

TAUSTAMUISTIO RAKENNUSTEN ELINKAARIARVIOINNIN MENETELMÄOHJEESEEN

Luonnos lausuntokierrosta varten 16.11.2018

Sisältö

1	Menetelmäohjeen laatimisen tausta	7
1.1	Vähähiilisen rakentamisen tiekartta Suomessa.....	7
1.2	Menetelmäohjeen työryhmä.....	8
1.3	Lausuntokierros.....	9
1.4	Arviointimenetelmän jatkokehitys	9
2	Käytetyt käsitteet.....	10
3	Muissa maissa käytössä olevat laskentamenetelmät.....	12
3.1	Level(s)	13
3.2	Hollanti GWW.....	14
3.3	Ruotsi: Klimatdeklaration.....	16
3.4	Saksa	16
3.5	Ranska	18
4	Rakennuksen elinkaari.....	20
5	Arviointiprosessin kulku.....	23
6	Arviointikohte	25
6.1	Arviointikohteen rajaus.....	25
6.1.1	Fyysinen rajaus olemassa olevissa laskentamenetelmissä.....	25
6.1.2	Ajallinen rajaus olemassa olevissa laskentamenetelmissä	26
6.1.3	Arviointikohteen määrittely Suomessa	27
6.2	Toiminnallinen yksikkö	29
6.2.1	Suomen menetelmään valittu toiminnallinen yksikkö	30

7	Arvioinnissa käytettävät oletukset.....	33
7.1	Oletusten käytöstä.....	33
7.2	Rakentamisvaiheen oletukset	35
7.2.1	Oletukset eri arviointimenetelmissä	35
7.2.2	Rakentamisvaiheen oletukset Suomen menetelmässä	36
7.3	Tuotteiden käyttö rakennuksessa (B1).....	36
7.3.1	Oletukset eri arviointimenetelmissä	36
7.3.2	Oletukset Suomen menetelmässä.....	36
7.4	Ylläpito (B2).....	37
7.4.1	Oletukset eri arviointimenetelmissä	37
7.4.2	Laskenta Suomen menetelmässä	38
7.5	Korjaukset ja vaihdot (B3-5).....	39
7.5.1	Oletukset eri arviointimenetelmissä	39
7.5.2	Oletukset Suomen menetelmässä.....	42
7.6	Energian kulutus (B6).....	43
7.6.1	Oletukset eri arviointimenetelmissä	43
7.6.2	Ilmastotavoitteiden mukaiset energiaoletukset.....	43
7.6.3	Energiankäytön oletukset Suomen menetelmässä.....	45
7.7	Veden kulutus (B7).....	48
7.7.1	Oletukset eri arviointimenetelmissä	48
7.7.2	Käyttöveden oletukset Suomen menetelmässä	49
7.8	Elinkaaren loppuvaihe (moduuli C)	49
7.8.1	Oletukset eri arviointimenetelmissä	49
7.8.2	Elinkaaren lopun oletukset Suomen menetelmässä.....	49
7.9	Rakennustuotteisiin ja –materiaaleihin liittyvät ilmastohyödyt.....	52
7.10	Elinkaaren ulkopuoliset vaikutukset (moduuli D).....	53
7.10.1	Elinkaaren ulkopuolisten vaikutusten ottaminen huomioon rakennuksen elinkaariarvioinnissa.....	53
7.10.2	Materiaalien jätteeksi luokittelun päättyminen	54
7.10.3	Elinkaaren ulkopuoliset päästövaikutukset Suomen laskentamenetelmässä.....	56
7.10.4	Eloperäisen hiilen ilmastohyödyt	56
7.10.5	Betonin karbonatisoituminen	58
7.10.6	Materiaalien kierrätyksestä ja tuotteiden uudelleenkäytöstä saatavat hyödyt	59
7.9.8	Hiilikädenjälki.....	61

8	Arvioinnissa käytettävät tiedot ja niiden laatu	62
8.1	Tiedon laatu eri arviointimenetelmissä	62
8.2	Tiedon laadun arviointi Suomen menetelmässä	65
9	Ympäristövaikutusten laskenta	67
9.1	Kasvihuonekaasut	67
9.2	Hiilivarastot	67
10	Tulosten raportointi	69
10.1	Tulosten esittämistapa	69
10.2	Tulosten käyttö	69
11	Tulosten varmentaminen	71
11.1	Tulosten varmentaminen eri maiden arviointimenetelmissä	71
11.2	Tulosten varmentaminen Suomen arviointimenetelmissä	73
	Lähteet	74

LUONNOS

1 Menetelmäohjeen laatimisen tausta

1.1 Vähähiilisen rakentamisen tiekartta Suomessa

Suomi on kansainvälisten ilmastopöimusten ja EU:n yhteisen ilmastopöitiikan kautta sitoutunut merkittäviin kasvihuonekaasupäästövähennyksiin. Kesäkuussa 2015 voimaan tulleessa Suomen Ilmastolaissa 609/2015¹ säädetään ilmastopöitiikan suunnittelujärjestelmästä. Sen tavoitteena on varmistaa, että Suomessa ihmisen toiminnasta aiheutuvat kasvihuonekaasupäästöt vähentyvät vähintään 80 prosenttia vuoden 1990 vertailutasosta vuoteen 2050 mennessä, joka on myös EU:n yhteinen tavoite. Suomi on ottanut tavoitteeksi edetä EU:n tavoiteaikataulua nopeammin ja tähtää hiilineutraaliuteen jo vuoteen 2045 mennessä². Tämä tarkoittaa 80 – 95 prosentin päästövähennyksiä. Myös Ruotsi tavoittelee hiilineutraaliutta samalla aikataululla³. Kansainvälisen ilmastopaneeli IPCC:n 1.5 asteen raportin julkistamisen jälkeen (2018) Suomen Ilmastopaneeli on esittänyt, että hiilineutraaliustavoitetta pitäisi aikaistaa vuodesta 2045.

Rakentaminen ja rakennukset tuottavat noin kolmanneksen Suomen kasvihuonekaasupäästöistä ja vastaavat 40 prosentista primäärienergiankulutuksesta. Ympäristöministeriö julkaisi vuonna 2017 vähähiilisen rakentamisen tiekartan⁴, joka tähtää rakennuksen koko elinkaaren hiilijalanjäljen huomioon ottavaan säädösohjaukseen. Keskeinen muutos nykyiseen rakentamisen ohjaukseen on rakennusmateriaalien ja rakentamisen prosessien hiilijalanjäljen huomioiminen osana säädöskehikkoa. Tavoite on ensin luoda elinkaariarvioinnin menetelmät, sitten kehittää ohjausjärjestelmää erilaisine kannustimisine ja ottaa ohjaus käyttöön viimeistään vuonna 2025.

Erilaisia ohjauskeinoja vähähiilisen rakentamisen edistämiseen tutkittiin tiekarttaehdotuksessa (Bionova, 2017) ja sen rinnalla laaditussa viranomaisohjausta tarkastelevassa selvityksessä (RTY, 2017). Vähähiilisen rakentamisen eri ohjauskeinojen vaikutusarvion (VTT, 2018) mukaan tehokkaimmat tulokset saataisiin asettamalla rakennustyyppikohtaiset hiilijalanjäljen raja-arvot. Ottamalla raja-arvot käyttöön voitaisiin säästää vuosittain noin puoli miljoonaa tonnia CO₂-päästöjä (VTT 2018). Tällöin ohjausjärjes-

¹ Ilmastolaki Finlexissä: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20150609>

² Ympäristöministeriön tiedote 20.2.2017. Luettavissa: [http://www.ym.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Ministeri_Tiilikainen_Suomesta_hiilineut\(42208\)](http://www.ym.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Ministeri_Tiilikainen_Suomesta_hiilineut(42208))

³ Ruotsin valtiopäivien tiedote 15.6.2017. Luettavissa: <http://www.government.se/articles/2017/06/the-climate-policy-framework/>

⁴ http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Rakentamisen_ohjaus/Vahahiilinen_rakentaminen/Tiekartta_rakennuksen_elinkaaren_hiilijalanjaljen_huomioimiseksi

telmä perustuisi rakennustyyppikohtaisiin hiilijalanjäljen raja-arvoihin, joita ei saisi ylittää. Jotta näiden raja-arvojen puitteissa pysymistä voitaisiin seurata, tulisi kehittää vakioitu tapa hiilijalanjäljen arviointiin.

Hiilijalanjäljen arviointimenetelmän kehittämisen lisäksi vähähiilisen rakentamisen tiekarttaa on lähdetty toteuttamaan esimerkiksi kansalliseen tietokantaan, kaavoituksen hiilijalanjälkivaikutuksiin ja taloudellisiin ohjauskeinoihin liittyvillä selvityshankkeilla.

Käynnissä olevassa maankäyttö- ja rakennuslain kokonaisuudistuksessa elinkaariajattelu on vahvasti mukana. Uudistuksessa pyritään luomaan edellytykset tulevalle vähähiilisen rakentamisen säädösohjaukselle ja ohjauksen kehittämiseksi edelleen kohti muidenkin ympäristövaikutusten huomioon ottamista.

1.2 Menetelmäohjeen työryhmä

Osana vähähiilisen rakentamisen tiekarttaa ympäristöministeriö käynnisti vuoden 2017 lopulla työn, jonka tavoitteena oli luoda menetelmä suomalaisten rakennusten hiilijalanjäljen laskentaan. Työ tehtiin yhdessä ministeriön virkamiesten ja asiantuntijaryhmän kesken.

Menetelmäohjeen laatimiseen ovat osallistuneet seuraavat ympäristöministeriön ja toimialan asiantuntijat:

Ympäristöministeriö

- Harri Hakaste, yliarkkitehti
- Eeva Huttunen, projektiasiantuntija
- Mikko Koskela, ylitarkastaja
- Matti Kuittinen, erityisasiantuntija (työryhmän puheenjohtaja)
- Simon le Roux, projektiasiantuntija

Asiantuntijat

- Tarja Häkkinen, VTT
- Ari Ilomäki, Rakennustuoteteollisuus RTT ry
- Jessica Karhu, Green Building Council Suomi (työryhmän jäsen vuonna 2017, sihteeri vuonna 2018)
- Sami Lankimäki, Green Building Council (työryhmän sihteeri vuonna 2017)
- Panu Pasanen, Bionova
- Timo Rintala, Green Building Partners
- Laura Sariola, Rakennustietosäätiö

1.3 Lausuntokierros

Menetelmäohje lähetettiin lausuntokierrokselle xx.xx.2018. Lausuntokierroksen aikana saatiin XXX kirjallista palautetta Suomesta ja YY kommenttia ulkomailta. Lisäksi järjestettiin ZZ kuulemistilaisuutta suunnittelun ja rakentamisen toimialan eri osapuolten kesken.

(lausuntoyhteenvedo täydennetään lausuntokierroksen jälkeen)

1.4 Arviointimenetelmän jatkokehitys

Arviointimenetelmää tullaan kehittämään ja päivittämään. Ensimmäisessä vaiheessa julkaistava menetelmä päivitetään kokemusten pohjalta ennen mahdollista velvoittavaa hiilijalanjälkilaskentaa tai rakennustyypeille asetettavia raja-arvoja. Kehitystä tehdään seuraten eurooppalaisia EN-standardeja sekä EU:n Level(s)-mittareiden beta-vaiheen testituloksia ja jatkokehitystä vuosien 2019 – 2020 aikana. Lisäksi kehityksessä huomioidaan pohjoismainen yhteistyö. Laskennan käsitteitä, menetelmiä, tietolähteitä ja vastuita pyritään ohjaamaan pohjoismaisesti harmonisoituun suuntaan.

Varsinaisen laskentamenetelmän lisäksi tullaan varmistamaan, että laskennassa käytettävät rakennusmateriaalien valmistuksen, rakentamisen, kuljetusten ja jätteenkäsittelyn prosessien päästötiedot sekä rakennuksen elinkaaren ajalle tehtävät laskentaoletukset (esim. korjaukset, purkujätteen kierrätysaste ja kuljetusetäisyydet) ovat Suomessa yhdenmukaiset. Ympäristöministeriö julkaisee erikseen näitä koskevat ohjeet.

2 Käytetyt käsitteet

Käsite	EN-standardin käsite	Merkitys
Arviointijakso	Reference study period	Ajanjakso, jolle elinkaarilaskenta tehdään. Rakennuksen käyttöikä voi olla pidempi, kuin elinkaariarvioinnin ajanjakso.
Elinkaaren vaihe	Module	Standardin EN 15643-2 mukainen rakennuksen elinkaaren vaihe.
Eloperäinen hiili	Biogenic carbon	Ilmakehästä yhteyttämisen kautta eloperäiseen materiaaliin sitoutunut hiili.
Fossiilinen hiili	Fossil carbon	Fossiilisista lähteistä peräisin oleva hiili.
Hiilidioksidiekvivalentti	Carbon dioxide equivalent	Eri kasvihuonekaasujen ilmastoa lämmittävä vaikutus muunnettuna hiilidioksidin vastaavaksi vaikutukseksi.
Hiilijalanjälki	Carbon footprint	Tuotteen tai palvelun elinkaaren aikana syntyvien kasvihuonekaasujen summa.
Hiilikädenjälki	Carbon handprint	Tuotteen tai palvelun elinkaaren aikana syntyvien ilmastohyötyjen summa muunnettuna hiilidioksidiekvivalenteiksi.
Hiilinielu	Carbon sink	Toiminto, joka poistaa ilmakehästä hiilidioksidia. Hiilinielu voi olla joko luonnollinen (kuten kasvava metsä), kemiallinen (kuten sementin karbonisoituminen) tai keinotekoinen (kehitettävät teknologiat).
Hiilivarasto	Carbon storage	Tuotteeseen tai materiaaliin varastoitunut ilmakehän hiili. Esimerkiksi puun kuivapainosta puolet on ilmakehän hiiltä.
Oletus	Scenario	Tulevaisuudessa tapahtuvien elinkaaren vaiheille ja niiden ympäristövaikutuksille laadittu oletus. Oletuksen tulee perustua olemassa olevaan lainsäädäntöön, tyypilliseen teknologiaan tai asiakkaan vaatimuksiin.
Toiminnallinen vastaavuus	Functional equivalence	Tuotteen tai rakennuksen tekninen tai toiminnallinen vaatimus, joka mahdollistaa sen vertailun toiseen tuotteeseen tai rakennukseen.
Toiminnallinen yksikkö	Functional unit	Yksikkö jota kohti rakennuksen tai tuotteen ympäristövaikutukset ilmoitetaan vertailua varten.

LUONNOS

3 Muissa maissa käytössä olevat laskentamenetelmät

Elinkaarilaskennan menetelmiä on kehitetty ja kehitetään parhaillaan monissa Euroopan maissa. Suomen laskentaohjetta laadittaessa on selvitetty pisimmälle vietyjä eurooppalaisia menetelmiä, joissa hiilijalanjälki huomioidaan: Hollanti, Saksa, Ruotsi, ja Ranska. Maakohtaisten menetelmien lisäksi on tarkasteltu standardia EN 15978 sekä yleiseurooppalaista Level(s)-raportointikehystä, jota parhaillaan testataan rakennushankkeissa ympäri Eurooppaa. Lisäksi teetettiin erillinen selvitys kansainvälisesti käytössä olevista erilaisista vihreän rakentamisen ohjausjärjestelmistä ja sertifikaateista erityisesti ottaen huomioon niiden erilaiset ohjaustavat rakennuksen hiilijalanjälkeen. Suomen osalta mukana tarkastelussa ovat GBC Finlandin laatimat rakennusten elinkaarimittarit sekä RTS-ympäristöluokitus. Tässä luvussa kuvataan nämä menetelmät lyhyesti.

Hollanti	Ranska	Ruotsi	Norja	Saksa
<ul style="list-style-type: none"> Elinkaaren ympäristövaikutusten laskenta pakolliseksi 2018 alusta 11 ympäristö-indikaattoria, joista ilmasto vaikutus yksi. Ympäristöhaitat muunnetaan euroiksi Kansallinen päästötietokanta Useita mahdollisia laskentatyökaluja 	<ul style="list-style-type: none"> Velvoite rakennustuotteiden ympäristöselosteille CO2-päästöjen rajat 2020 Kokeilu: Pienemmät päästöt = lisää rakennusoikeutta 	<ul style="list-style-type: none"> CO2-päästöjen ilmoitusvelvollisuus tulossa 2021 Huomio myös rakentamisen terveellisyyteen 	<ul style="list-style-type: none"> CO2-laskenta pakolliseksi kaikissa valtion rakennushankkeissa Oma kansallinen laskentastandardi Kansallinen työkalu laskentaan 	<ul style="list-style-type: none"> Ympäristövaikutusten arviointimenetelmä erikseen uudisrakentamiseen, käytönaikaiseen ylläpitoon ja korjaustöihin LCA-laskentasaännöt Menetelmä pakollinen julkisessa rakentamisessa Kansallinen päästötietokanta

Kuva 1. Elinkaarilaskennan menetelmiä muissa Euroopan maissa.

Eri maissa rakennuksen elinkaaren ympäristövaikutuksia on lähestytty hieman eri painotuksilla. Joissakin laskentamenetelmissä otetaan huomioon ympäristövaikutukset laajasti (esimerkiksi Level(s), Saksa ja Hollanti), ja rakennuksen elinkaaren hiilijalanjälki on vain yksi osa tässä kokonaisuudessa. Esimerkki kiinnostavasta näkökulmaerosta on Hollannin menetelmässä, jossa laskennan tuloksena saadaan hiilijalanjäljen sijaan ympäristövaikutusten haittakustannukset.

Menetelmät pohjautuvat pääosin standardiin EN15978. Kaikissa menetelmissä näkökulmana on koko rakennuksen elinkaari, mutta rajauksia elinkaaren vaiheiden (moduulien) huomioimisesta on tehty eri tavoin, kuten taulukosta 1 käy ilmi. Maakohtaisia eroja on myös siinä, mitä rakentamista ja rakennustyyppisiä menetelmät koskevat – esimerkiksi Level(s) on suunnattu toimisto- ja asuinrakennuksille, kun taas Hollannin menetelmä kattaa jopa infrarakentamisen.

Taulukko 1. EN15643-2 mukaisten rakennuksen elinkaaren moduulien sisältyminen eri maiden laskentamenetelmiin

MODUULI	Raaka-aineiden hankinta			Valmistus		Rakentaminen				Käyttö				Elinkaaren loppu				Lisätiedot
	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D	
Saksa	x	x	x				x		x		x	x			x	x	L	
Hollanti	x	x	x	x	x	x	x	(B2)	x		x	x	x	x	x	x	L	
Ranska	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	L	
Ruotsi (ehdotus)	x	x	x	(x)	(x)													
	x sisältyy arviointiin (x) vapaaehtoinen L lisätieto																	

3.1 Level(s)

Level(s) on EU:n uusi vapaaehtoinen raportointikehys, jonka tarkoitus on kehittää rakennusten kestävyttä - ympäristöstävällisyyttä, energiatehokkuutta ja terveellisyyttä. Level(s) tarjoaa yhteiseurooppalaisen lähestymistavan ja perustuu olemassa oleviin standardeihin EN 15978 ja 15804. Level(s) on myös yhteensopiva olemassa olevien kaupallisten ympäristöluokitusten eli niin sanottujen kiinteistösertifikaattien kanssa.

Level(s):ssä on kuusi indikaattoriluokkaa (*macro-objectives*), joista yksi on kasvihuonekaasupäästöt rakennuksen elinkaaren aikana. Tämän luokan ala-indikaattoreita ovat käytönaikainen energiankulutus (kWh / m² / vuosi) ja elinkaaren hiilijalanjälki (kg CO_{2e} / m² / vuosi).

Level(s) tarjoaa kolme arviointitasoa erilaisiin käyttötarkoituksiin. Rakennuksen ilmastovaikutusten arviointiin tämä tarkoittaa seuraavaa:

- Level 1 – yleinen taso: edistetään tämän indikaattorin mittaamista ja kokonaisvaltaista ymmärrystä avaintekijöistä rakennusten hiilijalanjäljestä, mikä olisi minimitalavoite yleiselle arvioinnille
- Level 2 – vertaileva taso: Tarjotaan referenssimittaus- ja raportointityökalu, joka mahdollistaa vertailun ja tavoitteiden asettamisen.
- Level 3 – optimoitu taso: Sisällytetään hiilijalanjälki (*carbon performance*) suunnittelukriteereihin

Tarkastelun kohteena on rakennuksen elinkaari kehdosta kehtoon. Viitekehys on suunnattu toimisto- ja asuinrakennuksille.

Suomessa Level(s)in pilotti käynnistyi syksyllä 2017 ympäristöministeriön, Green Building Council Suomen ja Rakennustietosäätiön toimesta. Mukana on yli 20 rakennushanketta. Suomen pilotoinnin tuloksista raportoidaan vuoden 2019 alussa. Suomessa testauksen pääpaino on elinkaaren hiilijalanjäljessä.

3.2 Hollanti GWW

Hollannissa on käytössä yksi kansallinen arviointimenetelmä (GWW)⁵, jolla lasketaan rakennusten ympäristösuorituskykyä koko elinkaaren ajalta. Laskentamenetelmästä vastaa rakentamisen laadusta vastaava instituutio Stichting Bouwqualiteit (SBK)⁶, joka pitää yllä myös laskentamenetelmään tiiviisti kytkeytyvää ympäristötietokantaa (National Environmental Database). Laskentamenetelmän pohjalta on kehitetty useita SBK:n validoimia laskentatyökaluja.

⁵ Assessment Method - Environmental Performance Construction and Civil Engineering Works(GWW). Version 2.0. November 2014

⁶ Nähtävissä: <https://www.bouwqualiteit.nl/index.php>

Menetelmässä on 11 ympäristövaikutusluokkaa, kuten raaka-aineiden hupeneminen, ilmaston lämpeneminen ja otsonikerroksen heikkeneminen. Perustuen ympäristövaikutuksista kerättyyn dataan perusmateriaaleista, arviointimenetelmässä lasketaan ympäristövaikutukset rakennusosista ja rakentamisesta.

Laskennan lopputulos on rakennuksen ympäristöprofiili, joka sisältää 11 ympäristövaikutusta numeroarvona ilmaistuna. Ilmastovaikutusten haittakustannus ilmoitetaan muodossa € / kg CO₂e. Näitä vaikutuksia yhdistetään kahdeksi keskeiseksi ympäristöindikaattoriksi.

Hollannin menetelmä perustuu standardiin EN 15804, joka on kehitetty ympäristötuoteselosteita varten tuotetasolla. EN15804 perustuu standardiin EN 15978. Toisin kuin EN15978, Hollannin menetelmä kattaa myös infrarakentamisen.

Hollannissa laskenta tehdään muutoin EN 15978 standardin mukaisesti, mutta:

- Moduuli B3 (korjaukset) on osa huoltoa (B2).
- Moduuli B4 (vaihdot) on laskentasäännöissä määritelty rakennustasolla monistamalla tuotetietoa koko elinkaaren ajalle. Valmiin tuotteen vaihtoa ei EN15804:sta poiketen raportoida erikseen käyttövaiheessa. Osien vaihto sisältyy, kun osilla on lyhyempi käyttöikä kuin valmiilla tuotteella. Osien vaihtojen määrä arvioidaan jakamalla toiminnallinen kesto komponentin empiirisellä käyttöiällä miinus yksi (alkuperäinen tuote).
- Moduuli B5 (laajamittaiset korjaukset) eivät ole tässä arviointimenetelmässä mukana.

3.3 Ruotsi: Klimatdeklaration

Ruotsissa ei ole vielä velvoittavaa lainsäädäntöä rakennusten hiilijalanjäljen ohjaamiseen rakennusmateriaalien osalta. Boverket julkaisi ehdotuksen menetelmästä ja laskentasäännöistä tammikuussa 2018⁷. Ehdotuksen päämääränä lyhyellä tähtäimellä on lisätä tietoa ja osaamista, pitkällä tähtäimellä vähentää ilmastopäästöjä ja siten tukea kansallisen hiilineutraalisuustavoitteen saavuttamista. Ehdotuksen lähtökohtana oli, että sisällytetään laskennan piiriin kaikki uudisrakennukset ja määritellään kaikkia koskeva minimitaso päästöille.

Ruotsin menetelmässä vain tuotevaiheen moduulit A1-3 ovat pakollisia. Saadun palautteen perusteella näyttää todennäköiseltä, että koko A-moduuli muuttuu pakolliseksi. Yksinkertaistettu laskenta valittiin, koska mahdollisimman moni rakentamisen toimija pystyy toteuttamaan sen. Elinkaaren rajaamista pelkkään tuotevaiheeseen perustellaan sillä, että vaikka tällä hetkellä EN 15978 mukainen täydellinen elinkaarilaskenta antaa kattavan kuvan, sen on arvioitu vievän liikaa aikaa ja nostavan arvioinnin kustannuksia. Boverketin perusteluissa todetaan myös, että yksinkertaistettu laskenta voisi johtaa osaoptimointiin, mutta siksi laskentaan on kannustettava hankkeen varhaisessa vaiheessa.

Ehdotuksessa todetaan, että voimaantuloon tarvitaan vähintään kaksi vuotta laskentamenetelmän julkaisemisesta. Sitä ennen tarvitaan menetelmästä tiedottamista ja sen kehittämistä. Myös mm. valvonnan järjestämiseen varautuminen ja tietokannan luominen vaativat aikaa.

3.4 Saksa

Saksassa käytössä oleva kestävä rakentamisen kokonaisuus koostuu seuraavista osista:

- LFNB - kestävä rakennuksen ohjeistus (Guideline for Sustainable Building)
- BNB - kestävä rakennuksen arviointimenetelmä
- eBNB - internetpohjainen arviointi- ja dokumentointityökalu
- eLCA – ilmainen, internetpohjainen työkalu, joka on kytketty kansalliseen materiaalitietokantaan (ÖKOBAUDAT).
- ÖKOBAUDAT – online-materiaalitietokanta, joka tarjoaa yhdenmukaista ja laadunvarmistettua tietoa (EN15804 -standardin mukaista tietoa sekä yleistä ja tuotekohtaista dataa ympäristötuoteselosteiden pohjalta)

⁷ Boverket: Klimatdeklaration av byggnader. Rapport 2018:1.

- WECOBIS – rakennusmateriaalitietojärjestelmä, joka tarjoaa tuotekohtaista ympäristö- ja terveystietoa.

Saksan kansallinen ohjeistus kestäväan rakentamiseen sisältää neljä osaa (A – kestäväan rakennuksen suunnitteluperusteet, B – kestävät rakennusprojektit, C – suosituksia kestäväan käyttöön ja kiinteistönhoitoon, D – korjaaminen). Arviointimenetelmässä (BNB) näitä vastaamaan on laadittu arviointimenetelmät (uudisrakentamisen BNB-moduuli, käytönaikainen BNB-moduuli, laajamittaisten korjausten BNB moduuli). BNB sisältää kaikki kestävyuden osa-alueet (ekologinen, taloudellinen, sosiaalinen) ja kattaa koko elinkaaren. Menetelmä ”heijastelee standardisoinnin kentän kehitystä”, muttei aivan suoraan ole standardeihin perustuva.

Arviointimenetelmä BNB on jaettu kolmeen tasoon: 1) pääkriteeriryhmät, jotka on johdettu viidestä kestävyysmääreestä ja sijaintiprofiilista, 2) kriteeriryhmät ja 3) yksilölliset kriteerit. Menetelmässä hiilijalanjäljen kannalta olennaisin kriteeri on 1.1.1. Global Warming Potential (GWP).

Saksassa arviointi tehdään jokaiselle yksittäiselle kriteerille luomalla arviointiasteikko tiettyihin sääntöihin. Korkein mahdollinen pistemäärä yksittäisessä kriteerissä on 100 pistettä. Yksittäiset tulokset kootaan pääkriteeriryhmään, samalla kun yksittäiset kriteerit painotetaan relevanssifaktoreilla 1-3 riippuen siitä, miten relevantti se on tavoitteiden kannalta. Nämä määritetään yhteistyössä Saksan rakennusministeriön kanssa. Maksimituloksen ja todellisen tuloksen suhdetta käytetään laskemaan pääkriteerin sisällä täyttymisen aste. Näiden pääkriteeriryhmien tulosten pohjalta lasketaan vielä painoker-toimia käyttämällä kriteerien täyttymisaste yhteensä.

Kriteerien minimitaso, raja-arvo kyseiselle arviointistandardille, tulee täyttää jokaisen yksittäisen kriteerin kohdalla. Tietyille rakennustyypeille tulee täyttää minimitaso myös kriteerien kokonaistalolle. Tasoja on kolme: pronssi, hopea ja kulta. Periaatteena on saavuttaa tasapaino kaikkien kriteeriryhmien kesken. Saksan menetelmässä on erikseen täsmennetyt kriteerit ja ohjeet toimistorakennuksille, koulurakennuksille ja tutkimusrakennuksille. BNB on pakollinen julkisissa rakennuksissa, joissa on saavutettava vähintään ”hopea”-taso. Tietyille rakennuksille vaaditaan ”kulta”-taso.

Saksan menetelmän keskeiset rajaukset

Systeemi rajautuu rakennustalolle ja aikajänteenä on koko rakennuksen elinkaari, sisältäen tiettyjä osia rakennuksen purkamisesta. Elinkaaritarkastelu perustuu todelliseen dataan, joka tulee yhdistää oletuksiin käytön ja purkamisen vaiheista. Esimerkiksi uuden toimisto- ja hallintorakennuksen tapauksessa käytetään ensimmäistä 50 vuotta. Laskennassa käytettävä käyttöikä ei välttämättä ole identtinen suunnitellun käyttöiän tai maksimikäyttöiän kanssa.

Saksan arviointimenetelmässä elinkaarilaskennan tueksi on olemassa LCA-laskentasäännöt sekä rakennusosien käyttöikätaulukko, joka tarjoaa tietoa rakennusosien käyttöajoista määritellylle 50-vuoden tarkastelujaksolle. Suunnitteluvaiheessa tätä käyttöikä-tietoa voidaan hyödyntää oletusten tekemiseen, kun samalla sovelletaan määriteltyjä elinkaarilaskennan rajoituksia.

Saksan LCA-laskentasääntöjen mukaan laskennassa huomioidaan seuraavat elinkaaren vaiheet: A1-3, B2, B4, B6 (EnEV mukaisesti), C3 ja C4. Moduuli D ei sisälly laskentaan, mutta se ilmoitetaan lisätietona. Saksan menetelmässä laskenta voidaan toteuttaa myös yksinkertaistetusti tietyillä periaatteilla. Silloin laskentaohjeessa määritellyille rakennusosille käytetään valmistuksen, korjausten ja elinkaaren lopun vaiheissa kerrointa 1,2.

Meneillään oleva lainsäädäntötyö

Saksassa on meneillään lakiuudistus, jossa yhteen rakennusten energialakiin (GEG) on tarkoitus yhdistää kolmen lain sisältö: energiansäästölaki (EnEV), energiansäästöasetus (EnEG) ja uusiutuvaa energiaa (lämmitys) koskeva laki (EEWärme). German Sustainable Building Council (DGNB) kritisoi uuden lakiehdotuksen rakentuvan liiaksi vanhan lainsäädännön varaan ja laati oman kolmen sivun ehdotuksen uuden lain sisällöstä. DGNB:n ehdotuksessa tavoiteluvun tulisi olla CO₂-päästöt, ei rakennusten primäärienergiantarve. Arviointi tulisi täydentää absoluuttisilla CO₂-päästöraja-arvoilla, ei teoreettisilla referenssirakennuksilla. Jos tavoitearvoja ei saavutettaisi, seuraisi CO₂-maksu. Kaikkien arviointien ja kontrollimekanismien tulisi perustua todellisiin kulutusmittauksiin.⁸ DGNB julkaisi huhtikuussa 2018 myös LCA-oppaan⁹.

3.5 Ranska

Ranskassa on käynnissä tavoitteellinen prosessi, jossa pyritään ohjaamaan rakennuksen hiilijalanjäljen laskentaa ja myöhemmin vuonna 2020 sen tasoa. Ranskassa on jo voimassa asetustason säädös rakennustuotteisen standardin mukaisen ympäristöselosteen laatimisesta silloin, kun tuottaja esittää ympäristöväittämiä tuotteestaan¹⁰.

⁸ Proposal: The contents of a future German Building Energy Law in just three pages, DGNB STATEMENT, status as of June 2018, Nähtävissä: https://static.dgnb.de/fileadmin/en/dgnb_ev/Position_Papers_and_Statements/DGNB-discussion-proposal-GEG-2050.pdf?m=1529591090&

⁹ Life Cycle Assessments - a guide on using the LCA, DGNB GUIDE APRIL 2018, Nähtävissä https://static.dgnb.de/fileadmin/en/dgnb_ev/reports/LCA-guide.pdf?m=1528792495&

¹⁰ Arrêté du 9 juillet 2014 modifiant l'arrêté du 23 décembre 2013 relatif à la déclaration environnementale des produits de construction et de décoration destinés à un usage dans les ouvrages de bâtiment

Nämä ympäristöselosteet ja tuotteiden päästötiedot löytyvät kansallisesta INIES-tietokannasta¹¹. Rakennustason hiilijalanjäljen laskennasta on käynnissä pilotointivaihe.

Meneillään oleva lainsäädäntötyö

Vuoden 2015 Pariisin ilmastopimus luo pohjaa Ranskassa käynnissä olevalle lainsäädäntötyölle. Ranskassa on käynnissä rakennuksen hiilijalanjäljen laskennan velvoittavan lainsäädännön kehitystyö ja sitä edeltävä pilotointijakso. Tämä lainsäädäntötyö pohjautuu vuonna 2015 säädettyyn laajaan ”Energiapuitelakiin”¹², joka tähtää merkittäviin kasvihuonepäästövähennyksiin yhteiskunnan eri aloilla. Rakennustason säätelyn pilottiin osallistuvat tahot laskevat hankkeen elinkaarivaikutukset määrättyllä menetelmällä. Pilotointi on tarkoitettu ensisijaisesti uudisrakennuksille.

Käytetty menetelmä ja tietokannat

Yllämainittuun pilottiin osallistuvissa hankkeissa elinkaarivaikutukset lasketaan Ranskan valtion määrittämällä laskentamenetelmällä. Tämä laskentaohje¹³ noudattelee EN 15978-standardia tietyn poikkeuksin ja laajennuksin. Laskenta on mahdollista suorittaa yksinkertaistetusti tai laajasti. Erityisesti yksinkertaistetussa laskennassa on mahdollista käyttää valmiita taulukkoarvoja. Pilotoinnissa on myös kehitetty kansallinen ympäristömerkki ”Label E+C-” avuksi luokittelemaan rakennuksia. Tässä ympäristömerkissä tutkitaan sekä rakennuksen energiankulutusta (tai tuotantoa) että hiilijalanjälkeä. Ranskan valtio ja pilotointiorganisaatio on hyväksynyt kahdeksan eri laskentaohjelmistoa¹⁴, jolla laskennan voi hyväksytysti laatia.

Laskentaa varten tuotteiden päästötiedot haetaan kansallisesta INIES -tietokannasta. Laskennassa käytetään 50 vuoden elinkaarta. Pidemmän elinkaaren käyttäminen ei ole sallittua. Moduuli D:ssä ilmaistavista kierrätyshyödyistä saa laskelmassa ottaa huomioon yhden kolmasosan.

¹¹ INIES | Les données environnementales et sanitaires de référence pour le bâtiment

Nähtävissä: <http://www.inies.fr/accueil/>

¹² La loi de transition énergétique pour la croissance verte, nähtävissä mm. <https://www.gouvernement.fr/action/la-transition-energetique-pour-la-croissance-verte>

¹³ Référentiel « Energie-Carbone » pour les bâtiments neufs Méthode d'évaluation de la performance énergétique et environnementale des bâtiments neufs, MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIE ET SOLIDAIRE MINISTÈRE DE LA COHÉSION DES TERRITOIRES, Juillet 2017, nähtävissä:

<http://www.batiment-energiecarbone.fr/wp-content/uploads/2017/06/referentiel-energie-carbone-methode-evaluation-2017-07-01.pdf>

¹⁴ Bâtiment à Énergie Positive & Réduction Carbone, LOGICIELS D'ÉVALUATION <http://www.batiment-energiecarbone.fr/evaluation/logiciels/>

4 Rakennuksen elinkaari

Kuten menetelmäohjeessa todetaan, hiilijalanjälkilaskennassa tulee viitata standardin EN 15643-2 kuvaamiin vaiheisiin.

A1-3	A4-5	B		C
Valmistusvaihe	Rakentamisvaihe	Käyttövaihe		Elinkaaren loppu
A1 Raaka- aineen hankinta	A4 Kuljetus työmaalle	B1 Tuotteen käyttö	B5 Laaja- mittaiset korjaukset	C1 Purkaminen
A2 Kuljetus tehtaalle	A5 Työmaa- toiminnot	B2 Kunnossa- pito	B6 Energian käyttö	C2 Kuljetukset
A3 Tuotteen valmistus		B3 Korjaus	B7 Veden käyttö	C3 Purku- jätteen käsittely
		B4 Osien vaihto		C4 Purku- jätteen loppusijoitus
D - Lisätiedot				
Rakennuksen elinkaaren ulkopuolelle jäävät hyödyt tai haitat				

Kuva 2 Rakennuksen elinkaaren vaiheet standardin EN 15643-2 mukaan.

Rakennusten elinkaarimittareiden (Green Building Council Finland – Rakennusten elinkaarimittarit (2013)) laskentaoppaassa¹⁵ kuvataan vaiheiden sisältöjä ja rajauksia oheisen taulukon 2 mukaisesti. Taulukkoa voi käyttää selkeyttämään, mihin vaiheeseen mikäkin päästö kuuluu, mutta tarvittaessa on syytä tutustua itse standardiin.

Taulukko 2. Rakennuksen elinkaaren vaiheet.

VAIHE	VAIHEEN KESKEINEN SISÄLTÖ
A1-3 Tuotevaihe	Rakennustuotteiden koko valmistusketjun päästöt standardin EN 15804 mukaisesti. Laskenta huomioi vain rakennuksen ja sen osat, eikä esim. huonekaluja tai käyttäjien laitteita.
A4 Kuljetukset työmaalle	Rakennustuotteiden ja koneiden kuljetukset, kuljetuksista aiheutuva hävikki. Maansiirto, jossa siirrellään tai vaihdetaan maa-aineksia. Työvoiman kuljetuksia ei huomioida.
A5 Työmaatoiminnot	Kaikki työmaan toiminnot, sisältää maansiirron, varastoinnin, energiankäytön, jätehuollon ja väliaikaiset rakenteet (kuten valumuotit ja suojamateriaalit). Työkoneiden ja muiden käytettävien koneiden ja laitteiden valmistuksen päästöjä ei huomioida.
B1 Käyttö	Kylmäainevuodot ja mahdolliset muut suorat kasvihuonekaasupäästöt ilmakehään.
B2 Kunnossapito	Huollossa, ylläpidossa ja siivouksessa käytettävät tuotantopanokset ja näiden kuljetus ja jätehuolto. Ylläpidolla tarkoitetaan tässä suunniteltua ja ennakoitua ylläpitoa. Pintojen maalaus ja ulkoalueiden hoidon energian kulutus kuuluvat tähän osa-alueeseen
B3 Korjaus	Rikkoutuneiden rakennusosien korjaamiseen tarvittavat materiaalit ja niiden käsittely sekä rikkoutuneiden osien jätteen käsittely. Korjaus kohdistuu rikkoontumisiin, joita ei ole suunniteltu tai ennakoitu
B4 Osien vaihto	Merkittävien rakennusosien suunniteltu vaihto niiden teknisen tai taloudellisen elinkaaren päässä. Esim. ilmanvaihtokoneen tai ikkunoiden vaihtaminen, kattopäällysteen uusiminen tai energiaratkaisujen vaihtaminen. Sisältää osien kuljetukset ja vaihdettujen osien ja muun syntyneen jätteen käsittelyn. Tässä tarkoitettavat osat vaihdetaan toiminnallisesti vastaaviin osiin (muuten kyseessä on muuntaminen).
B5 Laajamittaiset korjaukset	Rakennuksen merkittävä korjaus tai muuntaminen, kuten peruskorjaus, tilaohjelman muutos, rakennuksen vaipan muunnokset, tai energiaratkaisujen muutokset. Jos tarkasteltu rakennushanke on muutoshanke, kohdistuvat päästöt

¹⁵ Rakennusten elinkaarimittarit, GBC Finland, 2013, katsovissa osoitteessa http://figbc.fi/wp-content/uploads/2013/01/Rakennusten_elinkaarimittarit_2013.pdf

tähän vaiheeseen. Vaihe kattaa prosessissa käytetyt materiaalit, jätehuollon, logistiikan ja prosessissa kulutetun energian päästöt. Peruskorjaus sisältää putkien, sähköjen ja vesikaton korjaukset sekä tekniikan ja ovien ja ikkunoiden vaihdon, jos ei voida osoittaa muuta.

B6 Energian käyttö	Sisältää kaiken rakennuksen järjestelmien kuluttaman rakennukseen ulkopuolelta tuodun energian, jota käytetään lämmitykseen, lämpimän käyttöveden tuottamiseen, ilmanvaihtoon, jäähdytykseen, valaistukseen tai rakennusautomaatioon. Sisältää myös muun tontilla kulutetun energian kuten pihavalaistukset tai sulatukset. Ei sisällä kuluttajalaitteiden energiaa Niin haluttaessa voidaan raportoida erillisiä kuluttajalaitteet huomioivia lisäoletuksia.
B7 Veden käyttö	Sisältää puhtaan veden tuotannon ja tuotetun jäteveden käsittelyn päästöt käytön ajalta. Veden kulutuksessa ei tulisi huomioida kuluttajalaitteiden (kuten pyykin- ja astianpesukoneiden) kulutusta. Haluttaessa nämä voidaan raportoida erillisissä lisäoletuksissa. Rajaus sisältää tontilla tapahtuvan kulutuksen (esim. kastelu).
C1 Purkaminen	Rakennuksen purkaminen rakennuspaikalla ja sen välittömässä läheisyydessä ja tähän liittyvien koneiden käyttämä energia ja koneiden kuljetukset.
C2 Purkuvaiheen kuljetukset	Kaikki purkujätteestä ja työkaluista aiheutuva kuljetus End-of-Waste tilaan saakka, huomioiden mahdolliset välivarastointi- ja siirtokuormauskuljetukset.
C3 Purkujätteen käsittely	Kaikki jätteen käsittelyn vaiheet, kunnes jäte saavuttaa End-of-Waste tilan. Määrittelyn kriteerit ovat: a) syntyneellä raaka-aineella on tunnettu käyttötarkoitus, b) jolle on kysyntää markkinoilla (mahdollisesti positiivinen ostohinta), c) raaka-aine täyttää käyttötarkoituksen vaatimat tekniset ja muut ominaisuudet ja d) raaka-aineen käyttö ei vaaranna ympäristöä tai ihmisten terveyttä.
C4 Purkujätteen loppusijoitus	Kaikki sellaisen jätteen käsittelystä syntyvät päästöt, jonka käsittelytapa on loppusijoitus tai energian tuotanto, ja jonka elinkaari päättyy lopullisesti.
D Elinkaaren ulkopuoliset vaikutukset	Elinkaaren ulkopuoliset vaikutukset, esimerkiksi materiaalien energiana hyödyntämisen tai kierrättämisen tuottamat päästöhyödyt, betonin karbonisoitumisen tuomat hyödyt ja mahdolliset hiilivarastot. Moduuli D:n tietoja ei lasketa elinkaaren hiilijalanjälkeen vaan ne ilmoitetaan erikseen

5 Arviointiprosessin kulku

Menetelmäohjeessa oleva rakennuksen elinkaaren arviointiprosessin kuvaus pohjautuu oleellisilta osiltaan standardin EN 15978 lukuun 5. Tätä prosessia on pyritty tekemään helpommin lähestyttäväksi etenkin rakennuksen pääsuunnittelijan näkökulmasta lisäämällä menetelmäohjeeseen yksityiskohtaisemmat prosessikaaviot. Myös elinkaariarvioinnin terminologiaa suomennettaessa on pyritty välttämään elinkaariarvioinnin ammattitermejä ja niitä on paikoin korvattu käsittein, jotka olisivat suunnittelijan helpommin ymmärrettävissä.

Arviointiprosessi noudattaa ns. prosessiin pohjautuvaa elinkaariarvioinnin menetelmää. Tässä lähestymistavassa laskennan systeimirajaus sisältää vain suoraan rakennuksen elinkaareen liittyvät, standardin EN 15978 mukaiset vaiheet. Mukaan arviointiin ei ole otettu tämän systeimirajan ulkopuolisia vaikutuksia. Vaihtoehtoista makrotaloudellista input-output –menetelmää tai hybridimenetelmiä ei ole otettu kehityksen pohjaksi, koska ne poikkeavat sekä standardista että muissa maissa käytettävistä tai kehitteillä olevista rakennuksen elinkaaren arviointimenetelmistä. Input-output- tai hybridimenetelmiä voidaan kuitenkin soveltaa esimerkiksi kasvihuonekaasupäästöjen kehityksen arvioinnissa kansallisella tasolla tai rakentamisen prosessien taulukkoarvojen kehitykseen.

Asiantuntijaryhmän kokouksissa nousi toistuvasti esille tarve kehittää hiilijalanjäljen arviointimenetelmä yksinkertaiseen suuntaan, jotta pääsuunnittelija, arkkitehti tai insinööri kykenisi siitä kohtuullisen perehtymisen jälkeen suoriutumaan. Tämän vuoksi menetelmästä kehitettiin kaksi eri versiota: yksinkertaistettu menetelmä ja tarkennettu menetelmä.

Yksinkertaistetun menetelmän tarkoitus on luoda vähimmäistaso arvioinnille ja mahdollistaa myös muiden kuin elinkaariarvioinnin konsulttien ja tutkijoiden työskentely rakennuksen hiilijalanjäljen laskennassa. Yksinkertaistettu menetelmää voitaisiin myös soveltaa silloin, kun rakennushankkeessa on rakennuslupaa haettaessa vielä runsaasti määrittelemättömiä seikkoja: materiaalien valmistajia ei vielä tiedetä, tuotteiden kuljetusetiisyydet ovat tuntemattomat ja rakentamisen ajankohta mahdollisesti päättämättä. Jotta laskentaa voitaisiin kuitenkin tässä vaiheessa tai suunnittelun alkuvaiheen vaihtoehtojen vertailussa tehdä, pohjautuu yksinkertainen menetelmä pitkälti taulukkoarvojen hyödyntämiseen. Hankekohtaisesti olisi laskettava vain käytetyt rakennusmateriaalit ja kulutettu laskennallinen ostoenergia. Muut elinkaariarvioinnin lähtötiedot saataisiin suoraan taulukoista. Taulukot voitaisiin laatia myös rakennustyyppikohtaisesti.

Tarkennettu arviointimenetelmä mahdollistaisi elinkaariarvioinnin niin, että kunkin keskeisen elinkaaren vaiheen päästövaikutukset voitaisiin laskea hankekohtaisesti. Tällöin

voitaisiin monipuolisemmin tutkia eri vaihtoehtojen vaikutusta rakennuksen elinkaaren päästöjen muodostumiseen. Jotta arviointi ei kuitenkaan jäisi liian väljästi määritellyksi, olisi tarkennetussa menetelmässä ohjeet kunkin elinkaaren vaiheen päästölaskentaan. Tämän avulla varmistettaisiin, että eri arvioitsijoiden tekemät laskelmat olisivat vertailukelpoisia keskenään.

LUONNOS

6 Arviointikohde

6.1 Arviointikohteen rajaus

6.1.1 Fyysinen rajaus olemassa olevissa laskentamenetelmissä

Kaikkien tarkasteltujen maiden laskentamenetelmissä laskenta kohdistuu rakennuksen koko elinkaareen. Eri menetelmissä on kuitenkin eroja esimerkiksi siinä, sisällytetäänkö laskentaan rakennuksen ulkopuolisia rakenteita ja alueita tontilla tai talotekniikkaa. Seuraavassa on esimerkkejä laskennan rajauksista muissa menetelmissä.

Saksa

Systeemi rajautuu rakennustasolle (ilman ulkopuolisia osia, esim. piharakennukset, viherrakenteet) ja aikajänteenä koko rakennuksen elinkaari, sisältäen tiettyjä osien purkamisesta. Maanalaiset rakenteet sisällytetään laskentaan.

Ruotsi

Laskentaan sisällytetään rakennuksen vaippa, runko, autotalli ja kellari. Maatöitä ei sisällytetä laskentaan. Taloteknisten laitteiden asennuksia ei ole pakko sisällyttää. Voidaan sisällyttää paljon muitakin kuin pakolliset osat, riippuen erilaisten rakennusprojektien mahdollisuuksista kerätä tietoa. Raportoinnissa tulee selkeästi esittää, mitkä rakennusosat eivät sisälly laskentaan.

Hollanti

Laskentaan tulee sisällyttää perustukset, runko, varastot, pihakiveykset ja aidat, varastotilat, taloteknisten osien asennuksia (minimivaatimuksista taulukko Hollannin laskentaohjeen liitteenä).

Laskentaan ei sisällytetä erillisiä rakennuksia, sähkötekniisiä asennustöitä (IT-laitteet), sisustusta, mattoja tai viheralueita. Modulaarisesta rajauksesta huomioitavaa on, että osien vaihto sisällytetään laskentaan, kun osilla on lyhyempi käyttöikä kuin valmiilla tuotteella. Laskentaan tulee sisällyttää rakennuksen energiankulutus (sis. lämmitys, ilmanvaihto, vakiovalaistus). Menetelmäohjeen liitteessä todetaan, että tavoitteena on

saada mahdollisimman todenmukainen kuva rakennuksen energiankulutuksesta. Pakollisten rakennukseen liittyvän energiankulutuksen (esim. lämmitys, vakiovalaistus) lisäksi suositellaan, että käyttäjien toiminnasta aiheutuva ja laitteiden energiankulutus sisällytetään mukaan laskentaan.

Level(s)

Tasolla 2 laskentaan ei sisällytetä rakennuksen ulkopuolisia rakenteita kuten laatoituksia, aitoja tai tontilla sijaitsevia hulevesijärjestelmiä, mutta tasolla 3 sisällytetään.

Voidaan rajata pois kaikki elementit ja niiden komponentit jotka ovat vähemmän kuin yksi prosentti rakennuksen kokonaismassasta. Poistettujen osien yhteissumma ei saa ylittää viittä prosenttia rakennuksen kokonaismassasta.

Ranska

Yksityiskohtaiseen laskentaan sisällytetään yleisesti ottaen rakennus rakennusosineen, tontti sisältäen muun muassa parkkipaikat, muurit ja laatoitukset, (energia)järjestelmät, jakeluverkostot sisältäen muun muassa vesi, lämpö, sähkö- ja tiedonsiirtojärjestelmät sekä perustukset ja infrastruktuuri. Laskentaan sisällytettävät osat luetaan menetelmäohjeen liitteessä ja näistä ilmoitetaan todelliset tiedot. Yksinkertaistetussa menetelmässä lasketaan todellisilla arvoilla putkisto ja tontilla oleva muu verkosto, perustukset ja infrastruktuuri, runko ja valut, vaippa ja rakennusosat, välipohjat, fasadi, maansiirrot ja pengerrykset sekä tontilla tapahtuvan energiantuotannon laitteet. Annettuja taulukkoarvoja voidaan käyttää rakennuksen sisäisille LVI-laitteille, vesikalusteille, sähköverkolle, tietoliikenneverkolle sekä hisseille ja liukuportaille.

6.1.2 Ajallinen rajaus olemassa olevissa laskentamenetelmissä

Fyysisten rajausten lisäksi eri arviointimenetelmät eroavat toisistaan sen mukaan, kuinka kattavasti rakennuksen elinkaaren eri vaiheet otetaan mukaan arviointiin. Eri menetelmien ajallinen systeemirajaus on kuvattu taulukossa 3.

Taulukko 3. Tarkastelujakson pituus eri elinkaariarvioinnin menetelmissä.

Menetelmä	Tarkastelujakson pituus elinkaariarvioinnissa (a)
EN 15978	ISO 15686-1, -2, -7 and -8;
Level(s)	Tarkastelujakson pituus 60v. tai suunniteltu käyttöikä tai taloudellinen pitoaika
Hollanti	Referenssikäyttöiät: Asuinrakennukset 75v. Toimistot 50v.
Ranska	50v. (kaikki rakennukset, pitempi ei sallittu, alempi pitää todentaa)
Saksa	50 v.
Ruotsi	Vain A-moduulit mukana, joten tarkastelujakso ei olennainen
RTS	50 v.
REM	50 v.

6.1.3 Arviointikohteen määrittely Suomessa

Suomen arviointimenetelmään on pyritty valitsemaan käytettävät rajaukset siten, että laskenta olisi kohtuullisesti mahdollista tehdä. Samalla pyritään kuitenkin siihen, että rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljestä tulisi mahdollisimman realistinen ja oikea kuva.

Fyysinen rajaus

Arviointiin sisällytettäisiin itse rakennuksen lisäksi alueosat ja talotekniset järjestelmät. Siten sekä maanalaiset pysäköintitilat että louhinnat (vaiheessa A5) laskettaisiin mukaan. Arviointiin sen sijaan ei sisällytettäisi työmaan väliaikaisia rakenteita tai tontin kasvillisuutta.

On tärkeä huomata, että tämä rajaus koskisi vain arviointimenetelmää. Myöhemmin mahdollisesti säädettävä rakennuksen hiilijalanjäljen raja-arvot sisältävät asetus voitaisiin rajata siten, ettei siinä huomioitaisi tontin, maatöiden tai perustusten vaikutusta. Tämä mahdollistaisi eri rakennuspaikoille rakennettavien talojen tasapuolisen kohtelun luvituksessa.

Arvioinnin tulos ilmaistaisiin kahdella eri luvulla. Toiseen laskettaisiin pelkkä rakennuksen osuus ja toiseen rakennuksen lisäksi tontin, alueosien ja autotallien osuus. Jakajana molemmissa toimisi neliometri (1 m²) rakennuksen lämmitettyä nettoalaa.

Arvioitavat rakennusosat

Taloteknisillä osilla on merkittävä vaikutus rakennuksen elinkaaren hiilijalanjälkeen. Toisaalta elinkaaren hiilijalanjäljen laskenta ei saisi muodostua niin monimutkaiseksi, että sitä ei pystyttäisi kohtuullisessa ajassa tekemään. Siksi arviointiin on ehdotettu sisällytettäväksi menetelmäohjeen liitteen 1 mukaiset rakennusosat.

Rakennuksen elinkaaren aikana LVIS-osat joudutaan vaihtamaan mahdollisesti useamman kerran. LVIS-osien hiilijalanjäljen arvioinnissa voitaisiin käyttää taulukkoarvoja. Mikäli todetaan, että käytetyt LVIS -osat ovat hiilijalanjäljeltään taulukkoarvoa parempia, voitaisiin laskennassa käyttää todellisia arvoja mutta nämä arvot pitää todentaa esimerkiksi tuotteen ympäristöselosteen avulla.

Tontilla sijaitsevat mahdolliset viherrakenteet eivät olisi mukana laskennassa. Niiden valmistuksen ja etenkin hiilinieluvaikutuksen laskenta edellyttäisi osaamista, jota arvioidaan olevan Suomessa erittäin vähän. Lisäksi kasvillisuuden ilmastovaikutusten arviointiin ei ole voimassa olevaa eurooppalaista standardia arviointikäytäntöjä vakioimaan.

Ajallinen systeemirajaus

Arviointimenetelmässä on ehdotettu käytettäväksi rakennusten osalta 50 tai 75 vuoden käyttöikää rakennustyyppistä riippuen. Asuinrakennusten oletetaan olevan pitkäikäisimpiä, joten niiden arviointi tehtäisiin 75 vuodelle. Kaikille muille rakennustyypeille tehtäisiin arviointi 50 vuoden mukaan. On huomattava, että nämä vuosimäärät koskevat vain tehtävää arviointia. Rakennuksen suunniteltu käyttöikä voi poiketa niistä.

Suomessa rakennustuotteiden **suunniteltu käyttöikä** määritellään standardissa SFS-EN 1990, jossa todetaan, että suunniteltu käyttöikä on "oletettu ajanjakso, jolloin rakennetta tai sen osaa on määrä käyttää aiottuun tarkoitukseensa ennakoituin kunnossapitotoimenpitein, mutta ilman, että olennaiset korjaukset ovat välttämättömiä."

Rakennuksen **tekninen käyttöikä** tarkoittaa aikaa, jonka rakennus tai rakennuksen aika teknisesti kestää. Tekninen käyttöikä on rakennuksissa yleensä hyvin pitkä, eikä se yleensä määritä rakennuksen toteutuvaa käyttöikää (elinkaarta). Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitajakset on ohjeistettu RT 18-10922 -kortissa.

Referenssikäyttöikä määritellään standardissa EN 15804. Referenssikäyttöiän yhteydessä on erityisesti ilmoitettava olosuhteet ja painotettava, että referenssikäyttöikä pätee ainoastaan referenssiolosuhteissa.

Taloudellinen pitoaika käsitteenä tarkoittaa ajanjaksoa, jolloin rakennuksen katsotaan olevan taloudellisesti käyttökelpoinen suunniteltuun käyttötarkoitukseen. Usein taloudellinen käyttöikä on lyhyempi kuin tekninen pitoaika. Tästä esimerkkinä käy toimitilojen muutokset palvelemaan paremmin uusia työn tekemisen muotoja, huonekonttorien remontointi avokonttoreiksi.

Eri rakennustyyppien elinkaariarvioinnissa käytettävät tarkastelujaksot löytyvät ohjeen luonnoksen kohdasta ”Arviointikohteen ajallinen rajausta”.

6.2 Toiminnallinen yksikkö

Toiminnallisella vastaavuudella (*functional equivalence*) tarkoitetaan tässä rakennusmääräysten täyttymistä rakennustyypeittäin. Alla olevassa taulukossa 4 kuvataan eri rakennustason laskentamenetelmissä sovelletut toiminnalliset yksiköt (*functional unit*).

Taulukko 4. Toiminnalliset yksiköt eri arviointimenetelmissä.

Arviointimenetelmä	Toiminnallinen yksikkö	Huomiot
EN 15978	Yleinen referenssiyksikkö voidaan johtaa toiminnallisesta vastaavuudesta ja käyttää kuvaamaan ympäristöarvioinnin indikaattoreiden tuloksia suhteessa toiminnallisesti vastaavaan. Yleinen referenssiyksikkö voi olla kytketty johonkin ulottuvuuteen (esim. per m ² , per vuosi, per työntekijä, per vuosi, per m ² per vuosi).	
Level(s)	Huoneistoala (CO ₂ -e /m ² of useful internal floor area).	Joissain tapauksissa voidaan laskea toimistorakennuksissa per tilassa työskentelevä hlö tai asuinrakennuksissa per sänkypaikka.
Hollanti	Ilmastovaikutusten haittakustannus ilmoitetaan muodossa € / kg CO ₂ -e	
Ranska	kg CO ₂ eq/m ² splancher.	Ohjeissa käytetty termi on ”surface de plancher”, eli osapuilleen kerrosalaa vastaava pinta-alan tunnusluku ¹⁶ .
Saksa	kg CO ₂ -e/(m ² ngfa·a) ¹⁷ lopullinen tulos ilmoitetaan pisteinä	

¹⁶ Lähde: Bionova 2017 ja <https://www.service-public.fr/particuliers/vosdroits/f2868>

¹⁷ Kriteeri BNB_BN 1.1.1.

Ruotsi	kg CO ₂ -e /m ²	
RTS-ympäristöluokitus	tnCO ₂ -e / lämmitetty nettoala	
Rakennuksen elinkaarimittarit	tnCO ₂ -e / lämmitetty nettoala	usein ilmoitetaan myös käyttövuosille jaettuna: CO ₂ e/a/n-m ²

6.2.1 Suomen menetelmään valittu toiminnallinen yksikkö

Laskentamenetelmän kehitystyössä oli arvioitavana viisi erilaista mahdollisuutta rakennuksen hiilijalanjäkilaskennan toiminnalliseksi yksiköksi:

1. Toiminnallinen yksikkö: 1 m² rakennuksen lämmitettyä nettoalaa¹⁸
2. Toiminnallinen yksikkö: 1 m² rakennuksen hyötyalaa¹⁹
3. Toiminnallinen yksikkö: 1 m² rakennuksen kerrosalaa²⁰
4. Toiminnallinen yksikkö: 1 m² rakennuksen rakennusoikeutta²¹
5. Toiminnallinen yksikkö: 1 m² tontin pinta-alaa

Taulukko 5. Toiminnalliset yksiköt eri arviointimenetelmissä ja niiden edut ja haitat.

Vaihtoehto	Edut	Haitat
1. Lämmitetty nettoala (1 m ²)	<ul style="list-style-type: none"> • Olisi yhdenmukainen E-luvun laskennan kanssa. • Olisi yhdenmukainen Level(s)-järjestelmän kanssa. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tontin ja talon lämmittämättömän osan elinkaaren päästöt jyvittyisivät lämmittetylle nettoalalle. Eri kaava-alueille tehdyt samanlaiset rakennukset eivät olisi vertailukelpoisia.

¹⁸ Lämmitetty nettoala on lämmitettyjen kerrostasoalojen summa kerrostasoja ympäröivien ulkoseinien sisäpintojen mukaan laskettuna. Vaihtoehtoisesti lämmitetty nettoala voidaan laskea lämmitetystä bruttoalasta, josta on vähennetty ulkoseinien rakennusosa-ala.

¹⁹ Hyötyala lasketaan huonealojen summaksi. Hyötyalaa lasketaan kaikki tilaohjelmaan kuuluvat tilat. Tilaohjelman ja hyötyalan ulkopuolelle jäävät yleensä rakennuksen sisäistä liikennettä palvelevat tilat, kuten käytävät, portaat, porrashuoneet, tuulikaapit, aulat sekä teknisiä järjestelmiä palvelevat tilat, kuten lämpökeskus ja ilmanvaihdon huone.

²⁰ Rakennuksen kerrosalaa lasketaan kerrosten alat ulkoseinien ulkopinnan mukaan laskettuina ja se kellarikerroksen tai ullakon ala, johon sijoitetaan tai voidaan sijoittaa rakennuksen pääasiallisen käyttötarkoituksen mukaisia tiloja.

²¹ Kunta määrää suurimman sallitun rakennusoikeuden kullekin rakennuspaikalle.

2. Hyötyala (1 hym ²)	<ul style="list-style-type: none"> • Olisi yhdenmukainen rakennuksen suunnittelun lähtökohtana olevan tilaohjelman kanssa. Mahdollistaisi hankesuunnitteluvaiheen hiilijalanjälkitavoitteiden asettamisen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ei olisi yhdenmukainen energialaskennan tai Level(s)-järjestelmän kanssa.
3. Kerrosala (1 kem ²) (voi ylittää rakennusoikeuden tietyissä tapauksissa)	<ul style="list-style-type: none"> • Kerrosala kattaa fyysisesti koko rakennuksen, jolloin päästöjen syntyminen olisi suorassa yhteydessä pinta-alaan. 	<ul style="list-style-type: none"> • Rakennuksen pääkäyttötarcoitukseen kuulumattomien tilojen valmistuksen, rakentamisen ja purkamisen päästöt jyvittyisivät kerrosalalle.
4. Rakennusoikeus (1 kem ²) (voi alittaa kerrosalan tietyissä tapauksissa)	<ul style="list-style-type: none"> • Muodostuisi yhteys kaavoituksen ilmastotavoitusten tarkasteluun. 	<ul style="list-style-type: none"> • Väestönsuojan ja kaavassa mahdollisesti sallittujen kerrosalan ylitysten (esim. ullakot, kellarit) valmistamisen, rakentamisen ja purkamisen päästöt jyvittyisivät rakennusoikeudelle. tämä johtaisi eri kaavojen mukaan toteutetut samantyyppiset rakennuksen eri asemaan päästöjen tarkastelussa.
5. Tontin pinta-ala (1 m ²)	<ul style="list-style-type: none"> • Tontin rakentamisen päästöjen syntyminen olisi suorassa yhteydessä tontin pinta-alaan. 	<ul style="list-style-type: none"> • Johtaisi tehottomasti kaavoitettujen tonttien suosimiseen päästölaskennassa. olisi ristiriitainen kaavoituksen ilmastotavoitteiden kanssa.

Edellä mainittujen toiminnallisten yksikköjen vuoksi olisi oltava mahdollista tehdä hiilijalanjälkilaskelmia myös tilankäytön tehokkuutta tai muita vastaavia mittareita käyttäen. Tällöin voitaisiin vertailla rakennuksen elinkaaren päästöjä suhteessa esimerkiksi sen mahdollistamaan käyttäjämäärään taikka muuhun toiminnan kannalta oleelliseen palveluun tai suoritteeseen. Tällainen toiminnallinen yksikkö voisi olla mielekäs esimerkiksi toimitiloissa, kouluissa ja päiväkodeissa tai sairaaloissa ja hoitolaitoksissa. Pelkästään suoritepohjaisen toiminnallisen yksikön käyttö ei kuitenkaan riittäisi, koska suurelle osaa rakennuksista voi olla hyvin hankala määritellä käyttäjämääriä tai palvelusuoritteita.

Valittu toiminnallinen yksikkö:

Rakennuksen lämmitetty nettoala (1 m²).

Peruste: Lämmitetty nettoala on energialaskennassa käytettävä yksikkö. Hiilijalanjälki-laskenta liittyy oleellisesti rakennuksen energialaskentaan. Saman toiminnallisen yksikön käyttö selventää energiatehokkuuden ja hiilijalanjäljen vaihtelua rakennuksen suunnitteluratkaisuja pohdittaessa.

LUONNOS

7 Arvioinnissa käytettävät oletukset

7.1 Oletusten käytöstä

Elinkaariarviointi koskee suurelta osin tulevaisuudessa tapahtuvaksi arvioituja vaikutuksia. Koska näitä ei voida laskentahetkellä tarkasti tietää, joudutaan käyttämään oletuksia. Niitä ovat esimerkiksi arviot siitä, mikä on energian hiilijalanjälki tulevaisuudessa, kuinka paljon huoltoja tai korjauksia rakennuksen elinkaaren aikana tarvitaan tai minne rakennustuotteet päätyvät, kun ne aikanaan puretaan pois. Oletusten eli skenaarioiden käyttöön sisältyy aina epävarmuuksia.

Eurooppalaisissa standardeissa on mainittu oletusten (skenaarioiden) käytöstä seuraavasti:

- EN 15643-1, kohta 5.4: *“The technical and functional requirements shall be taken from the client’s brief, the regulatory requirements and from the project specification.”*
- EN 15643-2, kohta 5.4.4: *“The scenarios shall be realistic and representative and in accordance with the technical and functional requirements as given in the functional equivalent. The technical and functional requirements shall be taken from the client’s brief, the regulatory requirements and from the project specification.”*
- EN 15978, kohta 8.6.1 (rakennuksia koskien): *“Scenarios should be based on the existing regulations, client’s requirements, or accepted code of practice.”*
- EN 15804, kohta 6.3.8 (rakennustuotteita koskien): *“A scenario shall be realistic and representative of one of the most probable alternatives. (If there are, e.g. three different applications, the most representative one, or all three scenarios shall be declared). Scenarios shall not include processes or procedures that are not in current use or which have not been demonstrated to be practical.”*

Standardien mukaan laadittujen oletusten tulee siis pohjautua olemassa oleviin säädöksiin, rakennushankkeen tilaajaan vaatimuksiin tai hyväksytyihin käytäntöihin.

Oletuksiin vaikuttavia olemassa olevia eurooppalaisia ja kansallisia säädöksiä on kuvattu taulukossa 6. Voimassa olevien lakien lisäksi oletuksiin voivat vaikuttaa kansainväliset sopimukset. Pariisin ilmastopimus (SopS 75-76) ja EU:n päästökauppasektorin ulkopuolisia aloja koskeva tuleva taakanjakoasetus (COM/2016/482) edellyttävät

jatkossa voimakkaampia toimia ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi ja päästöjen vähentämiseksi.

Taulukko 6. Oletuksiin vaikuttavat lait ja säädökset.

Säädös	Elinkaariarvioinnin oletuksiin vaikuttava sisältö
Ilmastolaki 609/2015	Suomen päästövähennystavoitteet vuoteen 2050 voivat vaikuttaa rakennuksen elinkaaren aikana oletettuihin päästölähteisiin. Näitä voivat olla esimerkiksi energian tuotannon päästöt, polttonesteiden ja työkoneiden päästöt sekä jätteenkäsittelyn päästöt.
Energiatehokkuuslaki 1429/2014	Laissa säädetään energiatehokkuuden edistämisestä ja energiakatselmuksista, jotka ovat pakollisia suurille yrityksille (6 §). Energiakatselmus veloitetaan tehtäväksi neljän vuoden välein ja siihen tulee sisältyä merkittävät yrityksen energiatehokkuutta parantavat toimet. Näillä voi olla vaikutusta rakennuksen elinkaarioletuksiin, jos arvioinnin kohteena on suuryrityksen käyttöön tuleva rakennus. Laissa säädetään myös (29 b §), että keskushallintoviranomaiset saavat hankkia vain parhaimpaan energiatehokkuusluokkaan kuuluvia laitteita. Tällä voi olla merkitystä, jos oletuksia laaditaan keskushallintoviranomaisen käyttöön tai omistukseen tulevalle rakennukselle.
Ympäristöministeriön asetus 4/12 rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä	Asetus edellyttää energiatehokkuuden parannustoimia tietyissä korjaus- ja muutostöissä. Tämä voi vaikuttaa rakennuksen käyttövaiheen korjauksien (B3) ja peruskorjauksien (b5) oletuksiin. Jos näihin korjauksiin liittyvissä oletuksissa parannetaan rakennuksen energiatehokkuutta, tällä voi olla vaikutusta rakennuksen käytönaikaisen energiankulutukseen ja siitä aiheutuviin päästöihin (B6).
Jätedirektiivi (ey) 98/2008	Direktiivin 11. artiklan mukaan vuoteen 2020 mennessä vaarattoman rakennus- ja purkujätteen valmistelua uudelleenkäytettäväksi tai kierrätettäväksi on lisättävä vähintään 70 painoprosenttiin. Tällä voi olla vaikutusta laadittaessa oletuksia rakennuksen tai sen osan purkuvaihetta varten.
Valtioneuvoston asetus 843/2017 eräiden jätteen hyödyntämisestä maarakentamisessa	Tiettyjen rakennus- ja purkujätteiden käytön soveltuvuus maarakentamiseen voi vaikuttaa rakennuksen purkuvaiheen (moduuli C) ja elinkaaren ulkopuolisten vaikutusten (moduuli D) oletuksiin.

7.2 Rakentamisvaiheen oletukset

7.2.1 Oletukset eri arviointimenetelmissä

Tässä luvussa esitetään, miten eri menetelmissä on käsitelty rakentamisvaiheen A4-A5 oletuksia. Tähän taulukkoon on koottu oleellisimpia huomioita eri laskentamenetelmissä tai muissa ohjeistuksissa käytetyistä oletuksista tai tiedon soveltamisen tavoista.

Taulukko 7. Rakentamisvaiheen oletuksia ja tiedon soveltamisen tapoja eri arviointimenetelmissä.

Arviointimenetelmä	Rakentamisvaiheen oletukset A4 – A5
EN 15978	A4: Kaikki oleellinen rajauksen sisällä, kuljetukset työmaalle ja työmaalta, materiaalit, palvelut ja välineet, rakentaminen, osien kokoaminen A5: <ul style="list-style-type: none"> • perustaminen, maanrakennustyöt • työmaalla kuljetukset, tuotanto, jäte ja välineet • rakentamisprosessi • asennus ja liitännäistuotteet, jos ei ympäristöselosteessa
Level(s)	Menetelmän skenaariot koskevat pääasiassa rakennustuotteiden teknistä käyttöikää ja elinkaaren loppua. Ei spesifejä ohjeita rakentamisvaiheen skenaarioihin.
Hollanti	A4: Sisältyy kaikkien materiaalien, tuotteiden ja elementtien kuljetukset rakennuspaikalle. Palautuskuljetus on tyhjä, ellei toisin osoiteta. Ei sisälly mahdolliset vahingot kuljetuksen aikana, eikä työntekijöiden kuljetus. A5: Prosessit joilla käytetään materiaaleja, tuotteita tai elementtejä rakennustyössä. Minimiprosenttiosuus pakkausmateriaaleille kansallisen jätesuunnitelman mukainen. Jos pakkausmateriaali palautetaan ja uusiokäytetään pakkausmateriaalina, tätä osuutta ei tarvitse sisällyttää laskentaan. Laskentaan ei sisälly välivarastointi rakennuspaikalla tai mahdolliset vauriot.
Ruotsi (ehdotus)	Sisältyy rakennustuotteiden kuljetukset, muttei ihmisten kuljetukset. Ehdotuksessa mainittu harkittavaksi myös maamassojen sisällyttäminen laskentaan.
Rakennusten elinkaarimittarit (REM)	A4: Rakennustuotteiden ja koneiden kuljetukset, kuljetuksista aiheutuva hävikki. Maansiirto, jossa siirrellään tai vaihdetaan maa-aineksia. Työvoiman kuljetuksia ei huomioida. A5: Kaikki työmaan toiminnot, sisältää maansiirron, varastoinnin, energiankäytön, jätehuollon ja väliaikaiset rakenteet (kuten valumuotit ja suojamateriaalit). Työkoneiden ja muiden käytettävien koneiden ja laitteiden valmistuksen päästöjä ei huomioida.

7.2.2 Rakentamisvaiheen oletukset Suomen menetelmässä

Suomen laskentamenetelmä muodostuu kahdesta vaihtoehdosta. Yksinkertaistettua menetelmää käytettäessä olisi mielekästä voida hyödyntää vakioituja rakentamisvaiheen taulukkoarvoja. Tällä olisi arvoa erityisesti silloin, kun kuljetusmatkat ja rakentamisen vuodenaika ovat epäselvät. Toisaalta jos nämä tekijät tiedetään tai niiden päästövaikutuksia haluttaisiin minimoida, tulisi arviointiin olla selkeät ohjeet.

Valittu rakentamisvaiheen oletus:

Yksinkertaistettua arviointimenetelmää varten laaditaan kansalliset taulukkoarvot. Tarkennettua menetelmää varten laaditaan ohjeet päästöjen hankekohtaista arviointia varten.

7.3 Tuotteiden käyttö rakennuksessa (B1)

7.3.1 Oletukset eri arviointimenetelmissä

Rakennuksen käytön aikaiset ilmastovaikutukset voivat olla joko päästöjä (esimerkiksi teollisuuskaasujen vuotoja taloteknisistä laitteista), hiiltä sitovia (esimerkiksi sementin karbonatisoituminen rakennuksen käytön aikana) tai ilmastonmuutosta hidastavia (puutuotteiden pitkäikäiset hiilivarastot).

Esimerkiksi Ranskassa mukaan laskentaan otetaan muun muassa laitteiden jäähdytysnesteiden päästöt. Tietolähteinä käytetään PEP-selostetta tai kansallista INIES-tuotetietokantaa.

7.3.2 Oletukset Suomen menetelmässä

Valittu käyttövaiheen oletus:

Suomalaisessa elinkaarilaskennan menetelmässä ei edellytetä rakennustuotteiden käytöstä aiheutuvien ilmastovaikutusten laskentaa.

Eri tuotevalmistajilla ja muilla toimijoilla voi kuitenkin olla mielenkiintoa rakennuksen käytön aikaisten ilmastovaikutusten laskentaan ja optimointiin. Tämän vuoksi näitä ilmastovaikutuksia voidaan esittää rakennuksen elinkaaren hiilijalanjälkilaskennassa lisätietona. Lukua ei kuitenkaan voi yhdistää elinkaaren hiilijalanjälkilaskentaan.

7.4 Ylläpito (B2)

7.4.1 Oletukset eri arviointimenetelmissä

Standardin EN15978 mukaan ylläpidon oletusten osalta huomioidaan seuraavat tekijät:

- Asiakkaan vaatimukset kuten kuvattu ohjeistuksessa (esim. huolto joka 5.vuosi tai ei huoltoa)
- Palvelu/käyttöaika ISO 15686 1, 2, 7 ja 8 mukaisesti
- Vaatimukset EN 15804:sta
- Valmistajan tieto
- Käyttötapa (*pattern of use*)

Muita standardissa esitettyjä esimerkkejä ylläpidon prosesseista ovat huolto tai suojaavien pintojen korvaamisen prosessit, kuten esimerkiksi lattioiden tai tapettien uusiminen. Standardin mukaan voidaan myös määritellä oletuksia, jotka perustuvat ennakkoon määriteltyihin tai taulukkoarvoihin tai tilastolliseen vertailuun. Esimerkiksi ikkuna voidaan korvata joko silloin, kun sen toiminnallisuus heikkenee tai lakkaa (esim. 2 prosentin vähenemä joka vuosi 10 v jälkeen) tai tietyn ennakkoon määrätyn aikajakson jälkeen (30 vuotta).

Level(s) tarjoaa ylläpidon oletusten laatimiseen 3 oletustyökalua: työkalu 1 rakennuksen ja elementtien käyttöiän suunnitteluun, työkalu 2 muuntojoustavuuden ja korjauksen suunnitteluun ja työkalu 3 purkamiseen, uudelleenkäyttöön ja kierrätykseen. Rakennuksen käyttöön liittyvät oletukset tulee ilmoittaa ohjeessa olevan taulukon mukaisesti (esim. käyttötottumukset, asukastiheys, käyttöaste). Rakennusosien ja -elementtien käyttöiät arvioidaan ISO 15686-8 mukaisesti. Jos ei ole saatavilla arvioita valmistajilta ja toimittajilta, voi käyttää taulukoituja tyypillisiä käyttöiä.

Saksan kestävä rakentamisen ohjeistuksen mukaan suunnitteluvaiheessa luodaan käyttökonsepti (*operating concept*), jota päivitetään jatkuvasti. Siinä määritellään keinot, joilla saavutetaan vaaditut palvelutasot, sekä miten niistä raportoidaan. Tässä huomioidaan mm. tilojen käyttötavat, käyttöaste ja käyttötottumukset. Käyttöä ja ylläpitoa mitataan ja analysoidaan jatkuvasti, ja tähän tarjotaan erilaisia työkaluja.

Hollannin menetelmässä huolto (B2) ja korjaukset (B3) on yhdistetty. Niiden osalta laskentaan sisällytetään:

- Huoltoprosessit joita tarvitaan säilyttämään toiminnallisen suorituskyvyn vaatimukset, mitä tulee toiminnallisen yksikön toiminnalliselta käyttöajalta

- Huoltomateriaalien tuotanto
- Tarvikkeet ja poistot, sis. Huoltomateriaalien paluukuljetukset (esim. rakennustuotteet) ja ylijäämämateriaalit (esim. rakennusjäte)
- Huoltojätteen käsittelyprosessit
- Siivoushuolto, jos tärkeää toiminnallisesta näkökulmasta
- Korvaavien tuotteiden tuotanto
- Korvaavien tuotteiden tarvikkeet ja poistot (esim. rakennustuotteet) ja ylijäämämateriaalit (esim. rakennusjäte)
- Korvaavien tuotteiden implementointi ja korvattavien tuotteiden hävittäminen
- Jätteenkäsittelyn prosessit

Hollannin menetelmässä laskentaan ei sisällytetä tarkastushuoltoja, esteettisiä huoltoja tai ei-ennustettavia korjauksia vahinkojen ja onnettomuuksien seurauksena.

7.4.2 Laskenta Suomen menetelmässä

Ylläpitotoimiin voidaan rajallisesti vaikuttaa suunnittelun keinoin. Rakennusten elinkaarren päästötutkimuksista ei kuitenkaan löydy viitteitä siitä, että ylläpitotoimilla olisi merkittäviä vaikutuksia rakennuksen päästöihin. Toisaalta ylläpitotoimien energian, kemikaalien ja materiaalien kulutusta on puutteellisten tai vaikeasti hankittavien tietojen vuoksi nykytilanteessa melko työlästä arvioida. Näistä syistä ylläpitotoimet on ehdotettu rajattavaksi laskentamenetelmän ulkopuolelle.

Maalaustyöt voitaisiin kuitenkin arvioida. Asiantuntijaryhmän mukaan ne voivat olla elinkaariarvioinnissa merkityksellisiä ja toisaalta arviointi voitaisiin tehdä kohtuullisen yksinkertaisesti maalattavien pintojen alan pohjalta. Standardissa EN15978 maalaustyöt katsotaan osaksi huoltoa ja ylläpitoa (B2), mutta Suomessa maalaustyöt voitaisiin tulkita korjaustoimenpiteinä (B3). Tämän vuoksi standardista poiketen maalaustyöt voitaisiin sisällyttää moduuliin B3 (korjaukset ja vaihdot) ja moduuli B2 jättää kokonaisuudessaan arvioinnin ulkopuolelle.

Valittu ylläpitovaiheen oletus:

Suomen elinkaarilaskennan menetelmässä ei edellytetä ylläpidosta aiheutuvien ilmastovaikutusten laskentaa. Maalaukset käsitellään osana korjauksia.

7.5 Korjaukset ja vaihdot (B3-5)

7.5.1 Oletukset eri arviointimenetelmissä

EN 15978

Standardin EN 15978 mukaan vaiheiden B2-B4 oletuksissa tulee huomioida:

- asiakkaan vaatimukset (esim. huolto joka 5.vuosi tai ei huoltoa)
- palvelu/käyttöaika ISO 15686 1, 2, 7 ja 8 mukaisesti
- vaatimukset EN 15804:sta
- valmistajan tieto
- käyttötapa (pattern of use)

Muita esimerkkejä prosesseista, jotka liittyvät rakennustuotteisiin tämän systeemin rajojen sisällä, ovat huolto tai suojaavien pintojen korvaamisen prosessit. Voidaan myös määritellä oletuksia, jotka perustuvat ennakkoon määriteltyihin tai taulukkoarvoihin tai tilastolliseen vertailuun. Laajamittaisten korjausten oletukset rakennuksille, rakennusosille ja/tai teknisille laitteille/tarvikkeille tehdään, kun korjausten yksityiskohdat ovat arvioijan tiedossa. Ellei asiakkaalla ole korjaukseen liittyviä vaatimuksia, käytetään arvioitavalle rakennukselle tyypillisiä oletuksia. Kuvataan kaikki korjausprosessin ympäristövaikutukset ja näkökulmat linjassa systeemirajojen kanssa. Jos korjauksiin liittyy käyttötarkoituksen muutoksia (esimerkiksi funktionaalinen vastaavuus muuttuu), vaikutukset ja näkökulmat huomioidaan uuden funktionaalisen vastaavan jäljellä olevalta vaaditulta käyttöajalta, ja elinkaaren päättymisen osalta.

Level(s)

Level(s)-viitekehys sisältää kolme oletustyökalua: työkalu 1. rakennuksen ja elementtien käyttöiän suunnitteluun, työkalu 2. muuntojoustavuuden ja korjaamisen suunnitteluun ja työkalu 3. purkamiseen, uudelleenkäyttöön ja kierrätykseen. Laajamittaisella korjauksella tarkoitetaan Level(s)-viitekehyksessä korjausta, jossa ulkovaipan tai rakennusteknisten korjausten kokonaiskustannukset ovat yli 25 prosenttia rakennuksen arvosta pois lukien maan arvo tai jossa yli 25 prosenttia ulkovaipan pinnasta korjataan. Rakennuksen käyttöön liittyvät oletukset tulee ilmoittaa Level(s) ohjeistuksen taulukon 1.5 mukaisesti (esim. käyttötottumukset, asukastiheys, käyttöaste). Rakennusosien ja

–elementtien käyttöiät arvioidaan iso 15686-8 mukaisesti. Jos arvioita ei ole saatavilla valmistajilta ja toimittajilta, voidaan käyttää taulukoituja tyypillisiä käyttöiä.²²

Hollanti

Hollannin arviointijärjestelmässä rakennuksen käyttöiästä voidaan käyttää tyyppikohtaista referenssikäyttöikää tai täysin soveltuvaa käyttöikää, seuraavilla referenssikäyttöiän pituuksilla eri tyyppisille rakennuksille: asuinrakennus 75 vuotta, toimitilat (*utility*) 50 vuotta (sis. esim. koulut, kaupat, kuntosalit), monikäyttöiset rakennukset 75 vuotta. Käyttöiästä poikkeamisiin on olemassa ohjeita.

Huoltoon ja korjauksiin sisällytetään Hollannin arviointimenetelmässä:

- Huoltoprosessit, joita tarvitaan säilyttämään toiminnallisen suorituskyvyn vaatimukset, mitä tulee toiminnallisen yksikön toiminnalliselta käyttäjältä
- Huoltomateriaalien tuotanto
- Tarvikkeet ja poistot, sis. huoltomateriaalien paluukuljetukset (esim. rakennustuotteet) ja ylijäämämateriaalit (esim. rakennusjäte) huoltojätteen käsittelyprosessit
- Siivoushuolto, jos tärkeää toiminnallisesta näkökulmasta
- Korvaavien tuotteiden tuotanto
- Korvaavien tuotteiden tarvikkeet ja poistot (esim. rakennustuotteet) ja ylijäämämateriaalit (esim. rakennusjäte)
- Korvaavien tuotteiden implementointi ja korvattavien tuotteiden hävittäminen.

Huoltoon ja korjauksiin eivät Hollannin menetelmässä sisälly:

- Tarkastushuollot
- Esteettinen huolto
- Ei-ennustettavat korjaukset vahinkojen ja onnettomuuksien seurauksena /

B3 (korjaukset) on osa huoltoa (B2). B4 (osien vaihdot) on laskentasäännöissä määriteltä rakennustasolla. Valmiin tuotteen vaihtoa ei EN15804:sta poiketen raportoida erikseen käyttövaiheessa. Osien vaihto sisältyy, jos osilla on lyhyempi käyttöikä kuin valmiilla tuotteella. Osien vaihtojen määrä arvioidaan jakamalla toiminnallinen kesto komponentin empiirisellä käyttöiällä miinus yksi (alkuperäinen tuote). Moduuli B5 (laajamittaiset korjaukset) ei ole Hollannin arviointimenetelmässä mukana.

²² Levels Part 3. How to make performance assessments. Table 1.6 Typical service lives for the minimum scope of building parts and elements (s.20) Nähtävissä: http://susproc.jrc.ec.europa.eu/Efficient_Buildings/docs/170816_Levels_EU_framework_of_building_indicators.pdf

Ranska

Korjaukset ja vaihdot eivät sisälly laskentaan.

Saksa

Saksassa B3 (korjaukset) ja B5 (laajamittaiset korjaukset) eivät sisälly laskentaan. Rakennusosien käyttöikätaulukosta saadaan tietoja elinkaarikustannusten ja elinkaaren ympäristövaikutusten laskentaan. Niitä voi käyttää oletusten pohjana suunnittelussa määritellylle rakennuskohtaiselle 50 vuoden tarkastelujaksolle arviointisysteemin rajat huomioiden. Kaikille rakennusosille, joiden käyttöikä on pienempi kuin elinkaari (tarkastelujaksolla 50 vuotta), korjaukset ja vaihdot lasketaan. Vaihtotiheys määritellään jakamalla tarkastelujakso rakennusosan käyttöiällä. Tulos annetaan kokonaislukuna.

Ruotsi

Korjaukset ja vaihdot eivät ole pakollisia menetelmäehdotuksessa.

RTS-ympäristöluokitus

Vertailuratkaisu: 20 prosenttia tavanomaisen arvojen mukaisesta rakennusvaiheesta. B5: peruskorjauksessa jäävien rakenteiden osalta rakennusvaiheen hiilijalanjälki on nolla. Vertailulaskurissa voidaan peruskorjaus huomioida ilman laskentaa siten, että jos päänimikkeeseen (alueosat, runko-osat, tilaosat, talotekniikka) tehdään vain vähäisiä muutoksia, voidaan vertailussa käyttää suoraan säilytettävän pinta-alan osuutta toteutuksesta.

Rakennusten elinkaarimittarit

Rikkoutuneiden rakennusosien korjaamiseen tarvittavat materiaalit ja niiden käsittely sekä rikkoutuneiden osien jätteen käsittely sisältyy arviointiin. Korjaus kohdistuu rikkoutumisiin, joita ei ole suunniteltu tai ennakoitu. Esimerkiksi ilmanvaihtokoneen tai ikkunoiden vaihtaminen, kattopäällysteen uusiminen tai energiasäätelöjärjestelmien vaihtaminen sisältyvät arviointiin. Arviointi sisältää myös osien kuljetukset sekä vaihdettujen osien ja muun syntyneen jätteen käsittelyn. Tässä tarkoitettavat osat vaihdetaan toiminnallisesti vastaaviin osiin (muuten kyseessä on muuntaminen). Jos tarkasteltu rakennushanke on muutoshanke, kohdistuvat päästöt tähän vaiheeseen. Vaihe kattaa toimenpiteessä käytetyt materiaalit, jätehuollon, logistiikan sekä kulutetun energian päästöt. Peruskorjaus sisältää putkien, sähköjen ja vesikatton korjaukset sekä tekniikan ja ovien ja ikkunoiden vaihdon, jos muuta ei voida osoittaa.

7.5.2 Oletukset Suomen menetelmässä

Valitut rakennusmateriaalit ja suunnitteluratkaisut vaikuttavat materiaalien vaihtoväleihin. Kun määräluettelon pohjalta tehdään valmistusvaiheen A1-3 päästölaskenta, on eri rakennusosien vaihtovälit kohtuullisen helppo arvioida. Tähän voitaisiin käyttää joko RT-kortin 10922 taulukkoarvoja tai vaihtovälit voitaisiin arvioida suunnitelmien pohjalta. Kuten luvussa 7.4.2 todettiin, standardista poiketen asiantuntijaryhmän suosituksesta maalaustyöt voitaisiin sisällyttää korjausvaiheeseen.

Laajamittaisten korjausten (B5) luonnetta ja laajuutta on vaikea arvioida uudisrakennuksen suunnitteluvaiheessa. Tästä syystä olisi perusteltua olla sisällyttämättä laajamittaisia korjauksia uudisrakennuksen elinkaaren arviointiin. Toisaalta laajamittaisia korjauksia tehdään paljon, ja niiden hiilijalanjäljen arvioinnilla voisi olla merkitystä korjausvaihtoehtojen ilmastovaikutusten vertailussa. Asiantuntijaryhmän päätyi ratkaisuun, jossa laajamittaiset korjaukset arvioitaisiin aina erillisinä elinkaariarvioina.

Valittu korjausvaiheen oletus:

Rakennuksen odotettavissa olevat korjaukset ja osien vaihdot sisältyvät arviointiin. Yksinkertaistetussa menetelmässä ne arvioidaan taulukkoarvojen mukaan ja tarkennetussa menetelmässä annettaisiin ohjeet korjaustöiden, tuotteiden vaihtovälien ja korjauksesta syntyvän purkujätteen käsittelyn päästöjen arviointiin.

Laajamittaiset korjaukset arvioitaisiin omana erillisenä elinkaariarviointinaan. Siihen ei sisällytettäisi rakennuksen aiempia elinkaaren vaiheita, vaan arviointi alkaisi korjaustöistä (ml. korjauksessa tarvittavien materiaalien valmistus).

7.6 Energian kulutus (B6)

7.6.1 Oletukset eri arviointimenetelmissä

Useissa arviointimenetelmissä edellytetään energiankäytön arviointiin sisällytettäväksi lämmityksen, viilennyksen, ilmanvaihdon, lämpimän käyttöveden, valaistuksen ja hallintalaitteiden energiankulutus. Lisäksi menetelmät tyypillisesti erottavat paikalla tuotetun energian oman kulutuksen ja viennin ulos systeemirajauksen ulkopuolelle. Eri menetelmissä korostetaan käytettyjen oletusten kuvaamista ja lähteiden ilmoittamista.

Saksan BNB-menetelmässä lämmöntuotannon tapa tulee ilmoittaa. Energialähteiden yhdistelmää käytettäessä lämmöntuotanto tulee jokaisen energiamuodon osalta nimetä ja osoittaa. Lämmön osalta käytetään Ökobaudat -tietokannan tietoa kyseisen energiamuodon osalta. Sähkön osalta käytetään Ökobaudat -tietoa polttoainejakaumasta ("sähkö-mix").

Ruotsin ehdotetussa menetelmässä moduuli B6 on vapaaehtoinen. Ehdotuksessa tuodaan esiin, että jos B6 sisällytetään laskentaan, se kannustaa optimoimaan materiaalien käytön ja käyttöenergian kokonaisuutta. Olennaista on, mitä oletuksia käytetään tulevaisuuden energiakäytön osalta, ja ne tulisi selkeästi ilmoittaa.

Ranskassa laskelmaan otetaan rakennuksen arvioitu energiankulutus elinkaaren aikana. Energiamäärä kerrotaan päästökertoimella ja käyttöiällä, joka on arvioinnissa 50 vuotta.

7.6.2 Ilmastotavoitteiden mukaiset energiaoletukset

Rakennuskannan energiankulutus kytkeytyy vahvasti kansalliseen energia- ja ilmasto-politiikkaan. Suomi on sitoutunut seuraaviin EU:n päästövähennystavoitteisiin:

- Vuoteen 2020 mennessä EU tavoittelee kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen ainakin 20 prosenttia vuoden 1990 tasosta. Komission Suomelle asettama tavoite on vähentää taakanjakosektorin päästöjä 16 prosenttia.
- Vuoteen 2030 mennessä EU tavoittelee vähintään 40 prosentin vähennyksiä kasvihuonekaasupäästöihin. Komission ehdotus Suomelle on 39 prosentin päästövähennys.

- Vuoteen 2050 mennessä EU tavoittelee vähintään 80 prosentin päästövähennyksiä vuoden 1990 tasosta²³.

Suomen energia- ja ilmastostrategia²⁴ on osa ilmastolain mukaista ilmastopolitiikan suunnittelujärjestelmää. Strategiassa esitellään kaksi oletusta energian ja päästöjen kehitykselle Suomessa. Perusoletuksilla (*With Existing Measures, WEM*) arvioidaan jo päätettyjen päästövähennystoimien vaikutusta päästöjen vähentymiseen ilman, että niiden lisäksi tehtäisiin enää lisätoimia. Poliittikaoletus (*With Additional Measures, WAM*) esittää ne toimet, joilla vuoden 2030 päästövähennystavoitteet voitaisiin saavuttaa.

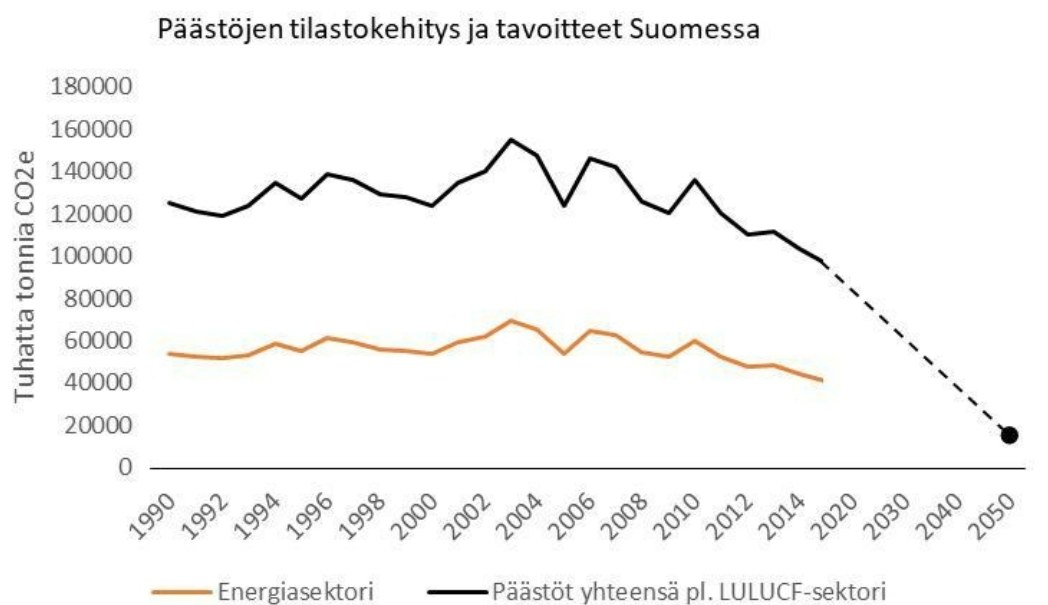
Sekä perus- että poliittikaoletusten mukaan energiantuotannon ja rakennusten energiankulutuksen päästöt laskevat vuoteen 2030 mennessä. Arviointimenetelmäluonnoksen liite 3 esittää WEM-skenaarion mukaiset energiamuotojen päästövähennykset.

Uuden WEM-skenaarion laatiminen on parhaillaan käynnissä. Se tulee pohjautumaan EU:n Reference Scenario –raporttiin²⁵, jonka mukaan sähkön ja kaukolämmön päästökertoimet laskisivat merkittävästi, kun päästöoikeuksien hinta nousisi 2030 jälkeen. Tämä tarkoittaa, että rakennusten elinkaaren energian päästöt niillä saatavia yksikkösuoritteita kohden tulevat laskemaan sekä jo implementoiduilla että tulevilla politiikkatoimilla.

²³ Euroopan komission ilmastotoimien verkkosivut: https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2050_en

²⁴ Vuoden 2016 energia- ja ilmastostrategia: <http://tem.fi/strategia2016>

²⁵ Saatavana osoitteesta <https://ec.europa.eu/energy/en/data-analysis/energy-modelling>



Kuva 3. Energiasektorin kasvihuonekaasupäästöt Suomessa. Tilastokeskuksen kasvi-huonekaasujen inventaario yhtenäisellä viivalla, ilmastolain mukainen päästövähennystavoite katkoviivalla. Tietolähteet: Tilastokeskus, Kasvihuonekaasujen inventaario (luettu 2.2.2018).

7.6.3 Energiankäytön oletukset Suomen menetelmässä

Laskentamenetelmän kehitystyössä arvioitavana oli viisi eri vaihtoehtoa energiankäytön päästöoletuksiksi:

1. Lasketaan käyttöenergian päästöt energiantuotannon nykyisillä päästöillä. Päästöt pysyvät koko elinkaaren ajan samalla tasolla. Tästä seuraa, että rakennuksen energian päästöt ylikorostuvat suhteessa materiaalipäästöihin ja motivaatio materiaalipäästöjen vähentämiseen voi olla heikko.
2. Lasketaan käyttöenergian päästöt energia- ja ilmastostrategian perusoletusten (WEM) mukaan. Päästöt laskevat rakennuksen käyttöiän aikana.
3. Lasketaan käyttöenergian päästöt energia- ja ilmastostrategian politiikkaoletusten (WAM) mukaan. Päästöt laskevat rakennuksen elinkaaren aikana voimakkaammin kuin perusoletuksessa.

4. Lasketaan vain muut kuin käyttöenergian päästöt. Ongelmaksi jää, ettei rakennuksen koko elinkaaren päästöistä muodostu selvää kuvaa.
5. Tehdään elinkaarilaskenta niin lyhyelle aikajaksolle (25 vuotta), ettei perusole-
tusten ja tavoiteoletusten välillä synny liian suurta laskennallista eroa. Näin ly-
hyt elinkaari ei kuitenkaan ole realistinen.

Kuhunkin vaihtoehtoon sisältyy etuja ja haittoja. Ne on tiivistetty taulukkoon 9. Asiantuntijaryhmän kokouksissa ja keskustelussa nousi esiin Rakennustuoteteollisuus RTT toimesta, että myös käyttöenergian elinkaarenaikaiset päästöt pitäisi laskea energiantuotannon nykyisillä päästöillä vähennystavoitteita huomioimatta (Vaihtoehto 1).

WEM-skenaario on menetelmäohjetta laadittaessa päivitettävänä. Tällä hetkellä energiantuotantoa koskevat päästövähennystoimet on tehty vuoteen 2020 saakka. Parhailaan työn alla olevassa pitkän aikavälin suunnitelmassa tarkastelu ulotetaan vuoteen 2050 saakka.

Taulukko 8. käyttöenergian päästölaskennan oletusvaihtoehtojen vertailu.

Vaihtoehto	Edut	Haitat	Ohjaavuus
1. Lasketaan käyttöenergian päästöt energiantuotannon nykyisillä päästöillä	Konservatiivinen laskentatapa, joka on "varman päällä" energiantuotannon päästöjen suhteen.	Ristiriidassa energia- ja ilmastostrategian kanssa.	Ohjaa rakennuksen energiatehokkuuden parantamiseen. huomio siirtyy pois materiaalien, työkonien ja jätteenkäsittelyn päästöjen vähentämisestä.
2. Lasketaan käyttöenergian päästöt energia- ja ilmastostrategian perusoletuksen (WEM) mukaan	Energia- ja ilmastostrategian ja EU:n 2030-tavoitteiden mukainen oletus.	Toteutuvat päästövähennykset voivat olla suurempia kuin oletuksessa.	Ohjaa elinkaaren päästöjen vähentämiseen.
3. Lasketaan käyttöenergian päästöt energia- ja ilmastostrategian politiikkaoletuksen (WAM) mukaan	Ilmastolain ja EU:n 2050-tavoitteiden mukainen oletus.	tavoitellut päästövähennykset eivät välttämättä toteudu, jos uusia politiikkatoimia ei toteuteta.	ohjaa elinkaaren päästöjen vähentämiseen. voi alikorostaa energiankäytön päästöjä.

4. Lasketaan vain muut kuin käyttöenergian päästöt	energiankäytön oletus-ongelma poistuu.	koko elinkaaren päästöistä ei muodostu kuvaa. optimointi hankaloituu.	ohjaa huomion materiaalien päästöjen laskentaan. energian päästöohjaus tapahtuu vain välillisesti e-luvun kautta.
5. Tehdään elinkaari-laskenta niin lyhyelle aikajaksolle, ettei perusoletuksen ja tavoiteoletuksen välillä synny suurta laskennallista eroa	energiankäytön oletus-ongelma pienenee (muttei poistu).	laskentajakso ei vastaa rakennusten käyttöä, mikä voi olla epäintuitiivista. hankaloittaa ylläpidon ja korjausten optimointia.	Ohjaa sekä energian että materiaalien päästöjen huomioimiseen. huomio siirtyy pois käyttövaiheen korjauksista.

Valittu laskentatapa

Lasketaan käyttöenergian päästöt energia- ja ilmastostrategian perusoletuksen (WEM) mukaan. Päästöt laskevat rakennuksen käyttöiän aikana. Oletusta tullaan tarkistamaan sitä myötä, kun uusista ilmastopoliittisista toimista päätetään ja kun WEM-skenaario päivittyy.

Valittu laskentatapa on sekä realistinen (pohjautuu olemassa olevaan lainsäädäntöön) että konservatiivinen (energiantuotantoon tullaan kohdistamaan lisää päästövähennyksiä osana EU:n 2030 ja 2050 ilmastotavoitteita).

Valitun laskentatavan pohjalta pyydettiin Suomen ympäristökeskukselta oletus eri energiamuotojen päästökerrointen kehityksestä. Siinä käytetyt energiataseet perustuvat hallituksen Energia- ja ilmastostrategian²⁶ perusskenaarioon, joka kuvaa arvioitua kehitystä vuoden 2016 loppuun mennessä käytössä olleiden politiikkatoimien jatkuessa vuoteen 2030 saakka. Vuosien 2030 ja 2100 välillä energiataseiden on oletettu pysyvän muuttumattomina.

Energiamuotojen päästöjen oletuksissa sähkön ja kaukolämmön tuotannossa polttoainesten poltossa syntyvät CO₂-päästöt on liitetty sähkön ja kaukolämmön kulutukseen keskimääräisinä valtakunnallisina lukuina. Siirtohäviöt loppukuluttajille on oletettu olevan sähkössä 3 TWh ja kaukolämmössä 4 TWh hallituksen Energia- ja ilmastostrategian (2016) energiataseiden mukaisesti. Sähkön CO₂-päästökerroin on laskettu

²⁶ Työ- ja elinkeinoministeriö (2017). Taustaraportti kansalliselle energia- ja ilmastostrategialle vuoteen 2030. 1.2.2017 (päivitetty 2.2.2017).

ns. tuotantoperusteisesti²⁷, Suomessa tuotetun ja loppukuluttajille siirretyn sähkömäärän perusteella. Siinä ei ole huomioitu sähkön hankinnassa olevan tuontisähkön määrää, eikä sen tuotannossa syntyviä päästöjä. Yhdistetyn sähkön ja lämmön tuotannon (CHP) osalta päästöt on kohdennettu sähkölle ja lämmölle tuotettujen energiamäärien perusteella. Rakennusten erillislämmitykseen käytetyt fossiiliset polttoaineet sisältävät kevyen ja raskaan polttoöljyn, maakaasun ja turpeen käytön. Kaukojäähdytyksen päästöjä ei ole arvioitu.

Koska energiamuotojen laskennalliset päästökertoimet perustuvat vuoteen 2030 laskettuun perusskenaarioon, ne tulevat muuttumaan perusskenaarion jatkamisen (vuoteen 2050) myötä. Komission ohjeistuksen²⁸ mukaan laadittavassa perusskenaariossa sähkön ja kaukolämmön tuotannon päästökerrointen arvioidaan laskevan päästöoikeuksien hinnan kasvaessa merkittävästi vuoden 2030 jälkeen.

7.7 Veden kulutus (B7)

7.7.1 Oletukset eri arviointimenetelmissä

Standardin EN 15978 mukaan vedenkulutuksen oletusten tulee sisältää saniteettikäyttöön menevän juomakelpoisen veden kulutus, ja huomioida muu vedenkäyttö, joka liittyy suoraan arvioinnin kohteeseen (esim. Juomavesi, uima-allas, kastelu) kun mahdollista ja soveltuvaa. Näissä oletuksissa tulee myös huomioida ja oikeuttaa kaikki käyttöveden vähennykset sadeveden keruun, veden kierron tai muiden lähteiden kautta. Oletuksissa tulee huomioida veden tulo- ja menovirrat jätevesihuollon järjestelmään. Oletusten tulee perustua tilastolliseen, normatiiviseen tai todelliseen dataan (viimeinen aina, kun mahdollista).

Ranskassa²⁹ juomakelpoisen veden ominaiskulutuksen lasketaan olevan oletusarvoisesti seuraavan taulukon mukainen:

	Juomakelpoisen veden kulutus	Yksikkö
asunnot	48	m ³ / asukas / vuosi
toimistot	5,58	m ³ / työntekijä / vuosi
opetustilat	1,44	m ³ / oppilas / vuosi

27 Soimakallio, S. & Saikku, L. (2012). "CO2 emissions attributed to annual average electricity consumption in OECD countries". Energy 38(1), 13–20.

28 EU Reference Scenario 2016 –raportti, saatavana osoitteesta <https://ec.europa.eu/energy/en/data-analysis/energy-modelling>

29 Référentiel « Énergie-Carbone » pour les bâtiments neufs Méthode d'évaluation de la performance énergétique et environnementale des bâtiments neufs, p. 56, 2016

7.7.2 Käyttöveden oletukset Suomen menetelmässä

Veden kulutuksen arviointi on työlästä ja sisältää monia oletuksia. Lämpimän käyttöveden energiankulutuksesta syntyviä päästöjä arvioidaan osana moduulia B6. Ministeriön virkamiesten arvion mukaan käyttöveden valmistuksen, kuljetuksen tai jäteveden puhdistuksen päästöjen arvioinnilla ei olisi nykyisillä laskentamenetelmillä suurta vaikutusta rakennuksen hiilijalanjälkeen. Vesitehokkuuden kannalta asia voi olla merkityksellinen, mutta se ei suoraan liity työn alla olevaan vähähiilisyyden säädöskehitykseen.

Valittu arviointitapa:

Suomen arviointimenetelmään ei sisällytetä käyttöveden kulutuksen hiilijalanjäljen laskentaa.

7.8 Elinkaaren loppuvaihe (moduuli C)

7.8.1 Oletukset eri arviointimenetelmissä

Hollannin menetelmässä jokaiselle päästötietokannan materiaalille on kehitetty jäteskenaario. Se antaa oletukset siitä, kuinka suuri prosenttiosuus eri jättejakeista päätyy uudelleenkäyttöön, kierrätykseen, poltettavaksi tai kaatopaikalle. Jos tarkkaa arvoa ei ole saatavilla, käytetään Hollannissa taulukkoarvoja³⁰.

Ruotsin ehdotetussa menetelmässä purkuvaiheen (moduulit C1-4) sisällyttäminen mukaan on vapaaehtoista. Ehdotuksessa tuodaan esiin, että purkuvaiheella on pienempi osuus ilmastovaikutuksista elinkaaren aikana ja laskenta perustuu oletuksiin, joten epävarmuus kasvaa. Purkuvaiheen laskemiseen on olemassa työkaluja. Motiivi sisällyttää purkuvaihe laskentaan on ennen kaikkea kannustaa kierrätettäviin ja uudelleenkäytettäviin materiaalivalintoihin. Kuitenkin ehdotuksessa tuodaan esiin, että B6:n sisällyttäminen laskentaan ei itsestään selvästi ohjaa siihen suuntaan, vaan on muitakin ohjauskeinoja.

7.8.2 Elinkaaren lopun oletukset Suomen menetelmässä

³⁰ Assessment Method - Environmental Performance Construction and Civil Engineering Works(GWW). Version 2.0. November 2014, Appendix B: Default values for waste scenarios, s. 54

Rakennuksen elinkaaren lopun arvioidaan useissa elinkaarilaskelmissa koittavan useiden vuosikymmenten päästä. Tämän vuoksi näihin vaiheisiin liittyy merkittäviä epävarmuuksia, jotka tekisivät tarkkojen laskelmien laatimisen koko rakennuskohteen materiaalien osalta hyvin epätarkaksi.

Purkuvaiheen oletuksiin vaikuttavat mm. seuraavat direktiivit, lait ja asetukset:

- Jätedirektiivi 2008/98/EY
- Jätelaki 646/2011
- Valtioneuvoston asetus jätteistä 19.4.2012/179
- Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa 843/2017 (ns. MARA-asetus)

Jätteen uudelleenkäyttö tai kierrätys tähtää siihen, että materiaalin luokittelu jätteeksi lakkaa ja sen uudelleenkäyttö tai muu hyödyntäminen materiaalina on mahdollista. Kriteerejä sille, milloin tietty materiaalivirta lakkaa olemasta jätettä (*end of waste, EoW*) on toistaiseksi EU-tasolla kuitenkin laadittu vain kolmelle eri jättejakeelle: lasimurskalle (1), rauta-, alumiini- ja teräsromulle (2) sekä kupariromulle (3). Kansallisia kriteereitä muiden rakennus- ja purkujätevirtojen jätteeksi luokittelun päättymiselle ei tätä kirjoitettaessa ole Suomessa vielä julkaistu, mutta betonimurskan EoW-kriteerit ovat työn alla.

Ympäristöministeriö on julkaissut raportin jätteeksi luokittelun päättymisen hyödyistä ja haitoista³¹. Raportin johtopäätösten mukaan jätteeksi luokittelun päättymisen kriteereistä saattaisi olla hyötyä esimerkiksi puu-, muovi- ja betonijätteille. Ilman näitä kriteerejä jätettä voidaan hyödyntää materiaalina ympäristöluvan avulla - joskin tätä prosessia on kritisoitu sen hankalasta ennakoitavuudesta, kustannuksista ja hitaudesta³² - tai betonimurskan osalta MARA-asetuksen mukaisesti rekisteröintimenettelyn kautta.

Kriteerien puutteen voitaisiin ajatella elinkaariarvioinnissa johtavan siihen, ettei kaikille rakennuksesta puretuille materiaalille voitaisi suunnitella kierrätyskäyttöä ja tämän myötä laskea kierrätysprosessien mukaisia ympäristövaikutuksia. Tämä puolestaan johtaisi siihen, että näille materiaaleille voitaisiin nykylainsäädäntöä noudatellen olettaa loppusijoitus kaatopaikalle. Esimerkiksi standardin EN 15804 mukaan ”purkuvaiheen tai rakennustuotteen käytöstä poiston aikana korvaamisesta, irrottamisesta ja purkamisesta rakennuksesta poistuvat kaikki rakennustuotteet, materiaalit, rakennusosat, jne.

³¹ Kauppila J., Turunen T., Häkkinen E. ym. 2018: ”Jätteeksi luokittelun päättymisen hyödyt ja haitat”. *Ympäristöministeriön raportteja*, 9/2018.

³² Pihalehto, M. 2017: *Jätteen ja tuotteen rajapinnassa – case-näkökulmia jäteluokituksen päättymisen tulkin-taan*. EDILEX Edita Publishing Oy 2017.

luokitellaan ensivaiheessaan jätteeksi³³.” Jos sovellettaisiin standardin esittämää jätestatuksen määrittelyä, olisi myös uudelleenkäytettävillä rakennusosilla jätestatus. Lisäksi koska kansallisia jätteeksi luokittelun päättymisen kriteerejä ei ole säädetty, olisi valtaosa rakennuksesta purettavista materiaaleista oletettava jätteeksi, joka loppusijoitetaan ilman hyödyntämistoimia.

Tämä oletus olisi kuitenkin vastoin EU:n jätedirektiiviä 2008/98/EY³⁴ (muutettu direktiivillä 2018/851³⁵), jonka mukaan vuoteen 2020 mennessä vaarattoman rakennus- ja purkujätteen ”valmistelua uudelleenkäytettäväksi, kierrätystä ja muuta materiaalien hyödyntämistä, mukaan luettuina maantäyttötoimet, joissa jätettä käytetään korvaamaan muita materiaaleja, on lisättävä vähintään 70 painoprosenttiin”. Kun elinkaariarviointia koskevien EN-standardien mukaan laskennan oletusten tulisi perustua tilaajan vaatimusten ohella myös olemassa olevaan lainsäädäntöön (ks. tämän raportin kohta 7.1.), olisi tästä näkökulmasta perusteltua olettaa rakennus- ja purkujätteille uudelleenkäyttö tai kierrätys 70 painoprosentille kunkin rakennuksen materiaaleista rakennuksen elinkaaren lopulla. Tämä olisi perusteltu etenkin, kun tarkasteltavan rakennuksen purkuvaihe todennäköisesti tapahtuu vuoden 2020 jälkeen, jolloin jätedirektiivin velvoitteet tulee olla toimeenpantu.

Jos rakennus- ja purkujäte ei saavuta jätteeksi luokittelun päättymiseltä vaadittavia kriteerejä, sen loppusijoituksen ympäristövaikutukset kohdistetaan standardin EN 15978 mukaan elinkaaren moduuliin C4 (loppusijoitus). Rakennus- ja purkujätteen loppukäsittelystä aiheutuvat ympäristövaikutukset tulee standardin EN 15978 mukaan arvioida 100 vuoden ajalle. Tällä aikajaksolla jätteet voivat käytännössä käydä läpi useamman loppukäsittelymuodon, joita valtioneuvoston asetuksessa 19.4.2012/179 määritellään 15 erilaista. Koska rakennuksen elinkaariarviointia tehtäessä voi käytännössä olla hyvin vaikea ennakoida näiden loppukäsittelytapojen ympäristövaikutuksia, voitaisiin elinkaariarvioinnissa käyttää taulukkokertoimia eri jätejakeiden loppusijoituksen päästöjen arvioimisen apuna.

Purkuvaiheen eri oletusten vaikutusta elinkaariarvioinnin tuloksiin ja arviointijärjestelmän ohjaavuuteen on esitetty taulukossa 10.

Taulukko 9. Purkuvaiheen oletusten vaikutus elinkaariarvioinnin tuloksiin.

Vaihtoehto	Edut	Haitat	Ohjaavuus
------------	------	--------	-----------

³³ Standardi EN 15804, kohta 6.3.4.5.

³⁴ Direktiivi 228/98/ey, saatavana: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008L0098&qid=1522953758065&from=EN>

³⁵ Direktiivi 2018/851, saatavana: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/HTML/?uri=CELEX:32018L0851&from=EN>

1. Oletetaan nykyisen tilastollisen toteuman mukainen jakauma loppusijoituksen ja eri hyödyntämistapojen välillä.	Perustuu arviointihetken tilanteeseen, konservatiivinen arvio.	Ristiriidassa jätedirektiivin, jätelain ja valtakunnallisen jätesuunnitelman tavoitteiden kanssa. Voi antaa liian pessimistisen kuvan purkuvaiheen päästöistä.	Ohjaa materiaali-tehokkuuteen ja kevyisiin rakenteisiin.
2. Oletetaan jätedirektiivin mukainen jakauma loppusijoituksen ja eri hyödyntämistapojen välillä.	Perustuu EU:n kiertoaloustavoitteisiin edellyttäen tietoa rakennustuotteiden hyödyntämisestä.	Voi antaa liian optimistisen kuvan C-moduulin päästöistä. Laskentatulokset riippuvaisia oletuksista.	Ohjaa laadittujen oletusten mukaan.
3. Annetaan elinkaariarvioinnin tekijän määrittellä kunkin jättejakeen purkuvaiheen oletukset.	Joustava arviointitapa mahdollistaa tilaajan ja suunnittelijan yhteistyön parhaan lopputuloksen saamiseksi. Voi johtaa jätedirektiivin tavoitteita parempaan lopputulokseen.	Voi johtaa ”shop-pailuun” hyvien laskelmien saamiseksi. Voi hankaloittaa päästörajoiden asettamista. Voi johtaa ristiriitaan jätedirektiivin kanssa.	Ohjaa kiinnittämään huomiota C- ja D-moduuleihin laskennassa.

Valittu oletus

70 prosenttia rakennusmateriaalien painosta oletetaan valmisteltavan uudelleenkäyttöä tai materiaalina hyödyntämistä varten. Tapauskohtaisesti tulee määrittellä, mitkä materiaali-jakeet todennäköisimmin päätyvät hyödynnettäviksi materiaalina ja mille materiaali-jakeille ei voida osoittaa hyödyntämistä. Ellei elinkaariarvioinnissa voida perustellusti muuta osoittaa, voidaan oletuksissa käyttää taulukkoarvoja eri rakennus- ja purkujättejakeiden hyödyntämisen prosenttiosuuksille.

7.9 Rakennustuotteisiin ja –materiaaleihin liittyvät ilmastohyödyt

Eri rakennusmateriaalien elinkaaren kuluessa niillä voi olla myös myönteisiä ilmastovaikutuksia. Elinkaariarviointiin sisällytetään toisinaan elinkaaren ulkopuoliset myönteiset vaikutukset (moduuli D). Monen tuotteen tai materiaalin uudelleenkäyttöön tai muuhun hyödyntämiseen materiaalina voi liittyä myönteisiä ilmastovaikutuksia.

Rakennuksen elinkaaren aikana voi olla myös muissa elinkaaren moduuleissa tai lisätietoina raportoitavia ilmastohyötyjä. Näitä ovat eloperäisiä materiaaleja (kuten puuta) sisältävien rakennustuotteiden hiilivarastot sekä sementtiä sisältävien tuotteiden hitaasti itseensä sitoma ilmakehän hiilidioksidia karbonatisoitumisreaktion kautta.

Rakennusten elinkaaren arviointimenetelmä on tarkoitus kytkeä kiinteästi osaksi kansallista ilmastopolitiikkaa. Siksi on tarpeen alkaa seurata myös rakennustuotteissa ja rakennetussa ympäristössä olevien eloperäisen hiilen varastojen ja rakennusten hiilinielujen kehitystä. Tästä syystä elinkaaren arviointimenetelmään sisältyy myös rakennuksen elinkaaren aikana sitoma tai varastoima eloperäinen hiili.

7.10 Elinkaaren ulkopuoliset vaikutukset (moduuli D)

7.10.1 Elinkaaren ulkopuolisten vaikutusten ottamisen huomioon rakennuksen elinkaariarvioinnissa

Rakennus jatkaa elämäänsä purkamisen jälkeen raaka-aineina, joista voidaan valmistaa tuotteita tai energiaa joko rakennussektorin tai muiden toimialojen tarpeisiin. Lisäksi rakennus on vuorovaikutuksessa energijärjestelmän kanssa ja voi esimerkiksi toimittaa tuottamaansa ylijäämäsähköä sähköverkkoon. Nämä rakennuksen elinkaaren ulkopuoliset vaikutukset rajataan tarkastelussa erilliseen osioon. Näiden tietojen hallintaa varten on luotu moduuli D.

Elinkaariarvioinnin näkökulmasta moduuli D on tarpeellinen myös siksi, että kohdistamalla muun muassa kierrätettävän materiaalin hyödyt takaisin rakennukselle tarkastelu saattaisi johtaa kaksoislaskentaan. Moduuli D:n avulla elinkaaren rajauksia voidaan selkiyttää ja varmistua kaksoislaskennan välttämisestä. Näin ollen kaksoislaskennan välttämiseksi Menetelmäohjeen liitteessä 4 esitettyjen materiaali- tai tuoteryhmäkohtaisista tilastollisten oletusten uudelleenkäyttö-, kierrätys- ja energiahyödyntämistapojen mukaisista määristä saadaan vaiheen D kohdennettavat nettomääräiset materiaali- ja energiamäärät vähentämällä niistä tuotteen valmistuksessa käytetyn kierrätysmateriaalin massa ja kierrätyspolttoaineen energiasisältö.

Moduuli D:ssä ilmoitetaan nettomääräiset ympäristöhyödyt, joita syntyy, kun rakennuksen energia- ja jätevirrat vuorovaikuttavat ympäristönsä kanssa ja mahdollistavat muiden uusioraaka-aineiden käytön vähentämistä.³⁶

Alla olevassa taulukossa kuvataan, miten D-moduuli on otettu mukaan muissa laskentäsäännöissä.

Taulukko 11. D-moduuli eri arviointimenetelmissä.

Laskentamenetelmä	Moduuli D ilmoitettava lisätietona
EN 15978	Kyllä
Level(s)	Kyllä
Hollanti	Kyllä
Ranska	Kyllä (laskentaan saa sisällyttää kolmasosan D-moduulin kierrätysyhyödyistä)
Saksa	Kyllä
Ruotsi	Ei
RTS-ympäristöluokitus	Kts. Rakennusten elinkaarimittarit
Rakennusten elinkaarimittarit (GBC)	Kyllä (paitsi yksinkertaistetussa laskennassa)

7.10.2 Materiaalien jätteeksi luokittelun päättyminen

Elinkaaren ulkopuolisten vaikutusten arvioinnin näkökulmasta oleellinen kysymys on, milloin rakennuksesta purettu tai rakentamisesta syntynyt jäte lakkaa olemasta jätettä. Standardin EN 15804 mukaan kaikki rakennuksesta poistettavat materiaalit ovat lähtökohtaisesti jätettä.

Kun rakennuksesta kierrätettäviä rakennuskomponentteja ja -materiaaleja prosessoidaan jätteestä hyödynnettäväksi komponenteiksi ja materiaaleiksi, tästä aiheutuvat kasvihuonekaasupäästöt kohdennetaan rakennuksen elinkaaren lopussa moduuliin C3. Vastaavasti, jos jätettä syntyy rakennusvaiheessa, kohdistetaan sen hyödyntämisen valmistelun päästöt moduuliin A5. Korjausvaiheessa syntyvien purkujätteiden hyödyntämisen valmistelun päästöt kohdistetaan moduuleihin B4 ja B5.

Saavutettuaan EN 15804:n mukaiset ”End-of-Waste”-tilan yleiset kriteerit rakennuksesta kierrätettävät rakennuskomponentit ja -materiaalit oletetaan laskennallisesti kelpaavan uudelleenkäyttöön, materiaalikiertäykseen tai energiahyödyntämiseen. Tällöin

³⁶ Rakennusten elinkaarimittarit, GBC Finland, 2013, katsovissa osoitteessa http://figbc.fi/wp-content/uploads/2013/01/Rakennusten_elinkaarimittarit_2013.pdf

ne poistuvat arviointikohteen systeimirajojen ulkopuolelle. Nämä arviointikohteen elinkaaren ulkopuoliset vaikutukset kohdennetaan moduulin D.

Materiaalien kierrätys elinkaaren ulkopuolella voi tapahtua joko avoimen kierron (open loop) tai suljetun kierron (closed loop) kautta. Avoimen kierron (yleensä esim. muovi, puu, ikkunalasi, bitumi, betoni) tapauksessa nettokasvihuonekaasupäästöt lasketaan siten, että ko. kierrätyksellä korvataan niitä kasvihuonekaasupäästöjä, jotka aiheutuisivat, jos ko. kierrätysmateriaalia vastaava määrä määriteltyn tarkoitukseen aiottua teknisesti vastaavaa materiaalia olisi tuotettu Suomessa arviointihetkellä olemassa olevalla keskivertoteknologialla.

Materiaalikierrätyksen suljetun kierron (esim. yleensä metallit) tapauksessa nettokasvihuonekaasupäästöt lasketaan siten, että kierrätettävästä materiaalmäärästä vähennetään ko. tuotteen valmistuksessa käytetyn kierrätysmateriaalin määrän lisäksi mahdollinen ”hävikkimäärä”. Tällöin moduulissa D ilmoitetaan laskennallisesti ”vältettyinä” päästöinä ko. jäljelle jäävää osaa vastaava määrä ko. tuotteen valmistuksen kasvihuonepäästöistä ottaen huomioon laatueroeroimen aiheuttama mahdollinen lisärasite kasvihuonekaasupäästöihin.

Materiaalina hyödyntämisen lisäksi purkujätteitä voidaan hyödyntää energiana. Tällä voidaan aiheuttaa tai välttää kasvihuonekaasupäästöjä. Energiana hyödynnettävien materiaalien hyödyntämisestä aiheutuvat päästöt, kuljetus mukaan lukien, kohdistetaan moduuliin D. Energiahyödyntämisellä voidaan välttää päästöjä, jos poltettava rakennusjäte on energiasisällön ja polttolaitoksen päästöjen osalta tyypillisen energiantuotannon päästöjä edullisempaa.

Kaikissa edellä mainituissa tapauksissa haasteena on arvioida pitkällä tulevaisuudessa tapahtuvan hyödyntämisen suhteellisia etuja tai haittoja verrattuna silloin aiheutuviin tyypillisiin energiantuotannon tai materiaalien valmistamisen päästöihin. Tämän vuoksi standardia EN 15804 on tulkittu siten, että nämä päästöt tulisi arvioida käyttäen vertailutasona arviointihetkellä olevia tyypillisiä päästöjä.

Tällä ”konservatiivisen arvioinnin” periaatteella voidaan välttää liian optimistiset arviot rakennustuotteiden hyödyistä elinkaaren ulkopuolella. Oletus on kuitenkin osin ristiriitainen jo voimassa olevien ilmastopoliittisten toimien kanssa, joiden vaikutus tulee laskemaan teollisuuden ja energiantuotannon päästöjä tulevaisuudessa. Lisäksi Pariisin ilmasopimuksen pohjalta todennäköisesti toimeen pantavat päästövähennykset tulevat laskemaan päästöjä vielä lisää.

7.10.3 Elinkaaren ulkopuoliset päästövaikutukset Suomen laskentamenetelmässä

Tässä menetelmässä moduuli D on päätetty sisällyttää laskentaan, jolloin elinkaariarvioinnin tulos, hiilijalanjälki muodostuisi moduulien A-D summasta. Asiantuntijaryhmä ei ollut asiasta yksimielinen. Asiaa pidettiin tärkeänä sekä ajallisen näkökulman huomioon ottamisen että systeemirajausten takia.

Elinkaaren ulkopuoliset vaikutukset Suomen laskentamenetelmässä

Moduulin D päästövaikutukset sisällytetään laskentaan. Samaa lähestymistapaa noudatetaan monessa muussa maassa käytössä tai kehitteillä olevissa menetelmissä. Moduuli D:n arvioinnin yhtenäistämistä varten laaditaan vakioidut oletukset eri materiaaleille.

Moduulin D ilmastohyödyt raportoidaan erikseen. Samalla raportoidaan materiaalien varastoiman ja sitoman hiilen määrä.

Elinkaaren ulkopuoliset vaikutukset ilmoitetaan erillisenä lisätietona.

7.10.4 Eloperäisen hiilen ilmastohyödyt

Eloperäisellä hiilellä tarkoitetaan ilmakehästä yhteyttämisen kautta eloperäisiin tuotteisiin sitoutunutta hiiltä. Tällä hiilellä voidaan katsoa olevan ilmastonmuutosta hidastavaa vaikutusta, jos se on peräisin kestävästi hoidetusta metsästä tai viljelyksestä ja säilyy tuotteessa pitkään.

Erityisesti rakentamisessa nämä edut voivat olla merkittäviä³⁷. Rakennustuotteet ovat yleensä hyvin pitkäikäisiä verrattuna muihin eloperäisiin aineita sisältäviin tuotteisiin. Esimerkiksi puupohjaisissa rakennustuotteissa oleva hiili voi säilyä varastoituna jopa pitempään, kuin mitä talousmetsän kasvu hakkuuta edeltäneeseen tilaan kestää³⁸. Tällöin hiilivaraston ilmastohyödyt saadaan maksimoitua.

³⁷ Hafner, A. ym., 2017. Treibhausgasbilanzierung von Holzgebäuden – Umsetzung neuer Anforderungen an Ökobilanzen und Ermittlung empirischer Substitutionsfaktoren. Tutkimusraportti 28W-B-3-054-01 Waldklimafonds. BMEL/BUB.

³⁸ Lippke, B. ym., 2011. "Life cycle impacts of forest management and wood utilization on carbon mitigation: knowns and unknowns". Carbon Management, 2(3), 303 – 333.

On kuitenkin huomioitava, että monet eloperäisen hiilen lähteet (metsät, istutukset, pelot, vesistöt) voivat sellaisenaan toimia merkittävinä hiilinieluinä. Niiden liiallinen hyödyntäminen raaka-aineiden hankintaan voi heikentää hiilinielujen toimintaa³⁹.

Standardit käsittelevät eloperäisen hiilen huomioimista osana tuotteiden elinkaariarviointia. Teknisen raportin EN TR 16957 mukaan eloperäisten tuotteiden (*bio-based products*) sisältämä eloperäinen hiili (*biogenic carbon*) saattaa siirtyä tuotteen elinkaaren lopulla seuraavan tuotteen osaksi.

EN TR 16957 / 4.1: "The end of life options recycling (mechanical or organic) and chemical recovery can lead to secondary materials, and consequently saving primary materials, keeping the bio-based carbon fixed in the material or preserving nutrients."

Standardin EN 16485 mukaan eloperäistä hiiltä sisältävän puutuotteen elinkaaren eloperäisen hiilen tase on nolla. Valmistusvaiheessa eloperäinen hiilen ilmastoa lämmittävä vaikutus voi olla negatiivinen (jos käytetty puu on peräisin kestävästi hoidetusta metsästä). Purkuvaiheessa sama määrä eloperäistä hiiltä vapautuu päästönä ilmakehään, jos tuote poltetaan tai se siirtyy kierrätyksen kautta seuraavan tuotteen osaksi. Standardi ei kuitenkaan ota kantaa uudelleenkäytettäviin rakennusosiin, jotka käytetään purkamisen jälkeen sellaisenaan eikä niitä kierrätetä (hyödynnetä materiaalina). Eloperäinen hiili siirtyy standardin EN 16485 mukaan ilmoitettaviin lisätietoihin.

EN 16485 / 6.3.4.5: "When quantifying Module D, it shall be ensured that the same amount of biogenic carbon and the same values for the indicators "Use of renewable primary energy resources used as raw materials" and "Use of non-renewable primary energy resources used as raw materials" are transferred to Module D."

Jos eloperäisiä materiaaleja sisältäville rakennustuotteille on uskottavasti osoitettu uudelleenkäyttöä tai materiaalina hyödyntämistä koskeva purkuvaiheen oletus, voidaan tuotteen valmistusvaiheessa siihen varastoituneen eloperäisen hiilen katsoa siirtyvän seuraavan tuotesysteemiin.

³⁹ Soimakallio, S. ym., 2016. "Climate Change Mitigation Challenge for Wood Utilization – The Case of Finland". *Environmental Science & Technology*, 50, 5127 – 5134.

Standardin EN 15804 päivityksen yhteydessä eloperäisen hiilen varastoihin liittyen on esitetty vaihtoehtoisia arviointitapoja. Standardin seuraavassa versiossa saattaa näihin tulla muutoksia.

Eloperäistä hiiltä varastoituu myös puuvartiin kasveihin ja maaperään. Jos rakennuksen tontti on laaja, voi näiden hiilinielujen vaikutuksella olla merkitystä suhteessa rakennuksen elinkaaren päästöihin⁴⁰. Koska kasvien ja maaperän hiilinielujen arvioinnista ei kuitenkaan vielä ole käytettävissä standardia, niitä ei sisällytetä rakennuksen elinkaariarviointiin.

Eloperäisen hiilivaraston hyötyjen huomioiminen:

Rakennustuotteiden eloperäiset hiilivarastot lasketaan standardin EN 16449 mukaan puutuotteille ja tätä soveltaen muille eloperäisille tuotteille. Hiilivarasto ilmoitetaan elinkaariarvioinnissa erillisenä lisätietona, eikä sitä vähennetä rakennuksen elinkaaren päästöistä. Kasvillisuuden ja maaperän hiilinielua ei sisällytetä arviointiin.

7.10.5 Betonin karbonatisoituminen

Betonin karbonatisoitumisella tarkoitetaan sementissä olevan kalkin (CaO) reagoimista luonnollisena kemiallisena reaktiona ilmakehän hiilidioksidin (CO₂) kanssa ja muuntumista takaisin kalkkikiveksi (CaCO₃). Tällöin osa sementin valmistuksessa syntyneistä kalkkikiven polton kemiallisen kalsinoitumisreaktion päästöistä voidaan katsoa palautuneen.

Karbonatisoitumisen johdosta osa sementin valmistuksen päästöistä voi sitoutua takaisin⁴¹. Karbonatisoitumisen määrä ja nopeus riippuvat paljolti ympäristökijöistä, kuten sementtiä sisältävien pintojen kosketuksesta ilmaan, ilmankosteudesta sekä pinnan säärasituksesta. Yleensä karbonatisoitumista pyritään estämään teräsbetoniraketeissa, koska se voi johtaa esimerkiksi raudoitusten korroosioon ja tätä kautta rakenteen heikkenemiseen. Joissakin tuotteissa, kuten kattotilissä tai laasteissa karbonatisoitumisesta ei yleensä ole haittaa. Karbonatisoitumista voi tapahtua koko sementtiä sisältävien tuotteiden elinkaaren ajan, mutta erityisesti murskatussa ja ilman kanssa

⁴⁰ Kuittinen, M. ym. 2015. "Carbon sequestration through urban ecosystem services. A case study from Finland." *Science of the Total Environment*, 563–564 (2016) 623–632.

⁴¹ Xi, F. ym., 2016. "Substantial global carbon uptake by cement carbonation". *Natural Geoscience* 9, 880 - 883.

pitkään kosketuksissa olevassa betonijätteessä karbonatisoituminen voi olla voimakasta^{42,43}. Standardi EN 16757⁴⁴ ja tekninen raportti TR 17310⁴⁵ esittävät ohjeita karbonatisoitumisen laskentaan osana betonisten rakennustuotteiden ympäristöselosteiden laadintaa.

Karbonatisoitumisen hyötyjen huomioiminen elinkaaren ulkopuolisissa oletuksissa:

Karbonatisoitumisen kautta saatavat ilmastohyödyt lasketaan standardin EN 16767 mukaisesti. Sitoutunut ilmakehän hiili ilmoitetaan rakennuksen elinkaaren erillisenä lisätietona, eikä sitä vähennetä rakennuksen elinkaaren päästöistä.

7.10.6 Materiaalien kierrätyksestä ja tuotteiden uudelleenkäytöstä saatavat hyödyt

Metallit

Eri metallien kierrätyksellä voidaan yleensä vähentää kasvihuonekaasupäästöjä. Teräksen kierrätyksen avulla arvioidaan voitavan vähentää 29 prosentti ja alumiinin kierrätyksellä 24 prosentti niiden tuotannon päästöistä maailmanlaajuisesti⁴⁶. Eräänä metallien kierrätyksen haasteena on kuitenkin teräs- ja alumiiniseoksissa käytettävien muiden metallien määrän suhteellisen osuuden kasvu monen kierrätyskerran jälkeen. Tämä voi rajoittaa kierrätysmateriaalia sisältävien metallituotteiden käyttökohteita.

Metallien kierrätyksestä saatavien ilmastohyötyjen arvioinnissa voidaan soveltaa standardien ISO 14044 ja EN 15804 elinkaaren ulkopuolisten vaikutusten oletuksia. Toislaiseksi eri metalleille ei ole laadittu omia elinkaariarviointia koskevia tuoteryhmäsääntöjä⁴⁷.

⁴² Possan, E. ym., 2016. "CO2 uptake by carbonation of concrete during life cycle of building structures". *Journal of Building Pathology and Rehabilitation*, 1(7).

⁴³ Colins, F., 2010. "Inclusion of carbonation during the life cycle of built and recycled concrete; influence on their carbon footprint". *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 15(6): 549 – 556.

⁴⁴ EN 16757. Sustainability of construction works – Environmental product declarations – Product Category Rules for concrete and concrete elements. CEN, 2017.

⁴⁵ FprCEN/TR 17310. Carbonation and CO2 uptake in concrete. CEN, 2018.

⁴⁶ Material Economics, 2018. *The Circular Economy – A Powerful Force for Climate Mitigation*. Sitra, Helsinki.

⁴⁷ Lisätietoja rakennusteräksiä koskevan tuoteryhmäsäännön laadinnasta: <https://www.environmentaldec.com/News-archive/PCR-for-steel-under-development-branched-into-two-documents/>

Muovit

Muovien kierrätysaste on Euroopassa ja Suomessa vielä matala. Eri lähteiden mukaan 10 – 30 prosenttia muoveista kierrätetään. Kuitenkin nimenomaan muovien uudelleenkäytöllä ja kierrätyksellä voitaisiin saavuttaa kustannustehokkaasti merkittäviä ilmastohyötyjä: muovien tuotannon päästöt voisivat laskea jopa puoleen ja muovien elinkaaren lopussa tapahtuvia poltossa tai hajoamisessa syntyviä päästöjä voitaisiin osaksi välttää⁴⁸. Muovien uudelleenkäytön ja mekaanisen kierrätyksen haasteina voivat kuitenkin olla muoveissa käytetyt erilaiset lisäaineet sekä muovijätteissä olevat vierasaineet. Rakennuksissa yleisimmin käytettyjä muoveja ovat polyvinyylikloridi (PVC), erilaiset polyetyleenit (PE) ja polystyreenit (PS). Muoveista valmistettujen rakennus- ja talotekniikkatuotteiden lisäksi monet liimat, maalit ja pintakäsittelyaineet sekä tekstiilit sisältävät muoveja.

Muut materiaalit

Lasin, bitumin, puun, kipsin tai muiden rakennusmateriaalien kierrätyksellä voidaan todennäköisesti vähentää teollisen tuotannon päästöjä. Näiden potentiaalisten hyötyjen laskentaan ei tällä hetkellä ole voimassa olevia eurooppalaisia standardeja.

Materiaalien kierrätyksen hyötyjen huomioiminen:

Koska metallien, muovien tai muiden materiaalien kierrätyksen hyödyn laskemiseen ei toistaiseksi ole voimassa olevia eurooppalaisia standardeja, käytetään näiden hyötyjen huomioimisessa elinkaariarviointia varten Suomessa myöhemmin laadittavia eri materiaaleja koskevia oletuksia.

Tiettyjä rakennustuotteita voidaan käyttää uudelleen ilman kierrätystoimenpiteitä. Uudelleenkäytöstä on todennäköisesti ilmastoehtuja verrattuna uuden vastaavan tuotteen valmistamiseen. Keskeisenä edellytyksenä on kuitenkin, että uudelleenkäytettävä tuote täyttää siltä vaadittavat tekniset ominaisuudet.

Uudelleenkäytön potentiaalisten hyötyjen laskentaan ei tällä hetkellä ole voimassa olevia eurooppalaisia standardeja.

⁴⁸ Material Economics, 2018. The Circular Economy – A Powerful Force for Climate Mitigation. Sitra, Helsinki.

Tuotteiden uudelleenkäytön hyötyjen huomioiminen:

Koska rakennustuotteiden uudelleenkäytön hyödyn laskemiseen ei toistaiseksi ole voimassa olevia eurooppalaisia standardeja, käytetään näiden hyötyjen huomioimisessa elinkaariarviointia varten Suomessa myöhemmin laadittavia oletuksia.

7.9.8 Hiilikädenjälki

Suomen arviointimenetelmässä on ehdotettu ilmastonmuutospotentiaalin (Global Warming Potential, GWP) termiksi hiilijalanjälkeä. Vaikka kyse on ”kansantajuistetusta” käsitteestä, sille on myös standardoitu määrittely (ISO 14067).

Hiilikädenjälki (*carbon handprint*) on viime vuosina yleistynyt termi, jolla tarkoitetaan yleensä tuotteen tai palvelun myönteisiä ilmastovaikutuksia. Näitä voidaan viestiä joko absoluuttisina hyötyinä tai suhteellisina hyötyinä verrattuna vastaavaan tavanomaiseen tuotteeseen tai palveluun.

Hiilikädenjäljen arviointiin ei ole voimassa olevaa standardia. Erilaisia arviointimenetelmiä ovat esittäneet mm. Pajula ym. (2017⁴⁹), Norris (2015)⁵⁰, ICCA (2013)⁵¹ ja Beckmann (2017)⁵².

Koska rakennusten elinkaaren arviointimenetelmään sisältyisi Suomessa myös rakennuksen elinkaaren ja sen ulkopuolisten myönteisten ilmastovaikutusten raportointi, ehdotetaan sen viestinnälliseksi termiksi ”hiilikädenjälkeä” käytettäväksi viestinnällisenä vastineena termille hiilijalanjälki. Kädenjälkeen laskettaisiin elinkaaren ulkopuoliset nettohyödyt (moduuli D), elinkaaren ajaksi sidottu eloperäinen hiili (standardin EN 16485 tekninen lisätieto) sekä elinkaaren aikana tuotteisiin sitoutunut ilmakehän hiili (standardin EN 16757 mukaisesti vaiheiden A-C summana).

⁴⁹ Pajula, Behm, Vatanen & Saarivuori (2017). ”Managing the Life Cycle to Reduce Environmental Impacts”. *Dynamics of Long-Life Assets*, 93-113.

⁵⁰ Norris, G (2015). *Handprint-Based NetPositive Assessment*. Harvard University, School of Public Health.

⁵¹ ICCA (2013). *Guidelines from the chemical industry for accounting for and reporting greenhouse gas (GHG) emissions avoided along the value chain based on comparative studies*. ICCA & WBCSD Chemicals, 2013.

⁵² Handabdruck, saatavana osoitteesta http://www.handabdruck.org/methodik_en.php

8 Arvioinnissa käytettävät tiedot ja niiden laatu

8.1 Tiedon laatu eri arviointimenetelmissä

Laskennassa käytettävän tiedon laatu on olennainen tekijä laskennan onnistumiselle. EN 15978 –standardin mukaan tiedon tyyppi tulee valita perustuen seuraaviin tekijöihin:

- Kohteen rajausta ja arvioinnin aiottu käyttö
- Missä kohtaa päätöksentekoprosessia arviointi tehdään (luonnos, lopullinen design, rakennus, käyttö)
- Tiedon saatavuus
- Tiedon tärkeys suhteessa koko tutkimuksen tärkeyteen

Standardin mukaan arvioinnit tulee tehdä käyttäen tietoa, joka tarkimmalla mahdollisella tavalla edustaa arvioinnin kohdetta ja arviointihetkeä. Tuotteisiin ja materiaaleihin liittyvä tieto voidaan esittää joko

- yleisenä tietona, joka on tyypillistä vastaaville rakenteille ja materiaaleille;
- keskiarvotietona, joka kerätään eri tuotevalmistajilta ja tuotantolaitoksilta;
- yhdistettynä tietona, joka määräytyy EN 15804 vaatimuksista ja sallii ympäristöselosteen luomisen vastaavalle tyyppille tai tuotekategorialle;
- tarkkana tietona valmistajan komponenteista ja/tai tuotteista, joita on käytetty rakentamisessa tai
- tarkkana yksityiskohtaisena tietona (esim. määräluettelo) todellisista tuotteista ja komponenteista ja suoraan mitattavina tietoina käytöstä ja palveluista (energia, vedenkulutus, jäte ym.) rakentamisen ja käytön aikana.

Jos käytetty ympäristötieto on yhteensopiva standardin EN 15804 vaatimusten kanssa, se täyttää myös standardin EN15978 vaatimukset. Jos tieto on muista lähteistä joista ei vielä ole tunnustettu yhteensopivuutta EN 15804 kanssa, silloin tulee täyttää vähintään seuraavat:

- Tiedon pitää olla niin ajankohtaista kuin mahdollista. Tiedon validoinnista ei saa olla yli 10 vuotta
- Laskennassa käytettävän tietojoukon tulee perustua yhden vuoden keskiarvotietoon, jos relevanttia; syyt käyttää jotakin muuta arviointijaksoa tulee listata
- Loppusijoituksen prosessien päästöt tulee huomioida vähintään 100 vuodelta

- Päästöt, jotka ilmenevät yli 100 vuoden kuluttua tulee inventoida erillisinä ”pitkäkestoisina” virtoina ja sisällyttää vaikutusten arviointiin, jos nähdään olennaisina tietoina.
- Tulee tarkistaa, onko tieto uskottavaa ja yhdenmukaista EN 15804 kanssa
- Teknologisen kattavuuden pitää heijastaa ilmoitetun tuotteen tai tuoteryhmän fyysistä todellisuutta
- Kattavuuden pitää edustaa sitä aluetta, mihin tuotanto sijoittuu

Hollannissa, Saksassa ja Ranskassa on kansalliset päästötietokannat ja Ruotsissa sellaisen perustamista on ehdotettu (Boverket 2018). Kansalliset tietokannat tarjoavat EN 15804 standardin mukaista tuotetietoa sekä muuta tuote- tai tuoteryhmäkohtaista tietoa omien verifiointimenettelyjensä mukaisesti.

Joissakin menetelmissä (Hollanti, Ranska) kannustetaan tarkemman tuotetiedon käyttämiseen asettamalla kertoimet heikompi laatualueelle tiedolle. Esimerkiksi Hollannin tietokannassa on kolme tuotetietoluokkaa: 1. Tuotekohtainen tieto - vahvistettu, itsenäisen, pätevän kolmannen osapuolen verifioima tietokantaa ylläpitävän SBK:n verifiointimenettelyn mukaisesti, 2. Yleinen tieto – myös ko. verifiointimenettelyn mukaisesti sekä 3. Yleinen tieto - ei ko. menettelyn mukaan verifioitu. Hollannin laskentamenetelmässä voi käyttää luokan 3 tietoja, mikäli luokan 1 ja 2 tietoja ei ole saatavilla, mutta silloin laskennassa tulee käyttää lisäkerrointa +30 prosenttia.

Myös Ranskassa lähtötietoina hiilijalanjäljen arviointiin käytetään ensisijaisesti tuotevalmistajien ympäristötuoteselosteita (EPD) tuotteille ja laitteille. Vaihtoehtoisesti voi käyttää myös ministeriön ylläpitämiä päästöarvoja, mutta ne ovat päästöarvoiltaan suurempia. Näin pyritään kannustamaan korkealaatuisen ympäristöselosteisiin perustuvan tiedon käyttöön ja saamaan tuotevalmistajat laatimaan ympäristöselosteita nykyistä enemmän. Ministeriö pitää yllä myös sovittuja energian päästökertoimia.

Ruotsissa Boverketin ehdotuksessa (2018) pakollisten moduulien (A1-3) laskennassa käytettävän ilmastotiedon tulee olla EN 15804 mukaista. Varhaisen vaiheen laskennassa voisi kuitenkin käyttää yleistä tuoteryhmäkohtaista tietoa, koska tarkkoja tuotevalintoja ei vielä tiedetä. Lopullisessa laskennassa voitaisiin käyttää samoja yleisiä tietoja, mutta myös laadunvarmistuksen läpikäyneitä EPD-tietoja, jos vain on todennettävissä, että niitä on todella rakennuksessa käytetty. Laskennassa tulisi käyttää sellaista yleistä tietoa, joka on edustavaa Ruotsin markkinoiden näkökulmasta. Laskentatietojen osalta todetaan myös, että päästötieto ei voi sisältää eloperäistä hiiltä.

Hollannin tiedon laadunvarmistamisen menetelmässä arvioidaan tietoja kattavuuden/valmiuden (*completeness*), edustavuuden (*representativeness*) sekä johdonmukaisuuden ja toistettavuuden (*consistency, reproducibility*) perusteella. Arviointi teh-

dään asteikolla 1-5, jossa 1 on korkealaatuisin ja 5 heikkolaatuisin tieto (esim. päästöistä vain pieni osuus tunnetaan, arvioinnista kulunut pitkä aika). Arviointi voidaan tehdä yksittäisille tuotetiedoille tai laajemmalle joukolle tietoja, ja näihin on käytettävissä eri arviointitaulukot. Tiedon laadun varmistamisen menetelmä kuvataan yksityiskohtaisesti Hollannin menetelmäohjeen liitteessä.

Level(s)in laskentamenetelmässä saa käyttää tarkkaa hankekohtaista (spesifiä) tai yleistä (geneeristä) tuotetietoa, mutta sen tulee aina olla tarkastelun kannalta olennaista ja täsmällistä. Tiedon laadunvarmistukseen on luokitus, joka on sovellettu Euroopan komission tuotteen ympäristöjalanjäljen (PEF) tiedon laadunvarmistuksen metodologiasta. Tulos ilmoitetaan asteikolla 0-3. Arviointi on matriisimuotoinen ja perustuu neljään parametriin: tiedon teknologinen edustavuus, maantieteellinen edustavuus, aikaan sidottu edustavuus ja tiedon epävarmuus. Level(s)-laskentatuloksia raportoitaessa esitetään tiedot käytettävän tiedon laadusta ja selvityksen rajoitukset.

GBC:n rakennuksen elinkaaren laskentaohjeiden mukaan ensisijaisesti käytetään EN 15804 mukaisia ympäristöselosteita. Ympäristöseloste voi olla tuotekohtainen tai toimialan yhteinen. Yleistä, käytetystä tuotteesta tai valmistajasta riippumatonta tietoa voidaan käyttää, jos soveltuvia ympäristöselosteita ei ole saatavilla. Tällöin tulee kuitenkin varmistua tiedon laadusta. Laskennassa käytettävä tieto tulee valita alla olevan luettelon mukaisessa ensisijaisjärjestyksessä. Jos korkealaatuisempaa tietoa on käytettävissä, huonolaatuisempaa tietoa ei saa käyttää.

1. EN 15804 mukainen ympäristötuoteseloste rakennuksessa käytettävälle tuotteelle,
2. EN 15804 mukainen ympäristötuoteseloste yleisenä tuoteryhmälle tai vastavalle tuotteelle,
3. Rakennusosakohtainen tieto, joka täyttää alla esitetyt olennaiset vaatimukset, tai
4. Muu ympäristötieto, jonka täytyy täyttää alla esitetyt vaatimukset (esim. ISO 14025 tyyppin III ympäristöseloste tai asiaa käsittelevä elinkaariperusteisesti toteutettu tutkimus).

Jos GBC:n ohjeen mukaisessa laskennassa käytetään muuta kuin soveltuvaa EN 15804 mukaista tietoa, lisätään näiden tuotteiden ja palveluiden negatiivisiin ympäristövaikutuksiin 10 prosenttia, ja tällaiset tiedot on lueteltava raportin liiteosassa, jos niiden vaikutus kohteen elinkaari päästöihin on vähintään 1 prosentti. Muun kuin EN 15804 -standardin mukaan ilmoitetun ympäristötiedon laatuvaatimukset ovat seuraavat:

- Ympäristövaikutusten tulee kattaa standardin edellyttämät elinkaaren vaiheet

- Ympäristövaikutuksia ja tuotetta koskevat tiedot eivät saa olla yli 10 vuotta vanhempia
- Ympäristötiedot tulee perustaa yhden vuoden keskiarvoon (poikkeukset perusteltava)
- Jätteenkäsittelyn päästövaikutukset tulee laskea vähintään 100 vuoden jaksolle
- Yli 100 vuoden päästä tapahtuvat päästöt tulee ilmoittaa erillisinä pitkäaikaisina päästöinä
- Ympäristötiedon tulee perustua myös tosiasiallisesti nykyhetkellä käytettävään teknologiaan
- Ympäristötiedon tulee olla maantieteellisesti relevanttia hankittavien tuotteiden kannalta

LCA-laskennan tietokantoja on kehitetty ja kehitetään ympäri Eurooppaa. Kansainvälinen verkosto/työryhmä InData perustettiin 2015 varmistamaan, että erilaisten LCA-tietokantojen sisältämät tiedot ovat yhdenmukaisia.

Laadun varmistamiseksi joihinkin laskentamenetelmiin sisältyy lisäksi menettelyjä laskennan toteuttajan pätevyyden arvioimiseen. Tällainen on ainakin Level(s):ssa ja Ranskan laskentamenetelmässä. Level(s):ssa on myös luokitus arviointitulosten todentamiseen, jossa asteikolla 0-3 arvioidaan, miten vahvasti arvioinnin eri vaiheissa on käytetty riippumattomaa todentamista (0 = ei lainkaan, 3 = kolmas osapuoli on todentanut kaikki prosessin tiedot ja laskennan vaiheet).

8.2 Tiedon laadun arviointi Suomen menetelmässä

Suomen menetelmässä arviointiin voitaisiin käyttää joko tarkkoja hankekohtaisia tietoja tai valmiita taulukkotietoja, joihin on lisätty epävarmuuskerroin. Tarkkojen hankekohtaisten tietojen tulisi pohjautua standardin 15804 mukaiseen ympäristöselosteeseen.

Yksinkertaistetussa laskentamenetelmässä erillinen laadunvarmistusmenettely ei olisi pakollinen. Siinä tulokset katsottaisiin luotettavaksi, kun rakennusmateriaalit olisi raportoitu menetelmäohjeen liitteen 1 mukaan, kun laskennallinen ostoenergian määrä olisi arvioitu rakennuksen energiatodistuksesta annetun asetuksen mukaan ja kun muilta osin olisi käytetty liitteiden taulukkoarvoja sekä elinkaariarviointimenetelmää varten myöhemmin laadittavaa kansallista päästötietokantaa.

Tarkennetussa laskentamenetelmässä laskentatulosten laatu tulisi arvioida ja raportoida menetelmäohjeen liitteen 7 mukaisesti. Valittu laadunvarmistusmenettely olisi yhdenmukainen Level(s)in kanssa. Verrattuna esimerkiksi Hollannin laadunvarmistusmenettelyyn se olisi hieman kevyempi ja pääsuunnittelijan mahdollista toteuttaa ilman suurta työtaakkaa. Tiedon laadun arviointitulos ilmoitettaisiin erillisellä raportointilomakkeella laskentatulosten yhteydessä.

Vaikka standardin mukaiset ympäristöselosteet ovat jo käyneet kolmannen osapuolen verifiointimenettelyn läpi, on olennaista tarkistaa tiedon vastaavuus juuri tarkasteltavana olevalle tuotteelle tai tuotejoukolle.

Laskennassa käytettyjen tietojen luokitus

	0	1	2	3
<i>Teknologi- nen edus- tavuus</i>	Ei arvioitu	Tieto ei vastaa tyydyttävästi tuotteen teknisiä ominaisuuksia (esim. Portlandsementti, ilman tarkennuksia)	Tieto vastaa osittain tuotteen teknisiä ominaisuuksia (esim. Portlandsementti, tyyppi II, ilman tarkennuksia)	Käytetty tieto vastaa hyvin tuotteen teknisiä ominaisuuksia (esim. Portlandsementti, tyyppi II, B-M)
<i>Maantieteellinen edustavuus</i>	Ei arvioitu	Tieto viittaa täysin erilaiseen maantieteelliseen kontekstiin (esim. Italia Suomen sijaan)	Tieto viittaa samankaltaiseen maantieteelliseen kontekstiin (esim. Norja Suomen sijaan)	Käytetty tieto viittaa tiettyyn maantieteelliseen kontekstiin
<i>Ajallinen edustavuus</i>	Ei arvioitu	Tiedon validoinnin ja sen hyödyntämisen välillä on yli 6 vuotta	Tiedon validoinnin ja sen hyödyntämisen välillä on 2-4 vuotta	Tiedon validoinnin ja sen hyödyntämisen välillä on alle 2 vuotta
<i>Epävarmuus</i>	Ei arvioitu	Käytetään mallinnettua tai vastaavaa tietoa. Paikkansapitävyys ja täsmällisyys on arvioitu laadullisesti (esim. toimittajan ja prosessin operaattorin asiantuntija-arvio)	Käytetään mallinnettua tai vastaavaa tietoa, joka on arvioitu tyydyttävän paikkansapitäväksi ja täsmälliseksi, ja sitä tukee määrällinen epävarmuusarvio	Käytetään hankekohtaista ja validoitua tietoa, jota voidaan pitää tyydyttävän paikkansapitävänä ja täsmällisenä (esim. tehty vahvistettu ympäristöseloste)

9 Ympäristövaikutusten laskenta

9.1 Kasvihuonekaasut

Ympäristövaikutusten laskennassa tarkastelu olisi rajattu ainoastaan kasvihuonekaasupäästöihin. Rajauksen perusteena on ilmastotoimien kiireellisyys sekä Pariisin ilmastopimusta seuraavien toimenpiteiden soveltaminen rakennusalalle. Myöhemmin laskentaa voitaisiin täydentää muilla ympäristövaikutuksilla (esim. happamoittavat ja rehevöittävät päästöt, otsonikato tai toksisuudet).

Laskennan yksikkönä käytettäisiin monien maiden laskentamenetelmissä sekä EU:n Level(s)-menetelmän beta-versiossa hiilidioksidiekvivalenteja (CO_{2e}). Tällöin eri kasvihuonekaasujen ilmastoa lämmittävä vaikutus ilmoitettaisiin summana, johon on laskettu eri kaasujen ilmastoa lämmittävä vaikutus muunnettuna hiilidioksidin vaikutusta vastaavaksi. Tämä helpottaisi raportointia ja tulosten nopeampaa tulkittavuutta.

9.2 Hiilivarastot

Kasvihuonekaasujen ohella laskettaisiin rakennukseen varastoitunut tai sen elinkaaren aikana varastoituva ilmakehän hiilidioksidi. Tulokset ilmoitettaisiin muunnettuna hiilidioksidiekvivalenteiksi (CO_{2e}). Hiilivarastoihin huomioitaisiin ainoastaan ilmakehästä peräisin oleva hiili, eikä siihen laskettaisi fossiilisia tai geologisia hiililähteitä.

Hiilivarastot ilmoitettaisiin erillisenä lisätietona, eikä niitä vähennettäisi rakennuksen minkään elinkaaren osan päästöistä. Jos voimassa olevat rakennustuotteiden ympäristöselosteita koskevat standardit sisältäisivät esimerkiksi puutuotteiden hiilivarastojen ilmoittamisen negatiivisena elinkaaren alussa ja saman varaston kuolettamista elinkaaren lopulla (EN 16485:2014), voitaisiin tämän laskentasäännön mukaisia voimassa oleviin ympäristöselosteisiin perustuvia päästötietoja käyttää osana rakennusten elinkaaren päästölaskentaa. Suomen laskentamenetelmässä ilmoitettava hiilivarasto olisi kuitenkin standardin EN 16485:2014 tarkoittama ”tekninen lisätieto”, jota ei yhdistettäisi hiilijalanjälkeen.

Perusteena hiilivarastojen laskennalle olisi Suomen pyrkimys hiilineutraaliuteen vuoteen 2045 mennessä. Tavoitetta saatetaan aikaistaa IPCC:n 1.5 asteen raportin politiikkatoimien myötä. Neutraaliutta voidaan tavoitella sekä vähentämällä päästöjä, että tekemällä kompensoivia toimenpiteitä, kuten kasvattamalla hiilinieluja ja –varastoja. Rakennetun ympäristön potentiaalista hiilen varastoinnissa ja sidonnassa ei ole riittävää tilastotietoa. Rakennusten hiilivarastojen ja –nielujen seuranta auttaisi arvioimaan,

miten suuri kompensatiopotentiali rakennussektorilla on osana kansallista hiilineutraaliuden tavoitetta ja miten tätä potentiaalia voitaisiin hyödyntää ja tehostaa.

LUONNOS

10 Tulosten raportointi

10.1 Tulosten esittämistapa

Arvioinnin tulosten raportoinnissa on ehdotettu mahdollisimman läpinäkyvää ja avointa tapaa. Tulokset raportoitaisiin erikseen hiilijalanjäljen ja kädenjäljen osalta. Tämän lisäksi erotettaisiin hiilijalanjäljen muodostuminen elinkaaren vaiheiden (A, B, C) sekä rakennusosien (tontti / rakennus) osalta:

- Hiilijalanjälki
 - o Tontti: Koko elinkaari
 - o Rakennus ja talotekniikka:
 - Ennen käyttöä
 - Käytön aikana
 - Käytön jälkeen
- Hiilikädenjälki
 - o Tontti ja rakennus koko elinkaaren aikana sekä elinkaaren ulkopuoliset nettoilmastohyödyt (D)

Laajamittaisia korjauksia arvioitaisiin erikseen, eikä niitä sisällytetä uudisrakennuksen elinkaaren arviointiin oletuksina. Tästä syystä laajamittaisten korjausten elinkaariarvioinnin tulokset raportoitaisiin edellistä soveltaen:

- Hiilijalanjälki
 - o Tontti: Koko elinkaari alkaen laajamittaisesta korjauksesta
 - o Rakennus ja talotekniikka:
 - Laajamittaisen korjauksen aikana ennen käyttöä
 - Korjauksen jälkeisen käytön aikana
 - Korjauksen jälkeisen käytön jälkeen
- Hiilikädenjälki
 - o Tontti ja rakennus koko korjauksen jälkeisen elinkaaren aikana sekä korjauksen jälkeisen elinkaaren ulkopuoliset nettoilmastohyödyt (D)

10.2 Tulosten käyttö

Rakennusten elinkaaren päästövaikutuksia on tarkoitus alkaa seurata ympäristöministeriön vähähiilisen rakentamisen tiekartan mukaisesti. Seurantatavan, mahdollisesti tarvittavien arkistojen tai rekisterien sekä seurannan vastuiden suunnittelu on vielä kesken. Oleellista on, että rakennuslupien myötä kertyvien päästötietojen avulla saataisiin

ajantasaista ja mahdollisimman realistista tietoa rakennuskannan päästöjen kehityksestä. Tällöin olisi mahdollista seurata syntyvän uuden rakennuskannan ja laajamittaisien korjausten osuutta Suomen energia- ja ilmastopolitiikan mukaisissa päästövähennyksissä.

LUONNOS

11 Tulosten varmentaminen

11.1 Tulosten varmentaminen eri maiden arviointimenetelmissä

Eri järjestelmissä tulosten varmentaminen tehdään luonnollisesti eri tavoin kansallisten määräysten ja käytäntöjen mukaisesti. Yleinen tapa on, että organisaatio, jonka tehtävänä on ohjeistaa elinkaaren hiilijalanjäljen laskentatapaa sekä hyväksyä laskennan tulokset, hyväksyy käytettävät ohjelmistot ja tietokannat, joita voidaan lähtötietojen etsimiseen. Hyväksytyillä ohjelmistoilla tehdyt laskelmat useimmiten hyväksytään ilman muuta tarkistusta.

Level(s)

Level(s)-viitekehys on pilotointivaiheessa ja tässä vaiheessa ohjeistuksessa todetaan, että laskennan tulokset on syytä arvioida kriittisesti ja analysoida, jotta osataan huomioida ympäristön kannalta elinkaaren kriittiset kohdat, siirtymät elinkaaren vaiheiden välillä ja kehittämiskohteet sekä datan vaikutus tuloksiin ja datan puutteet, oletusten tarkkuus ja rajoitukset. Ohjeissa kehoitetaan tekemään yhteenveto näistä johtopäätöksistä ja suosituksista, kun rakennushanketta arvioidaan. Laskentaprosessin laatua kehoitetaan arvioimaan ISO/TS 14071:2014 standardia käyttäen (Environmental management -- Life cycle assessment -- Critical review processes and reviewer competencies: Additional requirements and guidelines to ISO 14044:2006).

Hollanti

Hollannissa suositellaan käytettäväksi SBK:n (Stichting Bouwkwaliteit) validoimia laskentaohjelmistoja, joita pohjalta saatuja laskentatuloksia voidaan käyttää muun muassa osoittamaan rakennusmääräysten⁵³ vaatimusten täyttymistä. Ohjelmistotoimittajat voivat sopia SBK:n kanssa ohjelmistojensa lisensoinnista ja tuoda markkinoille uusia ohjelmistoja. Uusien ohjelmistojen täytyy kuitenkin läpäistä SBK:n validointitestit.

Ruotsi

Ruotsin ehdotetussa menetelmässä todetaan, että noudatettaisiin tietojen varmentamisessa ECO Platformin ohjeistusta (Guideline for verification and quality assurance of

⁵³ Bouwbesluit 2012

LCA-data). Raportissa myös todetaan, että verifiointi on työlästä ja että kunnille tulee raskaaksi tarjota esimerkki ympäristöselosteiden (EPD) tietoja. Tutkimuksen mukaan parhaan tuloksen tuo kuntien ja rakennuttajien yhteistyönä tuotettavat laskelmat.

Boverket ehdottaa, että valvontavastuu annettaisiin Boverketille, koska sillä on jo järjestelmiä ja käytäntöjä vastaavan tyyppiseen tehtävään energiatodistusten myötä. Ehdotuksen mukaan valvontavastuuseen kuuluisi ensinnäkin varmistaa, että ilmastotodistus on laadittu ja toisekseen valtuudet tehdä pistotarkastuksia laskentatulosten todentamiseksi. Rakennuksen omistajan tulisi säilyttää ilmastotodistuksen perusta kymmenen vuoden ajan. Ehdotuksessa todetaan, että voisi olla järkevää säilyttää ilmastotodistukset ja energiatodistukset samassa rekisterissä ja niiden halutaan olevan avoimesti saatavilla. Rakennuksen valmistuttua olisi kuusi kuukautta aikaa saada ilmastotodistus valmiiksi. Todistuksen laatimisen Boverketin rekisteriin ehdotetaan olevan rakennuksen omistajan vastuulla, eikä tähän välttämättä tarvittaisi erillistä asiantuntijaa.⁵⁴

Saksa

Saksan BNB-menetelmän tukena käytössä on verkkopohjainen projektinhallintajärjestelmä eBNB. Sen avulla kaikki BNB:ssä tarvittava tieto voidaan systemaattisesti kerätä ja dokumentoida ja tarvittavat yhdenmukaisuustestit voidaan toteuttaa täysin digitaalisesti. Se parantaa rakennusviranomaisille kulkevan tiedon laatua. eBNB:n avulla voidaan keskitetysti kerätä julkisen sektorin rakennuksista moninaista tietoa ja säilöä tätä tietoa tieteelliseen ja poliittiseen käyttöön.

Ranska

Ranskassa E⁺C⁻ järjestelmä on myös osin pilotointivaiheessa mutta järjestelmään syötettyjä kohteita on jo vajaa 250, joiden hiilijalanjälki on laskettu [249 kpl 20.8.2018]. Ranskassa valtio on määritellyt ohjelmistot, joita voidaan käyttää indikaattorien laskentaan. Näitä ohjelmistoja on hyväksytty kahdeksan energiankulutuksen ilmoittamiseen ja kahdeksan ympäristöindikaattorien ilmoittamiseen ja hiilijalanjäljen laskentaan. Ranskassa viidellä organisaatiolla on oikeus myöntää E⁺C⁻ merkki ja merkin taso hakijalle.

Merkin myöntävät organisaatiot tekevät kaksivaiheisen tarkistuksen tietojen tarkistuksen ja työmaatoimintojen tarkistuksen. Tietojen tarkistuksessa annetusta tiedoista tarkistetaan muun muassa taso, laajuus, laskennan sopiminen menetelmään ja tulosten

⁵⁴ Boverket 2018: Klimatdeklaration av byggnader. Slutrapport.

uskottavuus. Työmaan tarkistuksessa tarkastellaan muun muassa laskennassa käytettyjä ympäristö- ja olosuhdetietoja ja pistokokein annettujen materiaalitietojen oikeellisuutta.

11.2 Tulosten varmentaminen Suomen arviointimenetelmissä

Varmentamismenettelyn suunnittelu on vielä kesken.

Suomen menetelmän testivaiheessa tulosten varmentaminen riippuisi valitusta arviointimenetelmästä. Jos arviointi tehdään yksinkertaisella menetelmällä, ei tuloksia tarvitsi varmentaa. Jos arviointi tehdään tarkennetulla menetelmällä, olisi tulosten varmentamiseen riittävää, kun täytettäisiin tiedon laadun raportointilomakkeessa esitetyt vähimmäisvaatimukset.

Lähteet

Ruotsi

Boverket: Klimatdeklaration av byggnader. Rapport 2018:1.
Boverket 2018: Klimatdeklaration av byggnader. Slutrapport.

Level(s)

Level(s) – A common EU framework of core sustainability indicators for office and residential buildings.

Parts 1-2 Introduction to Level(s) and how it works. August 2017

Part 3 How to make performance assessments. August 2017

Hollanti

Assessment Method - Environmental Performance Construction and Civil Engineering Works(GWW). Version 2.0. November 2014

Brochure: Assessment of the Environmental Performances of Constructions and Civil Engineering Works. Updated version 2015. Ministry of Internal Affairs.

Saksa

Guideline for Sustainable Building. BMUB 2016.

http://www.nachhaltigesbauen.de/fileadmin/pdf/Sustainable_Building/LFNB_E_160309.pdf

Bilanzierungsregeln für die Erstellung von Ökobilanzen

https://www.bnb-nachhaltigesbauen.de/fileadmin/steckbriefe/verwaltungsgebäude/neubau/v_2015/LCA-Bilanzierungsregeln_BNB_BN_2015.pdf

DGNB Discussion proposal GEG 2050.

http://www.dgnb.de/en/news/Statements_and_Reports/GEG_2050/

Life Cycle Assessments - a guide on using the LCA. DGNB Guide April 2018.

http://static.dgnb.de/fileadmin/de/dgnb_system/services/reports/DGNB_LCA_guidelines_EN.pdf?m=1524209079&

Ranska

Référentiel « Energie-Carbone » pour les bâtiments neufs. Méthode d'évaluation de la performance énergétique et environnementale des bâtiments neufs. MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, DE L'ENERGIE ET DE LA MER *Octobre 2016.*

<http://www.batiment-energiecarbone.fr/>
