



Hiilipäästöjen huomiointi sähköisessä talotekniikassa

Toni Kittilä

OPINNÄYTETYÖ
Marraskuu 2024

Talotekniikan ylempi tutkinto-ohjelma

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Talotekniikan ylempi tutkinto-ohjelma

KITTILÄ, TONI:

Hiilipäästöjen huomiointi sähköisessä talotekniikassa

Opinnäytetyö 54 sivua, joista liitteitä 3 sivua
Marraskuu 2024

Opinnäytetyössä tutkittiin vähähiilistä rakentamista sähkösuunnittelun näkökulmasta. Työn taustalla oli uusi rakentamislaki, joka velvoittaa tekemään ilmastaselvityksen. Ilmastaselvitys sisältää hiilijalanjäljen ja hiilikädenjäljen arvioinnin, ja sen tarkoituksena on vähentää rakennusten elinkaaren aikaisia päästöjä. Työn tavoitteena oli selvittää, miten sähkösuunnittelussa voidaan huomioida hiilipäästöjen vähentäminen. Työn tuloksista luotiin ST-kortti, joka sisältää tietoa vähähiilisestä rakentamisesta sähköisen talotekniikan näkökulmasta.

Tutkimuksessa käytetty terminologia keskittyy erityisesti hiilijalanjälkeen, joka kuvaa rakennuksen negatiivisia ympäristövaikutuksia sen elinkaaren aikana, sekä hiilikädenjälkeen, joka edustaa positiivisia ympäristövaikutuksia, kuten energiatehokkuuden parantamista ja materiaalivalintojen optimointia.

Hiilipäästöjen vähentämiseksi rakentamisessa pyritään valitsemaan vähähiilisiä materiaaleja, optimoimaan energiankäyttöä ja hyödyntämään uusiutuvia energialähteitä. Sähkösuunnittelussa tämä tarkoittaa energiatehokkaiden laitteiden ja järjestelmien valintaa sekä mahdollisimman vähäpäästöisten komponenttien käyttöä. Erityistä huomiota kiinnitetään myös rakennuksen koko elinkaaren aikaiseen energiankulutukseen ja sähkölaitteiden kestävyYTEEN.

Opinnäytetyön johtopäätöksenä oli, että sähkösuunnittelulla on merkittävä rooli vähähiilisen rakentamisen kokonaisuudessa. Laitteiden koko elinkaaren aikaiset päästöt sekä käytönaikainen energiankulutus olisi huomioitava ja pyrittävä myös valitsemaan vähähiilisiä materiaaleja ja komponentteja. Energianhallintajärjestelmien integrointi tulisi huomioida rakennuksen muuhun infrastruktuuriin.

Jatkotutkimuksissa voisi keskittyä yksilöidymminkin vähähiilisyyslaskentamenetelmien kehittämiseen sekä esimerkkikohteiden laskentamenetelmien arviointiin tapaututkimuksen avulla.

Asiasanat: hiilijalanjälki, hiilikädenjälki, vähähiilinen rakentaminen, rakennuksen elinkaari

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Master's Degree Programme in Building Services Engineering

KITTILÄ, TONI:

Consideration of carbon emissions in electrical building technology

Master's thesis 54 pages, appendices 3 pages
November 2024

This thesis investigates low-carbon construction through the lens of electrical design. The study was motivated by the new building law, which mandates the inclusion of a climate assessment. This climate assessment encompasses both the evaluation of the carbon footprint and carbon handprint, aiming to minimize the lifecycle emissions of buildings. The objective of the thesis was to determine how carbon emission reductions can be integrated into electrical design. As a key outcome, an ST-kortti was developed to provide electrical professionals with detailed guidelines on low-carbon construction from the perspective of electrical systems.

The terminology used in this research focuses primarily on the carbon footprint, representing the total negative environmental impact of a building throughout its lifecycle, and the carbon handprint, which reflects the positive environmental contributions, such as enhanced energy efficiency and material optimization.

Reducing carbon emissions in construction involves selecting low-carbon materials, optimizing energy consumption, and utilizing renewable energy sources. In the context of electrical design, this translates into choosing energy-efficient systems and components that generate minimal emissions. Additionally, emphasis is placed on the building's overall lifecycle energy consumption and the longevity of electrical installations.

The thesis concludes that electrical design plays a pivotal role in achieving low-carbon construction goals. Consideration must be given to the full lifecycle emissions of electrical systems, including both their operational energy use and embodied carbon. The selection of low-carbon materials and the integration of energy management systems into the building's infrastructure are also critical factors.

Further research could focus on the development of refined low-carbon calculation methodologies and the application of these frameworks through case studies involving real-world building projects.

Key words: carbon footprint, carbon handprint, low carbon construction, buildings life cycle

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	8
1.1	Tutkimuksen taustaa ja merkitys	8
1.2	Tavoite ja tutkimuskysymykset.....	9
1.3	Tutkimusmenetelmät.....	9
2	KÄSITTEET	10
2.1	Hiilijalanjälki.....	10
2.2	Hiilikädenjälki	11
2.3	Ympäristökädenjälki	12
2.4	Hiilineutraalius ja hiilinielu	12
2.5	EPD (Environmental Product Declaration) eli ympäristöseloste ...	13
2.6	Kansallinen päästötietokanta	13
3	RAKENTAMISEN HIILIPÄÄSTÖJEN SÄÄNTELY JA OHJAUS.....	15
3.1	Laskentamenetelmät.....	18
3.2	EPBD (Energy Performance of Buildings Directive) eli rakennusten energiatehokkuusdirektiivi.....	20
3.3	Perusparannuspassi	23
3.4	EU-taksonomia ja rakentamisen vihreä rahoitus	24
3.4.1	EU-taksonomia.....	25
3.4.2	Päästökompensaatio	25
3.5	Vähähiilisen rakentamisen ohjauksen työkalut.....	26
3.5.1	BREEAM	27
3.5.2	Joutsenmerkki	27
3.5.3	LEED	29
3.5.4	Level(s).....	30
3.5.5	Rakennustiedon ympäristöluokitus	31
3.5.6	Käyttö2023-kriteeristö.....	32
4	YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET RAKENTAMISEN ELINKAAREN VAIHEISSA.....	33
4.1	Tuotteiden valmistusvaihe (A1–A3).....	34
4.2	Rakentaminen (A4–A5).....	35
4.3	Käyttövaihe (B1–B7)	35
4.4	Purkuvaihe (C1–C4).....	38
4.5	Elinkaaren ulkopuoliset vaikutukset (D1–D5).....	39
4.6	Sähköisen talotekniikan huomiointi osana vähähiilistä rakentamista	40
4.6.1	Tuotteiden valmistusvaiheen sähköinen talotekniikka	40
4.6.2	Rakentamisvaiheen sähköinen talotekniikka	41

4.6.3 Käyttövaiheen sähköinen talotekniikka.....	41
4.6.4 Purkuvaiheen sähköinen talotekniikka.....	42
4.6.5 Elinkaaren ulkopuoliset vaikutukset sähköisessä talotekniikassa	42
5 VÄHÄHIILINEN RAKENTAMINEN JA SÄHKÖSUUNNITTELUN MERKITYS	43
5.1 Sähkösuunnittelun näkökulma	43
5.2 Sähkösuunnittelu hiilikädenjälkilaskennassa.....	45
6 POHDINTA	46
LÄHTEET.....	48
LIITTEET 1(3).....	52
Liite 1. Kuvakaappaus ST 21.41 Hiilijalanjäljen ja hiilikädenjäljen laskennan perusteet ST-kortista.....	52

ERITYISSANASTO tai LYHENTEET JA TERMIT (valitse jompikumpi)

BREEAM	(Building Research Establishment Environmental Assessment Method) luokitus pohjautuu yhteiseen eurooppalaiseen normistoon ja on EU:n johtavan rakentamisen ympäristöluokitusjärjestelmä.
CORSIA	(Carbon Offsetting and Reduction Scheme) kansainvälistä lentoliikennettä koskeva päästöhyvitysjärjestelmä
Elinkaari	Tarkoittaa jonkin olemassaoloa kokonaisuutena sen alusta loppuun. Se kattaa kaikki vaiheet syntymästä tai luomisesta loppukäyttöön ja hävittämiseen tai kierrättämiseen asti.
EPBD	(Energy Performance of Buildings Directive) Rakennusten energiatehokkuusdirektiivi.
EPD	(Environmental product declaration) Ympäristöseloste. Vapaaehtoisuuteen pohjautuva elinkaarianalyysi, jonka pohjalta voidaan vertailla tuotteita keskenään.
GWP	(Global Warming Potential) Ilmaston lämpenemispotentiaali. Kuvaa kuinka paljon lämpöenergiaa kasvihuonekaasu vangitsee ilmakehään tietyn ajanjaksoksi suhteessa hiilidioksidiin CO ₂ .
gwp-to	Hiilijalanjäljelle yleisesti käytetty yksikkö eli hiilidioksidiekvivalentti
GWP-total	Vaikutuspotentiaali ilmaston lämpenemisen kokonaisvaikutus, joka sisältää fossiilisten polttoaineiden vaikutukset (GWP-fossil), eloperäiset vaikutukset (GWP-biogenic) sekä maankäytön ja maankäytön muutoksesta aiheutuvat vaikutukset (GWP-luluc).

Hiilijalanjälki	Kuvaa tuotteen tai palvelun aiheuttamaa kasvihuonekaasupäästöjä. Standardissa (SFS-EN ISO 14067 2018) selostetaan hiilijalanjäljen laskemista koskevia vaatimuksia sekä annetaan niihin ohjeita.
Hiilikädenjälki	Kertoo tuotteen tai palvelun positiivisesta ympäristövaiikutuksesta
Ilmastaselvitys	Selvitys sisältää rakennushankkeen hiilijalanjälki- ja kädenjälki arvion koko rakennuksen elinkaaren ajalta
Järjestelmäraja	Elinkaariarvioinnissa (LCA) tuotejärjestelmät määritetään mallintamalla fyysiset yksikköprosessit. Järjestelmäraja määrittää ne yksikköprosessit, jotka sisällytetään hiilijalanjälkiselvitykseen.
kgCO ₂ e	Hiilijalanjälkilaskuissa käytettävä yksikkö. Muissa tapauksissa kasvihuonekaasujen päästöt on muutettu vastaamaan yhden hiilidioksidikilon aiheuttamia päästöjä kertoimien avulla. (SFS-EN ISO 14067 2018)
LCA	(Life Cycle Assessment) Elinkaariarviointi
LEED	(Leadership in Energy and Environmental Design) kiinteistöjen sertifiointijärjestelmä, jolla pyritään vähentämään rakentamisen ja kiinteistöjen käytön aikaista ympäristökuormitusta.
Level(s)	EU:n rakennusten resurssitehokkuuden mittaamisen menetelmä
Rakennustuoteluettelo	Luetteloon listataan rakennuksessa käytetyt rakennustuotteet

1 JOHDANTO

Opinnäytetyössä keskitytään vähähiiliseen rakentamiseen sähköisen talotekniikan näkökulmasta. Opinnäytetyön osana on luoda ST-kortti Sähkötieto ry:lle ja Sähköinfo oy:lle A-Insinöörit Suunnittelu oy:n toimeksiantona. Kortin tavoitteena on lisätä informaatiota sähköalan asiantuntijoille vähähiilisestä rakentamisesta.

1.1 Tutkimuksen taustaa ja merkitys

Vähähiilisen rakentamisen suunnittelu ja toteuttaminen on varsin uutta sähköisen talotekniikan puolella ja tutkittua kirjallista materiaalia aiheesta löytyy vähän. Vuoden 2025 alussa voimaan tulevassa rakentamislaiissa veloitetaan tekemään rakennusten ilmastaselvitys (Rakentamislaki 21.4.2023/751). Rakennusten energiatehokkuusdirektiivissä mainitaan, että vuoteen 2030 mennessä rakennusten koko elinkaaren hiilijalanjälki tulisi raportoida. Sähköisessä talotekniikassa on ajankohtaista pohtia materiaalien ekologisempaa käyttöä ja energiatehokkaiden laitteiden hyödyntämistä. Suunnitteluvaiheessa vähähiilisiä vaihtoehtoja olisi hyvä tarjota asiakkaille. (Direktiivi 2024/1275/EU.)

1.2 Tavoite ja tutkimuskysymykset

Opinnäytetyön tavoitteena ajantasaistaa tietoa vähähiilisestä rakentamisesta sähköalalla toimiville sekä muuten asiasta kiinnostuneille. Opinnäytetyön tulosten pohjalta on tavoitteena tehdä ST-kortti Sähkötieto ry:lle ja Sähköinfo oy:lle. ST-kortin tarkoitus on jakaa tietoa vähähiilisestä rakentamisesta sekä niiden käsitteistä sähköalan ammattilaisille. Työssä tarkastellaan myös hiilikädenjäljen hyödyntämistä. Opinnäytetyössä ei käsitellä infra, rakentamis- tai LVI-puolen vähähiilisyttä, tuotteiden CO₂-päästöjen tutkimista eikä laskentaa.

Työn tarkoituksena on vastata seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

1. Millaista terminologiaa käytetään hiilipäästöjen määrittelyssä?
2. Miten hiilipäästöihin pyritään vaikuttamaan rakentamisessa?
3. Mitä tulee ottaa huomioon sähkösuunnittelun osalta?

1.3 Tutkimusmenetelmät

Työn tutkimusmenetelmänä käytetään teoreettista tarkastelua. Työssä on käytetty Tampereen ammattikorkeakoulun kirjaston aineistoja, Andorin, Scholarin tiedonhakukoneita, internettiä, Green Building Council Finland ry:n ja Rakennustieto oy:n järjestämiä koulutuksia. Opinnäytetyön teossa on hyödynnetty myös A-Insinöörit oy:n sisäistä tietoa sekä haastatteluja. Uudistuva rakentamislaki on pohjana opinnäytetyölle.

2 KÄSITTEET

Uudistuva rakentamislaki (21.4.2023/751) sisältää ilmastaselvityksen. Se astuu voimaan 01.01.2025. Ilmastaselvitys sisältää hiilijalanjäljen sekä hiilikädenjäljen arvioinnin. Tämän luvun alla on avattu vähähiilisyteen liittyviä termejä. (Rakentamislaki 21.4.2023/751.)

2.1 Hiilijalanjälki

Hiilijalanjälki voidaan laskea esimerkiksi yritykselle, investoinnille, tuotteelle tai rakennukselle. Hiilijalanjälki kuvaa rakennuksen aiheuttamaa ilmastovaikutusta koko rakennuksen elinkaaren aikana. Hiilijalanjälkeä määritettäessä tulee ottaa huomioon kokonaisuuteen liittyvät välittömät ja välilliset päästöt rakennuksen elinkaaren aikana. Taulukossa 1 on lueteltu hiilijalanjälkeen liittyviä standardeja. (OpenCO2net oy.)

TAULUKKO 1. Hiilijalanjälkeen liittyvät standardit (Tiainen, M. 2024, muokattu).

HIILIJALANJÄLKI	
Arvioinnin yleiset reunaehdot	EN 15643, EN ISO 14067
Rakennuksen hiilijalanjälki	EN 15978
Rakennustuotteiden hiilijalanjälki	EN 15804

Hiilijalanjäljen arviointiin liittyvässä tarkastelussa on hyödynnettävissä useita eurooppalaisia ja kansainvälisiä standardeja. Näihin lukeutuvat EN 15978, joka ohjaa rakennusten ympäristövaikutusten laskentaa. Standardi EN 15804 keskittyy rakennustuotteiden ympäristöselosteiden laadintaprosessiin. Näiden standardien avulla voidaan tuottaa vertailukelpoisia ja luotettavia arvioita rakennusten ja niiden materiaalien ympäristövaikutuksia.

2.2 Hiilikädenjälki

Hiilikädenjälki keskittyy hillitsemään positiivisesti ilmastonmuutosta, toisinkuin negatiivisiin ilmastovaikutuksiin keskittyvä hiilijalanjälki. Oman hiilijalanjäljen pienentäminen ei kasvata yrityksen hiilikädenjälkeä. Hiilikädenjäljellä tarkoitetaan esimerkiksi sitä, että A yritys tarjoaa hiilijalanjälkeä pienentävää ratkaisua B yritykselle. Tällä tarkoitetaan muun muassa energia- tai materiaalitehokkuuden parantamista tai fossiilisten polttoaineiden korvaamista uusiutuvilla. Näin saadaan aikaiseksi hiilikädenjälki. (Siitonen, S. 2020.)

Tuotteen hiilijalanjälki määritellään yksiselitteisesti, mutta tuotteen hiilikädenjäljen laskenta voi olla erilainen eri tilanteissa. Tuotetta on verrattava jokaisessa tapauksessa vallitsevaan vertailukohtaan (baseline). Hiilikädenjälki määräytyy tämän baselinen ja edistyneemmän ratkaisun pohjalta. (OpenCO2net oy.)

Jos yritys haluaa vaikuttaa merkittävästi oman tuotannon kasvattamiseen ja sen kehitysmahdollisuuksiin, yrityksen tulisi ottaa huomioon oman hiilijalanjäljen pienentäminen tai myös positiivisen hiilikädenjäljen kasvattaminen. Nämä seikat täytyy huomioida, kun yritys pohtii ratkaisuja, miten pienentää omia hiilijalanjälkiä hankittavien tuotteiden tai palveluiden avulla. (Siitonen, S. 2020.)

Taulukossa 2 on lueteltu hiilikädenjälkeen liittyviä standardeja.

TAULUKKO 2. Hiilikädenjälkeen liittyvät standardit (Tiainen, M. 2024, muokattu).

HIILIKÄDENJÄLKI	
Uudelleenkäyttö, kierrätys ja energiahyödyntäminen	EN 15804, EN 15978 ja EN 15643
Ylimääräinen uusiutuva energia	EN 15978, EN 15643
Rakennustuotteiden eloperäinen hiilivarastot	EN ISO 14607, EN 16449
Rakennustuotteiden tekninen hiilivarasto	EN ISO 14067
Sementtipohjaisten tuotteiden karbonatisoituminen	EN 16767

Positiivisen hiilikädenjäljen kasvattaminen perustuu vahvasti yrityksen omiin prosesseihin, innovaatiotoimintaan ja tuotekehitykseen. Päästövähennystoimia arvioidaan usein kustannustehokkuuden näkökulmasta, kun taas asiakkaille tarjotaan uusia innovatiivisia ilmaston kannalta parempia tuotteita sekä vahvistetaan kilpailuetuja. Kun lasketaan hiilijalanjälkeä ja hiilikädenjälkeä laskenta täytyy tehdä kummankin osalta erikseen. Tuloksia ei saa sekoittaa keskenään. (Siitonen, S. 2020.)

2.3 Ympäristökädenjälki

Ympäristökädenjälki kattaa laajemmin erilaisia ympäristövaikutuksia suhteessa hiilikädenjälkeen. Näitä vaikutuksia ovat ilmanlaatu, ravinteet, resurssit ja vesi. Ympäristökädenjäljellä pystytään esittämään vaihtoehtoisia ratkaisuja, joiden avulla saadaan asiakkaan ympäristöjalanjälki pienemmäksi. Ympäristökädenjäljen arviointi soveltuu tuotteiden lisäksi yrityksille sekä hankkeille. (Hiilikädenjäljestä tuli ympäristökädenjälki – VTT ja LUT kehittivät positiivisten ympäristövaikutusten mittarin ympäristötekojen tueksi, 2021.)

2.4 Hiilineutraalius ja hiilinielu

Hiilineutraaliudella tarkoitetaan sitä, että tuotetaan vain sen verran hiilidioksidipäästöjä kuin niitä pystytään sitomaan. Niitä kulkeutuu ilmakehään korkeintaan saman verran kuin niitä pystytään sitomaan ilmakehästä hiilinieluihin. Jotta päästäisiin nollapäästöihin, on maailman kaikki kasvihuonekaasupäästöt kyettävä ottamaan talteen. (Mitä hiilineutraalius tarkoittaa ja miten se saavutetaan 2050 mennessä. 2019.)

Hiilinielu sitoo enemmän hiilidioksidia kuin päästää sitä ilmakehään. Tärkeimmiksi hiilinieluiksi luetellaan luonnon omat hiilinielut, joita ovat maaperä, metsät ja valtameret. Niiden arvioidaan sitovan 9,5–11 gigatonnia hiilidioksidia vuosittain. Maapallon yhteenlasketut hiilidioksidipäästöt puolestaan olivat noin 36 gigatonnia vuonna 2020. (Mitä hiilineutraalius tarkoittaa ja miten se saavutetaan 2050 mennessä. 2019.)

2.5 EPD (Environmental Product Declaration) eli ympäristöseloste

Ympäristötuoteseloste (EPD) tarjoaa elinkaariarvioinnin (LCA) yhteenvedon tuotteen ympäristövaikutuksista, kun se on laskettu ja riippumattomasti varmennettu sen koko elinkaaren aikana. Hiilijalanjätkilaskennassa käytetään EPD-ympäristötuoteselosteesta saatavaa GWP-total-arvoa. EPD:ssä esitetään myös kategoriat, joihin sisältyy luonnonvarojen käyttö, jätteen määrä sekä resurssien hyötykäyttö. (One Click LCA. 2020.)

Tuotteiden ympäristötuoteselosteet pitävät sisällään uusiutuvan energian ja uusiutuvan materiaalin käytön. Selosteen laadinta perustuu kansainvälisiin tai eurooppalaisiin standardeihin riippuen siitä, missä tuote on markkinoilla. (One Click LCA. 2020.)

Ympäristötuoteselosteen tekoprosessiin osallistuvat laskija, kolmannen osapuolen varmentaja sekä julkaisija. LCA:n avulla voidaan arvioida tuotteen vaikutusta ympäristöön sen koko elinkaaren aikana. Se ottaa huomioon kaikki vaiheet materiaalin louhinnasta tuotteen valmistukseen ja sen käyttöön loppuun. Ympäristötuoteselosteet ovat yleensä voimassa viisi vuotta. (One Click LCA. 2020.)

2.6 Kansallinen päästötietokanta

Vähähiilistä rakentamista aletaan ohjata lainsäädännöllä viimeistään 2025 mennessä. Uudistuvassa rakentamislaissa (21.4.2023/751) rakennusluvan saamisen edellytyksenä on ilmastaselvityksen laatiminen. Ilmastaselvityksen laskennassa on mahdollista käyttää kansallisen päästötietokannan geneerisiä tietoja tai vaihtoehtoisesti tuotteiden EPD-ympäristöselosteita. (Hiilineutraalisuomi.fi. 2021.) Kansallinen päästötietokanta (CO2data) mahdollistaa säädösohjauksen, jota tullaan käyttämään vähähiilisessä rakentamisessa.

Suomi ja Ruotsi ovat yhdessä useiden erialojen asiantuntijoiden kanssa kehittäneet ilmaisen päästötietokannan. Pohjoismaiden yhteisellä kehitystyöllä on ollut tarkoitus harmonisoida ja helpottaa rakentamisen liiketoimintaa pohjoismaiden välillä. Kansallista päästötietokantaa tulevat käyttämään pääasiassa erialojen

suunnittelijat, rakennusliikkeet, rakentamisen ympäristökonsultit, tutkijat, kustannuslaskijat, tuotevalmistajat sekä hankejohto. (Hiilineutraalisuomi.fi.2021.)

Tietokanta sisältää tärkeimmät geneeriset rakennustuotteet, palvelut sekä prosessit. Sieltä ei kuitenkaan löydy jokaista mahdollista tuotetta. Tietokantaan tuodaan ainoastaan yleisluontoisia eli geneerisiä tuotetietoja.

Kun lasketaan geneerisillä tuotetiedoilla, on tarkoitus parantaa eri toimijoiden laskelmien yhdenmukaisuutta ja vähentää laskelmien tarkoituksenhakuisuutta. Laskentaa varten tulisi valita kansallisesta tietokannasta seuraavat tiedot: GWP A1–A3, konservatiivinen arvo, GWP C3, hiilikädenjälki ja hukkakerroin. Tietokantaa tullaan päivittämään vähintään kerran vuodessa saadun palautteen mukaan. (Hiilineutraalisuomi.fi. 2021.)

Rakentamislain 15 § mukaan päästötietokantaan on sisällytettävä rakennuksen ja rakennuspaikan yleisluontoiset tiedot, joita tarvitaan vähähiilisyiden arvioinnissa, ja jotka liittyvät hiilijalanjälkeen sekä hiilikädenjälkeen. (Rakentamislaki 21.4.2023/751.)

Tietokannasta löytyy seuraavat tiedot:

- Rakennustuotteiden hiilijalanjälki
- Rakennustuotteiden hiilikädenjälki
- Rakennustuotteiden kierrätyksen ja hyödyntämisen skenaariot elinkaaren lopussa
- Hukkaprocentit työmaalla
- Usein vaihdettavien tuotteiden tekniset käyttöiät
- Kuljetuksien päästötiedot
- Rakentamisen päästötiedot
- Eri energiamuotojen päästötiedot ja niiden hiilijalanjäljen kehityksen skenaariot tuleville vuosikymmenille
- Jätteenkäsittelyn päästötiedot

3 RAKENTAMISEN HIILIPÄÄSTÖJEN SÄÄNTELY JA OHJAUS

Uudistuva rakentamislaki (21.4.2023/751) tuo mukanaan ilmastaselvitysvelvollisuuden uudisrakentamiseen ja rakentamislupaa edellyttäviin laajamittaisesti korjattaviin rakennuksiin. Korjaussarjassa tullaan poistamaan ilmastaselvitysvelvollisuus korjattavilta rakennuksilta. Laki astuu voimaan 1.1.2025 ja sen korjaussarjan on tarkoitus astua voimaan 1.1.2026. Kuviossa 1 on esitetty kohteet, joihin ilmastaselvitys tulee tehdä. Uudistuvan rakentamislain pykälän 38 § mukaan rakentamishankkeeseen ryhtyvän huolehtimisvelvoitteeseen kuuluu ilmastaselvityksen tekeminen. (Tiainen, M. 2024.)

ILMASTOSELVITYS JA RAJA-ARVO	EI ILMASTOSELVITYSTÄ EIKÄ RAJA-ARVOA
<ul style="list-style-type: none"> - Rivitalot - Kerrostalot - Liikerakennukset - Toimistorakennukset - Hoitoalan rakennukset - Kokoontumisrakennukset (pl. Uskonnolliset rakennukset) - Opetusrakennukset - Varastorakennukset, liikenteen rakennukset, uimahallit sekä jäähallit joiden lämmitetty nettoala on yli 1000 m² 	<ul style="list-style-type: none"> - Teollisuuden ja kaivannaistoiminnan rakennukset - Yhdyskuntatekniikan rakennukset - Energianhuoltorakennukset - Varastorakennukset - Maatalousrakennukset ja eläinsuojat - Muut rakennukset - Tieto- ja viestintätekniikan rakennukset - Uskonnollisten yhteisöjen rakennukset - Erillispientalot - Paritalot - Ketjutalot - Ympärivuotiset vapaa-ajan rakennukset - Osavuotiset vapaa-ajan rakennukset - Ammatillisen kaluston huoltorakennukset - Kulkuneuvojen katokset - Varastokatokset - Väestönsuojat - Alle 2000 m² päivittäistavarakaupan yksiköt - Alle 50 m² rakennukset - Erilliset rakenteet - Laajamittaisesti korjattavat lupaa vaativat rakennukset - Lämmittämättömät varastot - Suojellut rakennukset - Väliaikaiset rakennukset - Korjausrakentaminen - Laajennukset - Pelastustoimen rakennukset

KUVIO 1. Ilmastaselvitykset on tehtävä seuraaviin kohteisiin (Tiainen, M. 2024, muokattu).

Uusi rakennus ei saa ylittää käyttötarkoituusluokkaan säädettyä hiilijalanjäljen raja-arvoa. Sitä ei ole määritelty hiilikädenjäljelle uudistuvassa rakentamislaisissa. (Rakentamislaki 21.4.2023/751.) Ilmastaselvitykseen sisältyvän hiilijalanjäljen ja -kädenjäljen arvioinnissa on käytettävä rakennuksen vähähiilisyyden arviointimenetelmää.

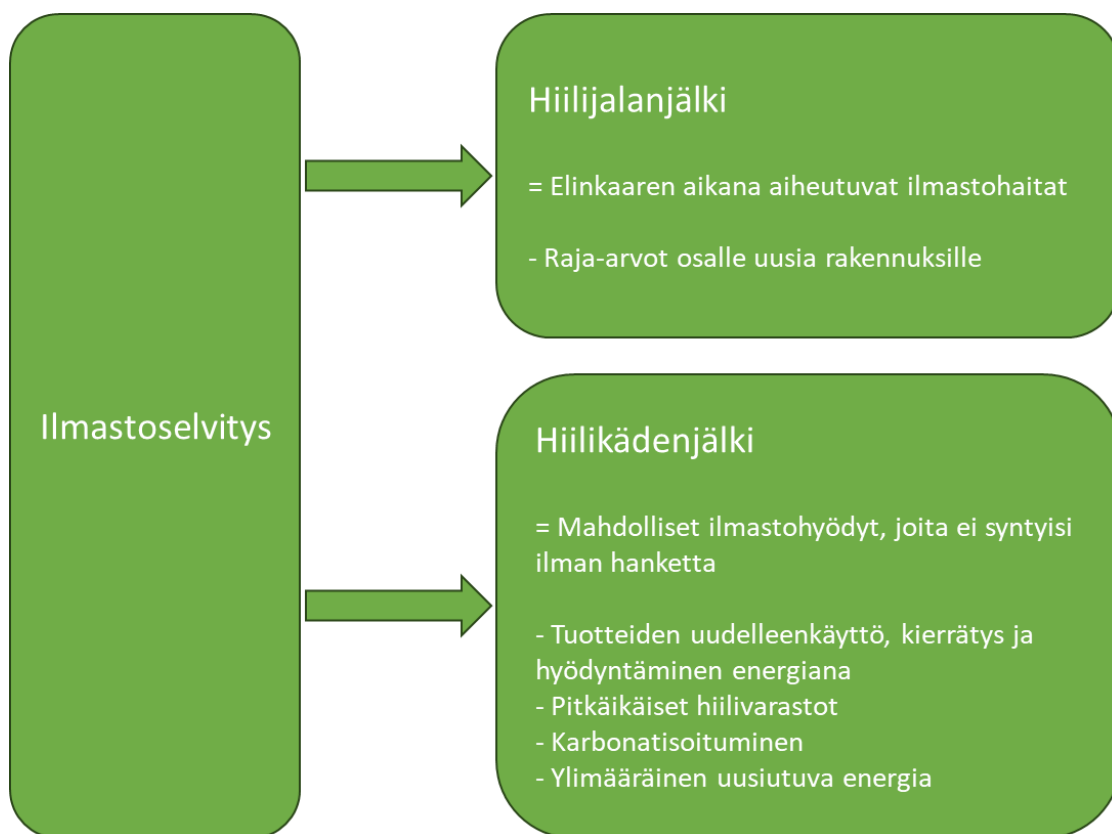
Ilmastaselvitys laaditaan osana loppukatselmusta päivitetyn rakennustuoteluettelon mukaan. Ilmastaselvityksen tulee sisältää vähintään kuviossa 2 olevat tiedot. Selvityksen tulee olla koneluettavassa muodossa. Jos rakennukselle vaaditaan hiilijalanjäljen raja-arvo, tulee rakennukselle tehdä myös ilmastaselvitys sekä pääpiirustustasoinen rakennustuoteluettelo. Tällä hetkellä uudistuvassa rakentamislaisissa ole ilmastaselvityksen tekijälle määritelty pätevyysvaatimuksia. Asia on kuitenkin tiedostettu, mutta pätevyysvaatimuksista ei ole tehty päätöksiä. (Ympäristöministeriön asetusluonnos rakennuksen ilmastaselvityksestä ja rakennustuoteluettelosta. 2024, 9, muokattu.)

ILMASTOSELVITYKSEN SISÄLTÖ

- Pysyvä rakennustunnus
- Rakennuksen käyttötarkoituusluokka tai -luokat
- Uuden rakennuksen lämmitetty nettoala
- Rakennuspaikan pinta-ala
- Vähähiilisyyden arvioinnin tulokset erikseen kullekin käyttötarkoituusluokalle sekä niiden summana yhteenlaskettuna
- Rakennuksen suunniteltu käyttäjämäärä
- Rakennuksen laskennallinen ostoenergian kulutus
- Arviointiin sisältyvien kantavien rakenteiden pääasiallinen rakennusmateriaali
- Rakennuksen tavoitteellinen käyttöikä
- Arvioinnissa käytetyt laskentaohjelmistot
- Ilmastaselvityksen päiväys
- Selvityksen laatijan nimi

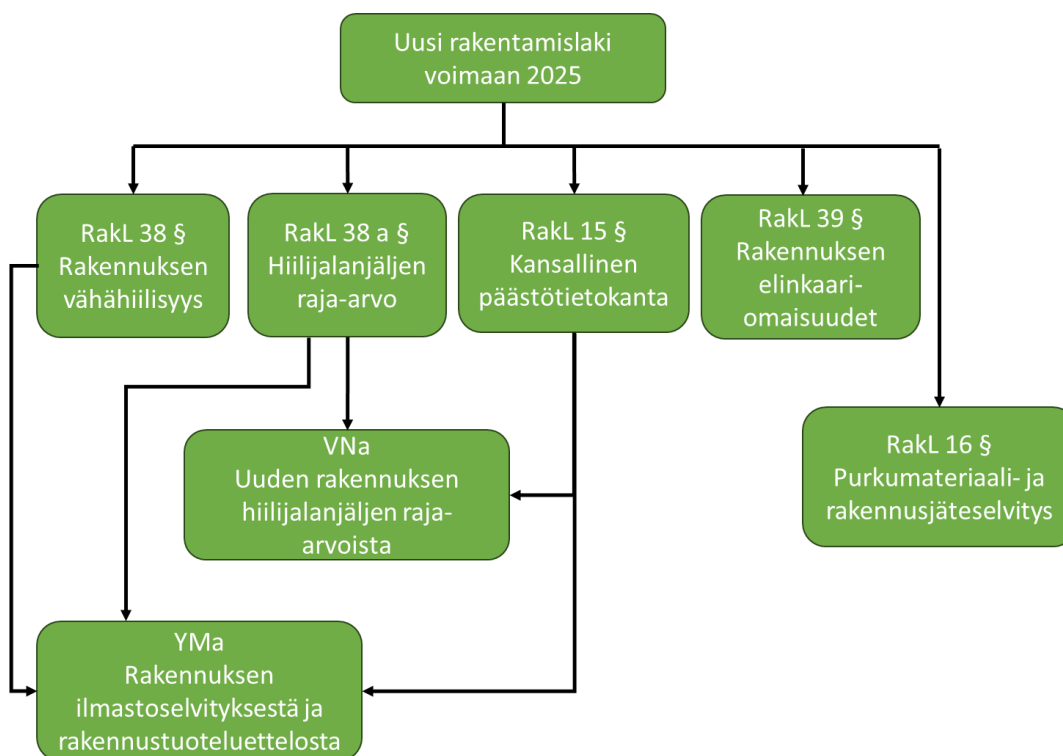
KUVIO 2. Ilmastaselvitykseen on sisällytettävä seuraavat tiedot (Ympäristöministeriön asetusluonnos rakennuksen ilmastaselvityksestä ja rakennustuoteluettelosta. 2024, 9, muokattu).

Ilmastaselvityksessä arvioidaan erikseen hiilijalanjälki sekä hiilikädenjälki. Ilmastaselvityksen, hiilijalanjäljen sekä hiilikädenjäljen eroja havainnollistetaan kuviossa 3. Vähähiilisyyden arviointijaksona käytetään rakentamisen jälkeiset ensimmäiset 50 vuotta (Ympäristöministeriön asetusluonnos rakennuksen ilmastaselvityksestä ja rakennustuoteluettelosta. 2024, 2). Vähähiilisyyttä arvioidaan uusissa sekä laajasti saneerattavissa rakennuskohteissa. Rakentamislain korjaussarja tulee poistamaan saneerauskohteiden ilmastaselvitys vaatimuksen.



KUVIO 3. Hiilijalanjäljen ja hiilikädenjäljen eroavaisuuksia Vähähiilisen rakentamisen vuosiseminaarissa 2024 (Tiainen, M. 2024, muokattu).

Luotettavuuden ja yhdenmukaisuuden varmistamiseksi arvioinnissa olisi käytettävä kansallisen päästötietokannan tietoja tai muita arviointimenetelmän mukaisia tietoja. Ilmastoselvityksessä olevat tiedot päivitetään rakennushankkeen loppulla vastaamaan todellista tilannetta. Mikäli kohteen loppukatselmuksessa havaitaan, ettei raja-arvoja ilmastoselvityksessä tulla alittamaan, voidaan pienet poikkeamat hyväksyä. Poikkeamislupaa on myös mahdollista hakea. Vähähiiliseen rakentamiseen liittyy kuviossa 4 olevat lain kohdat. (Tiainen, M. 2024.)



KUVIO 4. Uuteen rakentamislakiin liittyvät lait (Tiainen, M. 2024, muokattu), (Tuominen, T-L., Viitala, A. 2023).

Rakennustuoteluettelo laaditaan pääpiirustustasoisena rakennuslupaa varten. Rakennustuoteluettelo sisältää rakennusosat, osien materiaalit sekä materiaalien alkuperän. Rakennustuoteluettelo päivitetään ennen rakennuksen käyttöönottoa rakennuksessa käytetyillä rakennustuotteilla. Poikkeusoloissa, joissa on niukkuutta rakennusmateriaaleista, voidaan rajoittaa rakennuslupien saantia rakennustuoteluetteloitten avulla. (Tiainen, M. 2024.)

3.1 Laskentamenetelmät

Laskentamenetelmät perustuvat LCA-standardiin EN 15978. Vähähiilisyysarvioinnissa käytetään kansallista päästötietokantaa tai ympäristöominaisuustietoja esimerkiksi (EN 15804 + A2 mukaisia päästötietoja). Laskennassa käytetään mittayksikkönä (kgCO₂e), jota kutsutaan hiilidioksidiekvivalenteiksi kilogrammoina. Hiilijalanjälkeä ja hiilikädenjälkeä ei saa laskea yhteen. (Tiainen, M. 2024.) Hiilijalanjälki- ja hiilikädenjälkilaskennassa käytetään esimerkiksi seuraavien toimijoiden menetelmiä:

- EU Level(s) on Euroopan komission laatima menetelmä rakentamisen resurssitehokkuuden mittaamiseen. Elinkaaren hiilijalanjälki on yksi arvioitavista mittareista. Tällä järjestelmällä ei pyritä syrjäyttämään markkinoilla olevia luokitusjärjestelmiä, vaan luomaan yhteinen harmonisoitu järjestelmäpohja. (Tuominen T-L. Viitala, A.)
- Ympäristöministeriön arviointimenetelmä on erityisesti Suomen oloihin kehitetty arviointimenetelmä. Menetelmää tullaan todennäköisesti käyttämään ilmastaselvityksen laadinnassa. Testausjakson aikana menetelmää on käytetty uudisrakennusten ja laajamittaisten korjausten hiilijalanjäljen ja hiilikädenjäljen arviointiin. Päivitykset ovat vielä mahdollisia. (Tuominen T-L. Viitala, A.)
- Green Building Council Finlandin on julkaissut vuoden 2013 ohjeistuksen rakennusten ympäristösuorituskyvyn mittaamiseen suunnittelu- ja käyttövaiheissa. Mittariston elinkaaren hiilijalanjälki -menetelmää on käytetty RTS-ympäristöluokituksen mukaisessa hiilijalanjälkilaskennassa. (Tuominen T-L. Viitala, A.)

Laskelmissa voidaan hyödyntää hyväksytyllä laskentamenetelmällä tuotettuja tietoja ja todistuksia. Näitä ovat esimerkiksi tuotevalmistajien omat ympäristöselosteet (EPD), PEP Ecopassportit tai vaihtoehtoisesti Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) ylläpitämästä rakentamisen päästötietokannasta (CO2data.fi), josta löytyvät päästötiedot. (Tuominen T-L. Viitala, A.)

Kansallinen päästötietokanta sisältää muun muassa Suomessa yleisesti käytettyjen rakennustuotteiden tyypillisiä keskiarvoisia päästötietoja. Tietokannassa on ilmoitettu tyypillisen päästötiedon lisäksi jokaiselle tuotteelle niin sanottu konservatiivinen arvo, joka on 20 prosenttia korkeampi verrattuna tyypilliseen arvoon. Ympäristöministeriön rakennuksen vähähiilisyden arviointimenetelmässä käytetään konservatiivista arvoa, kun ei tiedetä, mitä tuotetta tullaan käyttämään tai jos tälle tuotteelle ei löydy EPD-ympäristöselostetta. (Tuominen T-L. Viitala, A.)

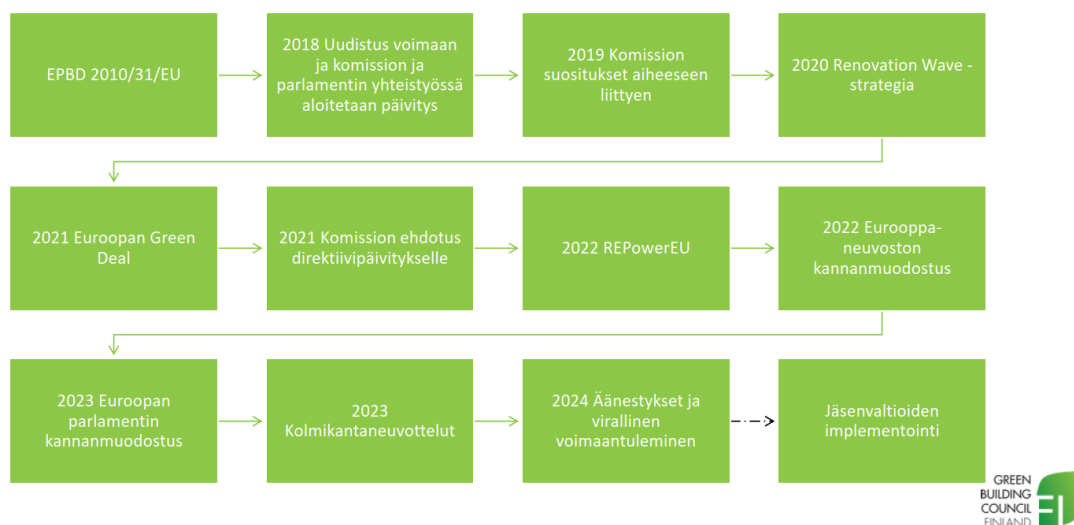
Kun tiedetään, mitä rakennustuotetta rakennuskohteessa aiotaan käyttää sekä EPD-ympäristöseloste löytyy kyseiselle tuotteelle, voidaan rakennuksen vähähiilisyden arvioinnissa käyttää selosteesta löytyviä tietoja. Tällä tavalla laskennalliset päästöt ovat yleensä alhaisemmat, koska EPD-ympäristöselosteen päästötiedot ovat tuotekohtaisia, tarkempia eivätkä sisällä 20 prosentin konservatiivisuuserroa. (Lindqvist, E. 2023.)

Rakennustuotteiden päästötietojen lisäksi kansallisessa päästötietokannasta (CO2data.fi) löytyy rakentamisen palveluiden ja prosessien sekä järjestelmien päästötietoja. Toistaiseksi kansallinen päästötietokanta on vielä puutteellinen, mutta sitä kehitetään koko ajan, ja uusia tuotteita, palveluita ja järjestelmiä lisätään tietokantaan. Ympäristöselosteiden voimassaoloaika on yleensä viisi vuotta julkaisusta. Standardin EN 15804 + A2 mukaan hiilijalanjälki eli GWP-arvot jaetaan 3 alaryhmään, joista muodostuu hiilijalanjälkilaskennassa käytettävä arvo GWP-total. (Tuominen T-L. Viitala, A.)

3.2 EPBD (Energy Performance of Buildings Directive) eli rakennusten energiatehokkuusdirektiivi

Uusitun rakennusten energiatehokkuusdirektiivi hyväksyttiin Euroopan unionin neuvoston täysistunnossa Brysselissä 12.4.2024, Direktiivi astui voimaan 28.5.2024. Muutokset kansalliseen lainsäädäntöön on tehtävä kesään 2026 mennessä. Kuvioista 5 havaitaan EPBD:n kehityskulku (Rakennusten energiatehokkuusdirektiivin kansallinen toimeenpano käyntiin ennen kesää. 2024.)

EPBD:n kehittäminen



KUVIO 5. EPBD:n uudistuksen kehittämispolku (Tähkänen, M. 2024).

Rakennusten energiatehokkuusdirektiivi on osa EU:n Fit for 55-pakettia. Tavoitteena on vähentää EU:n kasvihuonepäästöjä 55 prosenttia vuoteen 2030 mennessä vuoden 1990 tasoon verrattuna. Direktiivi tuo muutoksia uudis- ja korjausrakentamisen säädöksiin. Direktiivi tarjoaa joustomahdollisuuksia teknisten, toiminnallisten tai taloudellisten ratkaisujen toteutettavuuden perusteella. (Rakennusten energiatehokkuusdirektiivin kansallinen toimeenpano käyntiin ennen kesää. 2024.)

Asevoimien ja keskushallinnon omistamat kansalliseen puolustukseen käytettävät rakennukset voidaan tulevaisuudessa vapauttaa energiatehokkuusvaatimuksista nykyisten vapautettujen rakennusten lisäksi (Rakennusten energiatehokkuusdirektiivin kansallinen toimeenpano käyntiin ennen kesää. 2024).

Direktiivin tavoitteena on saavuttaa päästötön rakennuskanta viimeistään vuonna 2050. Jäsenvaltiot määrittelevät itsenäisesti, mitä uudis- ja korjausrakentamisen osalta päästöttömällä rakennuksella tarkoitetaan. Määrittelyssä otetaan huomioon paikalliset olosuhteet, sisäympäristön laatuvaatimukset ja kustannustehokkuus. (Rakennusten energiatehokkuusdirektiivin kansallinen toimeenpano käyntiin ennen kesää. 2024.)

Direktiivin mukainen päästötön rakennus kuluttaa vähemmän energiaa kuin nykyiset lähes nollaenergiarakennukset. Paikan päällä ei saisi syntyä fossiilisten polttoaineiden päästöjä. Jos rakennuksen käytöstä aiheutuu kasvihuonekaasuja, määrän pitäisi olla hyvin alhainen. (Rakennusten energiatehokkuusdirektiivin kansallinen toimeenpano käyntiin ennen kesää. 2024.)

Direktiivissä on annettu kiinteistöille käyttövaatimuksia, millä tavalla aurinkoenergiaa tulisi hyödyntää. Vuoteen 2026 mennessä uusiin julkisiin ja muihin >250m² rakennuksiin on lisättävä sopiva aurinkoenergiälaitteisto. Vaatimus ei koske asuintaloja. (Jacquemont, B. 2024.)

Vuoteen 2029 mennessä uudet asuinrakennukset ja uudet katetut pysäköintialueet rakennusten vierellä täytyy varustaa sopivilla aurinkoenergiälaitteistoilla. Vuodesta 2027 alkaen julkisten rakennusten sekä muiden yli 500 m² laaja-alaisissa saneeraustöissä, jotka vaativat lupaa, näihin on lisättävä sopiva aurinkoenergiälaitteisto. Vaatimus ei koske asuinrakennuksia. (Jacquemont, B. 2024.)

Direktiivin soveltamisalaan tehdyt lisäykset:

- Rakennusten elinkaaren aikaisen ilmakehän lämmitysvaikutuspotentiaalin (GWP) laskeminen ja raportointi
- Aurinkoenergian käyttövaatimus veloitetaan osissa rakennuksia
- Perusparannuspassi, jonka avulla pystytään saattamaan rakennus päästöttömäksi vuoteen 2050 mennessä
- Kansallinen suunnitelma rakennusten perusparannuksiin

Uudelleen laaditun energiatehokkuusdirektiivin painopisteisiin sisältyy korjauksiin ja saneerauksiin liittyvät energiatehokkuuden parantamiset. Kehyksen käyttöönottoon liittyvät energiatehokkuustodistukset ja perusparannuspassit. Kuviossa 6. on esitetty EPBD:n painopistealueet. Hiilen käytön vähentämällä ajetaan fossiilisten polttoaineiden kannustimien asteittaista poistamista, uusien päästöttömien rakennuksien käyttöönotolla ja aurinkoenergian hyödyntämistä rakennuksissa. (Jacquemont, B. 2024.)

Uudelleen laaditun EPBD:n painopistealueet

<p>PERUSKORJAUS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energiatohokkuuden vähimmäisstandardit • Asuinrakennuskannan asteittaisen peruskorjauksen kansalliset kehityssuunnat • Valtakunnalliset rakennusten peruskorjaussuunnitelmat 	<p>HIILEN KÄYTÖN VÄHENTÄMINEN</p> <ul style="list-style-type: none"> • Uusien päästöttömien rakennuksien käyttöönotto • Aurinkoenergian käyttöönotto rakennuksissa • Koko elinkaaren hiilen laskenta • Fossiilisten polttoaineiden kannustimien asteittainen poistaminen ja uusi oikeusperusta kansallisille kielloille
<p>KEHYKSEN KÄYTTÖÖNOTTO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energiatodistukset • Remonttipassit/perusparannuspassit • Kohteiden kestävä rahoitus sekä energiaköyhyyden välttäminen • Yhden luukun palvelupisteet • Peruskorjausstandardi • Kansalliset energiatehokkuustietokannat 	<p>MODERNISOINTI JA JÄRJESTELMÄINTEGRAATIO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kestävän liikkuvuuden infrastruktuuri • SRI Smart Readiness Indicator tarkoituksena on tarjota yleiskuva rakennuksen energiatehokkuuden parantamismahdollisuuksista • Sisäilman laatuun tulee kiinnittää huomiota ilmanvaihdon sekä muiden taloteknisten järjestelmien avulla • Digitalisointi ja kansalliset tietokannat

KUVIO 6. Uudelleen laaditun EPBD:n painopistealueet (Jacquemont, B. 2024, muokattu).

Modernisointi ja järjestelmäintegraatiossa keskitytään kestävän liikkuvuuden infrastruktuuriin, älykkääseen automaatioon kiinteistöissä, sisäilman laatuun ja digitalisointiin ja kansallisiin tietokantoihin. (Jacquemont, B. 2024.)

3.3 Perusparannuspassi

Uudelleenlaaditun rakennusten energiatehokkuusdirektiivi artiklan 12 mukaan jäsenvaltioiden on otettava perusparannuspassijärjestelmä käyttöön viimeistään 29.5.2026. Tämä perustuu liitteessä VIII vahvistettuun yhteiseen kehykseen. (Direktiivi 2024/1275/EU.)

Perusparannuspassin tarkoituksena on saada rakennus muutetuksi päästöttömäksi ennen vuotta 2050. Jäsenvaltioiden on pyrittävä tarjoamaan digitaalinen työkalu, jonka avulla perusparannuspassi pystytään laatimaan ja päivittämään. Perusparannuspassia varten tulee luoda kansallinen tietokanta 22 artiklan mukaisesti, johon perusparannuspassi voidaan tarvittaessa ladata. Perusparannuspassi tallennetaan rakennuksen digitaaliseen lokikirjaan. (Direktiivi 2024/1275/EU.)

Perusparannuspassijärjestelmän täytyy olla rakennusten ja rakennuksen osien omistajien vapaaehtoisesti käyttöön otettavissa. Jäsenvaltiot voivat itse päättää sen pakollisuudesta. Perusparannuspassin tulisi olla kohtuuhintainen. Jäsenvaltioiden on myös harkittava perusparannusten mahdollisista tuista kotitalouksille, jotka ovat taloudellisesti heikommassa asemassa. (Direktiivi 2024/1275/EU.)

Jäsenvaltio voi sallia perusparannuspassin laatimisen energiatehokkuustodistuksen myöntämisen yhteydessä. Kun asiantuntija on käynyt kiinteistöllä, pätevöitynyt -tai sertifioitu asiantuntija antaa perusparannuspassin digitaalisessa muodossa, joka voidaan tulostaa. (Direktiivi 2024/1275/EU.)

3.4 EU-taksonomia ja rakentamisen vihreä rahoitus

Vähähiilisen rakentamisen ja vihreän siirtymän edistäminen edellyttävät selkeitä periaatteita ja rahoitusmekanismeja, jotka tukevat ilmastotavoitteita. Euroopan unioni on asettanut tavoitteeksi olla hiilineutraali vuoteen 2050 mennessä. Tämä luo kehyksen, jonka avulla rakennusala ja siihen liittyviä investointeja voidaan ohjata kestävään kehitykseen. EU-taksonomia ja vihreän rahoituksen järjestelmät, kuten päästökompensaatio, toimivat olennaisina työkaluina siirryttäessä kohti hiilineutraaleja ratkaisuja. (EU taxonomy for sustainable activities.)

EU-taksonomia toimii yhteisenä luokittelujärjestelmänä, jonka avulla taloudellisia toimijoita voidaan ohjata kohti ympäristön kannalta kestäviä hankkeita. Tämä takaa sijoittajille ja rahoittajille varmuuden siitä, että heidän kohteensa täyttävät tietyt kestävyyskriteerit, ja samalla ehkäisee viherpesua. Rakentamisen sektorilla tämä tarkoittaa muun muassa vähähiilisten materiaalien käyttöä, energiatehokkuuden optimointia ja rakennuksen koko elinkaaren aikana syntyvien päästöjen vähentämistä. (EU taxonomy for sustainable activities.)

Päästökompensaatio täydentää vihreää rahoitusta mahdollistamalla päästöjen tasapainottamisen hankkimalla päästövähennysyksiköitä. Tämä on erityisen tärkeää niille toiminnoille, jotka eivät pysty suoraan vähentämään päästöjään riittävästi, mutta haluavat silti saavuttaa ilmastotavoitteet. (Niemistö, J., Seppälä, J., Karvonen, J., Soimakallio, S. 12/2021.)

3.4.1 EU-taksonomia

EU-taksonomia on olennainen osa Euroopan unionin strategiaa, jonka avulla pyritään saavuttamaan hiilineutraalius vuoteen 2050 mennessä. Taksonomia tarjoaa yhteisen luokittelujärjestelmän, jonka tarkoituksena on auttaa suuntaamaan investointeja kestäviin hankkeisiin sekä toimiin vihreän siirtymän osalta. (EU taxonomy for sustainable activities.)

Taksonomia-asetus (2023/2486) astui voimaan 12.7.2020. Se luo EU-taksonomian perustan asettamalla neljä yleistä ehtoa, jotka taloudellisen toiminnan on täytettävä, jotta se voidaan luokitella ympäristön kannalta kestäväksi. Komission tuli laatia luettelo todellisista toimista ympäristön kannalta kestävästä toimista. Ympäristötavoitteelle tuli luoda tekniset arviointiperusteet delegoiduilla säädöksillä ja täytäntöönpanosäädöksillä. (EU taxonomy for sustainable activities.)

EU:n taksonomia mahdollistaa rahoitusalan ja muiden yritysten yhteisen määritelmän taloudellisesta toiminnasta. Asetusta voidaan pitää ympäristön kannalta kestäväenä päätöksenä. Näin sillä on tärkeä rooli, kun EU saadaan lisäämään kestäviä investointeja, luomaan turvallisuutta sijoittajille, suojelemaan yksityisiä sijoittajia viherpesulta sekä auttamaan yrityksiä ilmastoystävällisemmiksi ja vähentämään markkinoiden pirstoutumista. (EU taxonomy for sustainable activities.)

3.4.2 Päästökompensaatio

Päästökompensaatiotoiminta jakautuu kahteen päätyyppiin: säädeltyihin eli regulatiivisiin päästömarkkinoihin, jotka perustuvat kansainvälisiin sopimuksiin ja niiden asettamiin velvoitteisiin, sekä vapaaehtoiisiin päästökompensaatiomarkkinoihin. Vapaaehtoisilla päästökompensaatiomarkkinoilla kuka tahansa toimija, kuten kunta, yritys, järjestö tai yksittäinen kuluttaja, voi kompensoida toimintansa aiheuttamia kasvihuonekaasupäästöjä ostamalla päästövähennysyksiköitä. (Niemistö, J. ym. 12/2021.)

Tämä tarkoittaa, että päästöjen hyvittäminen tavoitteleva toimija hankkii päästövähennysyksiköitä ulkopuoliselta taholta, joka toteuttaa päästövähennykset toimijan puolesta. Ilmaston kannalta päästöjen vähennysten tai nielunlisäysten sijainnilla ei ole merkitystä. Kompensoinnissa käytettävät päästövähennykset voivat tapahtua missä tahansa eri puolilla maailmaa. Kompensointimarkkinoilla käydään kauppaa päästövähennysyksiköillä tai päästövähennyshyvityksillä. (Niemistö, J. ym. 12/2021.)

Tunnetuimpia päästökompensaatiostandardeja kehittäviä organisaatioita ovat voittoa tavoittelemattomat amerikkalainen Verra, World Wildlife Fundin (WWF) sekä muiden hyväntekeväisyysjärjestöjen perustama Gold Standard (GS), American Carbon Registry (ACR) ja Climate Action Reserve (CAR). (Niemistö, J. ym. 12/2021.)

Nämä neljä toimijaa ovat saavuttaneet mainetta luotettavina standardeina, joiden kautta tuotettuja päästövähennysyksiköitä hyväksytään kansainvälisesti esimerkiksi ICROAn jäsenorganisaatioissa, jotka edustavat hiilidioksidipäästöjen vähentämisen ja kompensoinnin toimialaa, sekä lentoliikenteen päästöjen kompensointijärjestelmä CORSIAssa. (Niemistö, J. ym. 12/2021.)

3.5 Vähähiilisen rakentamisen ohjauksen työkalut

Hiilijalanjalan ohjauksen lähtökohtana on, että jokaisessa rakennushankkeen vaiheessa tunnistetaan keskeiset hiilijalanjalan minimoimista edistävät tekijät. Hankkeen hiilijalanjalan vaikuttavimmat päätökset tehdään hankesuunnittelu- ehdotus- ja yleissuunnitteluvaiheissa. (Level(s) -rakennusten resurssitehokkuuden yhteiset EU-mittarit.)

Hankkeen vaikuttavimmat valinnat on hyvä tiedostaa heti hankkeen alkuvaiheilla. Rakentamisen hiilijalanjalan voidaan ohjata myös erilaisten ympäristöluokitus työkalujen avulla. Näitä työkaluja on esimerkiksi RTS-ympäristöluokitus, Joutsenmerkki, brittiläinen BREEAM-ympäristötyökalu sekä yhdysvaltalainen LEED (Ahvenniemi, H & Jäätvuori, L. A-Insinöörit, s.13.) Tämän lisäksi EU:ssa on kehitetty Level(s) -menetelmä, jonka avulla saadaan luotua yhteinen pohja rakentamisen

resurssitehokkuuden ja ekologisuuden mittareille, joita käytetään eri maissa. Menetelmän tarkoituksena on saada edistetyksi kiertotaloutta. (Level(s) -rakennusten resurssitehokkuuden yhteiset EU-mittarit.)

3.5.1 BREEAM

BREEAM, joka on (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) Isossa-Britanniassa vuonna 1990 lanseerattu rakentamisen sertifiointiohjelma. BREEAM perustuu yhteiseen eurooppalaiseen standardiin ja on siten Euroopan laajimmin käytetty kiinteistöjen ympäristötehokkuuden luokitusjärjestelmä. (Awadh, O. 2017.)

Vähimmäistason täyttymistä arvioidaan eri luokissa, joita ovat esimerkiksi projektinjohtaminen, rakennuksen energiakäyttö, sisätilojen ilmastointi ja -valaistus, jätteiden käsittely, maankäyttö ja vaikutukset lähiympäristöön. Haettavan BREEAM-kohteen vaatimukset tarkistaa paikallinen arvioitsija (BREEAM Aessor). Kun paikallinen arvioitsija on antanut lausunnon, BRE (Building Research Establishment) myöntää sertifiointin. (Ympäristöluokitukset. n.d.), (Awadh, O. 2017.)

BREEAM arviointiasteikko jaetaan viiteen eri luokkaan kokonaispistemäärien mukaan: Pass (hyväksytty) 30 %, Good (hyvä) 45 %, Very Good (erittäin hyvä) 55 %, Excellent (kiitettävä) 70 % ja Outstanding (erinomainen) 85 %. (Awadh, O. 2017.)

3.5.2 Joutsenmerkki

Joutsenmerkki perustettiin vuonna 1989 Pohjoismaisen ministerineuvoston aloitteesta. Kriteeristö Joutsenmerkillä on yhtenevä kaikissa Pohjoismaissa. Tällöin Joutsenmerkki sopi hyvin pohjoismaisiin olosuhteisiin. Joutsenmerkki on suunnattu kuluttajien avuksi. Joutsenmerkki eroaa Breeamista sekä Leedistä siten, että Joutsenmerkki kiinnittää enemmän huomiota kemikaaliturvallisuuteen. Ra-

kentämissä Joutsenmerkkiä on ollut mahdollista hakea vuodesta 2005. Korjausrakentamisen osalta kriteerit astuivat voimaan syksyllä 2017. Suomessa Joutsenmerkin käyttöä valvoo Motiva Services oy. (Huusko, M. 2018.)

Jos rakennuksella on Joutsenmerkki, se on parempi vaihtoehto ympäristölle, ilmastolle sekä rakennuksessa asuville ja sitä käyttäville. Joutsenmerkityn rakennuksen on täytettävä pakolliset vaatimukset rakennuksen koko elinkaaren ajan. Vaatimuksien tarkoituksena on edistää resurssitehokkuutta, ilmastovaikutusten vähentämistä, rakennusten korkeaa laatua, hyvää sisäilmastoa, myrkyttöä kiertotaloutta ja edistää luonnon monimuotoisuuden suojelua. (Uudisrakennukset., Joutsenmerkin kriteerit. 089 Uudisrakennukset versio 4.3. 2024, 5)

Joutsenmerkityn rakennuksen on täytettävä seuraavat asiat:

- Käyttövaiheen energiantarpeen täytyy olla alhainen ja vähintään 10 % (pienempi) parempi kuin lähes nollaenergiarakennukset (nZEB) (Uudisrakennukset. n.d.)
- Arvioidaan kohteen vähähiilisyttä sekä kohteen on saavutettava myöhemmin asetettavat raja-arvot (Uudisrakennukset. n.d.)
- Betonin ilmastovaikutuksia on vähennettävä (Uudisrakennukset. n.d.)
- Hyvälle sisäympäristölle on asetettu tiukat vaatimukset kosteudenhallinnalle, päivänvalolle sekä haitallisille aineille altistuminen tulee minimoida (Joutsenmerkin kriteerit. 089 Uudisrakennukset versio 4.3. 2024, 5)
- On asetettu tiukat vaatimukset terveydelle ja ympäristölle haitallisille aineille ja rakennustuotteille. Tämä koskee kaikkea maaleista ja tiivistysaineista eristeisiin, höyrynsulkuihin ja lattioihin (Joutsenmerkin kriteerit. 089 Uudisrakennukset versio 4.3. 2024, 5)

- Kiertotaloutta edistäviin vaatimuksiin sisältyy materiaalilokin ylläpitäminen rakennusosien jäljitettävyyttä ajatellen. On myös edistettävä rakennusjätteiden uudelleenkäyttöä, kierrätystä sekä muuta uusiokäyttöä (Joutsenmerkin kriteerit. 089 Uudisrakennukset versio 4.3. 2024, 5)
- Rakennuspaikalla on edistettävät luonnon monimuotoisuutta ylläpitävien ja parantavien toimenpiteiden kautta sekä osittain kestävästi hoidetuista metsistä peräisin olevaa sertifioitua rakennuspuuta koskevien vaatimusten kautta (Joutsenmerkin kriteerit. 089 Uudisrakennukset versio 4.3. 2024, 5)
- On asetettu tiukkoja vaatimuksia kosteudenhallintaan sekä urakoitsijan omavalvontaan liittyen (Joutsenmerkin kriteerit. 089 Uudisrakennukset versio 4.3. 2024, 5)
- On linjassa EU-taksonomian uudisrakennuksia koskevien teknisten arviointikriteerien kanssa, mukaan lukien rakennusten ilmastolaskenta ja laskelma ilmakehän lämmitysvaikutuspotentiaalista (Joutsenmerkin kriteerit. 089 Uudisrakennukset versio 4.3. 2024, 5)

3.5.3 LEED

LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) on maailman laajimmin käytetty vihreiden rakennusten luokitusjärjestelmä. Sertifiointijärjestelmän on kehittänyt USA:n Green Building Council (USGBC). Sertifiointijärjestelmä on ollut käytössä 2000-luvun alusta. LEED-sertifiointi tarjoaa puitteet terveille, erittäin tehokkaille ja vihreille rakennuksille, jotka säästävät kustannuksia. (LEED v5 is the newest version of LEED. n.d.; Mission and vision. n.d.)

LEED-sertifiointi on maailmanlaajuisesti tunnustettu kestävä kehityksen saavutuksen symboli, ja sitä tukee koko toimiala sitoutuneita organisaatioita ja yksilöitä, jotka tasoittavat tietä markkinoiden muutokselle. LEEDin uusin versio on LEED v5. Se merkitsee käännteentekevää virstanpylvästä vähähiilisen tulevaisuuden

kannalta, kun rakennettua ympäristöä yhdenmukaistetaan. LEED käsittelee kriittisiä vaatimuksia, kuten tasa-arvoa, terveyttä, ekosysteemejä ja kestävyyttä. (LEED v5 is the newest version of LEED. n.d.; Mission and vision. n.d.)

Projekti ansaitsee pisteitä LEED-sertifioinnin saavuttamiseksi, kun noudatetaan hiili-, energia-, vesi-, jäte-, kuljetus-, materiaali-, terveys- ja sisäympäristön laatua koskevia edellytyksiä ja hyvityksiä. Projektit käyvät läpi GBCI:n (Green Building Certification Inc.) järjestön tarkastus- ja tarkistusprosessin. Niille myönnetään pisteitä, jotka vastaavat LEED-sertifioinnin tasoja. Tasoluokkia on neljä:

Sertifioitu (40–49 pistettä), hopea (50–59 pistettä), kulta, (60–79 pistettä) ja platinatasa (+ 80 pistettä). (LEED rating system. n.d.)

3.5.4 Level(s)

Euroopan komissio on kehittänyt Level(s)-menetelmän rakentamisen resurssitehokkuuden mittaamiseen. Menetelmä on luotu tarpeesta yhteiselle tavalle arvioida hankkeita ja vähentää niiden ympäristövaikutuksia sekä parantaa hankkeiden resurssitehokkuutta. Level(s)-menetelmä ei syrjäytä markkinoilla käytettäviä luokitusjärjestelmiä. Sen tarkoitus on luoda yhteinen harmonisoitu pohja. Ensimmäinen Level(s) -viitekehys on julkaistu vuonna 2017. Level(s) -viitekehystä on päivitetty siitä lähtien säännöllisesti. (Level(s)-viitekehys. n.d.)

Level(s)-menetelmä on jaettu kolmeen aihealueeseen: resurssien tehokkaaseen käyttämiseen ja ympäristötehokkuuteen koko rakennuksen elinkaaren aikana, rakennusten terveysvaikutukset ja rakennusten elinkaaren aikaiset arvot, hinta sekä muut taloudelliset riskit. (Level(s)-viitekehys. n.d.)

Aihealueet on jaettu kuuteen päätavoitteeseen. Päätavoitteet sisältävät useita indikaattoreita (Level(s)-viitekehys. n.d.). Euroopan komission verkkosivujen mukaan Level(s) päätavoitteet ovat seuraavat (Level(s) European framework for sustainable buildings. n.d.):

- Kasvihuonekaasupäästöt rakennuksen elinkaaren aikana, eli elinkaaren hiilijalanjälki
- Resurssitehokas materiaalien käyttö
- Vesivarojen tehokas käyttö
- Terveelliset ja laadukkaat tilat
- Sopeutuminen ja rakennuksien sietokyky ilmastonmuutokseen
- Optimoidut elinkaarikustannukset ja -arvokehitys

3.5.5 Rakennustiedon ympäristöluokitus

RTS-ympäristöluokitus on vaihtanut nimeä Rakennustiedon ympäristöluokitus järjestelmäksi. Rakennustiedon ympäristöluokitusjärjestelmä on Suomen oloihin luotu järjestelmä, joka perustuu eurooppalaisiin standardeihin CEN TC 350 ja alan yhteisiin kansallisiin hyviin käytäntöihin. Näitä ovat sisäilmastoluokitus, M1-luokitus, rakennusten elinkaarimittarit, kuivaketju10 malli ja Viherkerroinmenetelmä. (Rakennustiedon ympäristöluokitus. n.d.)

Järjestelmä toimii rakennusten ympäristövastuullisuuden toteuttamisen työkaluna rakennuksen koko elinkaaren aikana. Luokitusjärjestelmän avulla parannetaan myös työntekijöiden hyvinvointia ja työympäristön viihtyisyyttä. Ympäristöluokituksessa on omat kriteeristönsä uudisrakentamiselle, peruskorjauksille ja rakennuksille, joita käytetään. (Rakennustiedon ympäristöluokitus. n.d.)

Rakennustiedon ympäristöluokitusjärjestelmä sisältää eri kategorioita, joihin on sisällytetty kriteerit ja niiden painotukset. Enimmäispistemäärä luokituksesta on 100 pistettä. Pisteitä voidaan kerryttää myös erilaisilla innovaatioilla. (Rakennustiedon ympäristöluokitus. n.d.)

Yhteen rakennuksen luokitukseen voidaan liittää enintään viisi innovaatiota. Hyväksytystä innovaatiosta voi saada 2 pistettä. Rakennustiedon ympäristöluokitusjärjestelmän arviointiasteikkona käytetään ”yhdestä viiteen tähteä”-asteikkoa. Rakennus, joka saavuttaa vähintään kolme tähteä ympäristöluokitusjärjestelmässä osoittaa, että se täyttää vastuullisen rahoituksen vaatimukset niiden kriteerien osalta, joita arvioidaan. (Rakennustiedon ympäristöluokitus. n.d.)

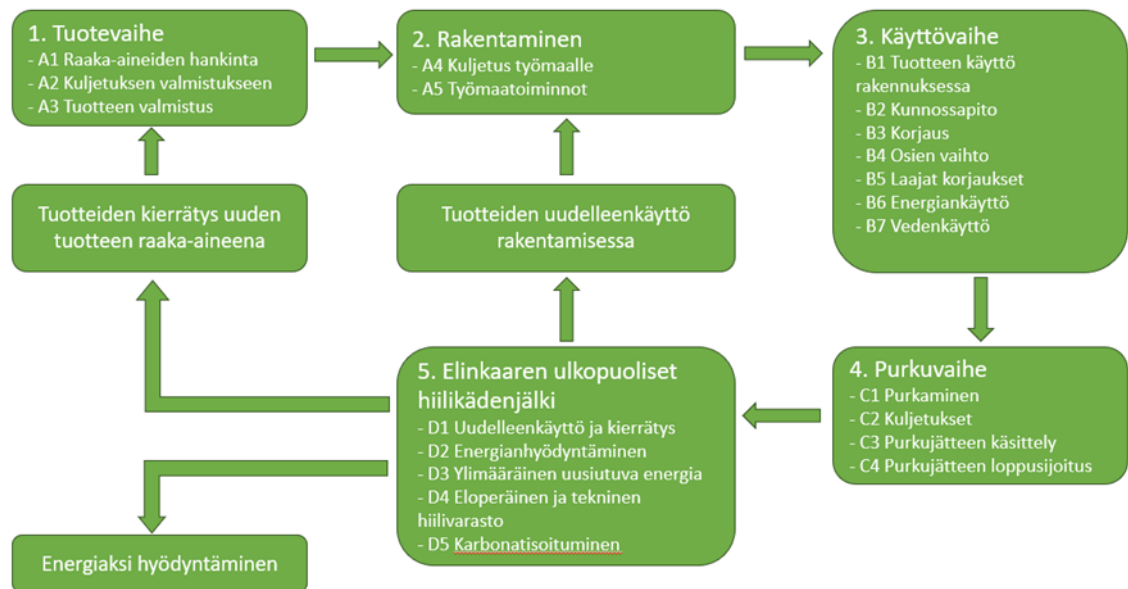
3.5.6 Käyttö2023-kriteeristö

Rakennustiedon ympäristöluokituksen Käyttö2023-kriteeristö on julkaistu marraskuussa 2023. Kriteeristö mahdollistaa ympäristöluokituksen rakennuksille, joita käytetään ja niille, joilla ei luokitusta ole ennestään. Käyttö2023-kriteeristö on osittain yhteensopiva EU-taksonomian kanssa, kunhan se täyttää taksonomian rakennuksille asetetut vaatimukset. (Rakennustiedon ympäristöluokitus käytössä oleville rakennuksille. n.d.)

EU-taksonomian vaatimukset täyttyvät kolmen tähden luokitustasolla. Ympäristöluokitus on voimassa viisi vuotta rakennuksilla, joita käytetään. Sen jälkeen luokitus täytyy päivittää vastaamaan nykytilannetta. Luokitusjärjestelmä sisältää seuraavat kategoriat: kiinteistönhallinta, ympäristö ja energia, hyvinvointi ja terveellisyys sekä innovaatiot. (Rakennustiedon ympäristöluokitus käytössä oleville rakennuksille. n.d.)

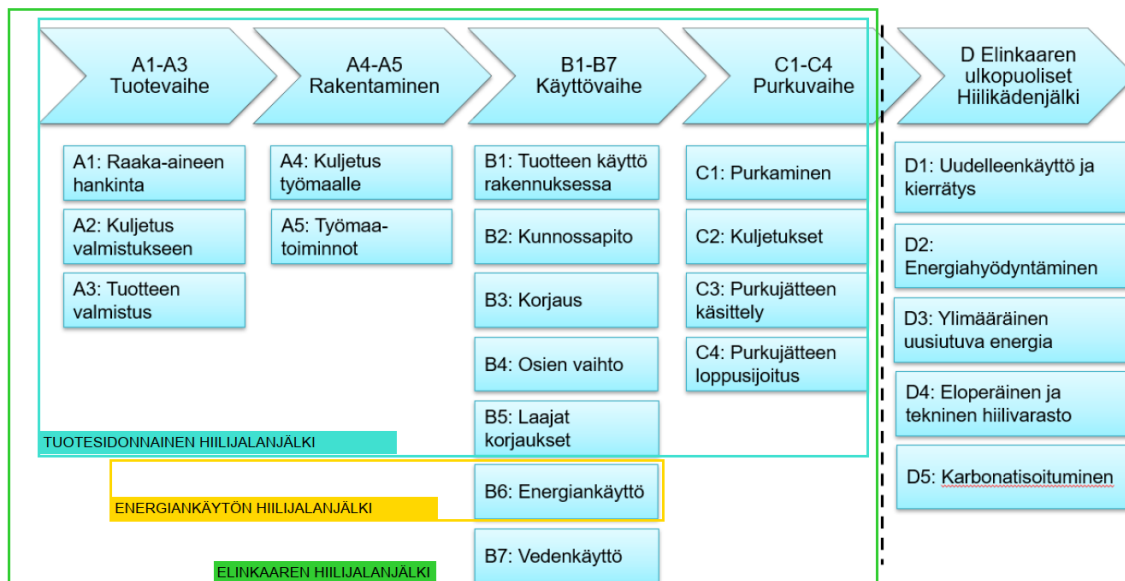
4 YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET RAKENTAMISEN ELINKAAREN VAIHEISSA

Rakentamisen elinkaariarviointiin sisällytetään kaikki vaiheet alusta loppuun (cradle-to-grave). Elinkaaren arvioinnissa on huomioitava eri vaiheiden ympäristövaikutukset. Ympäristövaikutuksia aiheuttavat raaka-aineiden hankinta ja valmistus, kuljetukset, rakentaminen, käyttö, ylläpito, korjaukset, purkaminen ja materiaalien kierrättäminen tai loppusijoitus kaatopaikalle. Kuvioon 7 on piirretty rakentamisen elinkaaren tyypillisimmät vaiheet. Kuviossa 8 nähdään rakennuksen elinkaaren vaiheet. (Momsen, H. 2023.)



KUVIO 7. Rakentamisen elinkaaren tyypillisimmät vaiheet (Momsen, H. 2023, muokattu).

Rakennuksen elinkaari standardin EN 15978 mukaan



KUVIO 8. Rakennuksen elinkaari standardin EN 15978 mukaan (Vähähiilisyiden sanakirja, 2020, muokattu).

Rakennuksen elinkaaren hiilijalanjälki voidaan jakaa tuotesidonnaiseen hiilijalanjälkeen sekä käytönaikaiseen hiilijalanjälkeen. Rakennuksen tuotesidonnaiseen hiilijalanjälkeen kuuluvat: tuotevaiheet (A1–A3), rakentaminen (A4–A5), käyttövaiheet (B1–B5) ja purkuvaihe (C1–C4). Käytönaikaiseen hiilijalanjälkeen sisältyy vaihe (B6), joka muodostuu energiankulutuksesta. Elinkaaren hiilijalanjälkeen sisältyvät edellä mainitut osiot ja käyttövaihe B7. Elinkaaren ulkopuoliset vaikutukset (D1–D5) sisältyvät elinkaaren hiilikädenjäljen vaiheisiin. (Vähähiilisyiden sanakirja, 2020.)

4.1 Tuotteiden valmistusvaihe (A1–A3)

Moduulit (A1–A3) kattavat rakentamisen materiaalit ja palveluiden prosessit alusta loppuun. Säännöt niiden vaikutuksista määritellään tarkemmin standardissa EN 15804. (SFS-EN 15978, 2012, s.20, 33.)

Tuotevaiheen kohdalla on huomioitava materiaalien säästeliäs ja tehokas käyttö. Mahdollisuuksien mukaan täytyy pyrkiä hyödyntämään uusio-/kierrätys-, uusiutuva-, ja vähähiilisiä tai uudelleen käytettäviä materiaaleja.

4.2 Rakentaminen (A4–A5)

Rakentamisvaiheen skenaariot kattavat ajanjakson, kun eri rakennustuotteet lähtevät tehdasportista ja päättyvät rakennustöiden käytännön valmistumiseen. Skenaariot määritellään kaikille rakennusvaiheen rajoissa kuvatuille perustoiminnoille. Standardin EN 15978 mukaan A4-moduuliin kuuluu tuotteiden (rakennusvalmiit), materiaalien, palveluiden ja laitteiden kuljetus rakennustyömaalle ja sieltä pois. (SFS-EN 15978, 2012, s.20, 33.)

A4-moduulissa on otettava huomioon kuljetukset valmistusmaasta kohtemaahan ja kuljetukset varastolta työmaalle. A5-moduuliin kuuluu rakennusprosessit työmaalla: rakentaminen, esivalmistettujen tuotteiden rakennustyömaakokoonpano tai mikä tahansa näiden yhdistelmä. A5-moduuli sisältää myös tiedot rakennustyömaan laitteiden energiankulutuksesta (esim. nostureiden, lämmityksien, jäähdytyksien). Rakennuksen luovutusta varten annetut tiedot on kerättävä, jotta niitä voidaan tarvittaessa käyttää rakennuksen ympäristöjärjestelmässä. (SFS-EN 15978, 2012, s.20, 33.)

4.3 Käyttövaihe (B1–B7)

Standardin EN 15978 moduuleihin B1–B5 sisältyvät rakennuksen käyttövaiheen aikaiset toimenpiteet. B6–B7 moduulit liittyvät rakennuksen toimintaan. Moduulien B1–B5 merkittävimmäksi päästöjä vähentäväksi tekijäksi voidaan mainita pitkäikäisten materiaalien käyttäminen. Kun rakennustasolla tehdään arviointeja, jätetään useimmiten pois moduulien B1–B3 ja B7 arvioinnit. Tuotetasolla elinkaarivaihtoa tehdään niin, että B-vaiheita voidaan ottaa mukaan. (SFS-EN 15978, 2012, s.22, 33, 34.)

Käyttövaihe kattaa ajanjakson rakennustöiden valmistumisesta siihen hetkeen, kun rakennukseen tehdään laajamittainen saneeraus, tai kun se vaihtoehtoisesti puretaan. Käyttövaiheen rakennusskenaarioissa on kuvattava kaikki rakennuksen käytöstä johtuvat toiminnot, joilla on keskeinen ympäristövaikutus. Tähän lasketaan myös arviointikohteeseen liittyvät kiinteistöjärjestelmät ja kiinteistönhoitotoimet. (SFS-EN 15978, 2012, s.22, 33, 34.)

Järjestelmäraja sisältää rakennustuotteiden ja -palveluiden käytön, jossa arvioidaan kohteen suojeleminen, säilyttäminen, päivittäminen tai hallitseminen. Järjestelmärajaan kuuluvat esimerkiksi rakennuspalvelut, kuten lämmitys, jäähdytys, valaistus, vesihuolto ja sisäiset kuljetukset (esimerkiksi hisseillä ja liukuporilla) sekä huoltoskenaariot. Tähän kuuluvat myös puhdistus, käyttö ja koneiden vaihto. (SFS-EN 15978, 2012, s.22, 33, 34.)

Laitteiden, huonekalujen, kalusteiden vaikutukset ja näkökohdat, jotka eivät kuulu kiinteistöihin, voidaan arvioida erikseen. Nämä vaikutukset ja näkökohdat on kirjattava ja raportoitava. Niistä on myös tiedotettava erikseen. Rakennukseen liittyvät huonekalut, kalusteet ja varusteet ovat tuotteita, jotka on asennettu rakennukseen siten, että tuotteen purkaminen heikentää rakennuksen suorituskykyä. Tuotteen purkamiseen tai vaihtamiseen tarvitaan rakennustoimenpiteitä. (SFS-EN 15978, 2012, s.22, 33, 34.)

Rakennuksen käyttövaiheen moduulit standardien EN 15978 ja EN 15804 mukaan:

- B1-moduuli (käytönaikaiset päästöt ympäristöön) kattaa rakennusten rakenneosien ympäristövaikutukset, jotka aiheutuvat normaaleissa käyttöolosuhteissa. Tällaisia ovat esimerkiksi ainepäästöt, jotka siirtyvät katoista, julkisivuista tai muista sisä- ja ulkopinnoilta ulkoilmaan, maaperään tai veteen. (SFS-EN 15978, 2012, s.23.), (SFS-EN 15804:2012+A2:2019, s.22)
- B2-moduuli (kunnossapito) sisältää suunnitellut kunnossapitotoimenpiteet, joilla pidetään asennettu tuote tai sen osat suoritustasoltaan suunnitellulla tasolla. Moduuli sisältää myös ennalta-ehkäisevää kunnossapitoa, kuten puhtaanapitoa, määräaikaishuoltoa, kuluneiden ja rikkoutuneiden osien vaihtoja. Tällaisia töitä ovat esimerkiksi maalaustyöt, tarkastukset ja kunnossapito sekä järjestelmien suodattimien vaihtotyöt. (SFS-EN 15978, 2012, s.23.), (SFS-EN 15804:2012+A2:2019, s.22.)

- B3-moduuli (korjaus) pitää sisällään toimenpiteet, joita tehdään asennettuun tuotteeseen. Korjauksiin sisältyy vaurioituneiden osien vaihtaminen sekä esteettisen laadun säilyttäminen siten, että sille asetetut teknilliset ja toiminnalliset vaatimukset täyttyvät. (SFS-EN 15978, 2012, s.23.), (SFS-EN 15804:2012+A2:2019, s.22, 23.)
- B4-moduuli (osien vaihto) kattaa koko tuotteen vaihtamisen siten, että teknilliset ja toiminnalliset vaatimukset täyttyvät. Vaihtoprosessiin sisältyy myös tuotteen vaihtoon liittyvät kuljetukset, energian käyttö, apumateriaalit ja jätteiden käsittely. Kun kiinteistölle on ennalta laadittu korjausohjelma, silloin tuotteen vaihtaminen luetaan osaksi laajamittaista korjausta. (SFS-EN 15978, 2012, s.23, 24.), (SFS-EN 15804:2012+A2:2019, s.23.)
- B5-moduuli (laajamittaiset korjaukset) sisältää toimenpiteet, joiden avulla rakennus tai rakennuksen osa palautetaan vastaamaan sille asetettuja teknillisiä ja toiminnallisia vaatimuksia. Moduuli sisältää myös ennalta suunnitellut merkittävät kunnossapito-, korjaus- ja vaihtotoimenpiteet, jotka kohdistuvat koko rakennukseen tai suureen osaan rakennusta. (SFS-EN 15978, 2012, s.24.), (SFS-EN 15804:2012+A2:2019, s.23, 24.)
- B6-moduuli (rakennukseen integroitujen teknisten järjestelmien käyttöön tarvittava energia) kattaa rakennuksen sisälle integroitujen teknisten järjestelmien energiankulutuksen. Tämä sisältää energiamuodon raaka-ainesten hankinnasta, valmistamisesta ja kuljetuksesta. B6-moduuli sisältää myös jätteiden käsittelyn ja poiskuljetuksen. Rakennuksen integroituihin järjestelmiin lukeutuu lämmitys-, jäähdytys-, ilmanvaihto-, valaistus- ja lämpimän käyttöveden järjestelmät. Siihen kuuluvat myös sanitaatio-, turvallisuus- ja paloturvallisuusjärjestelmät, hissit, liukuportaat, yhdistetty rakennusautomaatio ja järjestelmien säätäminen sekä tietoliikennejärjestelmät. (SFS-EN 15978, 2012, s.24, 25.), (SFS-EN 15804:2012+A2:2019, s.24.)

- B7 moduuli (veden käyttö rakennuksen integroiduissa teknisissä järjestelmissä) kattaa rakennuksen tai rakennuskohteen käyttövaiheen aikaisen vedenkulutuksen, joka sisältää veden hankinnan, käsittelyn, siirron ja jäteveden siirtämisen ja käsittelyn. (SFS-EN 15978, 2012, s.27.), (SFS-EN 15804:2012+A2:2019, s.24.)

4.4 Purkuvaihe (C1–C4)

Rakennustuotteen elinkaaren loppuvaihe alkaa, kun tuote vaihdetaan, irrotetaan tai puretaan rakennuksesta tai rakennuskohteesta. Loppuvaiheen alkamiseen vaikuttaa myös se, etteivät toiminnalliset vaatimukset tuotteen osalta enää täyty. Rakennuksen purkuvaihe voi olla myös loppuvaiheen alkamiskohta. Tämä riippuu tuotteen käyttöiän päättymisskenaarion valinnasta. (SFS-EN 15804:2012+A2:2019, s. 24, 25, 26.)

Tuotteen elinkaaren loppuvaiheessa tai rakennuksen elinkaaren purkuvaiheessa jätteeksi luokitellaan aluksi kaikki rakennuksesta vaihdetut tai irrotetut materiaalit. Jätteeksi määritellään alkuvaiheessa myös purkamisesta, kunnossapidosta, korjauksesta, vaihdosta tai kunnostusprosesseista syntyvät hukkamateriaalit. (SFS-EN 15804:2012+A2:2019, s. 42.)

Jos EPD:ssä eli ympäristöselosteessa annetaan teknisiä lisätietoja elinkaaren päättymisprosesseista, niin kaikista komponenteista, jotka liittyvät kyseisiin rakennustuotteisiin, annetaan lisätiedot. Näillä määritellään rakennuksen purkuvaiheen skenaariot. Rakennustason arviointia varten voidaan antaa lähtötietoja, jotta voidaan laatia purkuvaiheen skenaarioita. Skenaarioissa mallinnetaan prosesseja, kuten kierrätysjärjestelmiä, jotka on todistettu taloudellisesti ja teknisesti kannattaviksi. (SFS-EN 15804:2012+A2:2019, s. 24, 25, 26.)

Rakennuksen käyttöiän loppuvaihe sisältää seuraavat moduulit:

- C1-moduuli sisältää tuotteen purkamisen, mukaan lukien materiaalin, tuotteen tai rakennusosan vaihtamisen, irrottamisen tai purkamisen rakennuksesta. Työmaalla syntyvät jätteet lajitellaan työmaalajitteluna (SFS-EN 15804:2012+A2:2019, s. 25).
- C2-moduuli sisältää poistetun materiaalin, tuotteen tai rakennusosan kuljetuksen, joka on osa jätteenkäsittelyä, esimerkiksi kierrätyspaikalle tai loppusijoitukseen (SFS-EN 15804:2012+A2:2019, s. 25).
- C3-moduuli sisältää jätteiden käsittelyn muun muassa uudelleenkäyttöön. Se kattaa myös kierrätyksen ja energian talteenottoon tarkoitettua materiaalivirtojen purkamisesta ja jäte­käsittelystä syntyvät jätekeräykset (SFS-EN 15804:2012+A2:2019, s. 25).
- C4-moduuli kattaa fyysisen esikäsittelyn sekä loppusijoituspaikan hallinnan ja ylläpidon, silloin kun hävitetään purkujätteitä. (SFS-EN 15804:2012+A2:2019, s. 25).

4.5 Elinkaaren ulkopuoliset vaikutukset (D1–D5)

Arviointikohteen järjestelmärajojen elinkaaren ulkopuoliset hiilikädenjäljen uudelleenkäyttö-, talteenotto- ja kierrätysmahdollisuuksien skenaariot kuvaavat prosesseja, jotka johtavat resurssien korvaamiseen tulevaisuudessa. Moduuli D käsittelee uudelleenkäytöstä, kierrätyksestä ja energian talteenotosta aiheutuvia ympäristön nettohyötyjä tai -kuormituksia, jos se on asianmukaista ja saatavilla. (SFS-EN 15978, 2012, s.29, 36.)

Täten moduulin D on oltava täysin yhdenmukainen kaikkien eri elinkaaren vaiheille ja moduuleille kehitettyjen skenaarioiden kanssa. Moduulin D indikaattoreiden on raportoitava järjestelmästä (eli pääasiassa moduuleista A5 ja C3) poistuvista virroista aiheutuvat vältetyt nettomääräiset ympäristörasitukset. Näistä on vähennetty järjestelmään saapuvat virrat (eli pääasiassa moduuli A1). (SFS-EN 15978, 2012, s.29, 36.)

Standardi EN 15804 sisältää säännöt moduulin D laskemiseksi. Moduulien D1–D5 määrittelyt eivät sisälly standardiin EN 15804. Ne on mainittu ympäristöministeriön arviointimenetelmäluonnoksessa. (SFS-EN 15978, 2012, s.29, 36.)

4.6 Sähköisen talotekniikan huomiointi osana vähähiilistä rakentamista

Sähköisen talotekniikan rooli vähähiilisessä rakentamisessa on olennainen. Sähkijärjestelmät vaikuttavat huomattavasti rakennuksen energiankulutukseen ja elinkaaren aikaisiin hiilipäästöihin. Vähähiilisyys rakennushankkeessa edellyttää, että sähkösuunnittelussa huomioidaan energiatehokkuus, uusiutuvien energialähteiden hyödyntäminen, materiaalien valinta sekä laitteiden pitkäikäisyys ja kestävyys. (Taloteknisen suunnittelijan pikaopas. 2022.)

Kestävät ja helposti huollettavat sähköiset järjestelmät vähentävät tarvetta jatkuville päivityksille ja uusille asennuksille. Tämä vähentää osaltaan rakennuksen elinkaaren aikaisia päästöjä. Kun nämä tekijät huomioidaan suunnitteluvaiheessa, voidaan minimoida sekä rakennuksen hiilijalanjälki ja sen aiheuttamat käytönaikaiset päästöt. (Taloteknisen suunnittelijan pikaopas. 2022.)

4.6.1 Tuotteiden valmistusvaiheen sähköinen talotekniikka

Tuotteiden valinnassa kannattaa kiinnittää huomiota EPD-ympäristöselosteeseen, jossa on kuvattu niiden elinkaaren eri vaiheet raaka-aineiden hankinnasta kierrätykseen. Talotekniikan järjestelmien tuotteista suurin osa on valmistettu metallista ja muoveista, joten niillä on lähtökohtaisesti suuri hiilijalanjälki. Tämän lisäksi järjestelmillä on yleensä rajallinen käyttöikä (15–30) vuotta. Tästä syystä

kannattaa suosia tuotevaihtoehtoja, jotka ovat vähäpäästöisiä ja kuluttavat vähän energiaa. Tuotevalinnoissa on hyvä valita käyttötarkoitukseensa sopivia pitkäikäisiä tuotteita. Olisi syytä pohtia myös nykyisten laitteiden päivitysmahdollisuuksia. Esimerkiksi valaisinrungot, joihin voidaan vaihtaa led-paneelit, pienentävät hiilijalanjälkeä, energiankulutusta ja jätemäärää. (Finnegan, S. Jones, C, and Sharples, S., 54.)

Talotekniikan materiaalit arvioidaan yleensä neliöiden mukaisilla taulukkoarvoilla, koska rakennukset ja niihin tarvittavat materiaalmäärät ovat erilaisia. Arvioinnissa voidaan hyödyntää ympäristöministeriön hiilijalanjäljen Excel-arviointityökalua, LCA-ohjelmistoja tai vaihtoehtoisesti kansallista päästötietokantaa. Kun tehdään taulukkolaskentaa, on huomioitava, etteivät ne kuvaa erityisen hyvin mitään tiettyä rakennustyyppiä, vaan vaihtelu erilaisten kohteiden välillä on suurta. (Kinnunen, E. Lindqvist, E. 28.10.2021.)

4.6.2 Rakentamisvaiheen sähköinen talotekniikka

Sähköisen talotekniikan osalta rakentamisen (A4–A5) moduulien osuutta voidaan pienentää, kun käytetään esimerkiksi lähellä tuotettuja laitteita, kaapeleita ja tarvikkeita. Lisäksi voidaan välttää työmaalla tavaroiden ylimääräistä varastointia. Hiilijalanjälki kasvaa, jos varastointiin tarvitaan energiaa. Kun tavaroita tilataan tukusta tai tehtaalta, niin on hyvä myös huomioida toimitusajat. Lisäksi on hyvä pyrkiä minimoimaan materiaalihukan syntymistä sekä kierrättää asennuksessa syntyvä pakkaus- ja muu jäte oikeaoppisesti. (SFS-EN 15978, 2012, s.20, 33.)

4.6.3 Käyttövaiheen sähköinen talotekniikka

Sähköisen talotekniikan osalta moduulit (B1–B5) liittyvät kunnossapitoon, huoltoon, laajamittaisiin korjauksiin ja laiteosien vaihtoihin. Materiaalin vaihdoissa on kiinnitettävä huomiota hävikin syntymiseen. Niissä on pyrittävä vähentämään syntyvän jätteen määrää kierrättämisen avulla. Sähköisen talotekniikan osalta

moduulien (B6–B7) käytönaikaista energiankäyttöä saadaan vähennetyksi energiatehokkaiden laitteiden valinnalla. Energiatehokkuutta saadaan lisätyksi laitteiden suunnitelmallisella käytöllä tai lisätään ilmanvaihtoon, lämmitysjärjestelmiin ja valaistukseen automaatiojärjestelmiä. B6-energian käytön merkitys tulee kasvamaan, kun ilmastaselvitys päivitetään todellisilla tuotearvoilla rakentamisen loppuvaiheessa. (SFS-EN 15978, 2012, s.22, 33, 34.)

4.6.4 Purkuvaiheen sähköinen talotekniikka

Sähköisen talotekniikan osalta purkujätteeksi luokiteltu materiaali kierrätetään asianmukaisesti. Suurin osa taloteknisistä tuotteista on valmistettu metalleista sekä muoveista. Siksi niiden uudelleen käyttöä ja kierrätystä tulisi edistää.

4.6.5 Elinkaaren ulkopuoliset vaikutukset sähköisessä talotekniikassa

Sähköisessä talotekniikassa voidaan hyödyntää monenlaisia tuotteita uudelleen. Näitä tuotteita voivat olla esimerkiksi valaisimet, valaisimien rungot, kaapelihyllyt, kytkimet, painikkeet ja monet muut asennustarvikkeet. Kun tuotteita käytetään uudelleen, tulee ottaa huomioon tuotteiden sähköturvallisuus.

5 VÄHÄHIILINEN RAKENTAMINEN JA SÄHKÖSUUNNITTELUN MERKITYS

Vähähiilinen rakentaminen ei välttämättä ole tavallista rakentamista kalliimpaa, mikäli rakennushankkeen päästöjä ja kustannuksia optimoidaan tarkasti alusta asti. Vähähiiliseen rakentamiseen on myös mahdollista saada vihreää lainaa. Hankkeen tulee täyttää kuitenkin tietyt vaatimustasot, esimerkiksi tietyn ympäristösertifikaatin tai energialuokan suhteen. (Raksystems Insinööritoimisto oy.)

Green Building Council Finlandin on koonnut sivustolleen #BuildingLife pikaoppaita, joissa käydään läpi eri rooleissa toimivien vaiheita rakennushankkeissa. Oppaissa käsitellään myös hiilijalanjäljen minimoimisen lisäksi hiilikädenjäljen edistämiseen hankkeissa.

Rakennushankkeeseen sisältyy monta eri vaihetta. Vaiheita on tarveselvitys, hanke-, ehdotus-, ja toteutussuunnittelu ja rakentamis- sekä käyttöönottovaihe. Käyttöönottovaiheen jälkeen alkaa ylläpito ja takuu-aika.

5.1 Sähkösuunnittelun näkökulma

Taloteknisellä puolella asiakkaat ovat alkaneet vasta nyt tiedostaa hiilijalanjälkien laskennan tarpeellisuutta. Tällä hetkellä sähköpuolella arviointi perustuu pääosin neliömetrimääräiseen arviointiin. Arvioinnissa voidaan hyödyntää ympäristöministeriön hiilijalanjäljen Excel-arviointityökalua, LCA-ohjelmistoja tai vaihtoehtoisesti kansallista päästötietokantaa. Talotekniikan materiaalit arvioidaan pääasiallisesti neliöperusteisilla taulukkoarvoilla, kun rakennus vastaa keskivertoa rakennusta. Suuremmissa ja erikoisemmissa rakennuksissa, kuten sairaaloissa, talotekniikan määrä on tyypillisesti suuri, joten myös päästöjen määrä kasvaa merkittäväksi (Kinnunen, E. Lindqvist, E. 28.10.2021.)

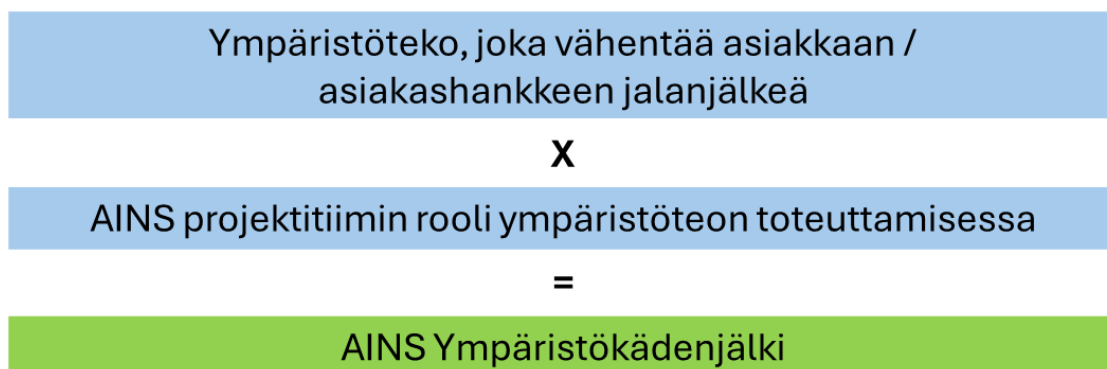
Talotekninen suunnittelija voi vaikuttaa rakennushankkeen hiilijalanjälkeen ja hiilikädenjälkeen. Suunnittelija keskittyy minimoimaan rakennuksen elinkaaren aikaisen energiankulutuksen sekä hyödyntämään uusiutuvaa energiaa ja hukkaenergiaa.

LVIJ-suunnittelija, sähkö- ja automaatio-suunnittelija ovat keskeisiä henkilöitä varmistamaan, että rakennushankkeessa valitaan mahdollisimman vähähiiliset energiantuotannon muodot ja talotekniset järjestelmät. Tavoitteena on saavuttaa rakennuksen hiilijalanjälkitavoitteet kustannustehokkailla, teknisesti toimivilla ja toteuttamiskelpoisilla ratkaisuilla. (Taloteknisen suunnittelijan pikaopas. 2022.) Taloteknisen suunnittelijan on tärkeä ottaa huomioon myös sellaiset hiilijalanjälkeen ja hiilikädenjälkeen vaikuttavat tekijät, joita ei voida mitata yleisesti käytössä olevilla rakennuksen vähähiilisuuden arviointimenetelmillä.

Pitkäikäisyys, tilojen muunneltavuus ja ilmastonmuutokseen sopeutuvat ratkaisut ovat merkittäviä tekijöitä, jotka pitkällä aikavälillä vaikuttavat rakennetun ympäristön kokonashiilijalanjälkeen. Suunnittelijan tehtävänä on optimoida suunnitteluratkaisut kokonaisvaltaisesti. Hänen on huomioitava materiaalien ja ratkaisujen elinkaariominaisuudet sekä tilaajan muut tavoitteet. (Taloteknisen suunnittelijan pikaopas. 2022.)

Varsinaiseen hiilijalanjälkilaskentaan sähkösuunnittelijat eivät pääsääntöisesti osallistu. Yleensä energia-/hiilijalanjälkikonsultit tekevät hiilijalanjälkilaskennan. Sähkösuunnittelun projekteissa voidaan osallistua ympäristökädenjäljen arviointiin. A-Insinööreillä on otettu käyttöön ainutlaatuinen tapa, miten asiakashankkeissa mitataan, kehitetään sekä ohjataan omaa positiivista vaikuttavuutta.

Kuviossa 9 esitetään kohdat mistä AINS ympäristökädenjälki koostuu. A-Insinööreillä on käytössä ympäristökädenjälkimittari, jonka tarkoituksena on saada vähennetyksi asiakkaan/asiakashankkeen hiilijalanjälkeä. Arvioinnit tehdään kaikissa merkittävässä toimeksiannoissa.



KUVIO 9. A-Insinöörien Ympäristökädenjäljen muodostuminen (Jäätvuori, L., Koskipalo, J. 2024, muokattu).

Mittarilla arvioidaan hankkeen kestävän kehityksen ohjaamista, elinkaaren hiilijalanjäljen vaikutuksia, energiatehokkuutta, kiertotaloutta, pitkäaikaiskestävyyttä, muuntojoustavuutta, käyttäjoustavuutta, terveellisyyttä ja turvallisuutta, elinkaari-taloudellisuutta sekä luonnon monimuotoisuuden edistämistä. (Jäätvuori, L., Koskipalo, J. 2024.)

5.2 Sähkösuunnittelu hiilikädenjälkilaskennassa

Sähkösuunnittelun näkökulmasta tuotteiden tarkemmat valinnat tulevat korostumaan entisestään. Esimerkiksi sähkölaitteiden energian käyttäminen tulee korostumaan. Myös sähkölaitteiden älykkäisiin ohjauksiin on kiinnitettävä huomiota.

Vähähiilisessä laskennassa on myös kiinnitettävä huomiota laitteiden laskennalliseen elinikään, jota tulee tarkastella 50 vuoden ajanjaksolla. Joidenkin sähkölaitteiden laskennallinen elinikä on 20 vuotta ja kilpailijalla se voi olla 25 vuotta. Tällöin ensimmäinen sähkölaitte on vaihdettava teoriassa kolme kertaa, kun kilpailijan tuote on vaihdettava kaksi kertaa. Tilojen suunnittelussa tulee kiinnittää entistä enemmän huomiota tilojen muunneltavuuteen.

6 POHDINTA

Opinnäytetyössä tarkasteltiin vähähiilisen rakentamisen kysymyksiä sähköisen talotekniikan näkökulmasta. Työn päätavoitteena oli tuottaa käytännönläheistä tietoa sähköalan asiantuntijoille. Työn tuloksista saatiin luotua Sähkötieto ry:lle ja Sähköinfo oy:lle ST-kortti, jonka avulla voidaan jakaa tietoa vähähiilisestä rakentamisesta alan ammattilaisille. ST-kortti tarjoaa konkreettista tukea vähähiilisten ratkaisujen huomioimiseen sähköisessä talotekniikassa.

Ydinhavainto oli hiilipäästöjen määrittelyssä käytettävän terminologian sisäistäminen. Rakentamisessa keskeisiä käsitteitä ovat hiilijalanjälki, joka kuvaa tuotteen tai rakennuksen negatiivisia ympäristövaikutuksia koko elinkaaren ajalta. Hiilikädenjälki, joka viittaa positiivisiin vaikutuksiin, kuten energiankäytön tai materiaalitehokkuuden parantamiseen.

Hiilipäästöihin voidaan vaikuttaa valitsemalla vähähiilisiä materiaaleja, optimoimalla energiatehokkuutta ja hyödyntämällä uusiutuvia energialähteitä. Erityisesti sähköisessä talotekniikassa on tärkeää keskittyä energiatehokkaisiin laitteisiin ja järjestelmiin sekä minimoimaan materiaalihukkaa. Lainsäädännön ohjaus, kuten rakennusten ilmastaselvitykset ja EU energiatehokkuusdirektiivi, on keskeinen osa tätä kehitystä.

Sähkösuunnittelussa on tärkeää ottaa huomioon laitteiden koko elinkaaren aikaiset päästöt sekä käytönaikainen energiankulutus. Sähköisten järjestelmien suunnittelussa on myös pyrittävä valitsemaan vähähiilisiä materiaaleja ja komponentteja, ja huomioida energianhallintajärjestelmien integrointi rakennuksen muuhun infrastruktuuriin. Tämä voi tarkoittaa esimerkiksi uusiutuvan energian tuotannon ja varastoinnin optimointia rakennuksessa.

Opinnäytetyön aikana ilmeni kuitenkin monia haasteita, joiden selvittäminen vaati paljon prosessointia. Keskeinen haaste oli rakentamislakiluonnokseen ja ympäristöministeriön asetusluonnokseen tehdyt muutokset työn laatimisen aikana. Laadinnan yhteydessä tehtiin rakentamislakiluonnokseen sekä ympäristöministeriön asetusluonnokseen muutoksia, jotka vaikeuttivat teorian ja käytännön yhteensovittamista. Tämä kuvastaa myös laajempaa tilannetta alalla.

Vähähiiliseen rakentamiseen liittyvää tietoa tuotetaan jatkuvasti. Kuitenkin käytännön sovellukset ja laskentamenetelmät eivät ole vielä täysin vakiintuneita. Työn aikana havaittiin, että erityisesti sähköisen talotekniikan alalla on edelleen kehitettävää. Etenkin hiilipäästöjen vähentäminen tulisi ottaa paremmin huomioon erityisesti jo suunnitteluvaiheessa.

Työn pohjalta havaittiin, että vaikka rakentamisessa valittaisiin vähähiilisiä ja pitkäikäisiä tuotteita, niin keskeistä on kuitenkin se, että teknisten ratkaisujen lisäksi tarvittaisiin myös laajempaa alan koulutusta. Vähähiilisyys on monimutkainen kokonaisuus, jossa jokainen rakennusvaihe tuottaa erilaisia ympäristövaikutuksia. Vaikka sähköisen talotekniikan osuus saattaa tuntua pieneltä, sillä on merkittävä rooli koko rakennuksen elinkaaren päästöissä.

Opinnäytetyön aikana havaitut lainsäädäntömuutokset asettavat haasteita työn tulosten ajantasaisuuden säilyttämisessä. Jatkoselvityksen aiheena voitaisiin päivittää lainsäädäntöön sekä käytäntöihin liittyvät asiat. Lisäksi jatkoselvityksessä voitaisiin keskittyä vähähiiliseen laskentaan, siten että valitaan esimerkkikohte, johon tehtäisiin vähähiilisyyslaskennat. Tällöin saataisiin konkreettista tietoa, miten tuotevalinnat vaikuttavat vähähiilisyyslaskennan lopullisiin tuloksiin.

LÄHTEET

Awadh, O. 2017. Sustainability and green building rating systems: LEED, BREEAM, GSAS and Estidama critical analysis. *Journal of Building Engineering*. Viitattu 23.02.2024. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352710216301152?via%3Dihub>

Direktiivi 2024/1275/EU. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi rakennusten energiatehokkuudesta (uudelleenlaadittu). Euroopan unionin virallinen lehti 8.5.2024. Viitattu 26.6.2024. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX:32024L1275>

EU taxonomy for sustainable activities. n.d. What the EU is doing and why. Euroopan komissio. Verkkosivu. Viitattu 26.6.2024. https://finance.ec.europa.eu/sustainable-finance/tools-and-standards/eu-taxonomy-sustainable-activities_en

Finnegan, S. Jones, C, and Sharples, S. "The Embodied CO₂e of Sustainable Energy Technologies Used in Buildings: A Review Article." *Energy and buildings* 181 (2018): 50–61. Web. Viitattu 10.12.2023. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778817323101>

Hiilikädenjäljestä tuli ympäristökädenjälki – VTT ja LUT kehittivät positiivisten ympäristövaikutusten mittarin ympäristötekojen tueksi. 10.05.2021. Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy. Verkkosivu. Viitattu 01.03.2024. <https://www.vttresearch.com/fi/uutiset-ja-tarinat/hiilikadenjaljesta-tuli-ymparistokadenjalgi-vtt-ja-lut-kehittivat-positiivisten>

Hiilineutraalisuomi.fi. Usein kysytyt kysymykset. 2021. Suomen ympäristökeskus (Syke). Verkkosivu. Viitattu 30.7.2023. [https://www.hiilineutraalisuomi.fi/fi-FI/Tyokalut/Rakentamisen_paastotietokanta/Usein_kysytyt_kysymykset\(59988\)](https://www.hiilineutraalisuomi.fi/fi-FI/Tyokalut/Rakentamisen_paastotietokanta/Usein_kysytyt_kysymykset(59988))

Huusko, M. 2018. Joutsenmerkkiin pyrkiminen korostaa pääurakoitsijan roolia. *Rakennuslehti* 23.01.2018. Verkkosivu. Viitattu 5.12.2024. <https://www.rakennuslehti.fi/2018/01/joutsenmerkkiin-pyrkiminen-korostaa-paaurakoitsijan-roolia/>

Jacquemont, B. 2024. Towards climate neutral & smart buildings. Luento. Vähähiilisen rakentamisen vuosiseminaari 21.5.2024. Webinaari. Julkaisija Ympäristöministeriö 21.5.2024. Viitattu 24.5.2024. <https://ym.fi/tapahtumat/2024-05-21/vahahiilisen-rakentamisen-vuosiseminaari-2024>

Joutsenmerkin kriteerit. 089 Uudisrakennukset versio 4.3, 30.1.2024. Pohjoismainen ympäristömerkintä. Viitattu 26.6.2024. https://joutsenmerkki.fi/wp-content/uploads/2023/02/089f_4_3_CD-1.pdf

Jäätvuori, L., Koskipalo, J. 2024. Ympäristökädenjälki. Tavoitteena johtava osaaminen vihreässä siirtymässä. AINS Projektipäällikkökoulutus. 1.2.2024. Sisäinen koulutus. Viitattu 26.6.2024

Kinnunen, E. Lindqvist, E. 28.10.2021. A-Insinöörit Suunnittelu oy. Sairaalarakennuksen vähähiilisyden arviointi – Case Tammisairaala. Viitattu 1.12.2023

LEED rating system. n.d. U.S. Green Building Council. Verkkosivu. Viitattu 02.02.2024. <https://www.usgbc.org/leed>

LEED v5 is the newest version of LEED. n.d. U.S. Green Building Council. Verkkosivu. Viitattu 02.02.2024. <https://www.usgbc.org/leed/v5>

Level(s) -European framework for sustainable buildings. n.d. European Commission. Viitattu 26.6.2024. https://environment.ec.europa.eu/topics/circular-economy/levels/lets-meet-levels/how-does-levels-work_en

Level(s) -rakennusten resurssitehokkuuden yhteiset EU-mittarit. n.d. Ympäristöministeriö. Viitattu 26.6.2024. <https://ym.fi/levels-rakennusten-resurssitehokkuuden-mittarit>

Level(s) -viitekehys. n.d. Green Building Council Finland ry. Verkkosivu. Viitattu 26.6.2024. <https://figbc.fi/levels-viitekehys>

Lindqvist, E. Kestävän rakentamisen asiantuntija, YAMK. 2023. Haastattelu. Sähköpostiviesti 20.11.2023.

Mission and vision. n.d. U.S. Green Building Council. Verkkosivu. Viitattu 02.02.2024. <https://www.usgbc.org/about/mission-vision>

Mitä hiilineutraalius tarkoittaa ja miten se saavutetaan 2050 mennessä. 04.10.2019. Euroopan parlamentti. Verkkosivu. Viitattu 7.12.2022. <https://www.europarl.europa.eu/news/fi/headlines/society/20190926STO62270/mita-hiilineutraalius-tarκοittaa-ja-miten-se-saavutetaan-2050-menessa>

Momsen, H. 2023. Nordic Policy Overview of Whole Life Carbon Regulation. Luento. Nordic Climate Forum for Construction 15.09.2023. Webinaari. Julkaisija Ympäristöministeriö 15.9.2023. <https://www.nordicsustainableconstruction.com/events/2023/september/nordic-climate-forum-for-construction-2023>

Niemistö, J., Seppälä, J., Karvonen, J., Soimakallio, S. 12/2021. Päästökompensaatiot ilmastonmuutoksen hillinnän keinona Suomessa – nyt ja tulevaisuudessa. Ympäristöministeriö 12/2021. Viitattu 26.6.2024. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/162987/YM_2021_12.pdf

One Click LCA. 2020. How to make an Environmental Product Declaration and how it helps your business - A Guide for Construction Product Manufacturers. One Click LCA Ltd. Viitattu 10.12.2023. <https://oneclicklca.com/en/resources/ebooks-and-research/how-to-make-environmental-product-declaration>

OpenCO2net oy. n.d. CO2-termit tutuiksi. Verkkosivu. Viitattu 15.9.2023. <https://www.openco2.net/fi/co2-tietoa>

Rakennusten energiatehokkuusdirektiivin kansallinen toimeenpano käyntiin ennen kesää. 2024. Julkaisija Valtioneuvosto 22.4.2024. Verkkosivu. Viitattu 24.5.2024

<https://valtioneuvosto.fi/-/1410903/rakennusten-energiatehokkuusdirektiivin-kansallinen-toimeenpano-kayntiin-ennen-kesaa>

Rakennustiedon ympäristöluokitus. n.d. Rakennustieto. Verkkosivu. Viitattu 23.02.2024.

https://ymparisto.rakennustieto.fi/rakennustiedon-ymparistoluokitus?_gl=1*5fr29c*_ga*NjY-wNDY3MTYzLjE3MDg2Nzg2MDc.*_ga_QJFJQSBJM0*MTcwODY4MzkxMC4yLjEuMTcwODY4Mzk2MC4xMC4wLjA

Rakennustiedon ympäristöluokitus käytössä oleville rakennuksille. n.d. Rakennustieto. Verkkosivu. Viitattu 23.02.2024.

<https://ymparisto.rakennustieto.fi/rakennustiedon-ymparistoluokitus/rakennustiedon-ymparistoluokitus-olemassa-oleville-rakennuksille>

Rakentamislaki 21.4.2023/751. Voimaantulo 01.01.2025. Viitattu 10.12.2023.

<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2023/20230751>

Raksystems Insinööritoimisto Oy. 13.9.2023. Vihreä rahoitus ajurina kiinteistöjen ympäristösertifioinneille. Viitattu 5.11.2023.

<https://www.stinfo.fi/tiedote/70018827/vihrea-rahoitus-ajurina-kiinteistojen-ymparistosertifioinneille?publisherId=69819620&lang=fi>

SFS-EN 15804:2012+A2:2019. Sustainability of construction works. Environmental product declarations. Core rules for the product category of construction products. 3. painos. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS. Viitattu 30.9.2023. Vaatii käyttöoikeuden. <https://online.sfs.fi/fi/index.html.stx>

SFS-EN 15978:2012. Sustainability of construction works. Assessment of environmental performance of buildings. Calculation method. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS. Viitattu 22.9.2023. Vaatii käyttöoikeuden. <https://online.sfs.fi/fi/index.html.stx>

ST 21.41 Hiilijalanjäljen ja hiilikädenjäljen laskennan perusteet. 2024. ST-kortisto. Sähköinfo Oy. Viitattu 23.04.2024. Vaatii käyttöoikeuden. <https://severi.sahkoinfo.fi/>

Siitonen, S. 2020. Hiilikädenjälki – mitä se tarkoittaa ja kuinka se määritellään? Clonet Oy. Verkkosivu. Viitattu 7.12.2022. <https://www.clonet.fi/hiilikadenjalki/hiilikadenjalki-mita-se-tarκοittaa-ja-kuinka-se-maaritellaan/>

Taloteknisen suunnittelijan pikaopas. 2022. Green Building Council Finland, A-Insinöörit. Viitattu 5.11.2023. https://www.ains.fi/hubfs/Oppaat_ja_ladattavat_materiaalit/pikaopas%20vahahiiliseen%20rakennuttamiseen%20taloteknisen%20suunnittelija.pdf?hsCtaTracking=8a4119db-27a6-4e85-b823-23ec9b1a7148%7Cdaf4659d-5dcd-4f35-98f8-f3c37314a8de

Tiainen, M. 2024. Ilmastaselvityksen tilanne. Luento. Vähähiilisen rakentamisen vuosiseminaari 21.5.2024. Webinaari. Julkaisija Ympäristöministeriö 21.5.2024. Viitattu 24.5.2024.

<https://ym.fi/tapahtumat/2024-05-21/vahahiilisen-rakentamisen-vuosiseminaari-2024>

Tuominen, T-L., Viitala, A. 2023. Vähähiilisyystavoitteet ja elinkaaren hiilijalanjälki. Luento. Green Building Council Finland koulutusseminaari 6.10.2023. Webinaari. FIGBC. Helsinki

Tähkänen, M. 2024. Rakennusten energiatehokkuusdirektiivi. Luento. Tietoisku Green Building Councilin jäsenille 22.2.2024. Webinaari. Green Building Council.

Uudisrakennukset. n.d. Ympäristömerkintä Suomi oy. Verkkosivu. Viitattu 26.6.2024. <https://joutsenmerkki.fi/kriteerit/089-uudisrakennukset/>

VN/34558/2023. Lausuntoyhteenveto luonnoksesta rakentamislain muuttamisesta. 19.4.2024. Ympäristöministeriö. Viitattu 26.6.2024. https://api.hankeikkuna.fi/asiakirjat/fc6d3341-ddd1-4860-872c-2c70e23a3d24/81a57a82-109f-40fc-abae-2c8e81f9f364/YHTEENVETO_20240422084407.PDF

Vähähiilisyyden sanakirja. 2020. Julkaisija Green Building Council Finland. Viitattu 15.9.2023. <https://figbc.fi/julkaisut/vahahiilisyyden-sanakirja>

Ympäristöluokitukset. n.d. Green Building Council Finland ry. Viitattu 15.9.2023 <https://figbc.fi/ymparistoluokitukset>

Ympäristöministeriön asetusluonnos rakennuksen ilmastaselvityksestä ja rakennustuoteluettelosta. n.d. Viitattu 26.6.2024. https://api.hankeikkuna.fi/asiakirjat/034d0bd9-2c32-4131-9dd1-796facde0f86/ea3f8c73-4ec3-4f4b-b22e-3134e6941d86/ESITYS_20240701053755.pdf

Liite 1. Kuvakaappaus ST 21.41 Hiilijalanjäljen ja hiilikädenjäljen laskennan perusteet ST-kortista.



© Sähkötieto ry. Kopioiminen sallittu omaan käyttöön.

ST 21.41
Laadittu 23.04.2024

HIILIJALANJÄLJEN JA HIILIKÄDENJÄLJEN LASKENNAN PERUSTEET

SISÄLLYS

- 1 JOHDANTO
- 2 TERMIT
- 3 VÄHÄHIILISEN HANKKEEN MAHDOLLISTAMINEN JA VÄHÄHIILISTEN RATKAISUJEN TUOTTAMINEN
- 4 HIILIJALANJÄLJEN OHJAUS JA KESKEISET VAIKUTUSMAHDOLLISUUDET
- 5 LAINSÄÄDÄNTÖ JA ILMASTOSELVITYKSEEN LIITTYVÄT LASKENTAMENETELMÄT
 - 5.1 Hiilijalanjälki
 - 5.2 Hiilikädenjälki
 - 5.3 Hiilineutraalius ja hiilinielut
 - 5.4 Laskentamenetelmät
- 6 RAKENTAMISEN ELINKAAREN VAIHEET YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN NÄKÖKULMASTA
 - 6.1 Tuotteiden valmistusvaihe (A1–A3)
Sähköinen talotekniikka tuotteiden valmistusvaiheessa
 - 6.2 Rakentaminen (A4–A5)
Sähköinen talotekniikka rakentamisessa
 - 6.3 Käyttövaihe (B1–B7)
Sähköinen talotekniikka käyttövaiheessa
 - 6.4 Purkuvaihe (C1–C4)
Sähköinen talotekniikka purkuvaiheessa
 - 6.5 Rakennuksen elinkaaren ulkopuoliset vaikutukset (D1–D5)
- 7 EPD JA KANSALLINEN PÄÄSTÖTIETOKANTA
 - 7.1 EPD (Environmental Product Declaration) eli ympäristöseloste
 - 7.2 Kansallinen päästötietokanta

KIRJALLISUUTTA

1 JOHDANTO

Tässä ST-kortissa tarkastellaan sähköisen talotekniikan roolia rakennusten vähähiilisydessä. Kortin on tarkoitus olla myös perustietopaketti, jossa kerrotaan, mistä vähähiilisydessä sekä hiilijalanjäljen ja hiilikädenjäljen laskemisessa on kyse. Tällä hetkellä sähköisen talotekniikan rooli mielletään helposti vain energiankäytöksi ja käytön optimoinniksi. Hiilijalanjäljen integroiminen rakentamiseen on kuitenkin keskeistä kestävä kehityksen edistämiseksi.

Taloteknisillä järjestelmillä on rajallinen käyttöikä (15–30 vuotta), joten laskennallisen elinkaaren aikana talotekniikan osia joudutaan vaihtamaan muutamia kertoja. Kiinteistö- ja rakennusalan asiantuntijakonserni Granlundin (2023) mukaan asuinkerrostaloissa talotekniikan osuus elinkaaren hiilijalanjäljestä on noin 10 prosenttia, ja toimistorakennuksissa sekä majoitus- ja opetustiloissa talotekniikan osuus elinkaaren hiilijalanjäljestä on jopa noin 25 prosenttia.

Tämä ST-kortti pohjautuu uuteen rakentamislakiin, jonka on tarkoitus astua voimaan 1.1.2025, ja ympäristöministeriön asetusluonnokseen (30.9.2022) rakennuksen ilmastoseelvityksestä. Kansalliset määräykset ja toimintatavat ovat vielä kehitteillä, joten ne voivat muuttua lähitulevaisuudessa. Kortin aineisto on tuotettu YAMK-lopputyönä.

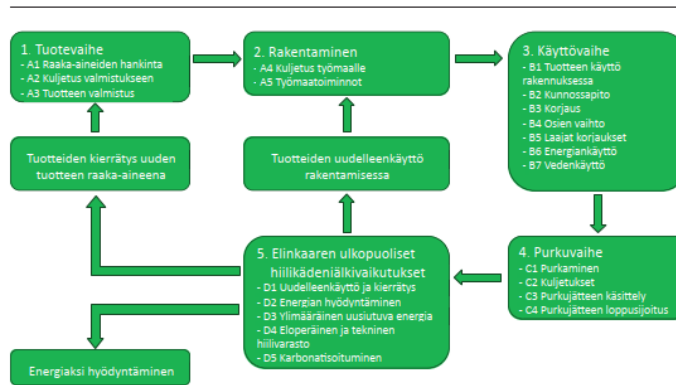
Rakennustuotteiden päästötietojen lisäksi CO2data.fi-palvelusta löytyy rakentamisen palveluiden ja prosessien sekä järjestelmien päästötietoja. Toistaiseksi rakentamisen päästötietokanta on vielä puutteellinen, mutta sitä kehitetään koko ajan, ja uusia tuotteita, palveluita ja järjestelmiä lisätään tietokantaan.

Standardin EN 15804 + A2 mukaan hiilijalanjälki eli GWP-arvot jaetaan kolmeen alaryhmään, joista muodostuu hiilijalanjälkilaskennassa käytettävä arvo GWP-total. Laskennasta saatavat tulokset esitetään seuraavissa yksiköissä: kgCO₂e, kgCO₂e/netto-m² ja/tai kgCO₂e/netto-m²/a (käyttäen 50 vuoden arviointijaksoa).

Tuotetietokantojen avulla on helppo vertailla eri tuotteiden päästötietoja. Esimerkiksi Sähkönumero.fi-palvelu auttaa vertailemaan sähköisen talotekniikan tuotteita.

6 RAKENTAMISEN ELINKAAREN VAIHEET YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN NÄKÖKULMASTA

Rakentamisen elinkaariarviointiin sisällytetään kaikki vaiheet sen alusta loppuun asti. Elinkaaren arvioinnissa tulee ottaa huomioon eri vaiheissa tapahtuvat ympäristövaikutukset. Ympäristövaikutuksia aiheuttavat raaka-aineiden hankinta sekä valmistus, kuljetukset, rakentaminen, käyttö, ylläpito, korjaukset, purkaminen ja materiaalien kierrättäminen tai loppusijoitus kaatopaikalle. (Ympäristöministeriö (2), 5, 6.) Kuvaan 4 on piirretty rakentamisen elinkaaren tyypillisimmät vaiheet.



Kuva 4. Rakentamisen elinkaaren tyypillisimmät vaiheet (kuva mukailen: Ympäristöministeriö).

Kuva 5 näyttää rakennuksen elinkaaren vaiheet. Rakennuksen elinkaaren hiilijalanjälki voidaan jakaa tuotesidonnaisista päästöistä syntyvään hiilijalanjälkeen sekä käytönaikaiseen hiilijalanjälkeen. Rakennuksen tuotesidonnaisiin hiilijalanjälkeen kuuluvat tuotevaiheet (A1–A3), rakentaminen (A4–A5), käyttövaiheet (B1–B5) ja purkuvaihe (C1–C4). Käytönaikaiseen hiilijalanjälkeen sisältyy vaihe (B6), joka muodostuu energiankulutuksesta. Elinkaaren hiilijalanjälkeen sisältyvät edellä mainitut osiot sekä käyttövaihe (B7). Elinkaaren hiilikädenjäljen vaiheisiin sisältyvät elinkaaren ulkopuoliset vaikutukset (D1–D5).

KIRJALLISUUTTA

Häkkinen, T., Kuitinen, M. 2020. Kohti vähähiilistä rakentamista. Rakennustieto oy.
Pääsuunnittelijan ja arkkitehdin pikaopas. 2022. Green Building Council Finland, A-Insinöörit.
Rakennuttajan pikaopas. 2022. Green Building Council Finland, A-Insinöörit.
Taloteknisen suunnittelijan pikaopas. 2022. Green Building Council Finland, A-Insinöörit.
Urakoitsijan pikaopas. 2022. Green Building Council Finland, A-Insinöörit.
SFS-EN 15804:2012+A2:2019. Sustainability of construction works. Environmental product declarations. Core rules for the product category of construction products. 3. painos. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS.
SFS-EN 15978. 2012. Sustainability of construction works. Assessment of environmental performance of buildings. Calculation method. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS.
Ympäristöministeriön asetusluonnos 30.9.2022. Rakennuksen ilmastaselvityksestä (luonnos 30.9.2022, lausuntokierros).

Kortin käsikirjoitus: Toni Kittilä, A-Insinöörit Suunnittelu oy