



Rakennusten ympäristövaikutusten alentaminen

Rahmah Khaleel

OPINNÄYTETYÖ
Toukokuu 2021

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Kiinteistönpitotekniikka ja korjausrakentaminen

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Kiinteistöntekniikka ja korjausrakentaminen

KHALEEL, RAHMAH:
Rakennusten ympäristövaikutusten alentaminen

Opinnäytetyö 38 sivua, joista liitteitä 0 sivua
Toukokuu 2021

Opinnäytetyön tavoitteena oli tuottaa tietoa rakennuksen ympäristövaikutusten alentamisesta koko elinkaaren aikana. Rakennuksen ympäristövaikutukset määritetään ensisijaisesti projektisuunnittelulla varhaisessa suunnitteluvaiheessa. Rakennuksen ympäristötehokkuutta tarkastellaan rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljen, energiankulutuksen, käytettävien rakennusmateriaalien ja syntyvien jätteiden näkökulmasta.

Opinnäytetyössä keskityttiin ympäristövaikutusten mittareista erityisesti hiilijalanjälkeen, koska se on keskeinen ilmastonmuutoksen hillinnässä. Ympäristövaikutuksia voidaan vähentää monin eri tavoin rakentamisen eri vaiheissa mm. hyvällä suunnittelulla, rakennuksen materiaalivalinnoilla, energiantuotantotavoilla, jätteiden hallinnalla sekä niiden kierrättämisellä ja uudelleenkäytöllä.

Opinnäytetyössä annettiin kuva siitä, miten rakennushankkeen eri vaiheissa voidaan hyödyntää eri tapoja ja menetelmiä, joilla voidaan vähentää negatiivisia ympäristövaikutuksia rakentamisen eri vaiheissa. Tarkoituksena on parantaa rakennusten ympäristöystävällisyyttä ja kestävyyttä.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Construction Engineering
Option of Facility Engineering and Renovation

KHALEEL, RAHMAH:
Reducing the Environmental Impact of Buildings

Bachelor's thesis 38 pages, appendices 0 pages
May 2021

The purpose of the thesis was to acquaint the reader with how to reduce the environmental impacts of a building life cycle.

The environmental impact of a building is determined by the project design at an early stage.

The environmental performance of a building is looked upon from the perspective of a building's life span as carbon footprints, energy consumption, construction materials used, and generated waste.

The thesis focuses on the impact indicated, especially after the carbon footprint, as it lowers the impact on climate change. Reducing environmental impact can be affected in many ways at different stages of construction for example ways a good construction plan, building material options, energy production, waste management, recycling, and reuse.

As a result of the work, the construction project phases were obtained, among other things, by various methods to demonstrate the reduction of environmental impacts at different stages of construction to get more eco-friendly and sustainable buildings.

Key words: environmental impact, life cycle

SISÄLLYS

| | | |
|---|---|----|
| 1 | JOHDANTO | 6 |
| 2 | RAKENNUSTEN ELINKAAREN AIKAISET YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET..... | 7 |
| | 2.1 Rakentaminen..... | 10 |
| | 2.1.1Materiaalit..... | 10 |
| | 2.1.2Työmaa..... | 11 |
| | 2.2 Rakennuksen käyttö..... | 12 |
| | 2.3 Rakennuksen purkaminen..... | 13 |
| 3 | RAKENNUSTEN YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN MITTAAMINEN..... | 14 |
| | 3.1 Rakennuksen E-luku ja energiatodistus..... | 14 |
| | 3.2 Rakennuksen hiilijalanjälki..... | 15 |
| | 3.3 Green Building Council Finland elinkaarimittarit..... | 16 |
| | 3.3.1 Green Building Council Finland | 16 |
| | 3.3.2 Hanke- ja käyttövaiheen mittarit | 17 |
| | 3.4 Rakennusten ympäristöluokitukset..... | 18 |
| | 3.4.1 LEED..... | 18 |
| | 3.4.2 BREEAM | 19 |
| | 3.4.3 RTS- ympäristöluokitus | 20 |
| | 3.4.4 Joutsenmerkki | 21 |
| 4 | RAKENNUSTEN YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN ALENTAMINEN..... | 22 |
| | 4.1 Suunnitteluvaiheessa | 22 |
| | 4.1.1 Rakennuksen sijainnin valinta..... | 23 |
| | 4.1.2 Kestävien rakennusmateriaalien valinta..... | 23 |
| | 4.1.3 Energiatehokkuuden hallinta..... | 26 |
| | 4.2 Rakentamisvaiheessa | 27 |
| | 4.2.1 Rakennusmateriaalitehokkuus | 27 |
| | 4.2.2 Jätteiden hallinta..... | 28 |
| | 4.3 Käyttövaiheessa | 29 |
| | 4.3.1 Energiatehokkuus | 29 |
| | 4.4 Purkuvaiheessa | 32 |
| | 4.4.1 Kestävä purkaminen..... | 32 |
| | 4.4.2 Tuotteiden kierrätys ja uudelleenkäyttö..... | 33 |
| 5 | POHDINTA | 34 |
| | LÄHTEET..... | 35 |

LYHENTEET JA TERMIT

| | |
|-----------------|---|
| BREEAM | Building Research Establishment Environmental |
| GBC Finland | Green Building Council Finland |
| Hiilijalanjälki | Tuotteen tai palvelun elinkaaren aikana syntyvien kasvihuonekaasujen summa. |
| LCA | Life Cycle Assessment |
| LEED | Leadership in Energy and Environmental Design |

1 JOHDANTO

Rakennusala on yksi suurimmista aloista ja sillä on suuret ympäristövaikutukset. Rakentamisen ympäristövaikutukset aiheutuvat ympäristöön kohdistuvista haitallisista vaikutuksista, kuten ympäristöön päätyvistä päästöistä ja luonnonvarojen käytöstä. Euroopan rakennusteollisuus käyttää yli 50 % kaiken teollisuuden käyttämästä rakennusmateriaalista, joista monilla on haitallisia vaikutuksia ympäristöön. (Life cycle in practice. n.d). Rakennusala aiheuttaa noin 23 % ilmansaasteista ja 50 % ilmastonmuutoksesta. Käyttöveden ja alan osuus on maailmalla noin 40 %, mikä aiheuttaa päästöjen kasvua. Alalla on myös merkittävä vaikutus ilmastonmuutoksen hillitsemisessä. (GOCONTRACTOR 2017.)

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin rakentamisen ympäristövaikutuksia ja niiden alentamista. Eli esimerkiksi kasvihuonekaasupäästöjä sekä jätteiden ja saasteiden syntymistä voidaan vähentää kussakin elinkaaren vaiheessa. Rakennusalalla ympäristövaikutukset muodostuvat itse rakentamisesta, rakennusten käytöstä ja niiden purkamisesta. Rakennusten ympäristövaikutuksia pystytään hallitsemaan eniten suunnitteluvaiheessa ja käyttövaiheessa. (Rakennuksen elinkaari kestävän rakentamisen lähtökohtana n.d.)

Tässä työssä esitellään rakennusten ympäristötehokkuuden mittareita, erityisesti hiilijalanjälki- ja ympäristöluokitusjärjestelmiä, kuten BREEAM, LEED, Joutsenmerkki ja RTS-luokitus.

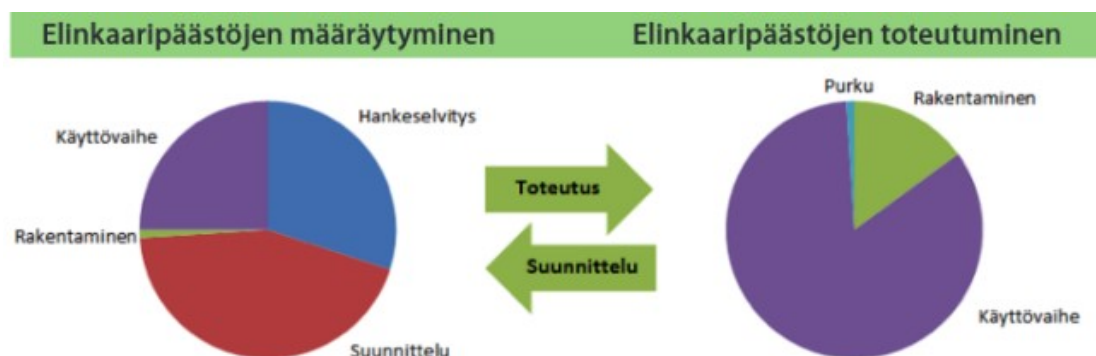
Raportissa syvennytään rakennusten elinkaaren aikana aiheutuviin ympäristövaikutuksiin ja eri menetelmiin, joilla on mahdollista alentaa vaikutuksia jokaisessa elinkaaren vaiheessa. Jo suunnitteluvaihe on erittäin tärkeä vaihe ympäristövaikutusten vähentämisessä, kuten oikean sijainnin valinta sekä kestävien rakennusmateriaalien, kuten puun ja tiilen valinta. Käyttövaiheessa tulisi keskittyä rakennuksen energiatehokkuuden parantamiseen ja päästöjen vähentämiseen hallitsemalla energiatehokkuutta ja syntyvien jätteiden määrää. Loppuvaiheessa eli purkamisvaiheessa on mahdollista vähentää negatiivisia vaikutuksia kestäväällä purkamisella, uudelleenkäytöllä ja kierrättämisellä.

2 RAKENNUSTEN ELINKAAREN AIKAiset YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET

Kasvihuonekaasujen määrä on noussut erittäin paljon ihmisen toiminnan ja luonnonilmiöiden aiheuttamien päästöjen ja ympäristömuutosten vuoksi. Rakennusalalla merkittävimmät ympäristövaikutukset syntyvät erityisesti päästöistä, joilla on suuria vaikutuksia paitsi ympäristöön myös ihmisten terveyteen. On aika laajentaa tarkastelua rakennuskannan energiatehokkuuteen ja ilmastomuutokseen ja ottaa ympäristö huomioon koko rakennuksen elinkaaren aikana. (Ympäristöosaava n.d.)

Suomessa rakennusten osuus kulutettavasta energiasta on noin 40 % ja syntyvistä päästöistä noin 30 % (Rakennusteollisuus n.d). Samalla rakennusteollisuuden sektorilla syntyy ilmastomuutosta voimistavia CO_2 -päästöjä, jotka ovat haitallisia ympäristölle. Tärkeimmät negatiiviset ympäristövaikutukset rakennusten elinkaaren aikana muodostuvat haitallisista päästöistä sekä energian ja luonnonvarojen kulutuksesta.

Kuvasta 1 nähdään, kuinka rakennushankkeen ympäristövaikutukset elinkaaren aikana muodostuvat. Päästöjen määräytymiseen vaikuttaa eniten suunnittelu- vaihe. Rakennusten merkittävin ympäristövaikutus muodostuu käyttö- ja rakentamisvaiheiden aikana. (Pasanen, Bruce & Sipari 2012, 6.)



KUVA 1. Ympäristövaikutusten elinkaaren määräytyminen ja toteutuminen (Pasanen, Bruce & Sipari 2012, 6.)

Rakentaminen ja rakennukset vaikuttavat ympäristöön eri vaiheissaan monin tavoin. Jokaisessa elinkaaren vaiheessa kulutetaan luonnonvaroja, materiaaleja, energiaa ja vettä. Rakentamisvaiheessa vaikutukset syntyvät mm. raaka-aineiden hankinnasta, rakennustuotteiden valmistuksesta, kuljetuksista sekä rakentamisesta. Suurimmat ympäristövaikutukset aiheutuvat rakennuksen käyttövaiheessa mm. energiankäytöstä, jota tarvitaan rakennuksen ja muiden rakennuksen toimintojen ylläpitämiseen. Lopuksi vaikutuksia syntyy rakennusten purkamisesta, jätteiden käsittelystä tai loppusijoituksesta, jotka kaikki vaikuttavat päästöjen kokonaismäärään. (Ympäristöministeriö 2013.)

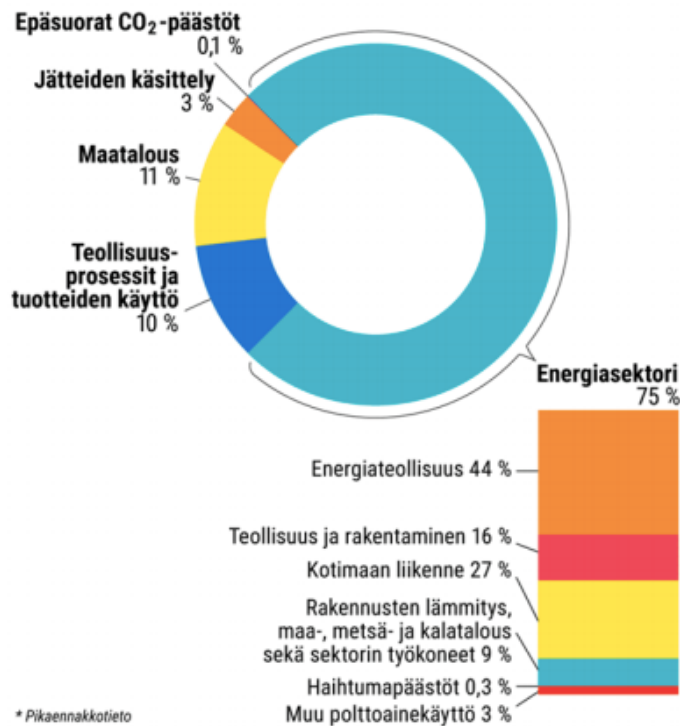


KUVA 2. Rakennuksen elinkaaren vaiheet. (Häkkinen & Kuittinen 2020,19).

Rakennuksen suurimmat ympäristövaikutukset elinkaaren kaikissa vaiheissa syntyvät energiankäytöstä. Siksi niillä on merkitystä ympäristövaikutusten ehkäisyssä. (Ympäristöosaava n.d.)

Kasvihuonekaasupäästöjen lähteet sektoreittain vuonna 2018*

LÄHDE: TILASTOKESKUS



KUVA 3. Suomen kasvihuonekaasupäästöt Tilastokeskuksen mukaan. (Rakennusteollisuus 2019).

Tilastokeskuksen kasvihuonekaasut 2018 -selvityksen mukaan Suomen päästöt vuonna 2018 vastasivat noin 56,4 miljoona hiilidioksidiekvivalenttitonnia, joista 75 % syntyi energiasektorilla. Energiantuotannosta selkeä osa käytetään rakentamiseen ja lisäksi energiaa kuluu rakennusten lämmittämiseen. Rakennusmateriaalien valmistus kuormittaa ilmastoa. (Suomen kasvihuonekaasupäästöt 2018 EU:lle ja YK:n ilmastosopimukselle 2020.)

2.1 Rakentaminen

Tässä luvussa keskitytään raaka-aineiden hankintaan, materiaalin valmistukseen liittyviin kuljetuksiin ja rakennustuotteiden valmistukseen sekä siihen, miten näistä aiheutuu vakavia ympäristövaikutuksia.

Rakentamisessa kulutetaan paljon luonnonvaroja. Rakennusmateriaalien tuotanto kuluttaa sekä uusiutuvia että uusiutumattomia raaka-aineita. Lisäksi rakennusmateriaalin tuotanto kuluttaa energiaa, mikä on merkittävä liittyvä ympäristökuormien aiheuttaja. Rakentamisvaiheessa kuluu noin 10-20 % koko rakennuksen elinkaaren energiankulutuksesta. (Hakaste 2019.)

2.1.1 Materiaalit

Rakennusmateriaaleilla on useita vaikutuksia ympäristöön sekä terveyteen. Rakentamisessa kulutetaan paljon luonnonvaroja ja rakennusmateriaalien valmistus aiheuttaa noin 25 % rakentamisen päästöistä. Rakennusmateriaalien tuotanto kuluttaa sekä uusiutuvia että uusiutumattomia raaka-aineita. Lisäksi tuotanto kuluttaa energiaa, mikä on merkittävä liittyvä ympäristökuormien aiheuttaja. (Hakaste 2019.)

Uusiutumattomien materiaalien ympäristövaikutukset ovat tunnetusti suuret, koska niiden tuottaminen aiheuttaa selvästi muita materiaaleja suurempaa energian ja luonnonvarojen kulutusta sekä enemmän kasvihuonekaasupäästöjä. (Häkkinen & Kuittinen 2020, 19.)

Rakentamisen terästuotteiden päästöt syntyvät raakaraudan ja teräksen valmistuksessa. Vastaavasti betonin päästöjen syntymisessä hallitseva vaihe on sementin valmistus. Määrällisesti eniten hiili-intensiivisiä tuotteita käytetään rakentamisessa: lähes kaikki tuotettu sementti, puolet teräksestä, neljännes alumiinista ja viidennes muoveista. (Häkkinen & Kuittinen 2020, 19.)

Suomessa betonia käytetään noin viisi miljoonaa kuutiometriä. Betonin ympäristövaikutukset syntyvät sementin valmistuksesta. Sementin tuotanto aiheuttaa

arviolta noin 5-8 % hiilidioksidipäästöistä. Päästöt aiheutuvat polttoaineiden käytöstä sekä raaka-aineena käytettävän kalkkikiven hajoamisesta sementtiklinkkerin poltossa. (Häkkinen & Kuittinen 2020, 45.)

Suomessa käytetään terästä noin 2 miljoonaa tonnia vuodessa. Teräksen valmistus aiheuttaa noin 7 % maailman hiilidioksidipäästöistä. (Teknologianteollisuuden n.d.)

2.1.2 Työmaa

Rakennuksen maatyöt ja perustukset ovat yleensä merkittävä päästölähde. Työmaalla kulutetaan energiaa. Päästöjä aiheutuu myös rakennuspaikan valmistelusta, kuten massanvaihtoista ja louhinnasta. (Häkkinen & Kuittinen 2020, 24.)

Työmaan toiminta sisältää maansiirrot sekä varastoinnin ja energiakäytön, joista aiheutuu suurimmat ympäristövaikutukset. Päästöjä aiheuttavaan toimintaan kuuluvat tuotteiden kuljetus tehtaalta työmaalle ja kaikki työmaalla tapahtuvat työt rakennuksen valmistumiseen saakka.

2.2 Rakennuksen käyttö

Käytön aikana syntyviä ympäristövaikutuksia voidaan tarkastella energian- ja vedenkulutuksena sekä hiilidioksidipäästöinä. Suurin vaikutus käytön aikana syntyy energiankulutuksesta. Rakennuksen käyttövaihe muodostaa jopa 60 % koko elinkaaren energiankulutuksesta. Suomessa kokonaispäästöjen suuruusluokan arvioidaan olevan noin 15 miljoonaa tonnia vuodessa. (Rakennusteollisuus n.d.)

Energiankulutus on suurin hiilijalanjäljen aiheuttaja rakennusten käytön aikana, kun sisäympäristön olosuhteet ja rakennuksen muu toimivuus pidetään haluttunlaisena. Rakennusten käyttövaiheet tuottavat noin kolmanneksen Suomen kasvihuonekaasupäästöistä ja kuluttavat noin 40 % käytetystä energiasta. (Green Building Council Finland 2018.) Rakennuksen käyttövaiheessa energiaa kuluu tilojen ja käyttöveden lämmitykseen, valaistukseen sekä kuluttajalaitteiden sähköenergiaan. (Ympäristöministeriö 2018, 14.)

Energiantuotanto kuluttaa uusiutumattomia luonnonvaroja, ja päästöt syntyvät pääosin fossiiliseen polttoaineeseen perustuvassa energiatuotannossa. (RIL 216-2013, 58.)

Energian kokonaiskäyttö sisältää rakennuksen ostoenergian valmistuksen, josta aiheutuu päästöjä koko rakennuksen käyttöaikana. Ostoenergiaan sisältyvät sähkön, kaukolämmön ja kaukokylmän tuotanto sekä polttoaineiden valmistus. Vedenkäytöllä on myös suuria päästövaikutuksia, ja käyttöveden lämmittämiseen tarvitaan yhä enemmän energiaa. Energiankulutus on otettava huomioon myös rakennusmateriaalien valmistuksessa ja tuotannossa. (Motiva 2020.)

2.3 Rakennuksen purkaminen

Rakennuksen purkujätteistä syntyvät suurimmat purkamisvaiheen kasvihuonekaasupäästöt. Suomessa arvioidaan syntyvän vuosittain noin puolitoista miljoonaa tonnia rakennus- ja purkujätettä. Tästä suurin osa eli noin 58 % syntyy korjaamisesta, noin 27 % kokonaisten rakennusten purkamisesta ja noin 15 % uudisrakentamisesta. (Lehtonen 2019.)

Jäteongelma ei rajoitu vain kulutuksesta syntyviin jätteisiin. Valtaosa jätteistä syntyy tuotteiden valmistuksessa ja kuljetuksessa. Myös jätteiden käsittelystä aiheutuu ympäristövaikutuksia. (Ojala 2000, 142). Purkujätteet voivat olla vaarallisia terveydelle ja ympäristölle.

Suomessa rakentamisesta syntyi rakennusjätettä noin 14,7 miljoonaa tonnia vuonna 2017 ja kaikesta syntyneestä jätteestä noin 13 % oli rakennusjätettä (Tilastokeskus 2019). Suuri osa purkujätteestä koostuu mineraalijätteestä, noin 14 330 tonnia. Puujätettä on noin 193 000 tonnia ja metallijätettä noin 164 000 tonnia. (Adapteo n.d.) Rakennuksen hyödyntämiskelvoton purkujäte, mm. haitta-aineet kuten asbesti, PAH-yhdisteet, PCB ja lyijy, aiheuttaa suuria myrkyllisiä päästöjä.

3 RAKENNUSTEN YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN MITTAAMINEN

Rakennusten ympäristövaikutuksia mitataan ja arvioidaan erilaisten mittarien, luokitusten ja standardien avulla. Nämä auttavat ymmärtämään rakennuksen hiilijalanjäljen syntymistä ja muita negatiivisia ympäristövaikutuksia sekä auttavat mittaamaan ja kehittämään rakentamista. (Rakennustietoa n.d.)

Mittareilla parannetaan kiinteistö- ja rakennusalan kykyä tehdä päätöksiä rakennetun ympäristön hiilijalanjäljen ja energiatehokkuuden kehittämiseksi. (Green Building Council Finland 2012).

3.1 Rakennuksen E-luku ja energiatodistus

E-luku kuvaa rakennuksen vuotuista ostoenergian laskennallista kulutusta lämmitettyä nettoalaa kohden (KWh/m²), ja se mittaa primäärienergian rakennuksessa käytettävälle ostoenergialle. (Green Building Council Finland, 2013, 20.) E-luku, kun laaditaan energiatodistus ja lukuun lasketaan energiatarve, järjestelmähäviöt ja -tuotot sekä ostoenergia. E-luvun laskemiseksi tulee selvittää koko rakennuksen eri energiamuotojen vuotuinen ostoenergiatarve. Energiamuotoja ovat sähkö, kaukolämpö, kaukojäähdytys, fossiiliset polttoaineet ja uusiutuvat polttoaineet ja näillä on erilaiset kertoimet (taulukko1). (Ympäristöministeriö 2012.)

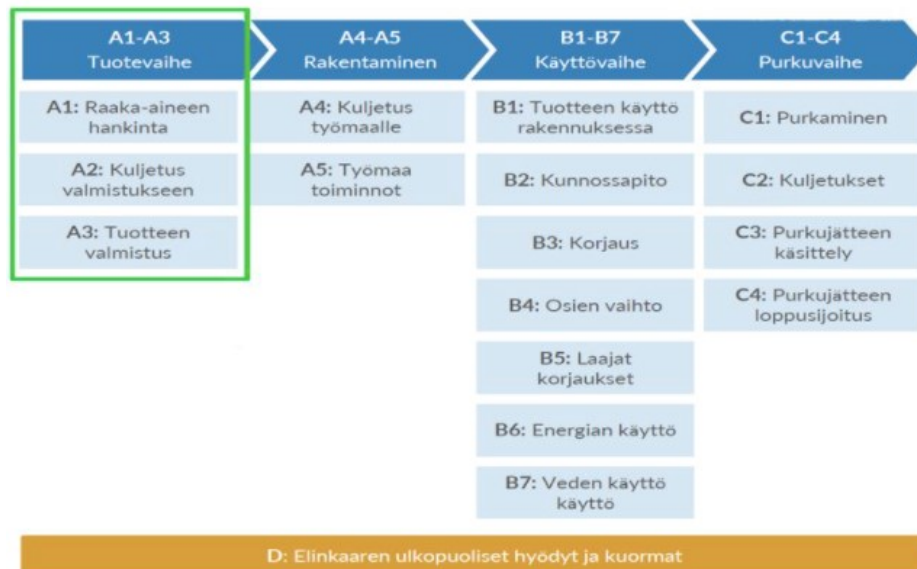
Taulukko 1. Energiamuotoja kertoimet (Finlex 2017).

| Energiamuoto | Kerroin |
|--------------------------|---------|
| Sähkö | 1,20 |
| Kaukolämpö | 0,50 |
| Kaukojäähdytys | 0,28 |
| Fossiiliset polttoaineet | 1,00 |
| Uusiutuvat polttoaineet | 0,50 |

Energiatodistuksen avulla kuluttajat voivat vertailla rakennusten energiatehokkuutta. Energiatodistus kertoo rakennuksen energialuokan (A–G). Energialuokka A on paras ja G huonoin. Energialuokitus perustuu rakennuksen laskennallisen energiatehokkuuden vertailulukuun eli E-lukuun. Lisäksi energiatodistusta tarvitaan, kun pyritään yleisesti vähentämään energiankulutuksen aiheuttamia hiilidioksidipäästöjä ja energian tuontiriippuvuutta sekä parantamaan energiatehokkuutta kustannustehokkaalla tavalla. (Ympäristöministeriö 2018.)

3.2 Rakennuksen hiilijalanjälki

Hiilijalanjälki tarkoittaa jonkin tuotteen tai palvelun elinkaaren aikana syntyviä kasvihuonekaasupäästöjä. Rakennuksen hiilijalanjäljen laskenta on osa elinkaariarviointia (LCA) ja sen tarkoituksena on kartoittaa määrä koko rakennuksen elinkaaren aikana rakennustuotteiden valmistumisesta rakennuksen purkamiseen asti. Tarkastelussa ovat raaka-aineiden hankinta ja valmistus, tuotteiden valmistus, raaka-aineiden ja tuotteiden kuljetukset, rakennuksen rakentaminen sekä rakennuksen purkaminen ja purkut tuotteiden käsittely loppusijoitukseen tai kierrätykseen. (Green Building Council Finland 2013, 28.) Hiilijalanjälki ilmaistaan hiilidioksidiekvivalentteina (CO₂e). Hiilijalanjälkilaskennan sisältö ja rakennuksen elinkaaren vaiheet on määritetty EN-standardeissa. Rakennuksen hiilijalanjäljen laskennassa voidaan hyödyntää useita erilaisia laskentatapoja, jotka yleensä perustuvat olemassa oleviin standardeihin, kuten ISO 14040-, EN 15978- ja EN 15804. (Tiekartta 2017,20.) Laskennan arvioinnissa käytetään jakoa moduuleihin A–D, jotka edelleen jakautuvat numeroituihin alamoduuleihin (kuva 4). Laskentaa käytetään suunnitteluvaiheessa, ja sen tavoitteena on hallita ja alentaa hiilijalanjälkeä koko rakennuksen elinkaaren aikana. (Green Building Council 2013.)



KUVA 4. Hiilijalanjätkilaskennan moduulit standardin EN 15978 mukaisesti. (Vesitaito, n.d).

Hiilijalanjätkimittari auttaa tunnistamaan rakennuksenhankkeen ilmastovaikutuksia ja opastaa vähähiilisiin valintoihin. Mittareista on hyötyä rakennuksen energiankäytön ja päästöjen alentamisessa ja ne helpottavat rakennuksen ekologisuuden ja energiantehokkuuden arviointia sekä hiilijalanjälkeen ja energiatehokkuuteen liittyvien päätösten tekemistä. (Rakennustieto 2013, 75.)

3.3 Green Building Council Finland elinkaarimittarit

3.3.1 Green Building Council Finland

GBC Finland on vuonna 2010 perustettu suomalainen kestävän kehityksen yhdistys, jonka päätehtävänä on edistää kestävän kehityksen käytäntöjä ja ympäristöluokituksia kiinteään ympäristöön liittyvissä rakennuksissa ja kiinteistöissä. GBC Finlandilla on käytössään kahdeksan eri elinkaarimittaria: E-luku, elinkaarinen hiilijalanjälki, elinkaarikustannus, sisäilmaluokka, energiankulutus, käytön hiilijalanjälki, pohjateho ja tyytyväisyys sisäympäristöön. GBC Finlandin rakennuksen elinkaarimittarit on tarkoitettu ympäristötehokkuuden arviointiin. Mittariston tavoitteena on tarjota kokonaisuus, jolla voidaan tasapainottaa taloudelliset sekä energia- ja hiilitehokkuuden tavoitteet. Jotkut mittarit soveltuvat uudis- ja korjaushankkeisiin ja toiset ympäristötehokkuuden seurantaan käyttöaikana.

GBC Finlandin rakennusten elinkaarimittarien avulla pyritään alentamaan rakennetun ympäristön hiilijalanjälkeä ja ympäristövaikutuksia. (Rakennusten elinkaarimittarit, 2013, 15.)

3.3.2 Hanke- ja käyttövaiheen mittarit

Rakennuksen elinkaarimittarit jaetaan hanke- ja käyttövaiheen mittareihin. Rakennuksen jokaisessa vaiheessa voidaan hyödyntää erilaisia elinkaarimittareita, jotka vähentävät negatiivisia ympäristövaikutuksia ja tukevat päästöjen alentamisessa. Hankevaiheen mittareihin kuuluvat E-luku, elinkaaren hiilijalanjälki, elinkaarikustannukset ja sisäilmaluokka. Käyttövaiheen mittareihin kuuluvat energiankulutus, käytön hiilijalanjälki, pohjateho ja käyttäjätyytyväisyys. (Lanki- niemi & Karhu 2013, 75.)

| VAIHE | MITTARI | MITTARIN TARVE JA TAVOITTEET | MITÄ JA MITEN MITATAAN |
|--------|------------------------------|---|---|
| HANKE | E-luku | Laskennallinen energiamuotojen kertoimilla painotettu ostoenergian tarve. | Primäärienergiaa. Rakmk D3 2012. |
| | Elinkaaren hiilijalanjälki | Mahdollistaa vähähiilisten ratkaisujen suunnittelun, arvioinnin ja vertailun, jotta elinkaaren hiilipäästöjä voidaan hallita. | Kasvihuonekaasupäästöjä. Elinkaari rakennustuotteista käytön kautta purkamiseen, EN 15978-standardi. |
| | Elinkaari-kustannus | Mahdollistaa elinkaarikustannusten optimoinnin suunnittelussa, jotta pääoma ja käyttökulut ovat tasapainossa. | Rakentamis- ja käyttökustannuksia nettonykyarvona. Sis. energian hinnan kehityksen. EN 15643-4-standardi. |
| | Sisäilma-luokka | Asettaa tavoitteita ominaisuuksille, joilla varmistetaan käyttäjien hyvinvointi rakennuksessa. | Mm. ilmanlaatu, lämpötila, valaistus. Sisäilmastoluokitus 2008 mukaisesti. |
| KÄYTTÖ | Energian-kulutus | Mittaa kiinteistön ja sen käytön todellista energi-ankulutusta, kaikki energiamuodot. | Kiinteistössä käytettyä energiaa. Tulos voidaan sääkorjata. Rakmk D5 2012. |
| | Käytön hiilijalanjälki | Mittaa kiinteistön tai salkun päästötaso vuositasolla ja toimenpiteiden vaikutusta. | Kiinteistöjen hiilipäästöjä. Voidaan sääkorjata. GHG Protocolin mukainen. |
| | Pohjateho | Auttaa tunnistamaan ja poistamaan tarpeetonta kulutusta kiinteistössä. | Mittaa järjestelmien sähkön kulutusta alimman käytön tai tyhjä-käytön aikana. |
| | Sisä-ympäristöön tyytyväiset | Auttaa tunnistamaan orastavia ongelmia käyttäjien tai rakennuksen terveydelle. | Mittaa sisäympäristön eri osa-alueisiin tyytyväisten käyttäjien osuutta. |

KUVA 4. Hanke- ja käyttövaiheiden mittarit. (Green Building Council Finland – Rakennusten elinkaarimittarit 2013, 15.)

3.4 Rakennusten ympäristöluokitukset

Ympäristösertifiointijärjestelmät on luotu työkaluiksi rakennusten ympäristötehokkuuden mittaamiseen ja todentamiseen. Ympäristöluokitus tutkii rakennuksen kokonaisvaikutuksia ympäristöön mm. energiatehokkuuden, materiaalien, liikkumisen, lähialueen luonnon sekä käyttäjille tarjottavien olosuhteiden ja rakennushankkeen ohjauksen ja toteutuksen näkökulmista. (Bionova Oy 2017, 19.)

Rakennusten ympäristöluokitusten tarkoituksena on auttaa rakennusten energiatehokkuuden parantamisessa ja negatiivisten ympäristövaikutusten alentamisessa. Ympäristöluokituksia on useita ja erilaisia ja ne voivat erota toisistaan monella tavalla. Suomessa on käytössä erilaisia luokitusjärjestelmiä, kuten kotimainen RTS-ympäristöluokitus, pohjoismainen Joutsenmerkki ja kansainvälisesti käytetyt LEED ja BREEAM -luokitusjärjestelmät. (Rakennusteollisuus n.d.)

3.4.1 LEED

LEED on kansainvälinen luokitusjärjestelmä, jonka avulla pyritään vähentämään rakentamisen ja käytön aikana syntyvää ympäristökuormitusta. Järjestelmä kehitettiin 2000-luvun alussa USA:n Green Building Councilissa. Luokitusjärjestelmässä on neljä eri luokkaa, jotka ovat Certified, Silver, Gold ja Platinum. Sertifiointin tarkistaa ja myöntää maksua vastaan U.S. Green Building Council. (Green Building Council Finland 2018, 11.) LEED ympäristöluokituksen kriteereihin kuuluvat mm. energiakulutuksen vähentäminen, tehokas vedenkäyttö, hiilidioksidipäästöjen vähentäminen, sisäilman laadunparannus ja kohteen sijainti. (Wikipidea 2014.)

LEED-arvioinnissa on saavutettavissa yhteensä 100 pistettä eri osa-alueilta:

- rakennuspaikka
- vesitehokkuus
- energia ja ilmakehä
- materiaalit ja resurssit

- sisäilman laatu

(Häkkinen & Kuittinen 2020, 67).

Tällä hetkellä käytössä olevassa LEED v4- for Building Design and Construction järjestelmässä on omat alajärjestelmät seuraaville rakennustyypeille:

- New Construction and Major renovation – Uusille ja peruskorjattaville rakennuksille.
- Core and Shell – Monen käyttäjän rakennuksille, kuten toimistoille ja kauppakeskuksille
- LEED Homes – Asuinrakennuksille
(Green Building Council Finland 2018, 7.)

3.4.2 BREEAM

BREEAM on brittiläinen luokitusjärjestelmä, jonka avulla arvioidaan ja lasketaan rakennuksen ympäristövaikutuksia. Luokitusta käytetään sekä uusille että peruskorjaushankkeille. BREEAM sertifioi kolmannen osapuolen omaisuuden ekologisen, sosiaalisen ja taloudellisen kestävyuden BRE: n kehittämien standardien avulla. Luokitus parantaa asuvien ja työskentelevien ihmisten hyvinvointia ja auttaa suojelemaan luonnonvaroja ja rakennussijoituksia. Luokitus jakautuu viiteen luokkaan: Pass, Good, Very Good, Excellent ja Outstanding. (BREEAM n.d.)

BREEAM:lla on omat järjestelmät uudis- ja korjausrakennuksille. Tällä hetkellä käytössä ovat seuraavat versiot:

- BREEAM International New Construction 2016 (NC)
- BREEAM International Non-Domestic Refurbishment 2015 (RFO)
(Green Building Council Finland 2018, 7.)

3.4.3 RTS- ympäristöluokitus

RTS-ympäristöluokitus on suomalainen ympäristöluokitusvaihtoehto. Se on tarkoitettu rakennushankkeiden tilaajille, jotka haluavat rakentaa ympäristövastuullisesti. RTS-ympäristöluokitus ottaa huomioon suomalaiset olosuhteet, lainsäädännön ja rakennuskannan. (Rakennustieto 2018.) RTS-ympäristöluokitus hyödyntää parhaita käytäntöjä. Arvioitavia rakennustyyppisiä ovat sekä toimistot että asuinrakennukset. Rakennushankkeiden ympäristöluokituksen asteikko on yhdistä viiteen tähteä. (Rakennustieto 2016.)

Rakennushankkeen ympäristövastuullisuus perustuu viiteen kategoriaan:

1. prosessi
2. talous
3. energia ja ympäristö
4. sisäilma ja terveellisyys
5. innovaatiot

(Rakennustieto 2016.)

RTS-ympäristöluokitus helpottaa päätöksentekoa, koska luokituksen saaneet kohteet täyttävät viranomaistasoa tiukemmat kriteerit mm. energiatehokkuudessa, kosteudenhallinnassa ja sisäilman laadussa. Luokitus tukee jatkuvaa rakentamisen parantamista. (Rakennuslehti 2020, 4.)

RTS-ympäristöluokituksen kriteerejä ovat:

- elinkaaren hiilijalanjälki
- energiatehokkuus
- lämpöolosuhteet
- materiaalien emissiot
- kosteusteknisten riskien hallinta suunnitteluvaiheessa
- työmaan kosteudenhallinta

(Häkkinen & Kuittinen 2020, 65.)

3.4.4 Joutsenmerkki

Joutsenmerkki on pohjoismainen ympäristömerkki, joka perustettiin vuonna 1989. Merkki kertoo tuotteen tai palvelun noudattavan sille suunniteltuja ympäristökriteerejä. Joutsenmerkki soveltuu hyvin pohjoismaisiin olosuhteisiin. Merkinän tavoitteena on edistää kestäviä valintoja toimitusketjun kaikissa vaiheissa ja vähentää rakennuksen päästöjä koko elinkaaren aikana. (Joutsenmerkki 2020.)

Joutsenmerkissä arvioidaan mm.:

- rakennusprosessi
- energia
- sisäilma
- materiaalien alkuperä
- kemikaalit
- jätteiden synty

Joutsenmerkki voidaan myöntää pientaloille, kerrostaloille, koulu- ja päiväkotirakennuksille, kesämökeille tai vapaa-ajan asunnoille ja asuintaloiksi luokiteltaville palvelutaloille. (Häkkinen & Kuittinen 2020, 65.)

Joutsenmerkin kriteerejä ovat:

- tuoteryhmäkohtaisuus
- materiaalitehokkuus
- kierrätys ja kierrätettävyys
- energiatehokkuus

(Häkkinen & Kuittinen 2020, 65).

4 RAKENNUSTEN YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN ALENTAMINEN

Rakennushankkeilla on merkittäviä vaikutuksia maailman ympäristöön. Rakennusten ympäristövaikutuksia on tutkittu kaikissa rakennuksen elinkaaren vaiheissa. Tärkeimmät rakennuksen ympäristövaikutusten alentamiseen tähtäävät ratkaisut tehdään suunnitteluvaiheessa. Ratkaisuilla voi olla merkittävä vaikutus ympäristövaikutusten vähenemiseen koko rakennuksen elinkaaren aikana. Ympäristövaikutuksen alentamisen tavoitteena on, että rakennuksessa on muuntojoustavuutta ja rakennus palvelee mahdollisimman pitkään, mikä auttaa vähentämään ympäristön rasitusta ja vähentää rakennusten huoltoa ja korjausta. (Rakennusteollisuus n.d.) Rakennusten ympäristöhaittojen ja -vaikutusten hallintaan kuuluvat energiakulutuksen hallinta, päästöjen hallinta ja materiaalikulutuksen hallinta. (RIL 216-2013, 32).

Kestävä rakentaminen on yksi tärkeä ratkaisu ympäristövaikutusten alentamisessa. Se auttaa rakentamisen kehittämisessä ja takaa, että rakennukset ovat pitkäikäisiä ja tarjoavat hyvät asuinolosuhteet. (Rakennusteollisuus, n.d.) Kestävän rakentamisen tavoitteena on luonnonvarojen säästeliäs ja järkevä käyttö sekä ympäristöhaittojen vähentäminen. Käytännössä tämä tarkoittaa rakentamisen energia- ja materiaalivirtojen sekä niistä aiheutuvien päästöjen ja jätteiden vähentämistä. (RIL 216-2013, 189.)

Tässä luvussa käsitellään rakentamisen tapoja ja menetelmiä, joilla voidaan rajoittaa ja alentaa ympäristövaikutuksia rakentamisen eri vaiheissa.

4.1 Suunnitteluvaiheessa

Merkittävimmät päätökset elinkaaren aikaisista ympäristövaikutuksista tehdään suunnitteluvaiheessa. Rakennuksessa pitäisi huomioida terveellisyys, turvallisuus, viihtyisyys muuntojoustavuus. Elinkaaren suunnitteluvaiheessa tavoitteena on tuottaa ja kuvata ratkaisut, joiden mukaisesti valmistetaan kestävä rakennus. (RIL 216-2013.)

Suunnitteluvaiheessa tehdään kiertotaloutta koskevia päätöksiä, joiden tavoitteena on positiivinen vaikutus ympäristöön. Ratkaisuilla vaikutetaan rakentamisen kustannuksiin ja hiilijalanjälkeen. Optimoivaan suunnitteluun kuuluvat mm. materiaalivalintojen optimointi, rakennuksenpaikan valinnan optimointi sekä energiatehokkuuden hallinta ja parantaminen.

4.1.1 Rakennuksen sijainnin valinta

Ensimmäinen vaihe rakennuksen ympäristövaikutusten alentamisessa on oikean sijainnin valitseminen. Rakennuspaikan valinnan muodostumiseen vaikuttavat monet tekijät, kuten liikenneyhteydet, palveluverkko ja kunnallistekniikan ratkaisut. (Häkkinen & Kuittinen 2020, 101.)

Oikean sijainnin valitsemisessa on tärkeä ottaa huomioon rakennuksen käyttäjien tarpeet, hyvät liikenneyhteydet ja esimerkiksi esteetön liikkuminen ja palveluiden saavutettavuus. Tätä kautta onnistutaan vähentämään negatiivisia vaikutuksia ympäristöön, saavutetaan energiansäästöä ja minimoidaan energiankulutusta. (EPA. n.d.)

Suunnitteluvaiheessa kannattaa tutkia rakennuspaikan maaperä. Tontin maaperätutkimuksessa voidaan löytää parempia ja huonompia paikkoja rakennukselle. (Häkkinen & Kuittinen 2020, 103.) Rakennuksen sijainti voi myös luoda suotuisia olosuhteita aurinko- ja tuulienergian hyödyntämiseen. Rakennusten sijoittelussa on tärkeää ottaa huomioon rakennussuunnan näkymät, ilmansuunnat ja aurinko, jotta voidaan saada aikaan säästöjä energiakustannuksissa. Huonosti valittu rakennuksen sijainti johtaa helposti epäviihtyisään ja energiaa tuhlaavaan asumiseen. (Laatunmaa n.d.)

4.1.2 Kestävien rakennusmateriaalien valinta

Suunnitteluvaiheessa on tärkeää ottaa huomioon ympäristövaikutusten minimointi. On tärkeää, että valitaan kestäviä rakennusmateriaaleja, koska ne ovat

pitkäikäisiä ja niiden tuotanto kuluttaa vähän energiaa ja aiheuttaa vain vähän päästöjä. (Hall, 2005, 12.)

Rakennushankkeen rakennusmateriaalien valinnassa ympäristönsuojelun tulisi olla yksi tärkeimmistä hankintakriteereistä. Seuraavassa on yleisiä keinoja rakennusmateriaalien valitsemiseen:

- **Käytä materiaalit tehokkaasti**, eli yritä minimoida käytettyjen materiaalien määrää ja välttä tuhlausta. Pienempi materiaalin käyttö voi vähentää rakennuksen negatiivisia ympäristövaikutuksia.
- **Käytä vähän huoltoa vaativia materiaaleja**, koska huolto, kuten maalaus ja jopa siivous, voi vaikuttaa ympäristövaikutuksiin rakennuksen elinkaaren aikana.
- **Käytä uusiutuvia materiaaleja, jos mahdollista.**
- **Käytä kierrätys- ja uudelleenkäytettyjä materiaaleja.**
- **Käytä paikallisia materiaaleja.**

(Hall, 2005, 24.)

Kestävien rakennusmateriaalien valmistus kuluttaa vähemmän energiaa. Ne voivat myös auttaa parantamaan rakennuksen energiatehokkuutta ja luomaan terveellisen asumis- tai työympäristön. (Vihreän elämän valintoja, 2012, 29.) Seuraavassa tutustutaan tärkeimpiin kestäviin materiaaleihin ja niiden ympäristöystävällisyyteen:

Puu

Puu on uusiutuvia materiaali ja paikallinen luonnonvara. Puutuotteiden valmistus vie vähän energiaa ja siitä aiheutuu hyvin vähän päästöjä. Siksi puu on lähes saasteeton materiaali. Lisäksi puu toimii itsessään hiilinieluna, joka varastoi hiilen itseensä sen käyttöön ajaksi. Puunkäytöllä voidaan ehkäistä ilmaston lämpenemistä. (Rakentaja, 2006.) Se on ympäristöystävällinen materiaali, joka voidaan helposti käyttää uudelleen ja kierrättää. (Ojala, 2000, 200).

Tiili

Tiilen valmistuksessa käytetään savea, hiekkaa ja vettä. Nämä ovat uusiutumattomia luonnonvaroja. Materiaalia pidetään turvallisena, koska se ei pala, lahoa eikä ruostu. Tiiltä pidetään kestäväenä ja ekologisena materiaalina, joka on helpposti korjattavissa ja voidaan käyttää uudelleen. (Tiiliinfo. n.d.)

Betoni

Betoni on uusiutumaton materiaali. Se on taloudellinen, vähän huoltoa tarvitseva ja pitkäikäinen materiaali, jota voidaan hyötykäyttää uuden materiaalin valmistuksessa. Rakennusvaiheessa betonirakentaminen aiheuttaa enemmän hiilidioksidipäästöjä kuin puurakentaminen, mutta rakennuksen käyttöaikana päästöt ovat suhteellisen pieniä. (Ojala, 2000, 200.)

Teräs

Teräs on pitkäikäinen ja maailman kierrätetyin materiaali. Se on ainutlaatuinen siksi, että se säilyttää ominaisuutensa. Teräksen tuotannossa voidaan säästää luonnonvaroja ja vähentää hiilidioksidipäästöjä. (SSAB n.d.)

Ympäristönäkökulmasta ykkösasia on rakennusaineiden uusiutuvuus. Rakennuksiin tulisi myös valita mahdollisimman vähän energiaa koko elinkaaren aikana kuluttavia ratkaisuja.

4.1.3 Energiatohokkuuden hallinta

Suunnitteluvaiheessa kannattaa ottaa huomioon energiankäyttö ja energiatehokkuus kokonaisuutena. Energiankäytön vaikutuksen arvioidaan olevan noin 80 % ympäristökuormituksesta, joten energiatehokkuuteen pyrkiminen vähentää rakennuksen energiakustannuksia ja ympäristöpäästöjä. (Myyryläinen 2008, 37). Energia- ja ekotehokkailla ratkaisuilla hillitään ilmastonmuutosta, koska niiden avulla kasvihuonekaasupäästöjen määrää voidaan pienentää.

Energiantarpeesta määrittyy noin 80–90 % suunnitteluaihana tehtyjen valintojen perusteella. Suunnitteluvaiheessa on monia ratkaisuja ja keinoja rakennusten energiatehokkuuden parantamiseen:

1. Ostoenergian tarve

- Ostoenergian vähentäminen
- Fossiilisten polttoaineiden ja suoran sähkölämmityksen välttäminen
- Jätelämpövirtojen tehokas hyödyntäminen

2. Energiankulutuksen mittaus ja seuranta

- Lämmöntuotannon tarvitsemat polttoaineet ja sähkö
- Lämpö- ja vesimittaus
- Kulutusseurantajärjestelmä

3. Järjestelmien tarpeenmukainen käyttö ja ohjaus

- Lämmöntalteenoton hyödyntäminen
- Siirtyminen uusiutuviin energiamuotoihin, kuten aurinko- ja tuulienergiiaan
- Valaistusratkaisut, esimerkiksi LED- tai energiansäästölamput
- Vedenkulutuksen hallinta
- Lämmityksen ja ilmanvaihdon varmistaminen

(Energiatohokas teollisuuskiinteistö, 2012, 6-7.)

Nykyään yksi tärkeämmistä keinoista energiatehokasta rakennusta suunniteltaessa on valita nollaenergiatalo, matalaenergiatalo, passiivitalo, plusenergiatalo tai off-grid talo. (Häkkinen & Kuittinen 2020, 106.)

Nollaenergiatalo

Nollaenergiatalo on rakennus, jonka energiatehokkuus on erittäin hyvä ja joka tuottaa energiaa yhtä paljon kuin kuluttaa. Rakennuksen energiankulutus kateaan hyvin laajalti uusiutuvalla energialla. (Häkkinen & Kuittinen 2020, 106.)

Matalaenergiatalo

Matalaenergiatalo on rakennus, jossa lämmitysenergiankulutus on pieni. Matalaenergiatalo kuluttaa lämmitysenergiaa Etelä-Suomessa alle 60 kWh/brm² vuodessa ja Pohjois-Suomessa alle 90 kWh/brm² vuodessa. (Motiva, 2021.)

Passiivitalo

Passiivitalo on erittäin energiatehokas rakennus, joka kuluttaa hyvin vähän lämmitys- ja jäähdytysenergiaa. Lähes kaikki tarvittava lämpöenergia saadaan aurinkoenergiasta ja rakennuksen käyttölämmön talteenotosta. (Nollaenergiatalo, n.d.) Passiivitalo tarvitsee lämmitysenergiaa Etelä-Suomessa noin 20 kWh/brm² vuodessa, Keski-Suomessa noin 25 kWh/brm² vuodessa ja Pohjois-Suomessa noin 30 kWh/brm² vuodessa. (Häkkinen & Kuittinen 2020, 106.)

Plusenergiatalo

Plusenergiatalo on rakennus, joka tuottaa energiaa vuositasolla enemmän kuin kuluttaa. Lisäksi plusenergiatalo on kuin nollaenergiatalo, mutta tuotetun energian määrä ylittää kulutetun energian määrän. (Wikipedia, 2013.)

Off-grid talo

Off-grid talolla tarkoitetaan rakennusta, joka voi toimia kokonaan irti sähköverkosta, eli rakennus tuottaa itse tarvitsemansa energian. (Häkkinen & Kuittinen 2020,107).

4.2 Rakentamisvaiheessa

4.2.1 Rakennusmateriaalitehokkuus

Rakennuksen materiaalitehokkuuden tavoitteena on käyttää mahdollisimman vähän materiaaleja, raaka-aineita ja energiaa sekä pyrkiä vähentämään tuotteen tai palvelun haitallisia ympäristövaikutuksia. (Ympäristö, 2014).

Rakennuksen materiaalitehokkuus vähentää uusitumattomien ja uusiutuvien luonnonvarojen kulutusta sekä vähentää haitallisten päästöjen ja rakennus- ja purkujätteen määrää. Materiaalitehokkuuden parantaminen edistää jätteen synnyn vähentämistä, uusiokäyttöä ja kierrätystä. (Ympäristöministeriö 2013.)

Yritysten ja elinkeinoelämän on tärkeä edistää ja parantaa materiaalitehokkuutta, koska se voi vähentää rakennuskustannuksia ja haitallisia ympäristövaikutuksia koko rakennuksen elinkaaren aikana. (Motiva, 2020). Yritys voi parantaa materiaalitehokkuutta mm. seuraavasti:

- Käyttämällä raaka-aineita ja kuljetusmuotoja, joilla on pieni energiakulutus.
- Optimoimalla raaka-aineiden ja energian käytön tuotantoprosesseissa.
- Vähentämällä ja parantamalla kuljetusta ja pakkaamista.
- Kehittämällä tuotteiden käytettävyyssominaisuuksia, kuten pitkäikäisyys, monikäyttöisyys ja huollettavuus.
- Kehittämällä tuotteiden uudelleenkäyttöjärjestelmiä.

(Ympäristö, n.d.)

Paikallisten materiaalien suosiminen sekä kaukaa tuotujen ja kaukana tuotettuja materiaalien vähentäminen työmailla on tärkeää. Tämä auttaa vähentämään kuljetuskustannuksia ja pitkistä kuljetuksista johtuvia materiaalien hiilidioksidipäästöjä.

4.2.2 Jätteiden hallinta

Pääurakoitsija vastaa jätteiden hallintaprosessista rakennustyömaalla ja urakoitsijan tehtävänä on huolehtia työmaan jätehuoltosäädöksistä. Hallinnan tavoitteena on estää jätteiden syntymistä ja lisätä kierrätettävän jätteen osuutta. (Ympäristö, n.d.)

Jätteen mahdollisimman tehokkaan lajittelun tarkoituksena on vähentää kaatopaikalle menevän jätteen määrää ja parantaa jätteiden hyötykäytön mahdollisuuksia. Työmaalla jätteet on syytä lajitella kolmeen osaan: maa- ja kiviaines, puu ja sekajäte. (Ojala, 2000, 148-153.) Rakennusjätteet lajitellaan jätteenkäsittelylaitoksilla edelleen seuraaviin:

- puu
- sekajäte
- betoni ja tiili
- metalli
- ongelmajätteet
- energiajäte

Rakentamisen negatiivisten ympäristövaikutusten alentamisen kannalta on tärkeä, että:

- 1) Rakennus- ja purkujätettä pyritään vähentämään, ja säästetään hyväkuntoisia osia, kuten ikkunoita ja ovia.
- 2) Käytetään kierrätettyjä materiaaleja.
- 3) Käytetään materiaaleja, jotka on valmistettu uusiutuvista raaka-aineista.
- 4) Käytetään vanhojen rakennusten hyväkuntoisia osia uusissa rakennuksissa.

(RL 216-2013, 190-199.)

4.3 Käyttövaiheessa

Rakennuksen käyttövaiheessa syntyvät rakennuksen suurimmat ympäristöhaitat, mikä asettaa vaatimuksia energiatehokkuudelle eli energiatalouden ja päästöjen hallintaan. (RIL 216-2013, 57).

4.3.1 Energiatehokkuus

Energiatehokkuus on tärkeän osa päästöjen minimoimisesta. Rakennuksen käyttövaiheessa päästöjä voidaan minimoida energiatehokkuutta parantamalla ja energiantuotannon päästöjen vähentämisen avulla. Energiatehokkuuden parantaminen on tehokkaimpia tapoja torjua ilmastonmuutosta. (Rakennusteollisuus, n.d, 5)

Energiatodistus kertoo rakennuksen energialuokan (A–F). Rakennusta pidetään energiatehokkaana, jos se kuuluu energialuokkaan A tai B. Noin viidennes Suomen rakennuksista on energialuokissa A, B tai C ja noin kaksi kolmannesta rakennuskannasta energialuokissa D ja E. Loput ovat heikoimmissa energialuokissa F ja G. (GAIA CONSULTING 2020.) Energiatodistusta tarvitaan, kun pyritään vähentämään energiankulutuksen aiheuttamia hiilidioksidipäästöjä ja energian tuontiriippuvuutta. (Myyryläinen,2008, 53).

Käyttövaiheen energiankulutuksen ympäristövaikutuksia voidaan alentaa monella tavalla, kuten kiinnittämällä huomiota sähkö- ja kaukolämmön tuotannon päästöihin sekä energiatehokkuuteen pyrkivällä korjausrakentamisella. (RIL 216-2013, 70-71).

Energiatehokkuuden parantamisessa on ainakin kolme vaihtoehtoista tapaa:

- 1) Parantaa korjattavien tai uusittavien rakennusosien lämmönpitävyyttä vaatimusten mukaisiksi.
- 2) Parantaa rakennustyyppin energiatehokkuutta.
- 3) Laskea rakennukselle ominainen kokonaisenergiankulutus eli E-luku.

(RIL 216-2013, 70-71.)

Energiatehokkuuden parantaminen on kustannustehokas keino hillitä energiankulutusta ja vähentää päästöjä. Siksi uudet rakennukset tehdään energiatehokkaiksi, kestäväksi ja vähän huoltoa tarvitseviksi. Tavoitteena on, että rakennusten energiankulutus on vuonna 2050 noin 60 % pienempi kuin nyt. (Rakennusteollisuus, n.d, 5.)

4.4 Purkuvaiheessa

4.4.1 Kestävä purkaminen

Purkumateriaalien hyödyntäminen on rakentamisen kiertotalouden keskeisiä tavoitteita. Suomi on sitoutunut EU:n jätedirektiivin kautta hyödyntämään maassa syntyvistä rakennus- ja purkujätteistä materiaalina vähintään 70% vuonna 2020. Kestävä purkaminen auttaa materiaalitehokkuuden edistämässä. Päättävöitteena on parantaa ja lisätä korjaus- ja purkuvaiheessa syntyvien purkumateriaalien tehokkaampaa uudelleenkäyttöä ja kierrätystä (sitoumus2050, n.d.)

Tämän menettelyn tarkoituksena on varmistaa lakisääteisten velvoitteiden noudattaminen ja vähentää haitallisten aineiden määrää kaatopaikoilla. Menettely parantaa purkumateriaalien uudelleenkäyttöä ja purkujätteen hyödyntämisen suunnittelua. (Häkkinen & Kuittinen 2020, 126.)

Ammattilaisen tekemä purkukartoitus tehdään ennen purkutyötä. Selvitys sisältää haitta-ainekartoituksen ja purkumateriaaliselvityksen. (Ympäristöministeriö 2014). Purkukartoituksessa arvioidaan purkamisen tai korjausrakentamisen purkuprosessin hallintaa, ja se tarjoaa paremmat olosuhteet purkumateriaalien uudelleenkäytölle ja kierrätykselle. Samalla voidaan tarkastella eri vaihtoehtojen kustannuksia ja ympäristövaikutuksia elinkaariarvioinnin menetelmiä käyttäen. (Häkkinen & Kuittinen 2020, 126.)

4.4.2 Tuotteiden kierrätys ja uudelleenkäyttö

Tuotteiden kierrätys ja rakennusosien uudelleenkäyttö ovat käyttökelpoisia tapoja rakentamisen negatiivisten ympäristövaikutusten vähentämiseksi. Purkamiseen liittyvä kiertotalous tukee kestävästi rakennettua ympäristöä. Rakennusten purkamisen kehittäminen on kiertotaloutta parhaimmillaan.

Tuotteiden kierrätyksellä ja uudelleenkäytöllä voidaan vaikuttaa tehokkaasti rakentamisen aiheuttamaan luonnonvarojen kulutukseen ja myös vähentää rakennusalalla syntyvien jätteiden määrää. Kierrätys ja uudelleenkäyttö ovat tärkeitä ympäristöystävällisen rakentamisen keinoja. (RIL 216-2013, 189.) Päästöjen alentaminen ja jätteiden määrän vähentäminen ovat tärkeitä myös siksi, että ne alentavat tehokkaasti kustannuksia. (Asko, 2014, 16).

Ympäristöystävällisessä rakentamisessa kierrättämistä voidaan toteuttaa eri tavoin. Tavat voidaan jakaa kategorisesti kahteen ryhmään: uudelleenkäyttö ja uusiokäyttö. (Rakennustieto, n.d.) Uudelleenkäyttö tarkoittaa käytetyn tuotteen uudelleen käyttöä samanlaisena tuotteena. Uusiokäyttö on jätteiden kierrätystä takaisin tuotannon raaka-aineeksi. (RIL 216-2013, 189.)

Tuotteiden uudelleenkäytön ja kierrätyksen edut negatiivisten ympäristövaikutusten tehokkaassa alentamisessa voivat olla mm. seuraavanlaisia:

- säästävät energiaa ja pienentävät päästöjä
- vähentävät neitseellisten raaka-aineiden käyttöä
- vanhat rakennusosat tulevat käytetyiksi uudelleen
- lisäävät tilojen muuntojoustavuutta ja uudelleenkäytettävyyttä
- pienentävät purkamisesta aiheutuvia kustannuksia ja vähentävät ympäristöhaittoja
- pienentävät korjaukseen ja purkuun liittyviä taloudellisia riskejä
- vähentävät jätteiden määrää tulevaisuudessa

(Talja, 2014,12.)

5 POHDINTA

Tähän opinnäytetyöhön on tiivistetty pääkohdat negatiivisten ympäristövaikutusten alentamisesta ja ekologisesta rakentamisesta. Kuten opinnäytetyön alussa todettiin, rakentamisen negatiiviset ympäristövaikutukset kytkeytyvät sekä ympäristöön ja ilmastoon että maapallon resurssien käyttöön. (Häkkinen & Kuittinen 2020.) Suomi on sitoutunut vähentämään päästöjään 20 % vuoteen 2050 mennessä.

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää rakennuksen elinkaaren ympäristövaikutusten alentamista. Ilmastomuutoksen torjuntaan sitoutuminen edellyttää erilaisia menetelmiä ja tapoja, kuten päästöjen merkittävää vähentämistä ja uusiutuvan energian osuuden lisäämistä energiatehokkuuden parantamista.

Työssä pyrittiin selvittämään ekologista ja vähähiilistä rakentamista koko rakennuksen elinkaaren aikana ja erityisesti suunnitteluvaiheessa, koska rakennuksen aiheuttamiin päästöihin voidaan vaikuttaa merkittävästi tässä vaiheessa. Tämän pohjalta voidaan huomioida ainakin seuraavat eri näkökohdat: energiankulutus, terveellisyys ja turvallisuus sekä kestävien rakennusmateriaalien ja toimivan sijoituspaikan valinta. Huolellisuus koko rakennuksen elinkaaren eri vaiheissa pidentää rakennuksen käyttöikää ja vähentää päästöjä, alentaa ympäristövaikutuksia ja tuottaa ekologisia ja taloudellisia etuja. (Ympäristöministeriö, 2019.)

Opinnäytetyössä tarkasteltiin, miten eri tekijät elinkaaren eri vaiheissa vaikuttavat rakennuksen ympäristöystävällisyyteen ja millaisilla menetelmillä ja tavoilla voidaan saavuttaa parempia ekologisia ratkaisuja. Työssä esiteltiin myös mm. elinkaarimittarien mahdollisuuksia rakennusten negatiivisten ympäristövaikutusten, kuten hiilijalanjäljen, pienentämisessä.

Opinnäytetyön tarkoituksena on tehdä näkyväksi ympäristöhaittojen ehkäisy rakennushankkeissa koko elinkaaren aikana ja erityisesti suunnitteluvaiheessa eli ennen rakentamisen aloittamista.

LÄHTEET

- ACS Publications.2015. Environmental impact of buildings- What Matters?. Luettu 29.1.2021 <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.est.5b01735>
- Adapteo. n.d. Rakentaminen kuluttaa luonnonvaroja ja tuottaa jätettä. Luettu 16.2.2021. <https://adapteo.fi/referenssit/rakentaminen-kuluttaa-luonnonvaroja-ja-tuottaa-jatetta/>
- Arkkitehtitoimisto tilasto. E-luku. n.d. Luettu 30.3.2021 <https://tilasto.info/e-luku/#e-luku>
- BREEAM. What is BREEAM?. n.d. Luettu 19.2.2021 <https://www.breeam.com/>
- EPA. n.d. Location and Green Building. Luettu 8.3.2021. <https://www.epa.gov/smartgrowth/location-and-green-building>
- Etappiaviisi. 2020. Uusiutuva energia ja polttoaineet käyttöön Etapilla. Luettu 15.3.2021 <https://aviisi.etappi.com/artikkeli/aviisi-1-2020/uusiutuva-energia-ja-polttoaineet-kayttoon-etapilla/>
- Finlex. 2017. Valtioneuvoston asetus rakennuksissa käytettävien energiamuotojen kertomien lukuarvoista. Luettu 6.5.2021 <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170788>
- GBCF. Rakennusten elinkaarimittarit – kahdeksan mittaria kestävään kiinteistöjohtamiseen. n.d. Luettu 21.2.2021. <https://figbc.fi/elinkaarimittarit/>
- GOCONTRACTOR. 2017. How Does Construction Impact the Environment? Luettu 18.2.2021. <https://gocontractor.com/blog/how-does-construction-impact-the-environment/>
- Green Building Council Finland. 2013. Rakennusten elinkaarimittarit. 2013. Luettu 21.2.2021. https://media.sitra.fi/2017/02/27174206/Rakennusten_elinkaarimittarit_2013-2.pdf
- Hall, K- Green Building Press. 2005.The Green Building Bible. Luettu 22.3.2021
- Häkkinen, T. & Kuittinen, M. 2020. Kohti vähähiilistä rakentamista- opas arviointiin ja suunnitteluun. Helsinki: Rakennustieto Oy. Luettu 7.02.2021
- Joutsenmerkki. Rakennusala tarvitsee kestävämpiä toimintamalleja- JM Suomi luottaa Joutsenmerkkiin. 2020. Luettu 22.2.2021 <https://joutsenmerkki.fi/rakennusala-tarvitsee-kestavampia-toimintamalleja-jm-suomi-luottaa-joutsenmerkkiin/>
- Laatunmaa. n.d. Tontti on hankittu, mitä seuraavaksi? luettu 4.3.2021. <https://www.laatumaa.fi/tontit/tontin-hankkimisen-jalkeen/asiantuntijan-vinkit-tontin-hankkineelle/>

Lehtonen, K. 2019. Puupohjaisen rakennus- ja purkujätteen kiertotalous. Luettu 16.02.2021 file:///Users/rahmahkhaleel/Downloads/puupohjaisen_rakennus- ja_purkujatteen_kiertotalous_loppuraportti.pdf

Life cycle in practice. n.d. BUILDING AND CONSTRUCTION. Luettu 25.4.2021 <http://www.lifelcip.eu/FR/BUILDING-AND-CONSTRUCTION-31.html>

Motiva. 2012. Energiatehokas teollisuuskiinteistö. Luettu 9.3.2021. https://www.motiva.fi/files/5847/Energiatehokas_teollisuuskiinteisto.pdf

Motiva. 2020. Rakentaminen ja rakennukset. Luettu 25.2.2021 https://www.motiva.fi/julkinen_sektori/kestavat_julkiset_hankinnat/tietopankki/rakentaminen_ja_rakennukset

Motiva. Materiaalitehokkuus. 2020. Luettu 8.3.2021. <https://www.motiva.fi/ratkaisut/materiaalitehokkuus>

Motiva. n.d. Matalaenergiatalon määritelmiä. Luettu 16.4.2021 https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/rakentaminen/millainen_on_energiatehokas_pientalo/matalaenergiatalon_maaritelmiä

Nollaenergiatalo. n.d. Nollaenergiatalo on tätä päivää! Luettu 18.4.2021 <https://www.nollaenergiatalo.fi/>

Ojala, K. 2000. Kestävän yhdiskunnan käsikirja. Helsinki. Luettu 28.3.2021

Pasanen. P & Bruce. T & Sipari. A. 2012. YMPÄRISTÖYSTÄVÄLLISEN KIVITALON SUUNNITTELU JA TOTEUTUS. Luettu. 5.2.2021 <https://kivitaloinfo.fi/wp-content/uploads/2012/06/bionova-kivitaloraportti-kansi.pdf>

Rakennuksen elinkaari kestävän rakentamisen lähtökohtana. n.d. Rakennusteollisuus. Luettu 18.2.2021. <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Ilmasto-ymparisto-ja-energia/Kestava-rakentaminen/Rakennuksen-elinkaari/>

Rakennusmateriaalien ympäristövaikutukset. Luettu 29.1.2021 [file:///Users/rahmahkhaleel/Downloads/YMra8_2013_Rakennusmateriaalien_ymp%C3%A4rist%C3%B6vaikutukset_FINAL%20\(2\).pdf](file:///Users/rahmahkhaleel/Downloads/YMra8_2013_Rakennusmateriaalien_ymp%C3%A4rist%C3%B6vaikutukset_FINAL%20(2).pdf)

Rakennustieto. 2016. Kohti ympäristötietoista rakentamista. Luettu 18.2.2021. <https://news.cision.com/fi/rakennustieto/r/kohti-ymparistotietoista-rakentamista,c2097015>

Rakennustieto. Rakentamisen ekologisuus. n.d. Luettu 27.3.2021 <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK030305.pdf>

Rakentaja. 2006. Puu materiaalina. Luettu 12.3.2021 https://www.rakentaja.fi/artikkelit/594/puu_materiaalina.htm

RIL216-2013. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. RIL216-2013. 2013. Rakenteiden ja rakennusten elinkaaren hallinta. Helsinki. Luettu 2.4.2021

Sitoumus 2050. n.d. Kestävän purkamisen green deal -sopimus. Luettu 30.3.2021 <https://sitoumus2050.fi/kestavapurkaminen#/>

Sourceable. 2016. Construction's impact on the environment. Luettu 28.1.2021 <https://sourceable.net/constructions-impact-on-the-environment/>

SSAB. Teräksen elinkaari. n.d. Luettu 29.3.2021 <https://www.ssab.fi/ssab-konserni/kestava-kehitys/kestava-tuotevalikoima/teraksen-elinkaari>

Talja. A. 2014. Rakennusten suunnittelu uudelleenkäyttöä ja kierrätystä varten. Luettu. 20.4.2021 <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/julkaisu/muut/2014/VTT-R-00736-14.pdf>

Teknolohiateollisuuden n.d. Luettu 11.2.2021 <http://tech.teknolohiateollisuus.fi/fi/ryhmat-ja-yhdistykset/>

Tiiliinfo. TIILI MATERIAALINA. n.d. Luettu 12.3.2021 <https://www.tiili-info.fi/tiili-materiaalina/>

Tilastokeskus. 2017. Jätetilasto 2017. Luettu. 14.2.2021 <https://www.stat.fi/til/jate/2017/index.html>

Tilastokeskus. 2020. Suomen kasvihuonekaasupäästöt 2018 EU:lle ja YK:n ilmastopöimökselle. Luettu 8.02.2021 https://www.stat.fi/til/khki/2018/khki_2018_2020-03-13_tie_001_fi.html

Vesitaito. n.d. MIKÄ HIILIJALANJÄLKI?. Luettu 25.4.2021 <https://vesitaito.fi/mika-hiilijalanjalki/>

Wikipedia. 2013. Plusenergiatalo. Luettu 18.4.2021 <https://fi.wikipedia.org/wiki/Plusenergiatalo>

Wikipedia. 2014. Leadership in Energy and Environmental Design. Luettu 17.2.2021 https://fi.wikipedia.org/wiki/Leadership_in_Energy_and_Environmental_Design

Ympäristöministeriö 2018. Rakennuksen energiakulutus. 2018. Luettu 14.2.2021 https://www.edilex.fi/data/rakentamismaaraykset/Ohje_Rakennuksen_energiankulutuksen_ja_lammitystehontarpeen_laskenta_20-12-2017.pdf

Ympäristöministeriö. 2014. Rakennuksen energia- ja ekotehokkuus. Luettu 17.02.2021. https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Rakennuksen_energia_ja_ekotehokkuus

Ympäristöministeriö. 2017. Rakennusmateriaalien uudelleenkäyttö, kierrätys ja jätehuolto. Luettu 17.2.2021 https://www.ymparisto.fi/fi-fi/rakentaminen/Korjaustieto/Rakennusmateriaalien_tietopankki/Uudelleenkayttö_kierratys_ja_jatehuolto

Ympäristöministeriö. 2018. Energiatodistusopas 2018 Rakennuksen energiato-
distus ja E-luvun määrittäminen. Luettu 21.4.2021 [file:///Users/rahmahkha-
leel/Downloads/Energiatodistusopas%202018%20varsinai-
nen%20opas%20\(1\).pdf](file:///Users/rahmahkha-leel/Downloads/Energiatodistusopas%202018%20varsinai-nen%20opas%20(1).pdf)

Ympäristöministeriö. n.d. Kiertotalous rakentamisen ohjauksessa. Luettu
3.4.2021 <https://materiaalivirrat.fi/download.php?id=99>

Ympäristöministeriö. n.d. Vähähiilinen rakentaminen. Luettu 30.01.2021
<https://ym.fi/vahahiilinen-rakentaminen>

Ympäristöosaava. n.d. Rakentamisen ympäristövaikutukset. Luettu
29.1.2021 <https://www.ymparistoosaava.fi/rakennusala/index.php?k=22800>

