varma 2018, Vilen 2019).

Ympäristöluokitusjärjestelmien tarkoitus on pisteyttää ja antaa lopuksi arvosana kiinteistöstä niiden energiatehokkuuden, ympäristövaikutusten, sijainnin, käyttökustannusten sekä käyttäjien viihtyvyyden perusteella. Arvosanan avulla pystytään vertailemaan eri kiinteistöjä keskenään. Sertifioinnilla pyritään saamaan suunnittelua ja rakentamista ympäristöystävällisempään suuntaan. Ympäristöluokituksen hakeminen tuo lisäkustannuksia hankkeelle, mutta se

myös samalla nostaa kiinteistön arvoa ja laskee käyttökustannuksia (Ympäristösertifikaatit 2019).

Yhdysvaltalainen yritys McGraw-Hill Construction on laskenut vuonna 2008, että vihreän rakentamisen myötä rakennuksen arvo nousi 7,5 %, sijoitetun pääoman tuotto lisääntyi 6,6 %, käyttöaste kasvoi 3,5 % ja sitä kautta vuokratuotot nousivat 3 %. World Green Building Councilin vuosina 2008-2013 keräämien tapauskohtaisten selvitysten mukaan kiinteistöjen myyntitulot lisääntyivät 0–30 % ja vuokratulot 0–24,9 %. Yhdysvaltalaisen ekologiseen rakentamiseen erikoistunut suunnitteluyhtiö Turner teetti kyselytutkimuksen, jossa 68 % vahvisti, että vihreiden rakennusten kokonaiskäyttökustannukset ovat alhaisemmat ja 78 % mielestä käyttäjien hyvinvointi ja terveys ovat parempia tavanomaiseen rakennukseen verrattuna. Yrityksetkin saavat hyötyjä henkilöstön paremman hyvinvoinnin myötä, mikä ei ole kustannuksellisesti merkityksetöntä, koostuuhun yrityksen työpaikkakuluista keskimäärin 85 % palkoista ja 10 % vuokrasta (Pöyry 2010, Korpela 2016, Benefits of green building 2019, About green building).

Aalto-yliopistossa toteutetussa diplomityössä ”Hankekehitys ja suunnitteluvaihe vähähiilisessä rakentamisessa” tehdyssä tutkimuksessa Suomen suurimmille rakennuttajille kävi ilmi, että tilaajia houkuttelee vähähiilisessä kerrostalorakentamisessa eniten luotettavuus rakentamiseen, lyhyt takaisinmaksuaika aiheutuneista lisäkustannuksista energiatehokkaampaan rakentamiseen sekä kustannustehokkaat ratkaisut, jotka ovat helppoja toteuttaa. Tutkimuksessa kävi ilmi myös, mihin rakennuttajat ovat vähähiilisessä rakentamisessa valmiita panostamaan. Niitä olivat esimerkiksi sopivan tontin valinta, oikein mitoitettu maalämpöjärjestelmä, ilmanvaihdon lämmöntalteenottojärjestelmä, sekä erilaiset passiiviset suunnitteluratkaisut (Pyrhönen 2019).

Ympäristöluokitusten lisäksi Suomesta löytyy arviointityökaluja painottuen eri osa-alueisiin, kuten rakennusten energiatodistus, sisäilmaluokitus ja taloyhtiön kuntotodistus. Esimerkiksi energiatodistus on ollut Suomessa pakollista jo pitkään uudisrakentamisessa ja myös kaikki ennen vuotta 1980 käyttöön otetut

omakotitalot tarvitsevat energiatodistuksen, mikäli talo myydään tai vuokrataan. Energiatodistuslaki astui voimaan 1. heinäkuuta 2017 (Energiatodistus).

Ympäristöluokitusten tuomat hyödyt on luokiteltu ympäristöhyötyihin, taloudellisiin hyötyihin ja yhteiskunnallisiin hyötyihin. Ympäristöhyötyihin kuuluu ekosysteemin edistäminen ja luonnonsuojelu, ilman- ja vedenlaadun parantaminen, jätteiden määrän sekä luonnonvarojen käytön vähentäminen (Vehviläinen ym. 2009). Taloudellisiin hyötyihin kuuluu edullisemmat hankinta-, ylläpito- ja huoltokustannukset, rakennuksen arvon ja tuoton edistyminen, työntekijöiden parantunut tuottavuus ja tyytyväisyys, rakennuksen elinkaaren taloudellisen suorituksen optimointi sekä pitempi käyttöikä ja korkeampi jälleenmyyntiarvo. Yhteiskunnallisia hyötyjä ekologisessa rakentamisessa on laadukas rakentaminen, mikä edistää rakennusten käyttäjien mukavuutta ja terveyttä, kuten sisäilmasto sekä vähentää painetta paikalliselle infrastruktuurille ja tiivistää yhdyskuntarakennetta. Myös hiilidioksidipäästöjen väheneminen on merkittävä yhteiskunnallinen hyöty (Vehviläinen ym. 2009). Pääomasijoittajat sekä rakennuttajat hyötyvät ekotehokkuudesta säästämällä energiakuluissa samalla kun he saavat kestäviä ja pitkäikäisiä rakennuksia. Rakennusten huoltotarve vähentyy ekotehokkuuden myötä. Tuoton kannalta panostaminen ekorakentamiseen on pitkällä aikajänteellä siis hyvä. Rakennusten ympäristöluokitus antaa myös näkyvyyttä, mitä voidaan käyttää markkinointivälineenä sekä kiinteistökannan kehitystyökaluna (Lappalainen 2010).

Rakennuksen ympäristöluokitus leimaa kiinteistön rakennuttajan ja sijoittajan ympäristövastuulliseksi kestävän kehityksen tukijaksi. Ympäristöluokitus edesauttaa myös kiinteistön myyntiä ja tämä mahdollistaa kiinteistöjen vertailtavuuden sekä Suomen, että kansainvälisillä markkinoilla. Ekotehokkaalla rakentamisella voidaan vähentää ja hallita rakentamiseen liittyviä riskejä. Panostamalla käyttöikään ja muunnosjoustavuuteen voidaan hallita taloudellisia ja teknisiä riskejä. Urakoitsija pystyy parantamaan tuottavuutta järkevällä logistiikalla, kiinnittämällä huomiota rakentamisen energiakulutukseen, hyvillä materiaalivalinnoilla sekä kierrätyksellä. Urakoitsija voi minimoida rakennusaikaiset ympäristöriskit laadukkaalla rakennustavalla,

työmaasuunnittelulla sekä maaperätutkimuksilla. Energiatehokkailla ratkaisulla voidaan säästää jopa 10-15% hoitokuluista (Lappalainen 2010).

5.4.1 LEED

LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) on yhdysvaltalainen maailman käytetyin globaali rakennusten vapaaehtoinen ympäristöluokitusjärjestelmä. LEED- sertifiointijärjestelmä on otettu käyttöön vuonna 1998 ja tällä hetkellä LEED- luokiteltuja rakennuksia on noin 8500 kiinteistöä ympäri maailmaa ja yli 500 000 sertifioitua asuntoa (Stanley 2019). LEED- ympäristöluokitus on otettu käyttöön yli 50 eri maassa ja järjestelmän leviäminen kansainväliseen käyttöön on ollut viime vuosien aikana nopeaa. LEED- luokitus on käytetty paljon toimitilarakentamiseen, mikä näkyy myös Suomessa. Suomen ensimmäinen LEED-sertifikaatti myönnettiin Lahdessa sijaitsevalle kauppakeskus Triolle kesäkuussa 2009. LEED sertifioitujen rakennusten määrä Suomessa syyskuussa 2018 oli, että uudisrakennuksia on 109 ja käytössä olevia rakennuksia 37(Leed 2019).

LEED- luokituksen arviointiperusteet vaihtelevat kohderakennuksen tyyhin mukaan. Uudiskohteille, olemassa oleville kiinteistöille, kouluille ja kauppapaikoille on olemassa omat LEED-arviointikriteerit. Leed keskittyy vähentämään rakentamisen ja kiinteistöjen käytön aikaista ympäristökuormitusta. Sertifikaatin kriteereihin kuuluu energiankulutuksen vähentäminen, tehokas vedenkäyttö, hiilidioksidipäästöjen vähentäminen, sisäilman laadunparannus ja kohteen sijainti. Saadakseen sertifioinnin rakennuksen tulee täyttää tietyt vähimmäisvaatimukset, jotka liittyvät muun muassa rakennuksen sijaintipaikan kestävyys sekä energian-, veden- ja materiaalien kulutukseen koko elinkaaren aikana. Green Building Certification Institute (GBCI) myöntää rakennukselle LEED-sertifikaatin, jos sille lähetetty hakemus täyttää sertifiointijärjestelmän vähimmäisvaatimukset. vähimmäisvaatimuksia ovat muun muassa rakennuksen sijaintipaikan, kestävyys, ja energian-, veden- sekä materiaalien kulutuksen suhteen. LEED- ympäristöluokitellulle rakennukselle annetaan pisteytyksen perusteella arvosana Certified, Silver, Gold tai Platinum. Arvion tekee siihen erikoistunut ammattilainen. Kustannukset LEED-sertifikaatille koostuu rekisteröinti

maksusta 1 200 \$ ja sertifiointi maksusta 0.73 \$ /m². (Leed 2019, Rakennushankkeiden ympäristöluokitukset 2018)

Yhdysvalloissa tehdyn selvityksen mukaan LEED-luokitusjärjestelmän saavuttaminen vaatii 0,8 %-11,5 % lisäinvestoinnin, riippuen luokitustaosta ja kohteesta. US Green Building Councilin mukaan nämä kustannukset maksavat itsensä takaisin rakennuksen ensimmäisen tai toisen käyttövuoden aikana (Nuwire 2007, Leed 2019).

LEED järjestelmä pyrkii keskittymään toimintatapojen arviointiin rakennuksen sijaan. Toimintatapojen arviointia ovat käytön ja ylläpidon energiatehokkuus ja suorituskyky. Uudisrakentamisen luokitusjärjestelmä on tarkoitettu uudisrakennusten ja talotekniikan osalta myös laajasti peruskorjattavien kohteiden suunnitteluun ja rakentamiseen. Järjestelmä soveltuu erilaisten julkistenrakennusten ja asuinrakennusten arviointiin. Kiinteistöjen käyttö- ja ylläpitoluokitusjärjestelmä on tarkoitettu olemassa oleville rakennuksille. Tässä luokituksessa kiinnitetään huomiota käytön ja ylläpidon energiatehokkuuden ja suorituskyvyn arviointiin. Rakenteet ja ulkokuoriluokitusjärjestelmä sopii myytävien tai vuokrattavien kiinteistöjen rakennusprojekteihin, joissa rakentaja vastaa rakenteista ja julkisivuista. Tähän luokitusjärjestelmään ei kuulu sisätilojen suunnittelu ja rakentaminen. Vähittäiskauppa ja kaupalliset tilat luokitus on suunniteltu toimimaan yhdessä Rakenteet- ja ulkokuorijärjestelmän kanssa. Kaupalliset tilat-järjestelmä sopii erityisesti sellaisiin rakennuksiin, joissa käyttäjä ei omista koko rakennusta, esimerkiksi osa tiloista on vuokrattu. Myös yksittäiset vuokralaiset voivat hakea omille toimitiloilleen LEED-luokitusta, vaikka rakennus ei olisikaan muuten sertifioitu. Vähittäiskauppa-järjestelmä sopii käytettäväksi kaupallisten rakennusten, kuten erilaisten myymälöiden, ravintoloiden ja pankkien ympäristöluokittelussa. Järjestelmä sopii projekteille, joissa toimitila on osa suurta, useiden käyttäjien kokonaisuutta, huomioiden kaupallisten toimitilojen erityistarpeet esimerkiksi energiankulutukseen, tilojen käyttöaikoihin sekä pysäköintialueisiin liittyen. Koulujärjestelmää käytetään koulujen ja muiden akateemisten rakennusten rakennustoiminnan ja peruskorjausten yhteydessä. Järjestelmä painottuu käyttäjien terveyttä edistäviin ja hyvän oppimisympäristön tarjoaviin ympäristöystävällisiin suunnitteluratkaisuihin. Lähiympäristöjärjestelmä soveltuu jo rakennettujen alueiden lähellä sijaitsevien uusien ympäristöjen suunnitteluun ja

kehittämiseen. Terveysthuoltojärjestelmässä otetaan huomioon terveydenhuoltoon liittyvien rakennusten, kuten sairaaloiden ja hoitolaitosten erityispiirteet. (Nuwire 2007, Leed 2019)

Elokuun alussa 2019 Yhdysvaltain Vihreän neuvoston raportti kirjoittaa, että LEED-sertifioidut kodit käyttävät keskimäärin 20–30 prosenttia vähemmän energiaa kuin perinteinen koti. Kyselyyn vastanneet ilmoittivat saaneensa jopa 60 prosentin energiasäästön. Yhdysvaltain ympäristönsuojeluviraston (EPA) arvion mukaan amerikkalaiset viettävät noin 90 prosenttia ajastaan sisätiloissa, jossa epäpuhtauksia voi olla 2–5 kertaa enemmän kuin ulkona. LEED panostaa erityisesti suunnitteluun, jossa korostetaan sisäilman puhtautta käyttämällä materiaaleja, jotka ovat vähäpäästöisiä (Leed 2019).

5.4.2 BREEAM

BREEAM (Building Research Establishment's Environmental Assessment Method) on Iso-Britanniassa kehitetty 1990 ympäristöluokitusjärjestelmä lisäämään ympäristötietoisuutta, joka on Euroopan yleisimmin käytetty järjestelmä. Breeam on BRE (**B**uilding **R**esearch **E**stablishment) eli **Englannin rakennustutkimuslaitoksen** tytäryhtiö. BREEAM on toiminut jo yli 90 vuotta tehden erilaisia tutkimustöitä liittyen rakentamiseen (Bre 2019). Sertifiointijärjestelmää käytetään maailmanlaajuisesti 77 maassa. BREEAM on englantilainen ekotehokkaiden kiinteistöjen luokitusjärjestelmä ja sen kehityksestä vastaa paikallinen kiinteistöalan tutkimusorganisaatio. Sertifikaatit haetaan Iso-Britanniasta ja ne pohjautuvat yhteiseen eurooppalaiseen normistoon. BREEAM ohjaa rakennuksen suunnittelua, rakentamista sekä käyttöä. BREEAM tarkastelee rakennuksen ympäristövaikutuksia koko sen elinkaaren ajalta kiinnittäen huomiota muun muassa johtamiseen, energian- ja veden kulutukseen, käytettyihin rakennusmateriaaleihin, maankäyttöön sekä liikenteeseen. Näille tekijöille annetaan pisteytys, jonka perusteella rakennukselle voidaan myöntää BREEAM-arvosana läpäisty, hyvä, erittäin hyvä tai erinomainen (Pass, Good, Very Good, Excellent tai Outstanding). (Breeam 2019)

Sertifioitujen rakennusten lukumäärän perusteella BREEAM on tällä hetkellä selvästi suosituin vihreiden kiinteistöjen luokitusjärjestelmä. Vuonna 1990 on rakennettu ensimmäinen BREEAM- ympäristöluokiteltu rakennus, joten

BREEAM on myös vanhin ympäristöluokitusjärjestelmä rakennuksille. BREEAM-sertifikaattia on myönnetty maailmassa 570 113 kappaletta 84 eri maassa. 570 113 sertifiointista suurin osa on Britanniassa sertifioituja rakennuksia. Esimerkiksi vuonna 2012 Britanniassa oli sertifioituja rakennuksia 130 000 kpl ja Ruotsissa 19 kpl, Venäjällä 20 kpl ja Puolassa 76 kpl, näistä suurin osa 34 % on toimistorakennuksia ja 7 % on kaupan alan kohteita (Breeam 2019). BREEAM-sertifioitujen rakennusten määrä Suomessa syyskuussa 2018 oli uudisrakennuksia 73 ja käytössä olevia rakennuksia 76. Suomessa BREEAM- luokitusta käytetään tällä hetkellä pääasiassa toimitilarakentamisessa. BREEAM- luokituksen kehittämisessä on huomioitu eri maiden soveltuvuus, miksi luokitus on niin suosittu maailman laajuisesti. Luokituksella on olemassa oma kansainvälinen sertifiointinsa myös asuinkerrostaloille (Breeam 2019).

BREEAM-kohteet luokitellaan viiteen kategoriaan saavutettujen pisteiden suhteessa maksimipisteisiin (100 %): "Pass" (läpäisty, yli 30 %), "Good" (hyvä, yli 45 %), "Very Good" (erittäin hyvä, yli 55 %), "Excellent" (erinomainen, yli 70 %) ja "Outstanding" (erityisen hyvä, yli 85 %). BREEAM:ssa on kymmenen pääosa-alueita, joissa on omat kertoimet. Osa-alueet ovat Johtaminen, jonka kerroin on 12 %, Terveys ja hyvinvointi 15 %, Energian käyttö 19 %, kuljetus ja liikenne 8 %, Vedenkäytön tehokkuus 6 %, Materiaalit 12,5 %, Jäte 7,5 %, Maankäyttö ja ekologia 10 %, Saasteet 10 % sekä Innovaatiot 10 %. BREEAM:illa on omat järjestelmänsä uusille, käytössä oleville sekä kunnostettaville rakennuksille. Euroopan maista Ruotsi, Norja ja Saksa, ovat kehittäneet omat BREEAM järjestelmänsä, jotka ottavat huomioon oman maansa olosuhteet ja lainsäädökset. Lisäksi on BREEAM Bespoke järjestelmä, joka on räätälöity rakennuksille, joihin on haasteellista käyttää vakioituja BREEAM-järjestelmiä. Bespoke-järjestelmän vaatimukset muokataan rakennustyyppikohtaisesti niin, että se huomioi projektin erityislaadun, kuten sijainnin, ilmaston tai tilaratkaisut ja saatu arvosana on vertailukelpoinen muiden BREEAM-kohteiden arvosanojen kanssa. (Breeam 2013) Kun rakennus on arvioitu kokonaan, lopullinen suoritustaso määritetään laskemalla. Vaikka LEED johtaa vielä BREEM:ä sertifiointeissa maailmalla, on BuildingWisen toimitusjohtaja Barry Giles sitä mieltä, että BREEAM on helppokäyttöisempi ja halvempi kuin LEED. Tämä on tärkeä huomio,

koska 70% yhdysvaltalaisista rakennusten omistajista ja rakennusalan ammattilaisista ovat sitä mieltä, että korkeat kustannukset ovat suurin este vihreälle rakentamiselle. Breeam sertifikaatti kustannukset koostuvat rekisteröintimaksusta 965 £ ja sertifiointimaksusta 2 160–6 190 £. Lisäksi hintaa voi kertyä lisää erityisrakennuksille ja mahdollisista käännöspalveluista £ 3 200 ~7 500 £. (Nuwire 2016, Smart market report 2016, Rakennushankkeiden ympäristöluokitukset 2018)

5.4.3 JOUTSENMERKKI

Joutsenmerkki on perustettu vuonna 1989 ja se on Pohjoismaiden tunnetuin ja arvostetuin ympäristömerkki. Rakentamisen käyttöön Joutsenmerkki on otettu käyttöön 2005. Joutsenmerkin kriteerit ovat yhteneväiset kaikissa Pohjoismaissa ja Joutsenmerkki soveltuu hyvin pohjoismaisiin olosuhteisiin. Joutsenmerkki rakentamisessa tähtää elinkaaritarkasteluun, huomioiden tuotteiden tai palveluiden ympäristövaikutukset koko elinkaaren ajalta. Joutsenmerkki on vapaaehtoinen, elinkaaritarkasteluun perustuva, kolmannen osapuolen myöntämä sertifikaatti. (Joutsenmerkki 2017.) Sertifikaatti soveltuu julkisille rakennuttajille, yksityissektorille, yksityishenkilöille sekä soveltuu myös korjausrakentamiseen. Suomessa Joutsenmerkin käyttöä valvoo ympäristömerkintäorganisaatio Services Oy. Joutsenmerkin painopisteet rakennuksen tuotantovaiheessa ja suunnittelussa ovat energia, biodiversiteetti, kemikaalit sekä jätteet. Joutsenmerkityssä rakennuksessa pyritään pieneen energiankulutukseen, hyvään sisäilman laatuun, laadunvarmistukseen rakentamisessa sekä tarkastettuihin ja hyväksytyihin rakennusmateriaaleihin ja –kemikaaleihin. Joutsenmerkityn rakennuksen tulee täyttää tiukat ympäristö- ja terveysvaatimukset koko elinkaarensa ajan. Joutsenmerkityn rakennuksen ympäristöystävällisyyden lisäksi luokituksen markkina-arvoa nostaa sen näkyvyys ja suosio muun muassa vähittäistavaroissa. Vuonna 2016 tehdyn tutkimuksen mukaan Joutsenmerkki on Suomen viidenneksi arvostetuin brändi. Lista perustuu Markkinointi&Mainonta-lehden ja Taloustutkimus Oy:n *Brändien arvostus 2016*-tutkimukseen, jossa selvitettiin kaiken kaikkiaan 1005 brändin arvostus suomalaisten keskuudessa. (Joutsenmerkki 2016)

Ensimmäinen Joutsenmerkitty asuinkerrostalo valmistui Suomessa tammikuussa vuonna 2016. Joutsenmerkki sertifioitujen rakennusten määrä

Suomessa syyskuussa 2018 oli uudisrakennuksia 3 ja käytössä olevia rakennuksia 0. (Joutsenmerkki 2016)

Tällä hetkellä on rakenteilla Suomen suurin Joutsenmerkitty asuinkerrostalo, jota rakennetaan Vantaan Hakunilaan. Muissa pohjoismaissa Joutsenmerkittyjä rakennuksia on rakennettu paljon enemmän, muun muassa Ruotsissa Joutsenmerkittyjä rakennuksia ja päiväkoteja on satoja. Tärkeintä joutsenmerkityssä talossa on elinkaariajattelu, että talot ovat energiatehokkaita, niiden sisäilma on hyvä ja talossa käytetyt rakennusmateriaalit ovat turvallisia ja terveellisiä. (Joutsenmerkki 2017)

Joutsenmerkin vaatimukset on muiden ympäristöluokitusten tavoin laadittu kriteereihin. Kriteerit painottuvat rakennuksen tuotantovaiheessa resurssitehokkuuteen, sisäilman laatuun, kemiallisiin aineisiin ja rakennustuotteisiin, vaatimukseen käytetystä puutavarasta sekä rakentamisen laadunvarmistukseen. Kriteeristö muodostuu 41 pakollisesta kriteeristä sekä 14 vaihtoehtoisesta pistevaatimuksesta, joista asuinkerrostalon tapauksessa on saavutettava 17 pistettä jaossa olevista 44 pisteestä. Joutsenmerkin kriteeristöä päivitetään tarkoituksella määräajoin ja yksi kriteeristö on voimassa keskimäärin 3-5-vuotta. Joutsenmerkkiä myönnetään aina uusimman päivitetyn kriteeristön mukaan. (Joutsenmerkki 2017.) Kriteeristön vaatimien laskelmien, suunnitelmien, selvitysten ja materiaalitietojen hankkiminen sekä toimittaminen ovat hakijan vastuulla, joka toimittaa kaikki tarvittavat tiedot Joutsenmerkille. Joutsenmerkin hakuprosessiin kuuluu myös tarkastuskäynnit rakennustöiden aikana kohteessa. Tarkastuskäyntien tarkoituksena on varmistaa paikan päällä, että vaatimukset täytetään. (Joutsenmerkki 2017.) Kustannukset Joutsenmerkille: Ensimmäisen hakemuksen hakemusmaksu: 3 000 € Lupamaksu: 4 € /m² , mutta enintään 43 000 €. (Joutsenmerkki 2019, Rakennushankkeiden ympäristöluokitukset Suomessa 2018)

Tampere-talo on kiinteistönä Suomen ensimmäinen hiilineutraali kongressi- ja konserttikeskus. Tampere-talon kiinteistö alkoi käyttää uusiutuvaa energiaa marraskuun alusta 2019, minkä seurauksena Joutsenmerkki rakennukselle myönnettiin. Tampere-talon energian toimittaa Tampereen Sähkölaitos. Sähkölaitos-konsernin tekemät merkittävät investoinnit uusiutuvien energialähteiden käytön lisäämiseen energiantuotannossa ovat osaltaan

mahdollistaneet kiinteistön hiilineutraalisuuden. Sähkölaitoksen toimittama energia tulee läheltä, Tampereen ja Pirkanmaan alueelta. Tampere-talo hyödyntää lisäksi aurinkovoimaloidensa energiaa. (Joutsenmerkki 2019, Knuutila 2017)

5.4.4 RTS- luokitus

RTS on suomalainen luokitusjärjestelmä, joka on perustettu 2017. Luokitusjärjestelmä on kehitetty Suomen olosuhteisiin, lainsäädäntöön ja kiinteistökantaan. RTS-ympäristöluokitus on tarkoitettu rakennushankkeiden tilaajille, jotka haluavat rakentaa ympäristövastuullisesti. RTS-ympäristöluokitus pohjautuu eurooppalaisiin standardeihin ja perustuu pääosin alan yhteisiin kansallisiin käytäntöihin, kuten Sisäilmastoluokitus, M1-emissioluokitus ja rakennusten elinkaarimittareihin. RTS-sertifioitujen rakennusten määrä Suomessa syyskuussa 2018 oli uudisrakennuksia 0 ja käytössä olevia rakennuksia 0. RTS Ympäristöluokituksen ylläpidosta ja hankkeiden auditoinnista vastaa Rakennustieto Oy. Hankkeen saama luokitustaso määritetään viisiportaisella asteikolla, 1-5 tähteä. (Rakennustietosäätiö)

RTS-ympäristöluokitus soveltuu uudisrakennus- ja peruskorjaushankkeisiin sekä tilakorjauksiin ja muutoksiin. Luokitus soveltuu sekä julkisille rakennuttajille että yksityisille rakennuttajille. RTS ympäristöluokituksessa on kaksi luokituskohdetta: toimitila- ja peruskorjaushankkeet sekä asuinrakennukset. RTS-ympäristöluokitus on kotimainen ja edullinen työkalu kestävän kehityksen mukaiseen rakentamiseen. (Rakennustietosäätiö, Ympäristöluokitukset)

RTS-kriteeristö muodostuu viidestä osa-alueesta: prosessi, talous, ympäristö ja energia, sisäilma ja terveellisyys sekä innovaatiot. Uusissa kriteereissä on huomioitu muuttuneet rakennusmääräykset, uusittu Sisäilmastoluokitus 2018 -ohjekokonaisuus, LEVEL´s-kriteeristön kehitys, viherympäristön ja hulevesien käsittely sekä materiaalitehokkuus, kierrätys ja jätelainsäädäntö. (Rakennustietosäätiö, Ympäristöluokitukset)

Syyskuussa 2018 RTS-ympäristöluokitustyökalu käytettiin 57 projektissa, joissa tavoitteena on saavuttaa 2–4 tähteä (asteikolla 1–5). RTS-luokitusta käytettiin pilotoinnissa Järvenpään rakennettavan kerrostalon rakentamisessa. Helsingin kaupungin asuntojen toimenpideohjelmaan 2017–2021 sisältyy kestävä kehityksen vaatimustasojen määrittäminen, joka käsittää RTS-ympäristöluokituksen käyttöönoton. Helsingissä tavoitteena on, että luokitustyökalun käyttö saadaan osaksi normaalia suunnittelua. (Rakennustietosäätiö, Ympäristöluokitukset)

RTS-luokitus on painottunut pääosin rakentamisen alkuun, mutta nyt siihen on saatu myös käytön aikaisia osia. RTS antaa hyviä työkaluja ympäristövastuun määrittämiselle. RTS-luokituksessa korostuu materiaalitehokkuus, jonka avulla on tarkoitus edistää materiaalitehokkuuden huomioimista hankkeen materiaalivalinnoissa ja lisätä rakennusmateriaalien valmistuksen ympäristötietoisuutta. Kustannukset RTS-sertifiointille koostuu rekisteröintimaksusta (1750 €), Sertifiointi kuluista (4 000–7000 €) sekä käyttäjälisenssistä (150 € /vuosi /hlö). (Rakennustietosäätiö, Ympäristöluokitukset, Sisäilmautiset 2018)

6 YMPÄRISTÖMINISTERIÖN VÄHÄHIILISEN TIEKARTAN LASKENTAMENETELMÄ JA LEVEL(S)

6.1 Taustaa ja säädäntöpohjaa

Ympäristöministeriön 2017 laatiman vähähiilisen tiekartan mukaan rakennusten elinkaaren vähähiilisyyden arviointi tulisi osaksi rakennusmääräyksiä 2020-luvun puoliväliin mennessä. Rakennusten hiilijalanjäljen arviointimenetelmän tarkoitus on helpottaa rakentamisen ilmastovaikutusten laskemista. Arviointimenetelmä on tehty yhdessä ministeriön virkamiesten ja asiantuntijaryhmän kesken. Menetelmä kattaa koko rakennuksen elinkaaren rakennustuotteiden valmistuksesta kuljetuksiin ja työmaatoimintoihin, käyttöön ja korjauksiin sekä elinkaaren lopulla tapahtuvaan purkamiseen ja kierrätykseen. Vapaaehtoisilla rakennushankkeilla testataan

arviointimenetelmän ensimmäistä versiota syksyllä 2019. (Ympäristöministeriö Level(s) 2019, Rakennuksen vähähiilisyyden arviointimenetelmä 2019)

Arviointimenetelmän ensimmäinen versio on tarkoitettu testattavaksi uudisrakennusten ja laajamittaisten korjausten hiilijalanjäljen ja hiilikädenjäljen arviointiin. Testauksen jälkeen menetelmää vielä parannetaan ja puutteet päivitetään. Arviointimenetelmän kehitystä tehdään seuraten eurooppalaisia EN-standardeja sekä EU:n Level(s)-mittareiden beta-vaiheen testituloksia ja jatkokehitystä vuosien 2019 – 2020 aikana. Lisäksi kehityksessä huomioidaan pohjoismainen yhteistyö. Toimivan laskentatyökalun laatiminen on vaativaa, koska rakennuksen koko elinkaaren hiilijalanjälki on monimutkainen ja haastavasti laskettava kokonaisuus. Rakennuksen koko elinkaaren hiilipäästöjä ei Suomessa säädellä vielä mitenkään. (Bionova 2017, Taustamuistio Rakennusten Elinkaariarvioinnin Menetelmäohjeeseen 2018, Rakennuksen vähähiilisyyden arviointimenetelmä 2019)

Vähähiilisyys on myös osana maankäyttö- ja rakennuslain käynnissä olevaa kokonaisuudistusta. Uudistuksen tavoitteena on selkeyttää lakia, yksinkertaistaa alueidenkäytön suunnittelujärjestelmää, kehittää rakentamisen ohjausta, tukea kansalaisten mahdollisuuksia vaikuttaa omaa elinympäristöä koskevaan suunnitteluun ja päätöksentekoon sekä selkeyttää lakitekstiä. Valmistelusta vastaa ympäristöministeriö parlamentille ja tavoitteena on, että hallituksen esitys uudeksi maankäyttö- ja rakennuslaiksi olisi valmis vuoden 2021 loppuun mennessä. (Ympäristöministeriö Level(s) 2019, SRV 2019, Rakennuksen vähähiilisyyden arviointimenetelmä 2019)

6.2 Level(s)

Vähähiilisyyden arviointi soveltuu kaikille rakennuksille, sekä uudis- että korjausrakentamiseen. Arviointi soveltuu tehtäväksi rakennussuunnittelun aikana ja rinnakkain energiatehokkuuden kanssa. Esimerkiksi julkisia hankintatavoitteita arvioitaessa, voidaan vähähiilisyyttä arvioida myös ennen rakennesuunnittelua käyttäen hyväksi tilastotietoja muiden vastaavien rakennushankkeiden hiilijalanjäljestä. Arviointiin vaikuttavat rakennus ja tontin rakenteet sekä osa taloteknisiä järjestelmiä. Arvioinnissa ei huomioida tontilla olevaa kasvillisuutta, maaperää ja rakentamisessa käytettäviä telineitä ja

suojuksia. Vähähiilisyden arvioinnissa huomioidaan rakennuksen koko elinkaari. Elinkaareen kuuluu rakennustuotteiden valmistus, kuljetukset ja työmaatoiminnot, käyttö ja korjaukset sekä purku ja kierrätys. Arvioinnissa on neljä päävaihetta ja jokaisella pääaiheella on useita (15) alakohtia. Elinkaaren sisältö on määritelty EN-standardissa EN 15643-2. Arviointia voidaan tehdä kolmella eri tarkkuustasolla ja arviointi on tarkoitettu tehtäväksi rinnan rakennuksen energiatehokkuuden arvioinnin kanssa, joita ovat yksinkertaistettu arviointi, yhteinen lähtötaso EU:n rakennusten arviointiin, vertaileva arviointi toiminnallisesti samanlaisten rakennusten vertailuun sekä yksityiskohtainen optimointi ympäristöindikaattorien laajaan käyttöön. Arviointi soveltuu tehtäväksi hankesuunnittelun aikana, koska tässä vaiheessa suunnitellaan rakennuksen materiaali- ja energiatarpeesta. (Level(s) – test report from Finland 2019, Rakennuksen vähähiilisyden arviointimenetelmä 2019)

Varsinaisen laskentamenetelmän lisäksi Suomessa tullaan kehittämään yhdenmukainen, laskennassa käytettävä rakennusmateriaalien valmistuksen, rakentamisen, kuljetusten ja jätteenkäsittelyn prosessien päästötietokanta sekä rakennuksen elinkaaren ajalle tehtävät laskentaoletukset. Ympäristöministeriö julkaisee erikseen näitä koskevat ohjeet myöhemmin. (Taustamuistio Rakennusten Elinkaariarvioinnin Menetelmäohjeeseen 2018)

6.3 Level(s) nyt ja tulevaisuudessa

Ensimmäisen vähähiilisyden arviointimenetelmän pohjana on käytetty Euroopan komission Level(s)-menetelmää sekä EN-standardeita. Level(s) on Euroopan komission laatima laskentamenetelmä rakentamisen resurssitehokkuuden mittaamiseen ja sitä on pilotoitu beetaversiolla 2018-2019 ympäri maailmaa yli 130 rakennushankkeessa 21 maassa. Suomessa testaukseen osallistui 20 rakennusprojektia ja testaus tapahtui ympäristöministeriön ja Green Building Council Finlandin toimesta. (European Commission 2019) Testaukseen osallistuneilta on kerätty palautetta, jonka mukaan Level(s) vaikuttaa potentiaaliselta laskentamenetelmältä kohti hiilineutraalia rakennusalaa. Level(s)-menetelmää tulee kuitenkin kehittää lisää ja Suomessa on meneillään uusi testi jakso, joka alkoi syyskuussa 2019. Ensimmäisessä pilotoinnissa ilmeni, että suurimmat kehitystarpeet liittyvät

ohjeiden selvyyden ja saatavuuden parantamiseen, arviointitasojen uudelleenjärjestämiseen ja järjestelmän rajojen harkintaan. Testiryhmältä kerätyssä palautteessa pidettiin tärkeänä sitä, että menetelmä on yhteensopiva kansallisten toimintamallien ja rakennustietojen mallintamisen kanssa. Kaikki palautteet testiin liittyen toimitetaan Euroopan komissiolle Level(s)-menetelmän kehittämiseksi. Tuloksia käytetään myös edistämään vähähiilisen rakentamisen tiekartan toteutumista Suomessa, missä tavoitteena on ottaa käyttöön pakolliset elinkaariarvioinnit ja kynnyksarvot hiilijalanjäljelle viimeistään 2025 vuoteen mennessä. (Level(s) – test report from Finland 2019, Rakennuksen vähähiilisyyden arviointimenetelmä 2019)

Level(s) on suunniteltu työkaluksi kestävien rakennusten suunnitteluun ja rakentamiseen. Level(s):n tarkoitus on luoda maailmaan yhteinen kieli ja käsitteistö kommunikaation tueksi, ja tämän kautta mittaristo rakentamisen resurssitehokkuudelle ja ekologisuudelle. Ympäristöministeriö kirjoittaa Level(s)-hankkeesta: ”Kuluttajat, suunnittelijat, rakentajat ja sijoittajat tarvitsevat selkeämpää ja laadukkaampaa tietoa rakentamisen vaikutuksesta rajallisten resurssiemme kulutukseen”. Resurssitehokkuudesta tarvitaan yhteismitallista tietoa, mitä erilaiset ympäristömittaristot eivät välttämättä anna. Menetelmän kehittämisessä ovat olleet yhteistyössä EU-jäsenmaat ja kestävä rakentamisen ammattilaiset. Yritysten ja järjestöjen rooli menetelmän kehityksessä on ollut myös tärkeää. Euroopan komissiolla Level(s)-menetelmän kehitys on yksi tärkeä osa kiertotalouden edistämiseksi. (Level(s) – test report from Finland 2019, Rakennuksen vähähiilisyyden arviointimenetelmä 2019)

Rakennuksen vähähiilisyyden arviointiin tarvitaan arviointimenetelmä sekä rakennustuotteiden ja -prosessien päästötiedot ja työkalun päästöjen laskentaan. Suomessa käytettävää rakennustuotteiden ja -prosessien päästötietokanta on syyskuussa 2019 alkaneessa testaus vaiheessa. Ennen tietokannan valmistumista voi rakennuksen vähähiilisyyden arviointiin käyttää esimerkiksi ympäristöministeriön kehittämää yksinkertaista arviointitaulukkoa. Tämä Ympäristöministeriön alustava versio on tarkoitettu vain pilotointivaihetta varten, eikä se sovellu käytettäväksi rakennusluvan myöntämisen ehtona. Pilotointivaiheen aikana kerätään palautetta menetelmän käytöstä. Saadun

palautteen ja kokemusten pohjalta menetelmä päivitetään. (Level(s) – test report from Finland 2019, Rakennuksen vähähiilisyyden arviointimenetelmä 2019)

6.4 Hiilijalanjälki

Vähähiilisen rakennuksen elinkaaren hiilijalanjälki eli hiilidioksidipäästöt ovat mahdollisimman pienet. Vähähiilisyys voidaan saavuttaa monella tapaa. Vähähiilisessä rakentamisessa tarkastellaan rakennuksen koko elinkaaren hiilijalanjälkeä eli käytön ja energiankulutuksen lisäksi myös valmistusta, rakentamista ja purkua. Hiilijalanjälkeä voidaan pienentää hyvällä suunnittelulla, kiinnittämällä huomiota energiatehokkuuteen ja muuntojoustavuuteen, käyttämällä vähähiilisiä ja pitkäikäisiä rakennusmateriaaleja ja -ratkaisuja tai huomioimalla materiaalien ja rakennusosien kierrätettävyys tai uudelleenkäytettävyys. Vähähiilisellä rakennuksella on pieni hiilijalanjälki ja suuri hiilikädenjälki. (Valtioneuvosto 2018, Terveiden tilojen vuosikymmen 2019) Olemassa olevan rakennuksen tai rakennusosan turhaa purkamista ja korvaamista uudella tulisi vähähiilisyydenkin näkökulmasta välttää. Vanhoissa rakennuksissa tulisi pyrkiä käytön aikaisen hiilijalanjäljen pienentämiseen energiatehokkuutta parantamalla ja kunnostus toimenpiteillä. Rakennusten terveellisyys on kaiken lähtökohta, eikä sisäilman laadusta saa tinkiä energiatehokkuuden parantamisen tai vähähiilisyyden vuoksi.

Ministeriö on laatinut suositukset vähähiilisen julkisen rakentamisen kriteereiksi, joiden avulla kunnat, kaupungit ja muut toimijat voivat toteuttaa vähähiilisempiä rakennuksia. Vähähiilisiin rakennusmääräyksiin olisi tarkoitus siirtyä 2020-luvulla. Vähähiilisyys ei ole sidoksissa rakennuksen hintaan, koska huolellinen suunnittelu ja elinkaariarviointi auttavat tunnistamaan kustannustehokkaat keinot vähähiilisyyden saavuttamiseksi. Rakennusmateriaalien valmistus, kuljetus ja kierrätys muodostavat ison osan rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljestä. Hyvällä suunnittelulla hiilidioksidipäästöjä voidaan vähentää energiatehokkuuden maksimoinnilla, käyttämällä vähähiilisiä ja pitkäikäisiä materiaaleja. Rakennuksen hiilijalanjäljen laskennan luotettavuuden varmistamiseksi laskennan tulee pohjautua yleisesti hyväksytyyn

eurooppalaiseen standardisointiin. (Valtioneuvosto 2018, Terveiden tilojen vuosikymmen 2019)

Vähähiilisyys tulee koskemaan tulevaisuudessa kaikkia rakennuksia, mutta säädösohjausta on kaavailtu aluksi vain uudisrakentamiseen, koska rakennuksen elinkaaren alussa syntynyt rakennusmateriaalien valmistuksen ja rakennustyön synnyttämä hiilikuorma on suurinta. (Valtioneuvosto 2018, Terveiden tilojen vuosikymmen 2019)

Hyvä rakennus syntyy laadukkaasta suunnittelusta ja toteutuksesta sekä rakennuksen oikeanlaisesta käytöstä ja ylläpidosta. Hallitus on myös ilmoittanut käynnistävänsä syksyllä 2019 uuden Terveiden tilojen vuosikymmen -toimenpideohjelman, joka tähtää vähähiiliseen rakentamiseen. Kriteerit on asetettu tiukemmiksi kuin mihin EU-lainsäädäntö tällä hetkellä velvoittaa, jolla Suomi pyrkii sijoittumaan maailman kärkimaihin ilmastotalkoissa. Suomi ei ole kuitenkaan tällä tiellä yksin. Euroopan maista Ranska, Hollanti ja Belgia ovat jo laajentaneet omaa rakentamismääräystään huomioimaan rakennusmateriaalien päästöt. Ruotsissakin selvitetään parhaillaan ohjauskeinoja vähähiiliseen rakentamiseen. (Valtioneuvosto 2018, Terveiden tilojen vuosikymmen 2019)

6.5 Hiilikädenjälki

Rakennuksen koko elinkaaren hiilikädenjälki saadaan laskemalla yhteen elinkaaren eloperäiset hiilivarastot, hiilinielut ja elinkaaren ulkopuolella tapahtuvan materiaalien uudelleenkäytön, kierrätyksen tai energiahyödyntämisen avulla vältettävät päästöt. Hiilikädenjäljen hyödyt rakentamisessa ovat hiilivarastot ja hiilinielut. Hiilikädenjälki ilmoitetaan hiilidioksidiekvivalentin painona jaettuna rakennuksen lämmitetyllä nettopinta-alalla ja arviointijakson pituudella ($\text{kgCO}_2\text{e}/\text{m}^2/\text{a}$). Hiilikädenjälki esitetään negatiivisena kokonaislukuna. (Rakennuksen vähähiilisyyden arviointimenetelmä 2019) Hiilikädenjäljeksi voidaan luokitella rakennuksen elinkaaren aikana tuotettu ylimääräinen uusiutuva energia sekä rakennustuotteiden uudelleenkäytöstä tai kierrätyksestä syntyvät hyödyt. Hiilikädenjälkeä ei vähennetä hiilijalanjäljestä, vaan se esitetään erillisenä lisätietona. (Rakennuksen vähähiilisyyden arviointimenetelmä 2019)

Kierrätettävillä rakennusosilla tai materiaaleilla on määritelty nettohyödyt, jotka vaikuttavat vähähiilisyteen. Nettohyötyjä ei syntyisi ilman materiaalien kierrätystä. Uudelleenkäytöstä ja kierrätyksestä saatavat hyödyt voidaan arvioida vain laskemalla tai käyttämällä tuotteen ympäristöselosteessa annettuja tietoja. Arviointiin voidaan sisällyttää vain ne rakennusosat ja – tuotteet, jotka on arvioitu mukaan rakennuksen materiaalien hiilijalanjälkeä laskettaessa. Uudelleenkäytettävien rakennusosien ja kierrätettävien materiaalien määrä arvioidaan. Rakennuksen elinkaaren systeemirajojen ulkopuolelle poistuvien uudelleenkäytettävien rakennusosien sekä kierrätettävien tai energiahyödynnettävien materiaalien nettokasvihuonekaasupäästöt lasketaan nettomääräisten materiaali- ja energiavirtojen perusteella. Nämä tulokset ilmoitetaan erillisenä lisätietona. (Rakennuksen vähähiilisuuden arviointimenetelmä 2019)

Rakentamisessa koituvan ylijäävän uusiutuvan energian voi laskea osaksi hiilikädenjälkeä. Jos ylijäävälle uusiutuvalle energialle lasketaan hiilikädenjälki, myös energian tuottamiseen tarvittavan laitteiston elinkaaren hiilijalanjälki on laskettava mukaan osaksi rakennuksen hiilijalanjälkeä. Tämä koskee myös mahdollisia tontin ulkopuolella olevia tuotanto- ja siirtojärjestelmiä niiltä osin, kuin ne palvelevat arvioitavaa rakennusta. Laskennan tulokset ilmoitetaan hiilidioksidikiloina (kgCO₂). Kuvassa neljä on esitetty päästökertoimet, joilla kerrotaan energian määrä. Laskennassa on huomioitava vuosittain muuttuva päästökerroin. (Rakennuksen vähähiilisuuden arviointimenetelmä 2019)

Hiilivarastot voidaan laskea vain eloperäisille materiaaleille, kuten puulle. Fossiilisten materiaalien, kuten öljypohjaisten muovien sisältämää hiiltä ei lasketa hiilivarastoksi. Edellytyksenä on, että materiaali on peräisin kestävästi hoidetusta alkuperästä ja ettei sen korjuulla ole pysyvästi heikennetty ekosysteemin luonnollista hiilinielua. Arviointiin voidaan sisällyttää vain ne rakennusosat ja -tuotteet, jotka on arvioitu mukaan rakennuksen materiaalien hiilijalanjälkeä laskettaessa. Tuotteiden vaihdot jätetään huomioimatta. Hiilivaraston voi laskea kullekin rakennusosalle ja -tuotteelle vain kerran rakennuksen elinkaaren aikana. Hiilivarastoksi voidaan laskea vain sen osuuden eloperäisestä materiaalista, joka päättyy lopullisiin rakennustuotteisiin.

Tuotannon sivuvirrat tai tuotantojätteet jätetään arvioinnin ulkopuolelle. Myös pakkauksissa, rakennustyömaan telineissä, muoteissa ja suojuuksissa käytetyt eloperäiset materiaalit jätetään arvioinnin ulkopuolelle. (Rakennuksen vähähiilisyiden arviointimenetelmä 2019)

Hiilivarastojen lasketaan eloperäisten tuotteiden hiilivarasto kertomalla eloperäisen materiaalin kuivapaino materiaalin sen sisältämän hiilen (C) määrällä. Puupohjaisissa tuotteissa eloperäisen hiilen määräksi oletetaan 50 % puun kuivapainosta. Laskennassa ilmoitetaan tulokset hiilidioksidiksi kiloina (kgCO₂). (Rakennuksen vähähiilisyiden arviointimenetelmä 2019)

Sementtipohjaisten tuotteiden hiilinielut voidaan laskea osaksi hiilikädenjälkeä vain, jos sementtiä sisältävien tuotteiden elinkaaren aikana tehtävät mahdolliset karbonisoitumisesta johtuvat korjaukset otetaan huomioon hiilijalanjäljen laskennassa. Arviointiin voidaan sisällyttää vain ne rakennusosat ja -tuotteet, jotka on arvioitu mukaan rakennuksen materiaalien hiilijalanjälkeä laskettaessa. Karbonisoitumisen arvioinnissa tulee käyttää samoja sementtityyppejä, kuin hiilijalanjäljen laskennassa. Hiilivarastoksi voidaan laskea vain ne osuudet sementtipohjaisista materiaaleista, jotka päätyvät lopullisiin rakennustuotteisiin. Tuotannon sivuvirrat tai tuotantojätteet jätetään arvioinnin ulkopuolelle. Työmaalla mahdollisesti käytetyt väliaikaiset sementtipohjaiset tuotteet jätetään arvioinnin ulkopuolelle. Karbonisoitumisen laskentaan on olemassa oma standardi EN 16757. (Rakennuksen vähähiilisyiden arviointimenetelmä 2019)

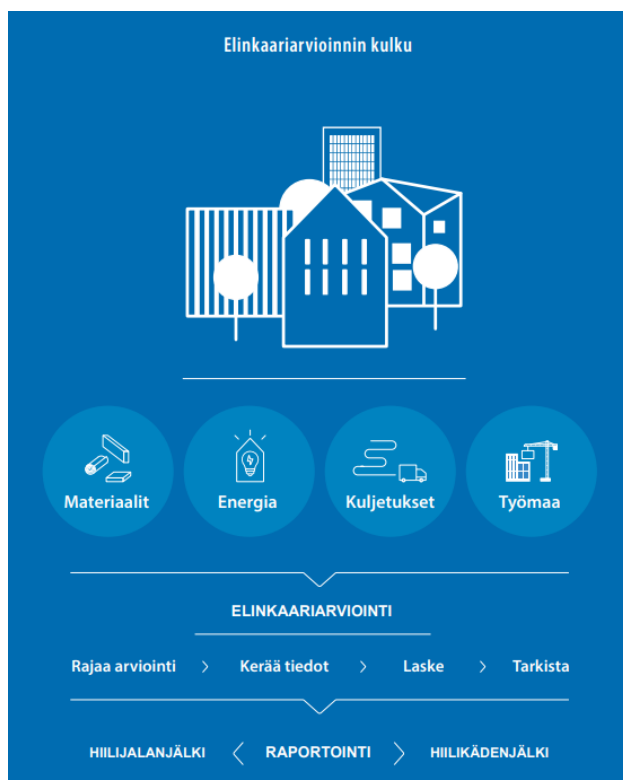
7 HIILIJALANJÄLJEN LASKENTA

Hiilijalanjälkiarviointi tehdään rakennuksen koko elinkaaren ajalle, mihin sisältyvät rakennustuotteiden valmistus, kuljetukset ja työmaatoiminnot, käyttö ja korjaukset sekä purku ja kierrätys. Alempana olevassa kuvassa 2 on määritelty elinkaariarvioinnin vaiheet eli moduulit EN-standardissa EN 15643-2 mukaan. Rakennuksen vähähiilisyiden arviointiin tarvitaan arviointimenetelmän lisäksi rakennustuotteiden ja -prosessien päästötiedot sekä työkalu päästöjen laskentaan. Suomessa käytettävää rakennustuotteiden ja -prosessien päästötietokantaa kehitellään parhaillaan. Tässä opinnäytetyössä hiilidioksidilaskentatyökaluna rakennuksen vähähiilisyiden

arviointiin perehdytään Ympäristöministeriön kehittämää yksinkertaista arviointitaulukkoa sekä laskentamenetelmään, sekä eri arviointityökaluihin sisältyviä päästötietoja ja skenaarioita. Ympäristöministeriön menetelmäversio on tarkoitettu vain pilotointivaihetta varten, mutta sitä voi vapaasti käyttää apuna rakennuksen elinkaarihiilidioksidi päästöjen laskentaan. Menetelmä ei sovellu kuitenkaan käytettäväksi rakennusluvan myöntämiseen. (Rakennuksen vähähiilisuuden arviointimenetelmä 2019)

Rakennuksen koko elinkaaren hiilijalanjälki lasketaan summaamalla yhteen elinkaaren eri osa-alueiden kasvihuonekaasupäästöt. Ilmastoja lämmittävät vaikutukset ilmoitetaan kokonaissummana, jossa ovat mukana fossiiliset päästöt. Eloperäiset päästöt jätetään huomiomatta, jos tuotteiden eloperäiset raaka-aineet ovat peräisin kestävästi hoidetusta alkuperästä. Laskennan tulokset ilmoitetaan hiilidioksidiekvivalenttien painona jaettuna rakennuksen lämmitetyllä nettopinta-alalla ja arviointiajanjakson pituudella (kgCO₂e/m²/a). Hiilijalanjälki esitetään positiivisena kokonaislukuna. (Rakennuksen vähähiilisuuden arviointimenetelmä 2019)

Elinkaaren hiilijalanjäljen ja -kädenjäljen lisäksi voidaan esittää myös muita ympäristö- tai sosiaalivaikutuksia erillisenä lisätietona. Näiden vaikutusten arvioinnissa noudatetaan raportin 2019 ”Rakennuksen vähähiilisuuden arviointimenetelmä” menetelmäohjeen elinkaariarvioinnin rajauksia ja tarvittaessa Euroopan komission Level(s)-menetelmän ohjeita sekä soveltuvia EN- tai ISO-standardeja. (Rakennuksen vähähiilisuuden arviointimenetelmä 2019)



Kuva 2. Rakennuksen elinkaariarvioinnin kulku. (Rakennuksen vähähiilisyysarviointimenetelmä 2019)



Kuva 3. Rakennuksen hiilijalanjälkilaskelman lähtötietojen kerääminen. Lainattu: (Rakennuksen vähähiilisyysarviointimenetelmä 2019)

Laskelmassa tehdään materiaaliluettelo rakennukselle, tontille ja tarvittavista taloteknisiin järjestelmiin suunnitelluista tuotteista. Mukaan arvioidaan myös

mahdollinen työmaalla syntyvä ylijäämä tai hukka. Arvioinnin ulkopuolelle jäävät tontilla tai rakennuksessa oleva kasvillisuus, tontilla olevaan maaperään, kasvillisuuteen tai vesistöön kohdistuvien muutosten ilmastovaikutukset sekä rakentamisen aikaiset väliaikaiset telineet, suojaukset ja työmaatilat. Arvioinnin ulkopuolelle jäävät myös tontin maaperän kunnostustyöt sekä tontilta pois purettavat rakennukset tai rakenteet. Kun talotekninen suunnitelma on selvä, käytetään laskelmassa ympäristöministeriön laatimaa taulukkoa arvioitavista rakennusosista ja niitä vastaavista nimikkeistä. (Rakennuksen vähähiilisyys arviointimenetelmä 2019)

Hiilidioksidipäästöjen arviointiin kuuluu rakennuksen käytön aikana vaihdettavien rakennustuotteiden määrä. Kaikki tuotteet, joiden tekninen käyttöikä on rakennuksen tavoiteikä lyhyempi, otetaan huomioon. Jos tuotteen tekninen käyttöikä on rakennuksen tavoiteikä pidempi, arvioidaan sen uudelleenkäytön edellytykset ja tätä kautta saavutetut vähähiilisyys edut laskentaohjeen mukaan. Rakennustuotteiden vaihto arviointia voidaan tehdä elinkaaren eri vaiheiden päästötaulukkoarvojen mukaan tai Ympäristöministeriön laatiman tuotteiden vaihtovälilaskentakaavan mukaan (kuva 3). (Rakennuksen vähähiilisyys arviointimenetelmä 2019)

$$\text{Vaihtoväli} = \left[\left(\frac{\text{Rakennuksen tavoiteikä vuosina}}{\text{Tuotteen suunnittelukäyttöikä vuosina}} \right) - 1 \right]$$

Kuva 4. Tuotteiden vaihtoväli laskentakaava. Lainattu: (Rakennuksen vähähiilisyys arviointimenetelmä 2019)

Korjausten ja vaihtojen yhteydessä rakennukseen tuotavien rakennustuotteiden oletetaan aina olevan uusia. Rakennustuotteiden vaihtojen arvioinnissa jätetään huomioimatta rakennuksen elinkaaren aikana mahdollisesti tehtävät laajamittaiset korjaukset. Käyttöolosuhteissa on huomioitava rakennusosien ja tuotteiden tekninen käyttöikä sekä tuotteen käyttöolosuhteet, ilmastorasitusluokat, rasitusyhdistelmäluokat, upporasitusluokat, kulutusrasitus- ja kulutuskestävyysluokat sekä muut tuotteiden toiminnalliseen kestävyteen vaikuttavat tekijät, kuten huollon merkitys standardien mukaan

(EN ISO 12944, SFS-EN 1990, ISO 9223, SFS-EN 335-1, EN 15804).
(Rakennuksen vähähiilisyden arviointimenetelmä 2019)

Jätteenkäsittely ja jätteenloppusijoitus hiilijalanjälkeä arvioitaessa käytetään valmiita elinkaaren eri vaiheiden päästö taulukkoarvoja (kuva 4). Vaihtoehtoisesti voidaan laskea kullekin materiaaliyhteisölle jätteenkäsittelyn ja loppusijoituksen hiilipäästö. (Rakennuksen vähähiilisyden arviointimenetelmä 2019)

Tyypilliset päästöt (kgCO ₂ e/m ²)		
A1–3 Valmistus		<i>(lasketaan aina hankekohtaisin tiedoin)</i>
A4 Kuljetus työmaalle	10,20	Keskimääräinen kuljetusetäisyys Suomessa
A5 Uudisrakennustyömaan toiminnot	27,30	Työmaan energian ja polttonesteiden kulutus
B3–4 Korjausten energiankulutus ¹²	2,16	Materiaalien valmistus arvioitava erikseen
B6 Energian käyttö		<i>(lasketaan aina hankekohtaisin tiedoin)</i>
C1 Purkutyömaan toiminnot	7,80	Työmaan energian ja polttonesteiden kulutus
C2 Kuljetus jatkokäsittelyyn	10,20	Keskimääräinen kuljetusetäisyys Suomessa
C3–4 Jätteenkäsittely ja loppusijoitus	15,60	
Yhteensä	73,26	kgCO₂e/m²

Kuva 5. Hiilijalanjälki on ilmoitettu yksikkönä kgCO₂ e/m² (lämmitetty nettoala). ”Rakennustuotteiden valmistusvaiheen (A1–3) ja rakennuksen energiankäytön (B6) hiilijalanjäljelle ei ole taulukkoarvoa vaan ne lasketaan aina hankekohtaisesti. Taulukkoarvot on kerätty keskiarvoina aiemmin Suomessa tehdyistä rakennusten elinkaaren hiilijalanjälkilaskelmista. Keskiarvoihin on lisätty 20 % epävarmuuskerroin. Raportoinnissa tulee huomata, että tulokset on jyvitetty rakennuksen käyttöiälle (kgCO₂e /m²/a).” Lainattu: (Rakennuksen vähähiilisyden arviointimenetelmä 2019)

Laskettaessa jätteen hiilipäästöjä rakennuksen purkuvaiheessa, on syntyvien jättemateriaalien määrästä esitettävä arvio. Oletetaan että materiaaleja on elinkaaren aikana tapahtuneista vaihdoista ja korjauksista huolimatta sama määrä, kuin rakennuksen valmistusvaiheessa. Laskennassa on huomioitava uudelleenkäyttöön saatavien materiaalien hyödyt. Jättemateriaalivirtojen hiilijalanjäljen arviointiin on valmistumassa myöhemmin kansallinen päästötietokanta. Päästötietokanta tulee sisältämään oletukset siitä, voidaanko tuotteita käyttää uudelleen ja kuinka paljon kustakin materiaalista hyödynnetään tai loppusijoitetaan. Ennen päästötietokannan valmistumista laskelma tehdään alustavan laskenta ohjeistuksen mukaan, soveltuvasti hankkeen skenaarioihin ja Suomen olosuhteisiin. Jos materiaaleja hyödynnetään energiana, on tästä hyödyntämisestä ilmoitettava syntyvät ympäristöhaitat rakennuksen elinkaaren ulkopuolisina vaikutuksina Level(s)-

ohjeen mukaisesti ja vastaavat hyödyt osana hiilikädenjälkeä. Tämä koskee myös vaarallisia jätteitä. Rakennuksen elinkaaren ulkopuolisten vähähiilisuuden hyötyjen arvioinnin periaate on kuvattu myös hiilidioksidipäästöjen laskentaohjeessa. (Rakennuksen vähähiilisuuden arviointimenetelmä 2019)

Kuljetuksen hiilijalanjälki voidaan arvioida taulukkoarvon mukaan (katso kuva 5). Vaihtoehtoisesti kuljetuksen hiilijalanjälki voidaan laskea kaikkien rakennuksen elinkaaren aikana tarvittavien rakentamiseen, korjaamiseen, purkamiseen tai jätteenkäsittelyyn liittyvä kuljetusten aiheuttama hiilijalanjälki. ”Rakentamisvaiheen kuljetuksen hiilijalanjäljen arviointiin sisältyvät kaikki rakennustuotteiden, materiaalien ja maamassojen kuljetukset rakennustyömaalle, mukaan lukien mahdolliset välivarastointi- tai esivalmistuspaikat. Kuljetuksiin sisältyvät myös rakennustyömaalla syntyvien rakennusjätteiden kuljetukset jätteenkäsittelyyn tai välivarastoihin.” Kuljetuksen päästöt lasketaan erikseen jokaiselle kuljetukselle. Kuljetusmuodoille ja polttoaineille käytetään tyypillisiä päästökertoimia. ”Kuljetusmatka lasketaan molempiin suuntiin siten, että menomatalla kuorman täyttöasteeksi oletetaan 80 % ja paluumatkalla 0 %. Tontilta pois ja tontille kuljetettavien maamassojen kuormien täyttöasteeksi oletetaan laskennassa 100 %.” (Rakennuksen vähähiilisuuden arviointimenetelmä 2019)

Työmaan energian käytön hiilijalanjälki lasketaan käytetään aina työmaakohtaisia laskenta-arvoja, johon kuuluu rakentamisen, korjausten ja purkamisen työmaalta aiheutuvan hiilijalanjälki. Energian käyttöön rakennustyömaalla lasketaan kuluva ostoenergian ja polttoaineiden päästöjen pohjalta. Laskentaan sisällytetään rakennustöistä että työmaan valaistuksesta, kuivatuksesta, lämmityksestä, toimisto- ja taukotilojen käytöstä sekä muista vastaavista toimista aiheutuva energiantarve. Laskennassa käytetään eri energiamuotojen ja polttoaineiden päästökertoimia. Väli aikaisten työmaatiloiden tai työmaatoimintojen aiheuttama hiilijalanjälki lasketaan, vaikka se ei syntyisi arvioinnin kohteena olevan rakennuksen tontilla. Jos tontilta joudutaan purkamaan jotain uuden tieltä, lasketaan hiilijalanjälki purkutyömaalla käytetyn ostoenergian ja polttoaineiden päästöjen pohjalta käyttäen samoja periaatteita kuin yllä olen kuvannut. Laskennassa käytetään eri energiamuotojen ja polttoaineiden päästökertoimia (kuva 6). Kertoimille annetut tulevaisuuden

päästövähennykset on huomioitava laskennassa. (Rakennuksen vähähiilisyys arviointimenetelmä 2019)

	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100	2110	2120
Sähkö	121	57	30	18	14	7	4	2	1	1	0
Kaukolämpö	130	93	63	37	33	22	15	10	7	4	3
Kaukojäähdytys	130	93	63	37	33	22	15	10	7	4	3
Fossiiliset polttoaineet	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260
Uusiutuvat polttoaineet	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Kuva 6. Energiamuotojen päästökertoimet (g CO₂/kWh). (Rakennuksen vähähiilisyys arviointimenetelmä 2019)

Energian hiilijalanjälki lasketaan kertomalla rakennuksen laskennallisen ostoenergian kulutus eri energiamuotojen päästökertoimilla. Rakennuksen laskennallinen ostoenergiakulutus määritetään uuden rakennuksen energiatehokkuudesta annetun asetuksen mukaan. Jos rakennukselle ei ole laadittu asetuksen mukaista energiaselvitystä, laskennallinen ostoenergiakulutus arvioidaan käyttäen asetuksessa annettua laskentamenetelmää. Energian hiilijalanjälkilaskentaan ei sisällytetä laitesähköä tai sellaisia teknisiä järjestelmiä, joita ei ole lueteltu energiatehokkuusasetuksessa. Energian hiilijalanjälki lasketaan käyttäen kuva 6 olevia vakioituja päästökertoimia. Niissä on huomioitu, että arviointijakson aikana energian päästöjen odotetaan laskevan Suomen energia- ja ilmastostrategian toimenpiteiden mukaisesti. Kaukolämmön osalta voi lisäksi ilmoittaa erillisenä lisätietona tuottajakohtaisilla päästökertoimilla tehdyt energian hiilijalanjälkilaskelmat. Sähkön kansallisiin päästökertoimiin on sisällytetty uusiutuvan tuotannon osuus. (Rakennuksen vähähiilisyys arviointimenetelmä 2019)

7.1 LaskentaTulosten esittäminen

Uudisrakentamisessa laskentatulosten esittäminen tapahtuu elinkaarien vaiheille, joita ovat ennen käyttöä, käytön aikana, käytön jälkeen ja elinkaaren ulkopuolella esitetyt vaikutukset. Laskennassa käytettyjen tietojen laatu raportoidaan Ympäristöministeriön antaminen raportointi ohjeiden mukaan. Arvioinnin tulokset katsotaan luotettaviksi, kun arviointi on tehnyt Ympäristöministeriön laatimien menetelmäohjeiden mukaisesti.

8 POHDINTA

Suomessa mielestäni kannustetaan aktiivisesti hiilineutraalimpiin vaihtoehtoihin uudisrakentamisessa, sekä korjausrakentamisessa. Rakennusten elinkaaren päästölaskenta on tällä hetkellä Suomessa vielä vapaaehtoista, ja sitä tehdään pääsääntöisesti kaupallisten ympäristöluokitusjärjestelmien kautta. Ympäristöluokitukset ovat kuitenkin rakentajalle suhteellisen kallis investointi ja päästölaskenta työlästä ja aikaa vievää. Rakennushankkeiden määräysten mukaisuutta Suomessa valvoo kunnallinen rakennusvalvonta, mutta hiilidioksidipäästöjä ei virallisesti valvo Suomessa vielä kukaan. Suurin osa rakennuksen hiilijalanjäljestä syntyy sen käytön aikaisesta energian käytöstä ja tähän tulisi kiinnittää mielestäni entisestään huomiota. Myös rakennusmateriaalien osuus elinkaaren päästöistä on merkittävä, jolloin rakennusmateriaalinen valinta on mielestäni oleellista.

On vaikea vähentää sellaista, mitä ei ole voitu konkreettisesti aikaisemmin mitata. Onneksi tähän on ruvettu enenevässä määrin kiinnittämään huomiota ja nyt on myös kehitetty tapoja hiilidioksidipäästöjen mittaamiseen. Euroopan komissio on käynnistänyt vielä tällä hetkellä vapaaehtoisuuteen perustuvat ydinindikaattorit hankkeen ajatuksella, että rakentamisessa tulee tulevaisuudessa olemaan pakollista laskea rakennusten hiilijalanjälki. Vähähiilinen rakentaminen on osana käynnissä olevaan maankäyttö- ja rakennuslain kokonaisuudistusta Suomessa. Rakennusten elinkaariarviointia on Suomessa tehty jo pitkään, mutta hiilidioksidi päästöihin ei ole aiemmin kiinnitetty huomiota. Muutokset tapahtuvat hyvin hitaasti, mutta se on mielestäni ymmärrettävää, koska uudistukset vaativat isoja toimenpiteitä ennen kuin pystytään uusia toimintatapoja ottamaan käytäntöön rakennus- ja saneerausalalla.

Hiilijalanjälki arviointimenetelmää tullaan edelleen kehittämään käytännön kautta, pilotointien ja toimialan yhteistyönä, mikä on mielestäni paras tapa luoda toimiva menetelmä. On hyvä, että arviointimenetelmä pohjautuu eurooppalaisiin standardeihin, jotta Euroopassa on yhtenevä laskentamenetelmä. Tällä mahdollistetaan vertailu, joka taas mielestäni mahdollistaa sen, että pyritään panostamaan hiilineutraaliin rakentamiseen.

Standardisoitua arviointimenetelmää voidaan hyödyntää myös julkisissa hankinnoissa. Rakennustuotteiden hiilidioksidipäästötietoja on saatavilla eri lähteistä, mutta niiden laatu on vaihteleva ja yhteneväisyydessä on eroja, mikä mielestäni lisää epäluotettavuutta. Päästölaskentaa voidaan kuitenkin tehdä tuoteryhmien keskiarvotietojen tai tarkemman tuotekohtaisen hiilijalanjäljen pohjalta, mikä mielestäni selkeyttää laskentaa. Tuotetason tietoa tarjoavat erityisesti ympäristöselosteet, joita julkaisee Suomessa RTS. Tietojen lisäksi tarvitaan hiilijalanjäljen laskentatyökaluja ja -osaamista, joka on toistaiseksi alalla puutteellista. Valtiolta saa normi-, informaatio- ja talousohjausta rakennuksen hiilijalanjäljen pienentämiseksi, joka voidaan kohdistaa rakentamisen eri osa-alueisiin ja rakennushankkeiden eri vaiheisiin. Tämä on mielestäni hyvä asia, koska aihe on niin monisyinen ja siksi on saatava apua tarvittaessa, jotta saadaan päästölaskenta tuotua käytäntöön ja laskentamenetelmän kautta tuotettu tieto olisi mahdollisimman luotettavaa.

Ranska, Hollanti ja Belgia on Euroopassa siirtynyt rakennusmateriaalien päästöjen säätelyyn lakien keinoin, mikä on mielestäni edistystä kohti kestävästä kehitystä ja antaa esimerkkiä muille maille seurata perässä. Suomeen valmisteltavan ohjausmenetelmän tulisi mielestäni johtaa rakennusten elinkaaren ajalta vähähiilisiin ratkaisuihin mahdollisimman yksinkertaisesti ja selkeästi. Ohjauksessa on pyrittävä luotettavuuteen ja menetelmän tulee olla toimialalle helppokäyttöinen ja kustannustehokas, jotta se myös motivoi rakennuttajia. Rakennusten hiilijalanjäljen vaikutuksia pitää mielestäni tarkastella myös maankäytön suunnittelun kannalta esimerkiksi perustamisolosuhteiden osalta. Ohjausmenetelmän tulee olla yhtäläinen kotimaisen ja EU-tasoisien sääntelyn ja hallintomekanismien kanssa. Ohjausmenetelmässä tärkein ominaisuus mielestäni on, että pyritään painostamaan etenkin helppouteen, kannustavuuteen ja tasapuolisuuteen.

Mielestäni on tärkeää luoda yhdessä alan toimijoiden kanssa rakennusalalle hiilineutraaliuteen tähtäävä toimialakohtainen suunnitelma. Tärkeää on jatkaa vähähiilisen rakentamisen ja rakennuksen elinkaaren aikaiseen hiilijalanjälkeen perustuvaa säädösohjauksen kehittämistä. Hiilineutraalissa tulevaisuudessa rakennusalalla on pyrittävä tehostamaan entisestään materiaalien kierrätystä ja

kiertotaloutta. Kehitystä tarvitaan, jos hallitusohjelman tavoite on, että Suomi on hiilineutraali vuoteen 2035 mennessä.

Hiilijalanjälki laskelmalla ja rakennusten sertifikaateilla on tarkoitus tukea hiilijalanjäljen pienentämistä asumisessa, parantaa olemassa olevan rakennuskannan energiatehokkuutta ja tukea siirtymistä pieniin hiilipäästöihin. Mielestäni on ollut tärkeää, että on otettu käyttöön erityisesti taloyhtiöille suunnattu energia-avustusjärjestelmä, jolla tuetaan energiatehokkuuden parantamiseen sekä älykkääseen ja joustavaan energiankulutukseen tähtääviä toimenpiteitä. Kokemukseni perusteella tietämys lisää taitoa, eli koulutusta tulisi lisätä rakennusalan täydennyskoulutuksella hiilineutraalista rakentamisesta. Tulisi panostaa lisää riippumattomaan rakennusalan tutkimukseen ja edistää laajamittaisia peruskorjaus- ja energiatehokkuushankkeita, joissa parannetaan kokonaisten kortteleiden, alueiden tai kaupunkien energiatehokkuutta. Rakennusalalla tulisi myös lisätä tietoa olemassa olevista sertifikaateista ja niiden hyödyistä rakentamisessa.

Kuluttajat ovat hyvin tietoisia ja suhtautuvat myönteisesti erilaisiin sertifikaatteihin esimerkkinä sydänmerkityt tuotteet päivittäistavaratuotteiden puolella. Sertifikaattien ongelma on, että ne ovat yrityksille kalliita, mikä vähentää halukkuutta yrityksillä ottaa rakennuksille näitä ympäristöluokituksia. Rakennusalalla pyritään minimoimaan kaikki ylimääräiset kulut, miksi myös sertifikaattien käyttö uudisrakentamisessa on vähäistä. Koen myös, että tiedon puute sertifikaattien hyödyistä on ongelma. Mielestäni on tärkeää hiilineutraalissa Suomessa, että lämmitysmuotoihin kiinnitetään enemmän huomiota. Suomessa onkin tavoite, että 2030-luvun alkuun mennessä, olisi fossiilisen öljyn käytöstä lämmityksessä luovuttu kokonaan, mikä on hieno asia. Paljon edistymistä on tapahtunut rakentamisessa ajatellen ekologisempaa, terveellisempää ja kestävämpää rakentamista, mutta paljon on vielä tehtävää.

LÄHTEET

About green building 2016-2019. World green building council. Artikkele. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.worldgbc.org/benefits-green-buildings> [viitattu 5.10.2019].

Benefits of green building 2019. Leed. Artikkele. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://new.usgbc.org/press/benefits-of-green-building> [viitattu 15.11.2019].

Berninger, K. 2013. Muutos vähähiiliseen yhteiskuntaan EU:n rakennerahastojen avulla 2014–2020. Ympäristöministeriö. PDF-dokumentti. Helsinki. Saatavissa: <https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/135639/Muutos%20v%c3%a4h%c3%a4hiiliseen%20yhteiskuntaan.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Lainattu: [viitattu 29.11.2019].

Bionova 2017. Tiekartta rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljen huomioimiseksi rakentamisen ohjauksessa. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://www.ym.fi/download/noname/%7B4B3172BC-4F20-43AB-AA62-A09DA890AE6D%7D/129197> [viitattu 31.10.2019].

BREEAM Communities 2012 Bespoke International Process Guidance Note GN07 2013. Breeam. PDF-dokumentti. Saatavissa: https://tools.breeam.com/filelibrary/BREEAM%20Communities/KN5387_-_BREEAM_Communities_Bespoke_International_Process_Guidance_Note_GN07_Dec_2013_v4.pdf [viitattu 9.10.2019].

Breeam 2019. Verkkosivut. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.breeam.com/> [viitattu 15.11.2019].

Christersson, M & Rajakallio, K. 2015. Laadukkaan sisäympäristön lisäarvo. Helsinki. SY-ohjelman WP3:n tutkimusraportti. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://aaltodoc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/18233/isbn9789526062693.pdf?sequence=1&isAllowed=y> [viitattu 29.10.2019].

Developing and evolving schemes 2019. Our Vision – Driving Success. Breeam. Artikkel. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.breeam.com/engage/research-and-development/> [viitattu 13.11.2019].

Energiatehokas koti 2017. Suunnittelu. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://www.energiatehokaskoti.fi/fi/suunnittelu/> [viitattu 29.10.2019].

Energiatodistus. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://www.energiatodistus.info/> [viitattu 13.11.2019].

EU:n ympäristöviitekehys Level(s) koeponnistettu 2019. SRV. Espoo. Artikkel. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.srv.fi/stories/eun-ymparistoviitekehys-levels-koeponnistettu/> [viitattu 1.11.2019].

Ensimmäinen talo sai suomessa joutsenmerkin 2015. Joutsenmerkintä Oy. Artikkel. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://joutsenmerkki.fi/ensimmainen-talo-suomessa-sai-joutsenmerkin/> [viitattu 13.11.2019].

European commission 2019. Building sustainability performance - level(s). WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://ec.europa.eu/environment/eussd/buildings.htm> [viitattu 18.9.2019].

Green Building council 2019. Leed. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://new.usgbc.org/leed> [viitattu 9.12.2019].

Hallitusohjelmassa lukuisia rakennetun ympäristön kestävyteen liittyviä kirjauksia 2019. Green building council. Artikkel. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://figbc.fi/hallitusohjelmassa-lukuisia-rakennetun-ympariston-kestavyyteen-liittyvia-kirjauksia/> [viitattu 11.12.2019].

Helsingin kaupunki 2017. Energiategohkuusohje. Helsinki. PDF-dokumentti. Saatavissa: https://www.hel.fi/static/liitteet/att/20170821_Energiategohkuusohje.pdf [viitattu 5.9.2019].

Häkkinen, A. 2018. Tällä menolla maailman kaupungit kasvavat 167 kertaisiksi 30 vuodessa. Rakennuslehti. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.rakennuslehti.fi/2018/06/talla-menolla-maailman-kaupungit-kasvavat-167-kertaisiksi-30-vuodessa/> [viitattu 20.9.2019].

Ilmastolaki 22.5.2015/609.

Ilmarinen 2017. Ympäristön etu on yrityksen etu. Artikkel. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.ilmarinen.fi/uutishuone/arkisto/2017/ympariston-etu-on-yrityksen-etu/> [viitattu 14.9.2019].

Joutsenmerkitty Tampere-talo Suomen ensimmäinen hiilineutraali kongressi- ja konserttikeskus 2019. Joutsenmerkki. Artikkel. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://joutsenmerkki.fi/joutsenmerkitty-tampere-talo-suomen-ensimmainen-hiilineutraali-kongressi-ja-konserttikeskus/> [viitattu 18.9.2019].

Joutsenmerkki 2019. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://joutsenmerkki.fi/> [viitattu 13.11.2019].

Joutsenmerkki 5. Arvostetuin brändi 2016. Joutsenmerkki. uutinen. Helsinki. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://joutsenmerkki.fi/joutsenmerkki-5-arvostetuin-brandi/> [viitattu 13.11.2019].

Kauppinen, T. 2017. Kiinteistön Ympäristösertifikaatit Granlund Consulting Oy. Webinaari. Saatavissa: https://www.granlund.fi/site/assets/files/9113/kiinteiston_ymparistoluokitukset_webinaari_10082017.pdf [viitattu 30.10.2019].

Kestävä rakentaminen torjuu ilmastonmuutosta s.a. Rakennusteollisuus. Helsinki. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/julkaisuja/kestava-rakentaminen-torjuu-ilmastomuutosta.pdf> [viitattu 5.12.2019].

Kiinteistökannan tulee olla hiilineutraali vuonna 2030 2019. Rakennuslehti. Artikkel. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.rakennuslehti.fi/blogit/kiinteistokannan-tulee-olla-hiilineutraali-vuonna-2030/> [viitattu 5.12.2019].

Knuutila, M. 2017. Ympäristöluokitellun asuinrakennuksen rakennusprosessin hallinta. Diplomityö. Espoo. PDF-dokumentti. Saatavissa:

https://aaltodoc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/26782/master_Knuutila_Miika_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y [viitattu 11.12.2019].

Kohti kokonaisvaltaista hyvinvoinnin edistämistä ja käyttäjien huomioon ottamista julkisissa rakennuksissa 2018. Valtioneuvoston periaatepäätös Terveet tilat 2028- toimenpideohjelmasta 2018. Valtioneuvosto. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/160822> [viitattu 3.10.2019].

Kojo, R. Lilja, R. Ympäristöministeriön raportteja 21, 2011. Talonrakentamisen materiaalitehokkuuden edistäminen. Helsinki. PDF. Saatavissa: file:///C:/Users/noora.pessala.lepisto/Downloads/YMra21_2011%20Talonrakentamisen%20materiaalitehokkuuden%20edist%C3%A4minen.pdf [viitattu 5.10.2019].

Korpela, T. 2016. Rakennusten ympäristöluokitukset avaavat tien kansainvälisille markkinoille. Rakennuslehti. Näkökulma. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.rakennuslehti.fi/blogit/rakennusten-ymparistoluokitukset-avaavat-tien-kansainvalisille-markkinoille/> [viitattu 15.11.2019].

Kostiainen, J. 2019. Avautuuko rakentajille mahdollisuus muuttaa suomea 2019. Rakennustaito. Artikkel. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://rakennustaito.fi/avautuuko-rakentajille-mahdollisuus-muuttaa-suomea/> [viitattu 9.11.2019].

Laine-Ylijoki, J., Castell-Rüdenhausen, M., Kaartinen, T., Kärki, J., Pellikka, T., Punkkinen, H., Saastamoinen, H., Wahlström, M., j& Pohjakallio, M. 2018. Selvitys eräiden jätteiden ja rejektien käsittelykapasiteetin sekä muutaman jäteperäisen materiaalin markkinan tilanteesta Suomessa. Ympäristöministeriön Julkaisut 21. PDF-dokumentti. Helsinki. Saatavissa: http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161095/YMra_21_2018_jatteidenkasittelykapasiteetti.pdf [viitattu 28.10.2019].

Lampela, R. 2018. Sertifikaatti voi nostaa rakennuksen arvoa - Joutsenmerkin saa nykyään talollekin. Tekniikkatalous. Artikkel. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.tekniikkatalous.fi/uutiset/sertifikaatti-voi-nostaa-rakennuksen-arvoa-joutsenmerkin-saa-nykyaan-talollekin/4c5373a9-a27d-3f19-afee-2894a8f4ffcb> [viitattu 30.11.2019].

Lappalainen, M. 2010. Energia- ja ekologiakäsikirja. Helsinki: Rakennustieto Oy

LEED Certification Program Leads to Potential Profits 2007. Nuwire investor. Artikkel. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://www.nuwireinvestor.com/leed-program-leads-to-potential-profits/> [viitattu 5.10.2019].

Level(s) – Rakennusten resurssitehokkuuden yhteiset EU-mittarit 2018. Ympäristöministeriö. WWW-dokumentti. Saatavissa: https://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Kansainvalinen_yhteistyö/Levels__Rakennus_ten_resurssitehokkuuden_yhteiset_EUmittarit [viitattu 1.11.2019].

Level(s) – test report from Finland 2019. Ympäristöministeriö. Helsinki. PDF-dokumentti. Saatavissa: http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161783/YM_25_2019_Levels%20_%20test%20report%20from%20Finland.pdf?sequence=4&isAllowed=y [viitattu 14.11.2019].

Lettenmeier, M., Akenji, L., Toivio, V., Koide, R. & Amellina, A. 2019. 1,5 asteen elämäntavat Miten voimme pienentää hiilijalanjälkemme ilmastotavoitteiden mukaiseksi? Helsinki. PDF-dokumentti. <https://media.sitra.fi/2019/05/15135519/1o5-asteen-elamantavat.pdf> [viitattu 9.2019].

Nousiainen, M. 2019. Vähähiiliseen Suomeen. Green building Council Finland. Seminaari. PDF-dokumentti. Saatavissa: http://www.sahkoala.fi/kiinteistoala/fi_FI/rakennuttajaseminaari/_files/102693255594066200/default/Rakennuttajaseminaari_2019_Mikko_Nousiainen_GBC.pdf [viitattu 12.11.2019].

Our history. Bre. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.bregroup.com/about-us/our-history/> [viitattu 13.11.2019].

Pyrhönen, J. 2019. Hankekehitys ja suunnitteluvaihe vähähiilisessä rakentamisessa. Diplomityö. Espoo. Saatavissa: https://aaltodoc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/40845/master_Pyrh%C3%B6nen_Jan-Kristian_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y [viitattu 11.11.2019].

Rakennuksen vähähiilisyys arviointimenetelmä 2019. Ympäristöministeriö. Helsinki. PDF-dokumentti. Saatavissa: http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161761/YM_2019_22_Rakennuksen_vahahiilisyys_arviointimenetelma.pdf [viitattu 11.11.2019].

Rakennushankkeiden ympäristöluokitukset Suomessa 2018. Green building council Finland. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://figbc.fi/wp-content/uploads/2018/11/Rakennushankkeiden-ymp%C3%A4rist%C3%B6luokitukset-Suomessa.pdf> [viitattu 7.10.2019].

Ruuska, A., Häkkinen, T., Vares, S., Korhonen, M-R. & Myllymaa T. 2014. Rakennusmateriaalien ympäristövaikutukset Selvitys rakennusmateriaalien vaikutuksesta rakentamisen kasvihuonekaasupäästöihin. Ympäristöministeriö. Tiivistelmäraportti. WWW-dokumentti. Saatavissa: https://www.ym.fi/download/YMra82013_Rakennusmateriaalien_ymparistovaiikutukset/1faf46b2-2649-41ed-b3aa-5ea789c9512f/37571 [viitattu 15.12.2019].

Rakennusteollisuus RT Ry 2019. Kestävä rakentaminen on vastuullista rakentamista. Helsinki. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Ilmasto-ymparisto-ja-energia/Kestava-rakentaminen/> [viitattu 2.11.2019].

Ympäristöluokitukset tekevät kiinteistöistä vertailukelpoisia s.a. Rakennusteollisuus. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Ilmasto-ymparisto-ja->

energia/Rakentaminen-ja-vaaralliset-aineet/Ymparistoluokitukset/ [viitattu 29.10.2019].

Rantanen, P., Hiltunen, K., Mero, J., Tähtinen, L., Nopanen, S., Kovanen, M., Phuc Huynh, V. 2017. Kaukoenergia Kiinteistöjen Ympäristöluokituksissa 2017. Energiateollisuus Ry. Rambol. Raportti. Espoo. PDF-dokumentti. Saatavissa: https://energia.fi/files/2096/Kaukoenergia_rakennusten_ymparistoluokituksissa_Loppuraportti.pdf [viitattu 30.10.2019].

RTS-ympäristöluokituksen uudet kriteerit julkaistiin– rakentamisessa huomio rakennusten koko elinkaareen 2018. Sisäilmautiset. Artikkel. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.sisailmautiset.fi/maaraykset/rts-ymparistoluokituksen-uudet-kriteerit-julkaistiin-%E2%80%A8-rakentamisessa-huomio-rakennusten-koko-elinkaareen%E2%80%A8/> [viitattu 15.11.2019].

RTS-ympäristöluokitus s.a. Rakennustietosäätiö. Helsinki. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://gl.rts.fi/etusivu/rts-ymparistoluokitus/> [viitattu 20.9.2019].

Salminen, J., Tikkanen, S., Koskiahho, J. 2017. Kohti vesiviisasta kiertotaloutta. Suomen Ympäristökeskuksen Raportteja. Helsinki. PDF-dokumentti. Saatavissa: https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/188599/SYKEra_16_2017.pdf?sequence=1 [viitattu 6.12.2019].

Selvityksen tekijät: Johtava tuloksellisuustarkastaja Markku Turtiainen Johtava tuloksellisuustarkastaja Vivi Niemenmaa Ylitarkastaja Petri Soppi Edita Prima Oy Helsinki 2010. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.ym.fi/download/noname/%7B51827522-C034-4B20-8F81-D0D8A42381CC%7D/56619> [viitattu 5.12.2019].

Sisäilmautiset 2016. Suomeen uusi oma rakennusten ympäristöluokitus. Artikkel. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.sisailmautiset.fi/uutiset/suomeen-uusi-oma-rakennusten-ymparistoluokitus/> [viitattu 12.11.2019].

Smart market report 2016. World green buildings report 2016. Raportti. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://fidic.org/sites/default/files/World%20Green%20Building%20Trends%202016%20SmartMarket%20Report%20FINAL.pdf> [viitattu 11.11.2019].

Stanley, S. 2019. U.S. Green Building Council Report Reveals a 19% Growth in LEED Residential Market. Leed. Washington. Raportti. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.usgbc.org/articles/us-green-building-council-report-reveals-19-growth-leed-residential-market> [viitattu 13.11.2019].

Suomen ympäristökeskus 2019. Helsinki. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.syke.fi/kaupungistuminen> [viitattu 17.9.2019].

Sustainability and commercial property: what you need to know about BREEAM 2016. Nuwire. Artikkel. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.nuwireinvestor.com/sustainability-and-commercial-property-what-you-need-to-know-about/> [viitattu 13.11.2019].

Taustamuistio rakennusten elinkaariarvioinnin menetelmäohjeeseen 2018. Ympäristöministeriö. Helsinki. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://www.lausuntopalvelu.fi/FI/Proposal/DownloadProposalAttachment?attachmentId=9520> [viitattu 12.11.2019].

Taustamuistio Rakennusten Elinkaariarvioinnin Menetelmäohjeeseen 2018. Ympäristöministeriö. Helsinki. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://www.lausuntopalvelu.fi/FI/Proposal/DownloadProposalAttachment?attachmentId=9520> [viitattu 20.9.2019].

Terveiden tilojen vuosikymmen 2019. Valtioneuvoston kanslia. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://mmm.fi/web/vnk/terveet-tilat-2028> [viitattu 19.9.2019].

Terveiden ja hyvinvoinninlaitos 2019. Mitkä tekijät vaikuttavat sisäilman laatuun. Artikkelit. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://thl.fi/fi/web/ymparistoterveys/sisailma/mitka-tekijat-vaikuttavat-sisailman-laatuun-> [viitattu 7.12.2019].

Turun sanomat 2014. Arkkitehtiä voi käyttää myös talopakettien yhteydessä. Artikkelit. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.ts.fi/uutiset/kotimaa/689979/Arkkitehtia+voi+kayttaa+myos+talopakettien+yhteydessa> [viitattu 21.11.2019].

Työsuojelu 2019. Työympäristö. Artikkelit. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.tyosuojelu.fi/tyoolot/tyoymparisto> [viitattu 12.11.2019].

Työterveyslaitos s.a. Mitä työhyvinvointi on. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.ttl.fi/perehdytys-tyohyvinvointiin-tyoterveyteen-ja-tyoturvallisuuteen/tyohyvinvointi-yhteinen-asia/> [viitattu 11.11.2019].

Varma 2018. Rakennusten ympäristöluokitukset yhtenäistävät vertailua. Artikkelit. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.varma.fi/muut/uutishuone/ajankohtaista/2018-q2/rakennusten-ymparistoluokitukset-yhtenaistavat-vertailua/> [viitattu 29.10.2019].

Vehviläinen, I., Pathan, A. & Rinne, P. 2009. Kestäviä ratkaisuja toimitilojen rakentamiseen. Helsinki: Gaia Group Oy: Peab Oy.

Vihreiden toimitilojen kysyntä, 2010. Markkina selvitys 2010 toimitilat ja ympäristö Suomessa. Pöyry. WWW-dokumentti. Saatavissa: https://figbc.fi/wp-content/uploads/sites/4/2012/01/Vihreiden_toimitilojen_kysynta_raportti.pdf [viitattu 11.11.2019].

Vilen, P. 2019. YK:n ilmastokokous kovan paikan edessä – ”Pariisin ilmastopöytäkirja on toteutettu laiskasti, nyt on painettava kaasua”. Yle uutiset. Artikkelit. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://yle.fi/uutiset/3-10983705> [viitattu 27.9.2019].

VTT 2018. VTT arvioi vähähiilisen rakentamisen ohjauskeinojen vaikutuksia – merkittävin päästövähennys saavutettavissa kansallisen raja-arvon asettamisella. Ympäristöministeriön tiedote. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.vtt.fi/medialle/uutiset/vtt-arvioi-v%C3%A4h%C3%A4hiilisen-rakentamisen-ohjauskeinojen-vaikutuksia> [viitattu 5.9.2019].

Ympäristöluokitukset s.a. Green building council. Helsinki. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://figbc.fi/ymparistoluokitukset/> [viitattu 16.10.2019].

Ympäristöministeriö 2018. Kansallinen ilmastopolitiikka. WWW-dokumentti. Saatavissa: https://www.ymp.fi/fi-FI/Ymparisto/Ilmasto_ja_ilma/Ilmastonmuutoksen_hillitseminen/Kansallinen_ilmastopolitiikka [viitattu 5.9.2019].

Ympäristöministeriö 2019. Ilmasto- ja energiapoliittinen ministeriryhmä aloitti toimintansa – hiilineutraaliustavoitetta tukevat selvitykset käyntiin pikaisesti. Helsinki. PDF-dokumentti. Saatavissa: https://valtioneuvosto.fi/artikkeli/-/asset_publisher/ilmasto-ja-energiapoliittinen-ministeriryhma-aloitti-toimintansa-hiilineutraaliustavoitetta-tukevat-selvitykset-kayntiin-pikaisesti [viitattu 28.10.2019].

Ympäristöosaava s.a. Kestävä rakentaminen- kestävä rakennus. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.ymparistoosaava.fi/rakennusala/index.php?k=22796> [viitattu 9.12.2019].

Ympäristöosaava s.a. Opiskeluaineisto. Rakennusala. PDF-dokumentti. Saatavissa: https://www.ymparistoosaava.fi/rakennusala/doc/Opiskeluaineisto_rakennusala.pdf [viitattu 14.9.2019].

Ympäristösertifikaatit 2019. NCC. Artikkelit. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.ncc.fi/kestava-kehitys/kestavan-kehityksen-viitekehitys/vastuullisia-konsepteja/ymparistosertifikaatit/> [viitattu 11.11.2019].